A BSc képzés programja

a mérnökinformatikus és a villamosmérnöki szakokon

Érvényes: 2014. szeptember 1-től felmenő rendszerben

(V 2.10)

BUDAPEST, 2022

VILLAMOSMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR • BME

TARTALOMJEGYZÉK

I. BEVEZETÉS 5

I.1 A mérnökinformatikus alapszak tantervi hálója 7

I.2 A villamosmérnöki alapszak tantervi hálója 10

I.3 A kar tanszékeinek teljes és rövidített nevei 13

II. MÉRNÖKINFORMATIKUS ALAPSZAK 14

II.1 Természettudományos alapismeretek 16

II.2 Gazdasági és humán ismeretek 24

II.3 Szakmai törzsanyag 28

II.4 Elágazó tantárgyak 48

II.5 A mérnökinformatikus alapszak specializációi és tantárgyai 52

II.6 A mérnökinformatikus alapszak specializációtantárgyainak leírása 53

II.6.1 Infokommunikáció specializáció (HIT, TMIT) 53

II.6.1.1 A specializáció tantárgyai 53

II.6.1.1.1 Mobil kommunikációs hálózatok 53
II.6.1.1.2 Hálózatok építése és üzemeltetése 55
II.6.1.1.3 Médiaalkalmazások és - hálózatok a gyakorlatban 56
II.6.1.1.4 Hálózatba kapcsolt erőforrásplatformok és alkalmazásaik 56
II.6.1.1.5 Infokommunikáció laboratórium 1 57
II.6.1.1.6 Infokommunikáció laboratórium 2 58

II.6.2 Rendszertervezés specializáció (AUT, IIT, MIT) 60

II.6.2.1 A specializáció tantárgyai 60

II.6.2.1.1 Informatikai rendszertervezés 60
II.6.2.1.2 Ipari informatika 61
II.6.2.1.3 Alkalmazásfejlesztési környezetek 62
II.6.2.1.4 Intelligens elosztott rendszerek 63
II.6.2.1.5 Rendszertervezés laboratórium 1 64
II.6.2.1.6 Rendszertervezés laboratórium 2 64

II.6.3 Szoftverfejlesztés specializáció (AUT, IIT, MIT) 66

II.6.3.1 A specializáció tantárgyai 66

II.6.3.1.1 Adatvezérelt rendszerek 66
II.6.3.1.2 Objektumorientált szoftvertervezés 67
II.6.3.1.3 Integrációs és ellenőrzési technikák 68
II.6.3.1.4 Kliensoldali technológiák 69
II.6.3.1.5 3D grafikus rendszerek 69
II.6.3.1.6 Szoftverfejlesztés laboratórium 1 70
II.6.3.1.7 Szoftverfejlesztés laboratórium 2 70

II.6.4 Vállalatai információs rendszerek specializáció (ETT, SZIT, TMIT) 72

II.6.4.1 A specializáció tantárgyai 72

II.6.4.1.1 Vállalatirányítási rendszerek 72
II.6.4.1.2 Termelésinformatika 73
II.6.4.1.3 Gazdálkodási információmenedzsment 74
II.6.4.1.4 Adatelemzés 74
II.6.4.1.5 Vállalati rendszerek programozása laboratórium 75
II.6.4.1.6 Vállalati jelentéskészítés laboratórium 76

II.7 Projekttantárgyak 78

II.8 Szabadon választható tantárgyak 82

III. VILLAMOSMÉRNÖKI ALAPSZAK 83

III.1 Természettudományos alapismeretek 85

III.2 Gazdasági és humán ismeretek 95

III.3 Szakmai törzsanyag 99

III.4 Specializáció-előkészítő tantárgy 115

III.5 A villamosmérnöki alapszak specializációi és tantárgyai 122

III.5.1 Beágyazott és irányító rendszerek specializáció (MIT, IIT, AUT) 123

III.5.1.1 A specializáció tantárgyai 123

III.5.1.1.1 Beágyazott és ambiens rendszerek 123
III.5.1.1.2 Ipari irányítástechnika 124
III.5.1.1.3 Mikrokontroller alapú rendszerek 125

III.5.1.2 Beágyazott információs rendszerek ágazat (MIT) 126

III.5.1.2.1 Párhuzamos és eseményvezérelt programozás beágyazott rendszereken 126
III.5.1.2.2 Beágyazott és ambiens rendszerek laboratórium 127

III.5.1.3 Irányítórendszerek ágazat (IIT) 128

III.5.1.3.1 Ipari képfeldolgozás és képmegjelenítés 128
III.5.1.3.2 Irányítórendszerek laboratórium 129

III.5.1.4 Számítógép-alapú rendszerek ágazat (AUT) 130

III.5.1.4.1 Beágyazott operációs rendszerek és kliens alkalmazások 130
III.5.1.4.2 Mikrokontroller laboratórium 131

III.5.2 Infokommunikációs rendszerek specializáció (HIT, TMIT, HVT) 133

III.5.2.1 A specializáció tantárgyai 133

III.5.2.1.1 Mobil kommunikációs rendszerek 133
III.5.2.1.2 Hálózati technológiák és alkalmazások 134
III.5.2.1.3 Nagyfrekvenciás rendszerek 135

III.5.2.2 Multimédia technológiák és rendszerek ágazat (HIT) 136

III.5.2.2.1 Multimédia technológiák és rendszerek 136
III.5.2.2.2 Multimédia technológiák és rendszerek laboratórium 137

III.5.2.3 Infokommunikációs hálózatok és alkalmazások ágazat (TMIT) 138

III.5.2.3.1 Hálózatok építése, konfigurálása és működtetése 138
III.5.2.3.2 Infokommunikáció laboratórium 138

III.5.2.4 Nagyfrekvenciás rendszerek és alkalmazások ágazat (HVT) 139

III.5.2.4.1 Űrtechnológia 139
III.5.2.4.2 Nagyfrekvenciás rendszerek és alkalmazások laboratórium 140

III.5.3 Mikroelektronikai tervezés és gyártás specializáció (EET, ETT) 141

III.5.3.1 A specializáció tantárgyai 141

III.5.3.1.1 Moduláramkörök és készülékek 141
III.5.3.1.2 Mikroelektronikai tervezés 142
III.5.3.1.3 Félvezető technológia 142
III.5.3.1.4 Elektronikai gyártás és minőségbiztosítás 143

III.5.3.2 Mikroelektronikai tervezés ágazat (EET) 144

III.5.3.2.1 Mikroelektronikai laboratórium 144

III.5.3.3 Mikroelektronikai gyártás ágazat (ETT) 144

III.5.3.3.1 Technológiai folyamatok és minőségellenőrzésük laboratórium 144

III.5.4 Fenntartható villamos energetika specializáció (VET) 146

III.5.4.1 A specializáció tantárgyai. 146

III.5.4.1.1 Villamosenergia-átvitel 146
III.5.4.1.2 Villamos gépek és alkalmazások 147
III.5.4.1.3 Villamos berendezések és szigetelések 149

III.5.4.2 Smart grid ágazat 149

III.5.4.2.1 Smart elosztóhálózatok tervezése és üzemeltetése 149
III.5.4.2.2 Smart grid laboratórium 150

III.5.4.3 Villamos gépek és hajtások ágazat 151

III.5.4.3.1 Villamos hajtások szabályozása 151
III.5.4.3.2 Villamos gépek és hajtások laboratórium 152

III.5.4.4 Villamos szigetelési rendszerek ágazat 153

III.5.4.4.1 Szigetelési rendszerek kiválasztása és ellenőrzése 153
III.5.4.4.2 Szigetelési rendszerek laboratórium 153

III.6 Projekttantárgyak 155

III.7 Szabadon választható tantárgyak 159

I. BEVEZETÉS

Az idén 65 éves Villamosmérnöki és Informatikai Kar a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem egyik legnagyobb, legmeghatározóbb kara.

Az egyetemen már a XX. század első évtizedeiben megindult a villamosmérnöki ismeretek oktatása, és 1949-ben létrejött az önálló Villamosmérnöki Kar. Azóta mind a mai napig ezen a karon folyt egyedül olyan szintű villamosmérnök-képzés, amely a kétlépcsős képzési rendszerben a mesterszintet (MSc) is magában foglalja. A szakmai fejlődés természetes folyamatait követve, az oktatás a 80-as években kibővült a számítástechnika és számítástudomány témaköreivel és a műszaki informatikával is, ezért 1992-ben a kar felvette a Villamosmérnöki és Informatikai Kar nevet. Mára ez a kar a hazai informatikai oktatás és kutatás egyik legfontosabb bázisává vált.

A kar oktatását kezdetektől fogva az jellemezte, hogy erős elméleti alapképzésre építve, mély szakmai ismereteket adott a kor társadalmi igényeihez rugalmasan igazodó tématerületeken. Végzett mérnökeink minden időszakban erős elméleti és azonnal alkalmazható szakmai tudással egyaránt rendelkeztek, és ez képessé tette őket az alkotó mérnöki munkára, az absztrakt fogalmi és gyakorlatias mérnöki gondolkodásra, a szakterületek állandóan változó ismeretanyagának folyamatos követésére, az önálló fejlesztésre és kutatásra, és ezek alapján a biztos fellépésre. Az itt végzett fiatal mérnökök mindig alkalmasak voltak a nemzetgazdaság szakemberigényének magas szintű kielégítésére, az ipar és általában a gazdaság műszaki vezető pozícióinak betöltésére, azaz megfeleltek a magasan kvalifikált műszaki értelmiséggel szembeni elvárásoknak.

A 2005/2006. tanévtől a képzés a villamosmérnöki és a mérnök informatikus szakon is kétciklusúvá vált, és az alapképzési („bachelor” vagy BSc) ciklus hossza hét, a mesterképzési („master” vagy MSc) ciklus hossza négy szemeszter (félév). Az alapképzés szakdolgozat, a mesterképzés diplomaterv készítésével zárul. Az alapképzés három utolsó félévében ún. specializációk keretében differenciált szakmai ismeretekhez jutnak a hallgatók. A mesterképzés pedig mindvégig specializációkhoz kapcsolódik.

Az alapképzésben a mintatantervben előírt 210, a mesterképzésben további 120 kreditpont megszerzése esetén tehető záróvizsga.

A hallgatók az előírt szakmai alapozó és szaktantárgyak mellett további szakmai választható tantárgyakkal, illetve közismereti, közgazdasági és társadalomtudományi tantárgyakkal szélesíthetik ismereteiket. Lehetőség van számos tantárgy angol nyelven történő hallgatására, valamint német és francia nyelvű képzés keretében a hallgatók az első négy szemeszterbeli tanulmányaikat idegen nyelven folytathatják, és tanulmányaik egy részét a választott nyelvterületen (pl. Németországban) végezhetik.

Az oktatás előadások, laboratóriumi és tantermi gyakorlatok formájában folyik. A laborok felszereltsége – a cégek és az ipar támogatásának köszönhetően – lehetővé teszi a magas szintű szakmai gyakorlat megszerzését. Erősödik az az irányzat, hogy a nagy cégek az egyetemet bízzák meg kutatási és fejlesztési feladatokkal úgy, hogy az ehhez szükséges eszközöket e cégek biztosítják. Azok a hallgatók, akik már az egyetemi évek alatt bekapcsolódnak ezekbe a feladatokba, a záróvizsgát követően többnyire azonnal állást kapnak a megbízó cégnél. Az sem ritka, hogy már a tanulmányok folytatása közben is tevékenykednek a hallgatók egy-egy cégnél, így szerezve gyakorlati tapasztalatokat az egyetemen tanultakhoz.

2008 szeptemberétől a Villamosmérnöki és Informatikai Kar mindkét alapképzési szakon bevezette a tankörrendszert. A gyakorlathoz hasonló foglalkozás célja olyan hallgatói közösség létrehozása, ahol a kreditrendszerű képzés következtében sok tekintetben elidegenedett és magukra maradt hallgatók szakmai és emberi kapcsolatokat tudnak kialakítani egymással, segíteni tudnak egymásnak a tanulmányaikban, értelmes szakmai programok irányába motiválják egymást.

Ez a dokumentum bemutatja a két alapképzési szak tantervi hálóit, előtanulmányi rendjét, majd szakok szerinti bontásban a képzésben szereplő főbb tantárgycsoportok elemeit, a specializációkat és az ágazatokat. A BME központi irányelveinek megfelelően 2017. szeptember 1-től a tanterveken minimális változtatást (kontaktóraszám-csökkentést, kisebb kreditszám-kiigazítást) hajtottunk végre, ehhez kapcsolódóan tájékoztató jelent meg kari honlapunkon.

2018. szeptember 1-től a kar az országos informatikai szakemberhiány miatt elindítja harmadik alapképzési szakként az üzemmérnök-informatikus (BProf) szakot.

A kar képzéseiről, a tanszékeken folyó kutatás-fejlesztési és innovációs tevékenységről, a továbbképzési lehetőségekről, a hallgatói szakmai és közösségi életről részletes információk olvashatók a kari honlapon, a www.vik.bme.hu címen.

Odaadó munkájáért köszönetemet fejezem ki a tanszékek

Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék (AUT)
Elektronikus Eszközök Tanszéke (EET)
Elektronikai Technológia Tanszék (ETT)
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék (HIT)
Irányítástechnika és Informatika Tanszék (IIT)
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék (MIT)
Számítástudományi és Információelméleti Tanszék (SzIT)
Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék (HVT)
Távközlési és Médiainformatikai Tanszék (TMIT)
Villamos Energetika Tanszék (VET)

vezetőinek és valamennyi közreműködő munkatársának.

Budapest, 2022. február 5.

Dr. Charaf Hassan
dékán

Összeállította: Kalmusné Mihók Zsuzsa, Tevesz Gábor

I.1 A mérnökinformatikus alapszak tantervi hálója

	Tárgykód	Tárgynév	Szemeszter						
			1	2	3	4	5	6	7
Természettudományos alapismeretek (44 kreditpont)									
1	TE90AX21	Analízis 1 informatikusoknak	4/2/0/v/6						
2	TE90AX22	Analízis 2 informatikusoknak		4/2/0/f/6					
3	TE90AX20	Analízis szigorlat informatikusoknak		0/0/0/s/0					
4	VISZAB02	Valószínűségszámítás			2/2/0/v/5				
5	VISZAA03	Bevezetés a számításelméletbe 1	2/2/0/v/5						
6	VISZAA04	Bevezetés a számításelméletbe 2		2/2/0/v/5					
7	VIHIAB00	Kódolástechnika			3/0/0/v/4				
8	VISZAB03	Algoritmuselmélet				2/2/0/v/5			
9	TE11AX23	Fizika 1i	2/1/0/v/4						
10	TE11AX24	Fizika 2i		2/1/0/v/4					
Gazdasági és humán ismeretek (20 kreditpont)									
11	GT30A001	Mikro- és makroökonomia					4/0/0/v/4		
12	GT20A001	Menedzsment és vállalkozásgazdaságtan				4/0/0/f/4			
13	GT55A001	Üzleti jog					2/0/0/f/2		
14	GT52A400	Mérnök leszek	1/0/0/f/2						
15	ld. honlap	Köt. vál. gazd. és hum. 1						2/0/0/f/2	
16	ld. honlap	Köt. vál. gazd. és hum. 2						2/0/0/f/2	
17	ld. honlap	Köt. vál. gazd. és hum. 3							2/0/0/f/2
18	ld. honlap	Köt. vál. gazd. és hum. 4							2/0/0/f/2
Szakmai törzsanyag (91 kreditpont)									
19	VIHVAB00	Rendszerelmélet			2/2/0/f/4				
20	VIEEAC00	IT eszközök technológiája					2/0/1/f/4		
21	VIMIAA02	Digitális technika	2/1/2/v/6						
22	VIMIAA00	Rendszermodellezés		2/1/0/f/4					
23	VIHIAA02	Számítógép-architektúrák		2/1/0/v/4					
24	VIHIAB01	Kommunikációs hálózatok 1			2/0/1/f/4				
25	VITMAB01	Kommunikációs hálózatok 2				2/0/1/v/4			
26	VIMIAB00	Operációs rendszerek				3/0/1/v/5			
27	VIEEAA00	A programozás alapjai 1	2/2/2/f/7						
28	VIIIAA03	A programozás alapjai 2		2/0/2/f/6					
29	VIIIAB00	A programozás alapjai 3			2/0/2/f/5				
30	VITMAB04	Adatbázisok[1]			2/1/1/v/5				
31	VIIIAB01	Szoftvertechnológia			3/0/0/v/4				
32	VIAUAB00	Szoftvertechnikák				2/0/2/v/5			
33	VIIIAB06	Szoftver projekt laboratórium				0/0/2/f/3			

	Tárgykód	Tárgynév	Szemeszter						
			1	2	3	4	5	6	7
34	VIAUAC00	Mobil- és webes szoftverek					2/0/2/v/5		
35	VIIIAB07	Számítógépes grafika				3/0/0/f/3			
36	VIMIAC10	Mesterséges intelligencia					3/0/0/f/3		
37	VIHIAC01	IT biztonság						3/0/0/f/3	
38	VITMAC02	Információs rendszerek üzemeltetése						2/0/1/f/4	
39	↓	Elágazó tantárgy[2]							2/1/0/f/3
Differenciált szakmai ismeretek (45 kreditpont)									
40	↓	Specializáció-tantárgy 1					2/1/0/v/4		
41	↓	Specializáció-tantárgy 2					2/1/0/v/4		
42	↓	Specializáció-tantárgy 3						2/1/0/v/4	
43	↓	Specializáció-tantárgy 4						2/1/0/v/4	
44	↓	Specializációlaboratórium 1, 2						0/0/2/f/3	0/0/2/f/3
45	generikus	Témalaboratórium					0/0/3/f/3		
46	generikus	Önálló laboratórium						0/0/4/f/5	
47	generikus	Szakdolgozat-készítés							0/10/0/f/15
Szabadon választható tantárgyak (10 kreditpont)[3]									
48	ld. honlap	Szabadon választható tantárgy 1, 2						4/0/0/v/4	2/0/0/f/2
49	ld. honlap	Szabadon választható tantárgy 3							2/0/0/f/2
50	ld. honlap	Szabadon választható tantárgy 4							2/0/0/f/2
Kritériumtárgyak									
51	ld. honlap	Testnevelés	0/2/0/a/0	0/2/0/a/0					
52	generikus	Szakmai gyakorlat[4]							8 hét/a/0
Ajánlott tantárgy									
53	generikus	Tanköri foglalkozás	0/2/0/a/0	0/2/0/a/0					
Összesítés									
Összes heti óra bontva (krit. tantárgyak nélkül)			13/8/4/30	14/7/2/29	16/5/4/31	16/2/6/29	17/2/6/29	17/2/7/31	12/11/2/31
Összes heti óra (krit. tantárgyak nélkül)			25	23	25	24	25	26	25
Összes óra a képzésben			173	105/37/31	60,7/39,3%				
Összes kredit pontszám			30	29	31	29	29	31	31
Vizsgaszám[5]			4	4	4	4	4	3	0

x/y/z/v vagy f/kredit: x: előadási órák, y: gyakorlati órák, z: laboratórium órák száma, v: vizsga, f: félévközi jegy, kredit: a tantárgyhoz rendelt kreditpontok száma. 1 kredit: 30 (átlagos) hallgatói munkaóra

1 A korábbi Adatbázisok (VITMAB00) és Adatbázisok laboratórium (VITMAB02) tantárgyak helyettesítési szabályait ld. a honlapon megtalálható dokumentumban.

2 Elágazó tantárgyként a tantervben ezen blokk számára előírt tantárgyak egyike teljesítendő

3 A tantervben előírt 10 kreditnyi szabadon választható tantárgykeret más kreditértékű tantárgyakkal is teljesíthető

4 Az intézményen kívül teljesítendő szakmai gyakorlat a végbizonyítvány megszerzésének kritérium-feltétele (ld. kari szabályzat)

5 A 7. félévben felvett, vizsgakövetelménnyel záruló tantárgyak vizsgáinak teljesítésére csak erősen korlátozott idő áll rendelkezésre az MSc képzésre jelentkező hallgatók számára

Elágazó tantárgyak

	Tárgykód	Tárgynév	Szemeszter						
			1	2	3	4	5	6	7
39	VIMIAD00	Beágyazott információs rendszerek							2/1/0/f/3
39	VITMAD00	Beszédinformációs rendszerek							2/1/0/f/3
39	VISZAD00	Deklaratív programozás							2/1/0/f/3
39	VIIIAD00	Képfeldolgozás							2/1/0/f/3

Specializációk

	Tárgykód	Tárgynév	Szemeszter						
			1	2	3	4	5	6	7
Infokommunikáció specializáció									
40	VIHIAC00	Mobil kommunikációs hálózatok					2/1/0/v/4		
41	VITMAC00	Hálózatok építése és üzemeltetése					2/1/0/v/4		
42	VIHIAC02	Médiaalkalmazások és –hálózatok a gyakorlatban						2/1/0/v/4	
43	VITMAC03	Hálózatba kapcsolt erőforrás platformok és alkalmazásaik						2/1/0/v/4	
44	VITMAC08	Infokommunikáció laboratórium 1						0/0/2/f/3	
44	VIHIAD02	Infokommunikáció laboratórium 2							0/0/2/f/3
Rendszertervezés specializáció									
40	VIMIAC01	Informatikai rendszertervezés					2/1/0/v/4		
41	VIIIAC02	Ipari informatika					2/1/0/v/4		
42	VIAUAC04	Alkalmazásfejlesztési környezetek						2/1/0/v/4	
43	VIMIAC02	Intelligens elosztott rendszerek						2/1/0/v/4	
44	VIMIAC11	Rendszertervezés laboratórium 1						0/0/2/f/3	
44	VIMIAD02	Rendszertervezés laboratórium 2							0/0/2/f/3
Szoftverfejlesztés specializáció									
40	VIAUAC01	Adatvezérelt rendszerek					2/1/0/v/4		
41	VIIIAC00	Objektumorientált szoftvertervezés					2/1/0/v/4		
42	VIMIAC04	Integrációs és ellenőrzési technikák						2/1/0/v/4	
43	VIAUAC02	Kliensoldali technológiák						2/1/0/v/4	
43	VIIIAC01	3D grafikus rendszerek						2/1/0/v/4	
44	VIAUAC09	Szoftverfejlesztés laboratórium 1						0/0/2/f/3	
44	VIAUAD01	Szoftverfejlesztés laboratórium 2							0/0/2/f/3
Vállalati információs rendszerek specializáció									
40	VIETAC00	Vállalatirányítási rendszerek					2/1/0/v/4		
41	VIETAC01	Termelésinformatika					2/1/0/v/4		
42	VITMAC01	Gazdálkodási információmenedzsment						2/1/0/v/4	
43	VISZAC00	Adatelemzés						2/1/0/v/4	
44	VIETAC07	Vállalati rendszerek programozása laboratórium						0/0/2/f/3	
44	VIETAC08	Vállalati jelentéskészítés laboratórium							0/0/2/f/3

I.2 A villamosmérnöki alapszak tantervi hálója

	Tárgykód	Tárgynév	Szemeszter						
			1	2	3	4	5	6	7
Természettudományos alapismeretek (48 kreditpont)									
1	TE90AX00	Matematika A1	4/2/0/v/6						
2	TE90AX26	Matematika A2		4/2/0/f/6					
3	TE90AX16	Matematika szigorlat A2		0/0/0/s/0					
4	TE90AX09	Matematika A3			2/1/0/v/4				
5	TE90AX51	Matematika A4			2/2/0/v/4				
6	TE11AX21	Fizika 1	3/1/0/v/4						
7	TE11AX22	Fizika 2		2/1/0/v/4					
8	VISZAA05	A számítástudomány alapjai	2/2/0/v/4						
9	VIIIAB08	Informatika 1				4/0/0/f/4			
10	VIAUAB01	Informatika 2				3/0/1/v/5			
11	VIETAB00	Elektronikai technológia és anyagismeret			3/0/2/f/6				
Gazdasági és humán ismeretek (20 kreditpont)									
12	GT30A001	Mikro- és makroökonomia						4/0/0/v/4	
13	GT20A001	Menedzsment és vállalkozásgazdaságtan					4/0/0/f/4		
14	GT55A001	Üzleti jog						2/0/0/f/2	
15	GT52A400	Mérnök leszek	1/0/0/f/2						
16	ld. honlap	Köt. vál. gazd. és hum. 1, 2		2/0/0/f/2					2/0/0/f/2
17	ld. honlap	Köt. vál. gazd. és hum. 3, 4		2/0/0/f/2					2/0/0/f/2
Szakmai törzsanyag (89 kreditpont)									
18	VIHIAA01	A programozás alapjai 1	2/2/2/f/7						
19	VIAUAA01	A programozás alapjai 2		2/0/2/f/6					
20	VIIIAA04	Digitális technika 1	3/1/1/v/6						
21	VIIIAA06	Digitális technika 2		2/1/1/v/5					
22	VIHVAA00	Jelek és rendszerek 1		3/2/0/v/6					
23	VIHVAB01	Jelek és rendszerek 2			3/3/0/v/6				
24	VIVEAB00	Elektrotechnika			3/0/1/f/5				
25	VIHVAC03	Elektromágneses terek alapjai					2/1/0/v/4		
26	VIHIAB02	Elektronika 1			2/2/0/v/5				
27	VIAUAC05	Elektronika 2					4/1/0/f/5		
28	VIMIAB01	Méréstechnika				3/2/0/f/5			
29	↓	Specializáció-előkészítő tantárgy 1[1]				2/a/b/v/5			
30	↓	Specializáció-előkészítő tantárgy 2[1]				2/a/b/v/5			
31	↓	Specializáció-előkészítő tantárgy 3[1]				2/a/b/v/5			
32	↓	Specializáció-előkészítő tantárgy 4[1]						2/a/b/v/5	
33	VIMIAC12	Laboratórium 1					0/0/3/f/4		

	Tárgykód	Tárgynév	Szemeszter						
			1	2	3	4	5	6	7
34	VIMIAC13	Laboratórium 2						0/0/4/f/5	
Differenciált szakmai ismeretek (43 kreditpont)									
35	↓	Specializáció-tantárgy 1					2/1/0/v/4		
36	↓	Specializáció-tantárgy 2					2/1/0/v/4		
37	↓	Specializáció-tantárgy 3					2/1/0/v/4		
38	↓	Specializáció-tantárgy 4						2/1/0/v/4	
39	↓	Specializációlaboratórium						0/0/3/f/4	
40	↓	Témalaboratórium					0/0/2/f/3		
41	generikus	Önálló laboratórium						0/0/4/f/5	
42	generikus	Szakdolgozat-készítés							0/10/0/f/15
Szabadon választható tantárgyak (10 kreditpont)[2]									
43	ld. honlap	Szabadon választható tantárgy 1, 2						2/0/0/v/2	2/0/0/f/2
44	ld. honlap	Szabadon választható tantárgy 3							2/0/0/f/2
45	ld. honlap	Szabadon választható tantárgy 4							2/0/0/f/2
46	ld. honlap	Szabadon választható tantárgy 5							2/0/0/f/2
Kritériumtárgyak									
47	ld. honlap	Testnevelés	0/2/0/a/0	0/2/0/a/0					
48	generikus	Szakmai gyakorlat[3]							6 hét/a/0
Ajánlott tantárgy									
49	generikus	Tanköri foglalkozás	0/2/0/a/0	0/2/0/a/0					
Összesítés									
	Összes heti óra bontva (krit. tantárgyak nélkül)		15/8/3/30	18/6/2/31	15/8/3//30	16/5/4/29	16/5/5/32	12/2/12/31	12/10/0/27
	Összes heti óra (krit. tantárgyak nélkül)		26	26	26	25	26	26	22
	Összes óra a képzésben		177	104/44/ 29	58,8/41,2%				
	Összes kredit pontszám		30	31	30	29	32	31	27
	Vizsgaszám[4]		4	4	4	4	4	4	0

x/y/z/v vagy f/kredit: x: előadási órák, y: gyakorlati órák, z: laboratórium órák száma, v: vizsga, f: félévközi jegy, kredit: a tantárgyhoz rendelt kreditpontok száma. 1 kredit: 30 (átlagos) hallgatói munkaóra

1 Az 5. félévtől induló specializációkra való bejutás feltétele az adott specializációt előkészítő tantárgy előzetes teljesítése (ld. kari szabályzat)

2 A tantervben előírt 10 kreditnyi szabadon választható tantárgykeret más kreditértékű tantárgyakkal is teljesíthető

3 Az intézményen kívül teljesítendő szakmai gyakorlat a végbizonyítvány megszerzésének kritérium-feltétele (ld. kari szabályzat)

4 A 7. félévben felvett, vizsgakövetelménnyel záruló tantárgyak vizsgáinak teljesítésére csak erősen korlátozott idő áll rendelkezésre az MSc képzésre jelentkező hallgatók számára

Specializáció-előkészítő tantárgyak

	Tárgykód	Tárgynév	Szemeszter						
			1	2	3	4	5	6	7
29-32	VIIIAB05	Szabályozástechnika				2/1/1/v/5			
29-32	VITMAB03	Infokommunikáció				2/2/0/v/5			
29-32	VIEEAB00	Mikroelektronika				2/0/2/v/5			
29-32	VIVEAB01	Villamos energetika				2/1/1/v/5			

Specializációk

	Tárgykód	Tárgynév	Szemeszter						
			1	2	3	4	5	6	7
Beágyazott és irányító rendszerek specializáció									
35	VIMIAC06	Beágyazott és ambiens rendszerek					2/1/0/v/4		
36	VIIIAC03	Ipari irányítástechnika					2/1/0/v/4		
37	VIAUAC06	Mikrokontroller alapú rendszerek					2/1/0/v/4		
- Beágyazott információs rendszerek ágazat (MIT)									
38	VIMIAC08	Párhuzamos és eseményvez. programozás beágyazott rendsz.						2/1/0/v/4	
39	VIMIAC09	Beágyazott és ambiens rendszerek laboratórium						0/0/3/f/4	
- Irányítórendszerek ágazat (IIT)									
38	VIIIAC04	Ipari képfeldolgozás és képmegjelenítés						2/1/0/v/4	
39	VIIIAC05	Irányítórendszerek laboratórium						0/0/3/f/4	
- Számítógép-alapú rendszerek ágazat (AUT)									
38	VIAUAC07	Beágyazott operációs rendszerek és kliens alkalmazások						2/1/0/v/4	
39	VIAUAC08	Mikrokontroller laboratórium						0/0/3/f/4	
Infokommunikációs rendszerek specializáció									
35	VIHIAC04	Mobil kommunikációs rendszerek					2/1/0/v/4		
36	VITMAC05	Hálózati technológiák és alkalmazások					2/1/0/v/4		
37	VIHVAC04	Nagyfrekvenciás rendszerek					2/1/0/v/4		
- Multimédia technológiák és rendszerek ágazat (HIT)									
38	VIHIAC05	Multimédia technológiák és rendszerek						2/1/0/v/4	
39	VIHIAC06	Multimédia technológiák és rendszerek laboratórium						0/0/3/f/4	
- Infokommunikációs hálózatok és alkalmazások ágazat (TMIT)									
38	VITMAC06	Hálózatok építése, konfigurálása és működtetése						2/1/0/v/4	
39	VITMAC07	Infokommunikáció laboratórium						0/0/3/f/4	
- Nagyfrekvenciás rendszerek és alkalmazások ágazat (HVT)									
38	VIHVAC05	Űrtechnológia						2/1/0/v/4	
39	VIHVAC06	Nagyfrekvenciás rendszerek és alkalmazások laboratórium						0/0/3/f/4	

	Tárgykód	Tárgynév	Szemeszter						
			1	2	3	4	5	6	7
Mikroelektronikai tervezés és gyártás specializáció									
35	VIETAC04	Moduláramkörök és készülékek					2/1/0/v/4		
36	VIEEAC01	Mikroelektronikai tervezés					2/1/0/v/4		
37	VIEEAC02	Félvezető technológia					2/1/0/v/4		
38	VIETAC05	Elektronikai gyártás és minőségbiztosítás						2/1/0/v/4	
- Mikroelektronikai tervezés ágazat									
39	VIEEAC03	Mikroelektronikai laboratórium						0/0/3/f/4	
- Mikroelektronikai gyártás ágazat									
39	VIETAC06	Technológiai folyamatok és minőségellenőrzésük laboratórium						0/0/3/f/4	
Fenntartható villamos energetika specializáció									
35	VIVEAC00	Villamosenergia-átvitel					2/1/0/v/4		
36	VIVEAC01	Villamos gépek és alkalmazások					2/1/0/v/4		
37	VIVEAC02	Villamos berendezések és szigetelések					2/1/0/v/4		
- Smart grid ágazat									
38	VIVEAC03	Smart elosztóhálózatok tervezése és üzemeltet.						2/1/0/v/4	
39	VIVEAC06	Smart grid laboratórium						0/0/3/f/4	
- Villamos gépek és hajtások ágazat									
38	VIVEAC04	Villamos hajtások szabályozása						2/1/0/v/4	
39	VIVEAC07	Villamos gépek és hajtások laboratórium						0/0/3/f/4	
- Villamos szigetelési rendszerek ágazat									
38	VIVEAC05	Szigetelési rendszerek kiválasztása és ellenőrzése						2/1/0/v/4	
39	VIVEAC08	Szigetelési rendszerek laboratórium						0/0/3/f/4	

I.3 A kar tanszékeinek teljes és rövidített nevei

Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék (AUT)
Elektronikus Eszközök Tanszéke (EET)
Elektronikai Technológia Tanszék (ETT)
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék (HIT)
Irányítástechnika és Informatika Tanszék (IIT)
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék (MIT)
Számítástudományi és Információelméleti Tanszék (SzIT)
Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék (HVT)
Távközlési és Médiainformatikai Tanszék (TMIT)
Villamos Energetika Tanszék (VET)

II. MÉRNÖKINFORMATIKUS ALAPSZAK

Az informatikai képzési területhez tartozó, mérnökinformatikus alapszak a hagyományos képzési rendszer műszaki informatika szakjának felel meg. A mérnök informatikus alapszak képzési célja egyrészt, hogy a képzést elvégző hallgatók megfelelő tudással rendelkezzenek a műszaki informatikai, információs és infrastrukturális rendszerek és szolgáltatások telepítéséhez, üzemeltetéséhez, adat- és programrendszereinek tervezési, fejlesztési feladatainak ellátására. A hallgatók elsajátítják az informatikai és infrastrukturális rendszerek telepítési és üzemeltetési feladatainak ellátásához szükséges mérnöki gyakorlati módszerek alkalmazását, szoftverfejlesztési metodikák és fejlesztési eszközök használatát, információs rendszerek modellezését, a teljesítmény és megbízhatósági jellemzők szimulációs vizsgálatát. A hallgatók képesek lesznek programozni objektumorientált és vizuális programozási környezetben.

Lehetőség van az első négy szemeszter német nyelven, majd az ötödik szemeszter német nyelvterületen (Karlsruhe) való elvégzésére legalább középfokú német nyelvvizsga birtokában, sőt a mesterképzést is végzők diplomatervüket Németországban készíthetik el.

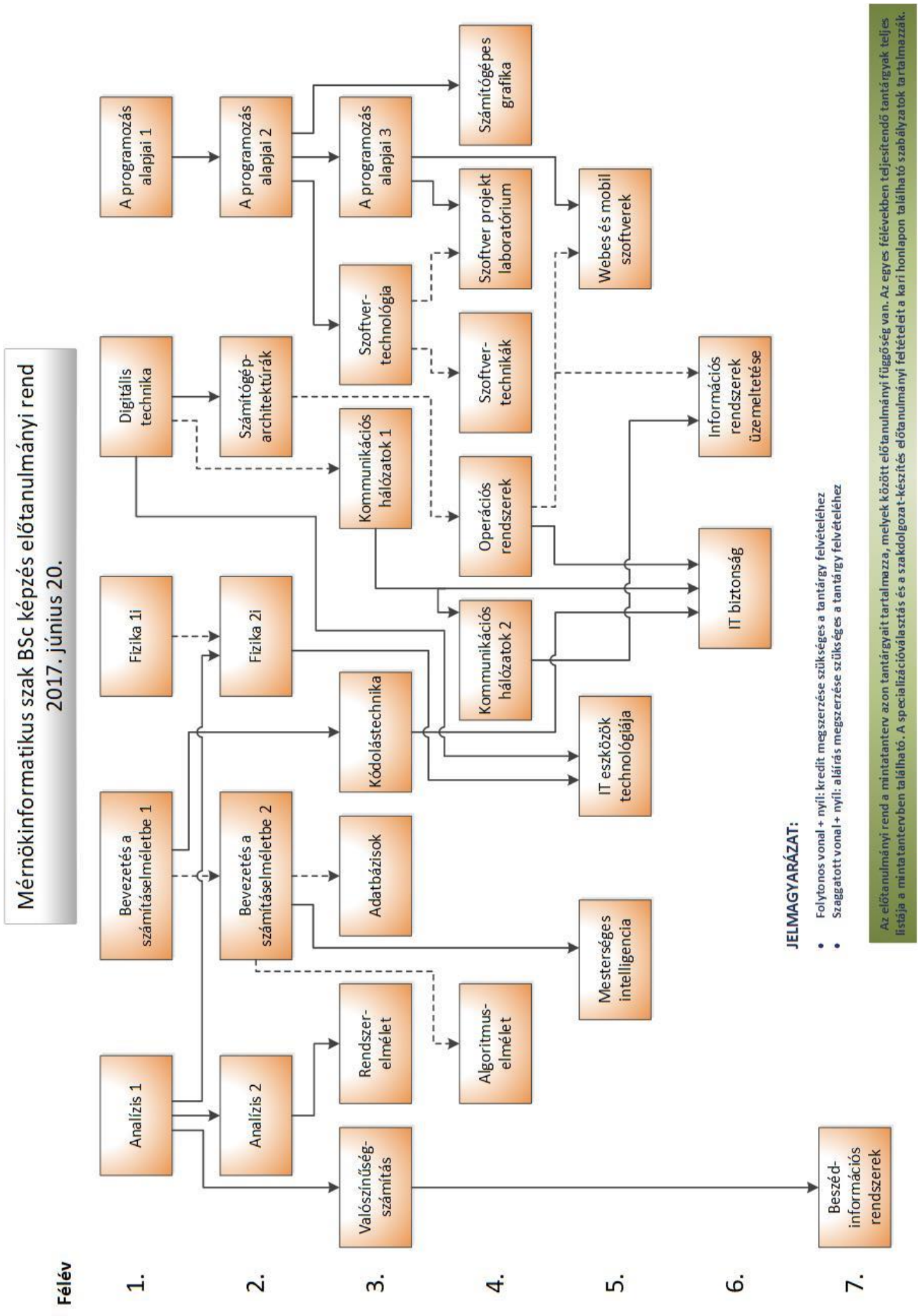
Az alapképzés során megszerzendő ismeretek (210 kredit):

Természettudományos alapismeretek	*40-45 kredit*
Gazdasági és humán ismeretek	*15-25 kredit*
Szakmai törzsanyag és differenciált ismeretek	*100-150 kredit*
Szabadon választható tantárgyak ismeretkörei	*min. 10 kredit*
Kritériumtárgyak	*0 kredit*

Előtanulmányi rend:

A következő oldalon látható diagram a képzés kötelező tantárgyainak egymásra épülését mutatja. A diagramon nem szerepelnek a mintatanterv azon tantárgyai, melyek kötelező előtanulmányi feltételt nem írnak elő a felvételükhöz. A specializációk tantárgyai egymásra épülésük miatt további előtanulmányi feltételeket is előírhatnak a Neptun Egységes Tanulmányi Rendszerben.

Előtanulmányi feltételeket tartalmaz még a képzés BSc specializációválasztási szabályzata, valamint a BSc szakdolgozat, záróvizsga és oklevél szabályzat.


Mérnökinformatikus szak BSc képzés előtanulmányi rend
2017. június 20.
Félév
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
Analízis 1
Bevezetés a számításelméletbe 1
Fizika 1i
Digitális technika
A programozás alapjai 1
Analízis 2
Bevezetés a számításelméletbe 2
Fizika 2i
Számítógép-architektúrák
A programozás alapjai 2
Rendszer-elmélet
Adatbázisok
Kódolástechnika
Kommunikációs hálózatok 1
Szoftver-technológia
A programozás alapjai 3
Számítógépes grafika
Valószínűség-számítás
Algoritmus-elmélet
Kommunikációs hálózatok 2
Operációs rendszerek
Szoftver-technikák
Szoftver projekt laboratórium
Webes és mobil szoftverek
Mesterséges intelligencia
IT eszközök technológiája
IT biztonság
Információs rendszerek üzemeltetése
Beszéd-információs rendszerek
JELMAGYARÁZAT:
Folytonos vonal + nyíl: kredit megszerzése szükséges a tantárgy felvételéhez
Szaggatott vonal+ nyíl: aláírás megszerzése szükséges a tantárgy felvételéhez
Az előtanulmányi rend a mintatanterv azon tantárgyait tartalmazza, melyek között előtanulmányi függőség van. Az egyes félévekben teljesítendő tantárgyak teljes listája a mintatantervben található. A specializációválasztás és a szakdolgozat-készítés előtanulmányi feltételeit a kari honlapon található szabályzatok tartalmazzák.

II.1 Természettudományos alapismeretek

Analízis 1 informatikusoknak
(TE90AX21, 1. szemeszter, 4/2/0/v/6 kredit, Analízis Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése
A matematikai analízis alapfogalmainak ismertetése. Alapfokú készség kialakítása feladatok megoldásában.
2. A tantárgy tematikája
Komplex számok:
Komplex számok aritmetikája. (Alapműveletek, algebrai, trigonometrikus, exponenciális alak, Euler formula, gyökvonás.)
Valós számsorozatok:
Határérték fogalma. Műveletek konvergens sorozatokkal. Rendőr elv. Nevezetes határértékek. Monoton és korlátos sorozat konvergens. Rekurzív sorozatok. Bolzano–Weierstrass kiválasztási tétel, torlódási pont, limesz szuperior, limesz inferior. Cauchy konvergencia kritérium.
Egyváltozós függvények folytonossága, határértéke:
Függvény határértéke. Átviteli elv. Számolási szabályok. (sinx)/x határértéke. Szakadási helyek osztályozása. Bolzano-tétel. Weierstrass I., II. tétel. Egyenletes folytonosság, Heine-tétel.
Egyváltozós függvények differenciálhatósága:
A derivált fogalma, szemléltetése. Deriválási szabályok. Összetett függvény, inverz függvény deriváltja. Elemi függvények. Rolle-tétel, Lagrange-tétel, L'Hospital szabály. Függvényvizsgálat.
Egyváltozós függvények integrálása:
Primitív függvény, határozatlan integrál, integrálási szabályok. Határozott integrál. Newton–Leibniz-tétel. Parciális integrálás, helyettesítéses integrálás. Racionális törtek integrálása. Improprius integrálok. Alkalmazás: terület, felszín, térfogat számolások.

Analízis 2 informatikusoknak
(TE90AX22, 2. szemeszter, 4/2/0/f/6 kredit, Analízis Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése
A matematikai analízis alapfogalmainak ismertetése. Alapfokú készség kialakítása feladatok megoldásában.
2. A tantárgy tematikája
Közönséges differenciálegyenletek
Általános fogalmak. Szeparábilis differenciálegyenletek. Elsőrendű, lineáris differenciálegyenletek. Új változó bevezetése. Iránymező, izoklina. Magasabb rendű lineáris differenciálegyenletek. Külső és belső rezonancia.
Lineáris rekurzió
Fibonacci-sorozat, Fibonacci-típusú sorozat.
Numerikus- és függvénysorok
Sor összege. Példák: geometriai sor, teleszkopikus összegek, harmonikus sor. Számolási szabályok. Leibniz-típusú sorok. Abszolút és feltételes konvergencia. Konvergenciakritériumok: majoráns-, minoráns-, hányados-, gyök- és integrál-kritérium. Konvergenciatartomány, összegfüggvény, példák. Egyenletes és abszolút konvergencia. Weierstrass-kritérium. Elégséges feltétel az összegfüggvény folytonosságára, tagonkénti deriválhatóságra, integrálhatóságra. Konvergenciasugár. Hányados- és gyökkritérium. Taylor-polinom. Taylor-sor. Fontosabb Taylor-sorok. Binomiális sorfejtés.
Többváltozós függvények
Többváltozós függvények szemléltetése, határértéke, folytonossága. Parciális derivált, totális derivált (gradiens), érintő sík, iránymenti derivált. Young-tétel. Lokális szélsőérték és derivált kapcsolata. Kettős

és kétszeres integrál, integrálás téglalapon, normál tartományon. Az integrál transzformációja. Síkbeli polár, henger- és gömbi polár-koordinátarendszer.
Fourier-analízis
A trigonometrikus rendszer. Fourier-sor. Fourier-transzformáció. (Definíció, tulajdonságok, példák.)

Analízis szigorlat informatikusoknak
(TE90AX20, 2. szemeszter, 0/0/0/s/0, Analízis Tanszék)

Az Analízis szigorlaton az első két szemeszter Analízis 1, 2 tantárgyainak együttes anyagából tesznek vizsgát a hallgatók.

Valószínűségszámítás
(VISZAB02, 3. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, SZIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy célkitűzése a műszaki informatika tanulmányokhoz szükséges és a mérnöki alapműveltséghez tartozó sztochasztikus ismeretek elsajátítása, azok szemléletmódjának kialakítása. Ezen belül a tantárgy az alapvető valószínűségszámítási fogalmak és tételek megismertetését adja.
2. A tantárgy tematikája
Történeti bevezető. Alapfogalmak: véletlen kísérlet, eseménytér, esemény, elemi esemény, műveletek eseményekkel. Axiómák, szigma algebra.
A valószínűség tulajdonságai: Poincare-formula, Boole-egyenlőtlenségek, folytonossági tulajdonság.
Feltételes valószínűség, események függetlensége. Teljes valószínűségi tétel, Bayes-tétel, szorzási szabály.
Klasszikus valószínűség, geometriai valószínűség. Példák az alkalmazásokra: urnamodellek, Buffon-féle tűprobléma.
Valószínűségi változó, eloszlásfüggvény, diszkrét és folytonos eset. Az eloszlásfüggvény négy tulajdonsága. Intervallumok valószínűségei. Diszkrét eloszlás. Sűrűségfüggvény.
Nevezetes diszkrét v.v.: binomiális, Poisson, geometriai. A binomiális eloszlás közelítése a Poisson-eloszlással. A geometriai eloszlás örökifjú tulajdonsága.
Nevezetes folytonos v.v.: egyenletes, exponenciális, normális. Szimuláció egyenletes eloszlással. Az exponenciális eloszlás örökifjú tulajdonsága. A standard normális eloszlás, lineáris transzformáció.
Várhatóérték, szórás, momentumok. Várhatóértékre, szórásra vonatkozó tételek. Nevezetes eloszlások várható értékei, szórásai.
Steiner- tétel. Markov- és Csebisev-egyenlőtlenség. Együttes- és vetületi eloszlásfüggvény, függetlenség, konvolúció. Diszkrét és folytonos eset.
Együttes- és vetületi eloszlás. Együttes- és vetületi sűrűségfüggvény.
Nagy számok törvényei: Csebisev-, Bernoulli- és Kolmogorov-féle alak. Centrális határeloszlás-tétel, Moivre-Laplace-tétel.
Kovariancia, korrelációs együttható. A korrelációs együttható és a kovariancia tulajdonságai. Kapcsolat a függetlenség és a korrelálatlanság között.
Feltételes eloszlás, feltételes várhatóérték, lineáris regresszió. A regresszió tulajdonságai. Példák diszkrét és folytonos esetben.
Kétdimenziós normális eloszlás, polinomiális eloszlás. A függetlenség és korrelálatlanság kapcsolata normális esetben. A regresszió normális esetben lineáris. A polinomiális eloszlás vetületei binomiálisak.

Bevezetés a számításelméletbe 1
(VISZAA03, 1. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, SZIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy célkitűzése a műszaki informatika tanulmányokhoz szükséges és a mérnöki alapműveltséghez tartozó egyes alapvető matematikai ismeretek elsajátítása, azok szemléletmódjának kialakítása. Ezen belül a tantárgy a lineáris algebra és az elemi számelmélet egyes területeire nyújt bevezetést.

2. A tantárgy tematikája
Térbeli koordinátageometria: vektorok a térben, koordinátarendszer, skaláris szorzat. A sík egyenlete. Az egyenes (paraméteres és kanonikus egyenletrendszere). Rn fogalma, műveletek oszlopvektorokkal.
Rn alterének fogalma, műveleti zártság. Lineáris kombináció, generátorrendszer és generált altér fogalma, az utóbbi altér volta. Lineáris függetlenség fogalma, a kétféle definíció ekvivalenciája.
Reláció az alterek lineárisan független rendszereinek, illetve generátorrendszereinek elemszáma között. Bázis és dimenzió fogalma, a dimenzió egyértelműsége. Bázisban való felírás egyértelműsége.
Lineáris egyenletrendszerek megoldása Gauss-eliminációval. Elemi sorekvivalens lépés, lépcsős alak és redukált lépcsős alak fogalma. Reláció az egyenletek és az ismeretlenek száma között egyértelmű megoldhatóság esetén.
Determináns definíciója. Permutációk inverziószáma. A determináns alaptulajdonságai. Determináns kiszámítása Gauss-eliminációval. (n x n)-es lineáris egyenletrendszer egyértelmű megoldhatóságának jellemzése a determinánssal. A kifejtési tétel.
Térvektorok vektoriális- és vegyesszorzatának fogalma, a vegyesszorzat kapcsolata a determinánssal. Műveletek mátrixok között, egységmátrix, transzponált mátrix. A determinánsok szorzástétele. Lineáris egyenletrendszerek Ax=b alakban. Kapcsolat a négyzetes mátrix oszlopainak/sorainak lineáris függetlensége, illetve a determináns között.
Az inverz mátrix fogalma, az inverz létezésének szükséges és elégséges feltétele. Az inverz kiszámítása. Mátrix rangjának fogalma, a háromféle rangfogalom egyenlősége, a rang kiszámítása.
Lineáris leképezés fogalma, leképezés linearitásának szükséges és elégséges feltétele. Lineáris leképezések kompozíciója, addíciós tételek a sin és cos függvényekre. Lineáris leképezés magtere, képtere, dimenziótétel.
Bázistranszformáció, lineáris transzformáció mátrixa adott B bázis szerint, annak kiszámítása. Sajátérték és sajátvektor fogalma, a sajátértékek kiszámítása, a karakterisztikus polinom fogalma.
A számelmélet alapjai: oszthatóság, prímszám, a számelmélet alaptétele, a prímek számossága, hézag a szomszédos prímek között, a nagy prímszámtétel. Kongruencia fogalma, alapműveletek kongruenciákkal. Lineáris kongruenciák megoldhatósága.
Euklideszi algoritmus a legnagyobb közös osztó kiszámítására, illetve lineáris kongruenciák megoldására. Kétváltozós, lineáris, diofantikus egyenletek, szimultán kongruenciarendszerek megoldása. Euler-Fermat tétel, kis Fermat-tétel.
Számelméleti algoritmusok: kapcsolat az input mérete és a bemenő adatok logaritmusa között, alapműveletek, hatványozás modulo m, prímtesztelés. Nyilvános kulcsú titkosírás, RSA.
Végtelen halmazok számossága: egyenlő és kisebb-vagy-egyenlő számosságú halmaz fogalma. Megszámlálhatatlan és kontinuum számosságú halmaz fogalma. Az N, Z, Q és R számhalmazok számossága.
Ismétlés, összefoglalás, a tanult anyagrészek rendszerezett áttekintése. A szóbeli vizsgára vonatkozó aktuális vizsgatételsor és az egyes vizsgatételekkel kapcsolatos részletes elvárások ismertetése.

Bevezetés a számításelméletbe 2
(VISZAA04, 2. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, SZIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy célkitűzése a műszaki informatika tanulmányokhoz szükséges és a mérnöki alapműveltséghez tartozó egyes alapvető matematikai ismeretek elsajátítása, azok szemléletmódjának kialakítása. Ezen belül a tantárgy a gráfelmélet egyes területeire nyújt bevezetést és alapvető gráfelméleti algoritmusokat ismertet.
2. A tantárgy tematikája
Kombinatorikai alapismeretek: permutációk, variációk, kombinációk ismétlés nélkül és ismétléssel. Összefüggések a binomiális együtthatók között, Pascal-háromszög, binomiális tétel.
Gráfelméleti alapfogalmak: gráf, egyszerű gráf, fokszám, élsorozat, út, kör, összefüggő gráf, összefüggő komponens, fa, feszítőfa. Az összefüggőség eldöntése, legrövidebb út keresése (élsúlyozatlan, irányítatlan gráfban): a szélességi bejárás (BFS).
Minimális összsúlyú feszítőfa keresése: a Kruskal algoritmus. Síkbarajzolható gráf fogalma, ekvivalencia a gömbre rajzolhatósággal, Euler-féle poliédertétel.
Reláció egyszerű síkgráf éleinek és csúcsainak a száma között. A K5 és K3,3 gráfok síkba nem rajzolhatósága, Kuratowski tétele. Síkgráf duálisa, megfelelések a csúcsok/élek/tartományok száma között, kör és vágás képe.
Euler-út és Euler kör fogalma, ezek létezésének szükséges és elégséges feltétele. Hamilton-út és Hamilton-kör fogalma. Szükséges feltételek ezek létezésére: a k pont törlése után keletkező komponensek maximális száma. Elégséges feltételek: Dirac és Ore tételei.
Páros gráf fogalma, azok karakterizációja páratlan körökkel. A kromatikus szám fogalma. Mohó színezés, felső becslés a kromatikus számra a maximális fokszám függvényében. Maximális klikkméret fogalma, reláció a kromatikus számmal, Mycielski-konstrukció.
Intervallumgráfok optimális színezése. Párosítás, lefogó ponthalmaz, független ponthalmaz, lefogó élhalmaz fogalmai. Reláció a maximális párosítás és a minimális lefogó ponthalmaz mérete között. Gallai tételei.
Maximális párosítás keresése páros gráfokban, a javító utas algoritmus, annak optimalitása. Kőnig tétele a maximális párosítás és a minimális lefogó ponthalmaz méretének egyenlőségéről. Tutte tétele.
Élkromatikus szám fogalma, reláció a maximális fokszámmal, Vizing tétele, Kőnig tétele páros gráfok optimális élszínezéséről. A maximális folyam feladata: hálózat, folyam és folyam értékének fogalma, a javító utas algoritmus maximális folyam keresésére.
Hálózat st-vágásának fogalma, annak kapacitása. Ford-Fulkerson tétel, Edmonds-Karp tétel. Egészértékűségi lemma. Az éldiszjunkt, irányított s-t utak problémája, Menger vonatkozó tétele.
Az éldiszjunkt, irányítatlan s-t utak problémája, a pontdiszjunkt s-t utak problémája irányított és irányítatlan esetben is, Menger vonatkozó tételei. Többszörös pont- és élösszefüggőség fogalmai, Menger vonatkozó tételei.
A legrövidebb út keresésének problémája pozitív élsúlyokkal irányított és irányítatlan gráfban, illetve valós élsúlyokkal irányítatlan gráfban, Dijkstra, Ford és Floyd algoritmusai.
Mélységi bejárás (DFS) irányítatlan és irányított gráfban, az irányított körök felismerése. Aciklikus irányított gráfok emeletekre bontása. A PERT módszer, kritikus élek felismerése.
Ismétlés, összefoglalás, a tanult anyagrészek rendszerezett áttekintése. A szóbeli vizsgára vonatkozó aktuális vizsgatételsor és az egyes vizsgatételekkel kapcsolatos részletes elvárások ismertetése.

Kódolástechnika
(VIHIAB00, 3. szemeszter, 3/0/0/v/4 kredit, HIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy célja az információk tárolása illetve továbbítása során felmerülő három alapvető kódolási feladat fontosabb algoritmusainak megismertetése. Ezen területek az információ kisebb méretben történő

ábrázolásához (tömörítő kódolás), hibázó kommunikációs csatornán történő továbbításához illetve hibázó tárakon történő tárolásához (hibakontroll kódolás) valamint érzékeny információk intelligens támadók elleni védelméhez (biztonsági kódolás) kapcsolódnak

2. A tantárgy tematikája

Hibakontroll kódolás: Bináris csatornamodell, hibavalószínűség, kódolási alapfogalmak (geometriai interpretáció, kódtávolság, optimális kódok, kódtávolság), általános kódolási séma és a komplexitása. Singleton és Hamming korlátok. Bináris lineáris kód, generátor mátrix, paritásellenőrző mátrix, szisztematikus kód. Hamming kód, Standard Array. Hibajavítóképesség és a paritásellenőrző mátrix oszlopvektorainak kapcsolata. Prím és prímhatvány méretű Galois testek, műveletek prímhatvány méretű Galois testekben shift regiszterekkel. Nembináris kódok, Hamming kódok, Reed-Solomon kódok. Ciklikus lineáris kódok, generátor és paritásellenőrző polinomok. Hibacsapda algoritmus. Minimálpolinomok a prímhatványméretű Galois testek felett, BCH kódok. Kódkombinációs, kódmódosítási technikák: szorzatkód, kódátfűzés, kaszkádosítás, paritásbittel bővítés, kódrövidítés. Multi-user rendszerek és kódolás. Hibavalószínűségszámítás.

Tömörítő kódolás: Prefix kód, az átlagos kódszóhossz és az entrópia. Shannon-Fano kód. Bináris Huffmann kód. Eloszlás független kódolás: Adaptív Huffman kód, Lempel-Ziv kódok. Kvantálás. Egyenletes kvantáló. Lloyd-Max kvantáló. LVQ algoritmusok. Kompanderes kvantáló. Transzformációs kódolás (Karhunen- Loéve transzformációval). Prediktív kódolás. Beszéd- és hangtömörítés algoritmusok. Kép- és videotömörítés algoritmusok.

Biztonsági kódolás: Alapfogalmak: érzékeny információ és támadása, rejtjelezés (szimmetrikus, aszimmetrikus). Rejtjelezési technikák, kulcsfolyam és blokk rejtjelezők. Shift rejtjelzés, polialafabetikus rejtjelzés, affin rejtjelzés, LFSR alapú kulcsfolyam rejtjelezés, DES blokkrejtjelezés, 3DES és AES rejtjelzők, SSL protokoll. OTP algoritmus. Számelméleti alapok. Nyilvános kulcsú titkosítás. Az RSA algoritmus és alkalmazása.

Algoritmuselmélet

(VISZAB03 4. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, SZIT)

1. A tantárgy célkitűzése

Az algoritmusok tervezésével, elemzésével kapcsolatos legfontosabb módszerek, készségek elsajátítása, az alapvető számítási modellek megismerése.

2. A tantárgy tematikája

Mintaillesztés. Naív algoritmus, Rabin-Karp (ujjlenyomatos) algoritmus. A véges automatás megoldás.
Determinisztikus és nemdeterminisztikus véges automaták, ezek ekvivalenciája. A reguláris kifejezés fogalma, kapcsolata a reguláris nyelvekkel, véges automatákkal (az automatából reguláris kifejezés irány legfeljebb vázlatosan).
A véges automata mint lexikális elemzők.
Környezetfüggetlen nyelvtanok. Levezetési fák, bal- és jobboldali levezetés. Az egyértelműen levezethető szó, egyértelmű nyelvtan, nyelv fogalma, algoritmikus jelentősége.
A (nemdeterminisztikus) veremautomata.
A veremautomaták és a környezetfüggetlen nyelvek kapcsolata (részletesen a nyelvtanból automata irány). Az elemzés feladata (parser).
A Turing-gép, mint a legáltalánosabb automata. Church-Turing-tézis. A P, NP, coNP osztályok, kapcsolatuk. A Karp-redukció fogalma, NP-teljesség.
Cook-Levin-tétel (vázlatosan), a SAT, 3SAT, 3SZÍN NP-teljessége
További NP-teljes nyelvek:MAXFTL, H, H-út, Utazóügynök, 3DH, RH, Partíció, Hátizsák, Részgráfizo (nagyrészt csak az NP-beliség bizonyításával)
Nyitott kérdés: a Gráfizo bonyolultsága.
A lineáris és az egészértékű programozás feladata. LP polinom idejű (biz. nélkül),
IP NP- teljes. Korábbi problémák átfogalmazása egészértékű programozássá.
Elágazás és korlátozás (pl. független pontok, színezés)
Dinamikus programozás (pl. Hátizsák, leghosszabb közös részsorozat)

Közelítő algoritmusok: utazóügynök probléma így is nehéz, az euklideszi változatára 2-közelítő algoritmus, Ládapakolásra a FirstFit algoritmus 2-közelítésének bizonyítása, Ibarra-Kim-tétel (tetszőlegesen jól lehet közelíteni) kimondva.
Összehasonlítás alapú rendezések és elemzésük (buborék, beszúrásos, összefésüléses, gyorsrendezés). Alsó becslés a szükséges összehasonlítások számára.
Nem összehasonlítás alapú rendezések és elemzésük: ládarendezés, radix rendezés.
Lineáris és bináris keresés, az utóbbi optimalitása.
Keresőfa fogalma, tulajdonságai, hatékonysága.
Egy kiegyensúlyozott keresőfa: a piros-fekete fa fogalma, tulajdonsága.
Egy másik hatékony adatszerkezet: a 2-3 fa, illetve a B-fa fogalma, tulajdonságai, előnyei.
Ismétlés, összefoglalás, tartalék.

Fizika 1i

(TE11AX23, 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, Fizika Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése

A tantárgy célja a középiskolában is már valamilyen szinten megismert fizikai jelenségek mögött megbújó törvényszerűségek rendszerezése, felépítése, egységes gondolati keretbe illesztése, végső soron a természettudományos szemlélet kialakítása és a modellalkotási készség fejlesztése. A fizika alaptörvényeiről elsajátított egyetemi szintű ismeretek nyitják meg az utat ahhoz, hogy később a képzésben részt vevő hallgató a modern korbeli tudományos és műszaki eredményekhez, eszközökhöz értő módon tudjon viszonyulni és alkotni.
A félévi tananyag a mechanika és hőtan ismereteibe tekint be. Célunk az alapfogalmak ismertetése, a természettudományos tájékozottság kialakítása, és a problémamegoldó készség fejlesztése. Az előadás során heti két óra időtartamban ismertetjük az elméleti alapokat, és külön hangsúlyt fektetünk arra, hogy a fizikából tanult elvek összekapcsolódjanak mindennapi életben tapasztalt jelenségekkel illetve modern műszaki alkalmazásokkal. Az előadás fennmaradó egy órás időtartamában az előadó alapszintű számolási feladatokat mutat be, amelyekre a gyakorlati foglalkozásokon tárgyalt feladatok épülnek.
A fizika tanulmányok megkezdése feltételezi az alapvető matematikai ismeretek gyakorlati tudását. Azért, hogy az ilyen háttértudás hiánya ne nehezítse a megértést, a tantárgy a matematikai ismeretek áttekintésével kezdődik.

2. A tantárgy tematikája

Matematikai alapok

Vektorszámítás, trigonometria, egyenletek, koordinátarendszerek, függvények. Skaláris és vektoriális szorzat. Függvények változási sebessége: meredekség, érintő. Egyszerű függvények érintőjének kiszámolása (deriválása). A függvénygörbe alatti terület kiszámolása.

Mechanika

A távolság és idő fogalma, mértékegysége, mérése. Mozgások leírása, sebesség és gyorsulás fogalma. Koordinátarendszerek. Kinematikai feladatok alaptípusai: egyenes vonalú mozgások, hajítások, körmozgások, rezgőmozgások. A differenciál és integrálszámítás, illetve a vektorok és vektorműveletek szemléltetése kinematikai példákon keresztül. Kinematikai mérések mindennapos életben használatos elektronikus eszközeinkkel.
Newton törvényei, az erő illetve a tehetetlen tömeg fogalma, mérése, mértékegysége. Kölcsönhatások és erőtörvények: gravitációs és nehézségi erő, rugalmas erő, kényszererők, súrlódás és közegellenállás. A súly és súlyos tömeg fogalma.
Mozgásegyenletek felírása és megoldása, kezdeti feltételek szerepe.
A munka és a teljesítmény fogalma, mozgási és helyzeti energia, energiamegmaradás tétele.
Impulzus és perdület fogalma, impulzus- és perdületmegmaradás tétele.
Merev testek mozgása, tömegközéppontja, impulzusa és perdülete, a tehetetlenségi nyomaték fogalma.
Dinamika a hétköznapokban a bolygók és műholdak mozgásától a mikromechanikai rendszerekig.

Rezgések. Harmonikus oszcillátor. Mozgásegyenlet és megoldása. Kinematikai mennyiségek meghatározása. Csillapított és gerjesztett rezgés.
Rezgések a hétköznapokban időmérésre használt kvarcoszcillátoroktól a rezonanciakatasztrófáig.
Hőtan
Molekulák mozgása, nyomás és hőmérséklet kinetikus értelmezése. A hőtan alapfogalmai.
Hétköznapi hőtan: hőháztartás lakásokban és számítógépekben.
Az előadásokon a fenti témakörökhöz kapcsolódóan rendszeresen demonstrációs kísérletek kerülnek bemutatásra.

Fizika 2i
(TE11AX24, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, Fizika Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy célja a középiskolában is már valamilyen szinten megismert fizikai jelenségek mögött megbújó törvényszerűségek rendszerezése, felépítése, egységes gondolati keretbe illesztése, végső soron a természettudományos szemlélet kialakítása és a modellalkotási készség fejlesztése. A fizika alaptörvényeiről elsajátított egyetemi szintű ismeretek nyitják meg az utat ahhoz, hogy később a képzésben részt vevő hallgató a modern korbeli tudományos és műszaki eredményekhez, eszközökhöz értő módon tudjon viszonyulni és alkotni.
A félévi tananyag az elektrodinamika és modern fizika ismereteibe tekint be. Azok a fogalmak, definíciók, tézisek, következtetések hangsúlyozottak, amelyek elengedhetetlenül fontosak a további tanulmányok részére. Egyes témakörök – az alapkurzusnak megfelelően – rövidítettek, illetve nem kerülnek tárgyalásra. Célunk a hallgató tájékozottságának növelése, az alapfogalmak ismertetése és a problémamegoldó készség fejlesztése.
2. A tantárgy tematikája
Elektromos és mágneses jelenségek
Sztatkus elektromos tér.
Elektromos töltés fogalma, Coulomb-törvény. Elektromos térerősség. Gauss-törvény. Elektromos potenciál. Kondenzátorok, a kapacitás fogalma. Az elektrosztatikus tér energiája. Dielektrikumok.
Elektromos töltések mozgása statikus mágneses térben.
A mágneses tér fogalma. Lorentz-erő. Áramra ható erő mágneses térben. Hall-effektus. A rúdmágnes és a Föld mágneses tere. Mágnesség alapfogalmai, mágneses adattárolás
Mozgó töltések és áramok által keltett tér.
A Biot-Savart-törvény. Az Ampere-törvény. Tekercsek mágneses tere.
Időben változó elektromos és mágneses terek kapcsolata
Faraday-féle indukciótörvény, mozgási indukció. Öninduktivitás és kölcsönös induktivitás. Tekercsek, transzformátorok. Időben változó elektromos tér.
Egyen- és váltóáramú hálózatok részletes analízise
Elektromos áramerősség és áramsűrűség. Az elektromos vezetőképesség és ellenállás fogalma, Ohm-törvény. Joule-törvény. Egyenáramú áramkörök, Kirchhoff-törvények. Az áramerősség és a feszültség mérése. Kondenzátor töltése és kisütése. (RC-kör). LR-körök. Váltakozó áramú hálózatok, komplex impedancia fogalma.
Maxwell-egyenletek rendszere. Egy speciális megoldás: elektromágneses hullámok. Lorentz-transzformáció, a speciális relativitáselmélet alapjai.
Elektromosságtan a hétköznapokban és műszaki alkalmazásokban az elektromotoroktól a távközlésig
Optika
A geometriai optika alapjai: törés, visszaverődés, lencsék és tükrök. A fizikai optika, interferencia, diffrakció. A poláros fény.
Optikai alkalmazások: mikroszkópok, távcsövek, holográfia, LCD kijelzők, stb.
Bevezetés a modern fizikába

A kvantumos jelenségek kísérleti előzményei. A de Broglie hullámok. A Schrödinger egyenlet. Az atomok elektronszerkezete. Az elektron spin.
Alkalmazott kvantummchanika a pásztázó alagútmikroszkóptól a kvantuminformatikáig.
Az előadásokon a fenti témakörökhöz kapcsolódóan rendszeresen demonstrációs kísérletek kerülnek bemutatásra.

II.2 Gazdasági és humán ismeretek

A gazdasági és humán ismeretek tantárgyblokk két részből tevődik össze: 4 kötelező tantárgyból (Mérnök leszek, Menedzsment és vállalkozásgazdaságtan, Mikro- és makroökonómia, Üzleti jog) és a hallgatók által kötelezően választható tantárgylista további 4 x 2/0/0/f/2 kiméretű tantárgyából.

Mind a BSc, mind az MSc képzésben szerepelnek kötelezően választható tantárgyak a gazdasági és humán ismeretek témakörében. A két tantárgylista (egyetlen tantárgy kivételével) különböző tantárgyakat tartalmaz, a hallgatók csak a saját képzési formájuknak megfelelő listából választhatnak. A mindkét listán szereplő Pénzügyi technológiák (FinTech) alapjai (BMEVITMAK50) c. tantárgy csak az egyik képzési szinten teljesíthető.

BSc szinten a hallgatók a kötelezően felvehető gazdasági és humán ismeretek tantárgyakat két csoportból választhatják ki, ugyanakkor be kell tartani a két tantárgycsoportra megadott tantárgyszám korlátokat:

Kötelezően választható tantárgyak (GTK) – min. 2 tantárgy felvétele szükséges

Tantárgykód	Tantárgynév	Kredit	Kar
GT35A001	Pénzügyek	2	GTK
GT20V100	Innovatív vállalkozások indítása és működtetése	2	GTK
GT35A003	Gazdaságpolitika	2	GTK
GT42A001	Környezetgazdaságtan	2	GTK
GT43A001	Kommunikáció	2	GTK
GT35A002	Számvitel	2	GTK
GT20A002	Marketing	2	GTK
GT52A001	Ergonómia	2	GTK
GT43A002	Szociológia	2	GTK

Kötelezően választható tantárgyak (VIK) – max. 2 tantárgy felvétele lehetséges

Tantárgykód	Tantárgynév	Kredit	Kar
VITMAK47	Mérnöki menedzsment módszerek	2	VIK
VIETAK49	Adatvédelem és információszabadság	2	VIK
VIVEAK48	Mérnöki problémamegoldás	2	VIK
VITMAK48	Érzelmek logikája	2	VIK
VITMAK49	Digitális életmód	2	VIK
VITMAK50	Pénzügyi technológiák (FinTech) alapjai	2	VIK

Mérnök leszek

(GT52A400, 1. szemeszter, 1/0/0f/2 kredit, Ergonómia és Pszichológia Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése

Az elsőévesek beilleszkedésének segítése, a hallgatói kultúra fejlesztése. A hallgatói szocializáció folyamatának elősegítése, alkalmazkodás az egyetemi követelményekhez. A tanulással és a teljesítménnyel kapcsolatos viselkedésmódok, és a tudás prezentációjának tartalmi és formai fejlesztése.

2. A tantárgy tematikája

Belépés az Egyetemre

Bevezetés: A tantárgy tartalma, követelményei. Alapvető kérdések az egyetemi belépéssel kapcsolatban. Az egyetem mint szervezet megismerése. A képzési rendszer (BSc-MSc-PhD) és a hallgatói szerződés. Az egyetemkezdés és a budapesti élet általános problémái, az alkalmazkodás. Az egyetem elvégzésének feltételei és lehetőségei.

Az egyetem története. A Villamosmérnöki és Informatikai Kar nagy elődei.

Az egyetemi viselkedés etikája. A nyelvhasználat, a nyelvi stílus, a viselkedéskultúra és a protokoll összefüggései. A beszédmű, az írásmű, az elektronikus kommunikáció alapszabályai. A nyelvhelyesség és a szakmai anyanyelv viszonya. A szerkesztési ismeretek, a forráskezelés, a forrásfelhasználás és a szakmai etika kapcsolata.

A tanulás új világa

A tanulás általános fogalmai, motiváció a tanulásra, alkalmazás, egyéni tanulási stílus. Az önmotiválás értelme és lehetőségei. A tantárgyak haszna és az egyetemen tanultak alkalmazhatósága.

A tanulás folyamatának mérnöki megközelítése

A tanulás fizikai szervezése (a szűkebb és a tágabb környezet kialakításának szempontjai)

A tanulás időbeli szervezése. A számonkérésekre történő felkészülés. A bukás elkerülése - a bukás feldolgozása.

A tanulás empirikus vizsgálatainak feldolgozása. A BME-s hallgatók: intelligenciája, műszaki érzéke, érzékelési csatornái, hatékony szemléltetési módszerei, tanulási szokásai, tanulási időveszteségei, bukásai, pszichoszomatikus jellemzői.

Empirikus vizsgálatok a csoport tagjai körében (internetes tesztek kitöltése, az eredmények összevetése az alapsokaság jellemzőivel)

A tudás reprezentációja

A teljesítmény megjelenése a személyiségben és az egyetemi teljesítmény mérése. Önismeret, siker-sikertelenség, önértékelés, igényszint. Visszajelzések fogadása. Érzelmek a tudással és teljesítménnyel kapcsolatban, általános érzések a vizsgákkal kapcsolatban: a szorongás megjelenése, felismerése és kezelése. A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök. Rendszerszemlélet a képzésben, előretekintés a tantárgyak tükrében.

Prezentációs technikák: A fogalmazási, a retorikai és a beszédtechnikai igényesség a szóbeliségben, a prezentációban.

MsPowerPoint 2013: konceptualitás, avagy a koncepció kialakítása, diasor szerkezete, felépítése. Vizualizáció, vetítésdizájn, diasor tervezés. Hatásos prezentációkészítés. Klasszikus stílus vs. új szemlélet. PowerPoint mesterképző, ezen belül képek hátterének eltávolítása, vetítés több képernyővel, projektor használata, hatásos és indokolt animációk, hang- és videó kezelés.

Prezentációs technikák: PREZI.COM sikertörténet, cégbemutató, PREZI alapok. PowerPoint vs. PREZI: előnyök, hátrányok. Hogyan adjunk elő PREZI-vel? Ötletek, tudnivalók, új fejlesztések a PREZI.COM-mal kapcsolatban

A mérnöki karrier kezdete

A téma bevezetése: A karrier és az életpálya-tudatosság. Fogalmak, célok és egyéni célmeghatározás. Meghívott előadó: a mérnök, mint innovatív vállalkozó

Egyetemi és kutatói karrier. Meghívott előadó: a mérnök, mint kutatóintézeti ember

Az érdeklődés és a személyiség tulajdonságainak megjelenése a karrierben. Meghívott előadó: a mérnök, mint termelési szakember, menedzser.

Menedzsment és vállalkozásgazdaságtan

(GT20A001, 4. szemeszter, 4/0/0/f/4 kredit, Menedzsment és Vállalatgazdaságtan Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése

A tantárgy oktatásának célja, hogy megismertesse a hallgatókat a szervezetek és a menedzsment feladatának és működésének alapelveivel. A tantárgy keretében röviden bemutatjuk a gazdálkodás- és szervezéstudomány legfontosabb részterületeit és aktuális problémáit. Ezt követően a vállalkozásgazdaságtan alapjaival foglalkozunk és az alábbi fő témaköröket tárgyaljuk:
az üzleti vállalkozás célja, termelő és szolgáltató folyamatok, termelésirányítás, költséggazdálkodás, befektetés és finanszírozás.

2. A tantárgy tematikája

Vállalkozásgazdaságtan közgazdasági háttere: érték, hasznosság, profit, alternatíva költség kockázat fogalma, értelmezése.
Vállalkozásgazdaságtan elemzési alapjai: pénzáramlások meghatározása, tőkeköltség, fő gazdasági mutatók, elemzések.
Menedzsment alapok: a vállalat alapvető erőforrásai és folyamatai; a vállalat, mint szervezet; funkciók és menedzseri szerepek; a csoportmunka jelentősége és eredményei; kommunikáció a szervezetben; vállalatirányítási rendszerek; a termék fogalma, életciklusa.
Minőségmenedzsment: a minőségmenedzsment fejlődésének fontosabb szakaszai; a minőségügyi rendszerek alapelveinek áttekintése az ISO 9001:2000 előírásai alapján; a Total Quality Management (TQM) alapelveinek összefoglalása; a folyamatos javítás elve és módszerei.
Termelésgazdaságtan: a termelőrendszer definíciója, fejlődése; a termelő- és szolgáltatórendszerek osztályozása; a készletek szerepe a termelésben, készletekkel kapcsolatos költségek; egyszerű készletgazdálkodási rendszerek.
Költséggazdálkodási rendszerek: költségszámítási rendszerek fejlődése, szintjei; költségek csoportosítási módjai; Tradicionális költségszámítási modellek; ár-költség-nyereség-fedezet struktúra (ÁKFN modell); standardköltség-számítás; tevékenységalapú költségszámítás (ABC). Kihasználatlan kapacitás költsége.

Mikro- és makroökonómia

(GT30A001, 5. szemeszter, 4/0/0/v/4 kredit, Közgazdaságtan Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése

Olyan közgazdasági ismeretek nyújtása, melyek segítségével a hallgatók eligazodnak a gazdasági környezet mikro- és makroszférájának aktuális kérdéseiben, megértik azt, hogy a folyamatos műszaki fejlesztés és innovatív tudás az alapja annak, hogy olyan termékek és eljárások szülessenek, amelyek nemcsak hazai, hanem nemzetközi szinten is jövedelmezőek az egyén, a vállalat és az ország számára. Ha értik a gazdasági folyamatok és főbb összefüggések lényegét, akkor saját maguk is tudják „értelmiségi módon” kedvezően befolyásolni saját környezetüket, és elősegíthetik a gazdaság fejlődését rövid és hosszú távon.

2. A tantárgy tematikája

Gazdálkodás főbb alapelvei, a piac működése A gazdaság főbb szereplői: háztartások (fogyasztó), vállalkozások, állam és külföld. Döntési motivációk.
Kereslet és kínálat alakulása: Marshall-kereszt.
Termelés – költségek – profit. Profitmaximalizálás rövid és hosszú távon.
Piacszerkezetek: tökéletes piacok – monopolpiac – oligopolpiac – monopolisztikus versenypiac összehasonlítása.
A termelési tényezők piaca: beruházási, befektetési döntések optimuma.
Az állam szerepe a gazdaságban.
Nemzetgazdasági teljesítmények mérése: GO, GDP, GNP, GNI, GNDI.
Makrogazdaság Keynes-i modellje: egyensúly a makromodellben.
Pénz szerepe a makrogazdaságban, a modern pénzügyi rendszer működése, a monetáris politika eszköztára, a pénzforgalom szabályozása.

A kormányzat fiskális politikája és eszközei, a költségvetési kiadások hatása a makrogazdasági egyensúlyra.
Árupiac és pénzpiac makroszintű összekapcsolása: az IS-LM modell.
Az üzleti ciklus, munkanélküliség okai. Infláció szerepe, okai, hatásai a mai modern gazdaságban.
Gazdasági növekedés.

Üzleti jog
(GT55A001, 5. szemeszter, 2/0/0f/2 kredit, Üzleti Jog Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése
A villamosmérnök és mérnökinformatikus hallgatók a félév során áttekintést/alapismereteket szerezzenek a magyar jogrendszer működéséről – az üzleti élet alapvető jogi területeiről és azok összefüggéseiről. A tantárgy hangsúlyosan tárgyalja a társasági jog és érintkező területeinek (versenyjog, fizetésképtelenség joga) valamint a kötelmi jog (különösen a gazdasági szerződések jogának) szabályozását
2. A tantárgy tematikája
Jogi- és államtani alapvetés (A jog fogalma, – Jogviszonytan – a Jogalkalmazás rendszere)
Államtani alapvetés (Államfogalom – államszervezet)
Kötelmi jogi alapok, alapvetés; Szabályozási környezet – a kötelem és a szerződés fogalma, a szerződéskötés folyamata; Szerződés módosítása; Szerződések megszűnése; Szerződések tipizálása
Szerződésszegés - Érvénytelenség-hatálytalanság – Szerződést biztosító mellékkötelezettségek.
Egyes gazdasági szerződéstípusok – tipikus és atipikus szerződések - adási és megbízási kötelmek eredménykötelmek, vállalkozási szerződés, fuvarozás és szállítmányozás, a gazdasági forgalom egyéb szerződései.
Társasági- és cégjogi alapok: a szervezeti jogalany fogalma, a gazdasági társaság fogalma, a hatályos társasági jog rendszere.
A gazdasági társaságok létszakai és szervezete.
A jogi személyiség nélküli kistársaságok, a közkereseti- és a betéti társaság.
A jogi személy társasági formák; a korlátolt felelősségű társaság és a részvénytársaság.
A társasági jog kapcsolódó jogterületei; Fizetésképtelenségi jog – csőd- és felszámolás.
Versenyjog – tisztességtelen verseny elleni szabályok és a versenykorlátozások tilalma.

II.3 Szakmai törzsanyag

Rendszerelmélet
(VIHVAB00, 3. szemeszter, 2/2/0/f/4 kredit, HVT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy célja, hogy a hallgatót megismertesse a jel- és rendszerelmélet legfontosabb fogalmaival, összefüggéseivel és matematikai eszköztárával. A tananyag gerincét a folytonos és diszkrét idejű, lineáris, invariáns rendszerek analízise alkotja, amelynek módszereit az idő-, a frekvencia- és a komplex frekvencia-tartományban tárgyaljuk.
A tantárgy jelentős mértékben fejleszti a modellalkotási és problémamegoldó készséget valós mérnöki problémák modelljeinek bemutatásával és azok megoldásával. Ezek a területek a képfeldolgozás, hang-, és képtömörítés, távközlési – modulációs, többszörös hozzáférési rendszerek, biológia, élettani folyamatok modellezése, mely területek tárgyalása megalapozza az informatikus hallgatók szakmai tantárgyait, a Számítógépes grafika, Kommunikációs hálózatok és további távközlési, orvosbiológiai irányú specializációkat.
2. A tantárgy tematikája
Alapfogalmak: a jel, a rendszer, a hálózat fogalma; irányítás, vezérlés és szabályozás fogalma. Jelek osztályozása. diszkrét és folytonos idejű ill. értékű jelek, Determinisztikus és sztochasztikus jelek fogalma. Diszkrét idejű jelek leírása. Speciális jelosztályok: belépő, páros és páratlan, véges tulajdonságú, ablakozott jelek. Speciális viszgáló és leíró jelek: egységimpulzus, egységugrás, Dirac-impulzus. Műveletek diszkrét idejű és folytonos idejű jeleken.
Rendszerek osztályozása: SISO, MISO, SIMO, MIMO rendszerek; lineáris és nemlineáris rendszerek; idő invariáns és idővariáns rendszerek; kauzális és akauzális rendszerek; memóriás és memória mentes rendszerek; determinisztikus és sztochasztikus rendszerek. BIBO (Gerjesztés-Válasz) stabilitás fogalma.
Hálózatok fogalma. Analízis időtartományban. Az impulzusválasz, ugrásválasz fogalma és kapcsolata. A lineáris rendszer válaszának kifejezése. Konvolúció. (FI és DI rendszerek)
A rendszer állapotváltozós leírása, az állapotegyenlet megoldása az idő-tartományban (mátrixfüggvények) (FI és DI rendszerek) A rendszer válaszának összetevőkre bontása, sajátértékek, gerjesztés-válasz kapcsolat
Modellalkotás: fizikai, black-box rendszermodellezés, vegyes modellek. Modellezés és szimuláció. Mérnöki problémák matematikai modelljei. Szerkezeti, működési és hatás vázlat. Hatásvázlat: tömbvázlat, jelfolyam gráf. Jelfolyam hálózat komponensei, összekapcsolási kényszerek, az állapotváltozós leírás, az átviteli karakterisztika előállítása, a hálózat regularitása. Kapcsolati gráf.
Nyílt és zárt szabályozó körök. Hatásvázlat műveletek, helyettesítő átalakítások. Értéktartó, követő szabályozások. A negatív visszacsatolás szerepe.
Szinuszos jel leírása valós és komplex alakban. Stabil rendszerek állandósult állapota harmonikus gerjesztés mellett. Átviteli tényező meghatározása.
Periodikus jelek Fourier-sora. Lineáris rendszerek periodikus válasza.
Általános jel spektruma, a Fourier-transzformáció. Sávkorlátozott és időkorlátozott jelek. Ablakozás. A válasz jel spektruma. Torzítatlan jelátvitel, sávszélesség feltétel. Gyors Fourier Transzformáció.
Jelek leírása a komplex frekvencia-tartományban, a Laplace-transzformáció. Inverz Laplace-transzformáció. FI rendszer átviteli függvény. Jelek leírása a komplex frekvencia-tartományban, a z-transzformáció.Inverz z-transzformáció. DI rendszer átviteli függvény.
Kapcsolatok folytonos idejű és diszkrét idejű jelek és rendszerek között. Szimuláció, impulzus válasz, átviteli függvény. Shannon-féle mintavételi törvény. Mintavétel, tartás idő és frekvenciatartományban.
Rendszer állapotváltozós és jelfolyam hálózati leírása, válaszának megadása a komplex frekvencia-tartományban. Bode, Nyquist diagram. Stabilitás. Gerjesztés-válasz stabilitás, aszimptotikus stabilitás. Stabilitásvizsgálati módszerek: időtartományi (Routh-Hurwitz), Jury.
Ideális alaptagok (arányos, integráló, kétszeresen integráló, differenciáló, holtidős tag) jellemzői: impulzus-, ugrásválasz, Nyquist, Bode diagram. Tárolós tagok jellemzői: egy-, és kéttárolós tagok.

Szabályozási rendszerek alapjai: zárt és felnyitott kör, körerősítés, típusszám. Erősítés és fázistartalék. PID szabályozó, Bode diagramja és pólus-zérus elrendezése.

IT eszközök technológiája
(VIEEAC00, 5. szemeszter, 2/0/1/f/4 kredit, EET)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy célkitűzése, hogy megismertesse a hallgatókat az IT eszközök legfontosabb hardware elemeinek működésével, ezen elemek elektronikai alapjaival és megvalósításuk technológiáinak alapjaival. Cél továbbá annak bemutatása, hogy a modern mikroelektronika milyen lehetőségeket biztosít a számítástechnika számára, mik a fizikai megvalósítás korlátai, és mik a fejlődés trendjei. A tantárgy további célja az, hogy az informatikus hallgatók megértsék, és a laboratóriumi gyakorlatokon maguk is tapasztalják, hogy a hardver- és szoftverfejlesztés hasonló elvek és eszközök segítségével történik.
2. A tantárgy tematikája
Rövid bevezetés, az IT eszközök tervezésének absztrakciós szintjei, az alkalmazott technológiák rövid összefoglalása. Példák: tablet felépítése, alkatrészei, érzékelői, szereléstechnológiája.
Modern IT eszközökben felhasznált integrált áramkörök, fejlődési tendenciák, roadmap-ek. VLSI alapfogalmak. A félvezetők alaptulajdonságai, a MOS tranzisztor felépítése.
A digitális logika megvalósítása logikai áramkörökkel. A MOS tranzisztor, mint kapcsoló eszköz működése. A statikus CMOS logika: inverter, alapkapuk. Kapukésleltetés és fogyasztás.
Mikroprocesszorok és a kapcsolódó logika fizikai megvalósítása. Kombinációs és szekvenciális hálózatok áramköri megvalósítása, tárolók. Nagysebességű digitális rendszerekben alkalmazott elrendezések.
Digitális (IC) rendszertervezés. A digitális tervezés folyamata. A tervezőrendszer elemei, a nyílt tervezőrendszer fogalma. Hardver leíró nyelvek. System C. Szimuláció: rendszerszintű, logikai és áramköri szimuláció.
Rendszertervezés és verifikáció HDL segítségével. Magas szintű, logikai és layout szintézis. A hard és szoft IP.
Az operatív és a cache memória technológiája. Statikus RAM memória cella, működése. Több portos SRAM, regisztertömb áramköri megvalósítása. Dinamikus RAM memóriák technológiája, a cella működése. Beágyazott DRAM megvalósítása. Tartalommal címezhető memória.
ROM memóriák technológiája. A NAND és NOR típusú elrendezés. A lebegő gate-es MOS tranzisztor. Flash EEPROM elemi cellája, működése és technológiája.
A be- és kimenet. Az ESD védelem. Buszok meghajtása. Órajel generálás és elosztás.
ASIC áramkörök, system on a chip. ASIC áramkörök alaptulajdonságai. Semi-custom ASIC, gate-array, standard cellás áramkörök, cella bázisú ASIC. Programozható logikai eszközök. FPGA-k felépítése és tulajdonságai.
IT eszközök tápellátása. Az egyenirányító dióda, az aktív dióda. Egyenirányítás, DC-DC átalakítás, feszültségstabilizálás. Az akkumulátoros üzem, akkumulátorok jellemzői. Példa: egy egyszerű mikrokontrolleres rendszer környezetének kialakítása.
Mágneses és optikai adattárolók felépítése, a felhasznált technológiák és érzékelők, mágneses tér és fényintenzitás érzékelése.
Asztali és mobil számítástechnikában használt érzékelők: hőmérséklet, elmozdulás, gyorsulás, érintés érzékelése.
Integrált érzékelők, CMOS képérzékelő. Integrált érzékelő gyártástechnológiája, a MEMS.
Megjelenítő eszközök és vezérlésük. TFT, a háttérmegvilágítás megvalósítása, fényemittáló és lézerdióda. Érintőképernyők technológiája. Az elektromos papír. Nyomtatási technológiák: lézer és tintasugaras nyomtatók technológiája.
AD/DA átalakítás. Mintavételezés. Ideális és valós konverterek, az átalakítás főbb módjai.
Modern IT eszközök teljesítmény és hőmérsékleti problémái. A hőellenállás és a hőkapacitás. Passzív és kényszerített hűtési technológiák. A fogyasztáscsökkentés rendszer szintű megvalósítása. Szerverek és adatközpontok termikus problémái.

Az elektronikai technológia alapjai. Nyomtatott huzalozású lemez, flexibilis hordozók, passzív és aktív alkatrészek tokozása, értékkészlete, alapvető tulajdonságai.
A modern CMOS technológia. Skálázási problémák. Trendek és új megoldások a mikroelektronikában. Kitekintés a nanoelektronika felé.

Digitális technika
(VIMIAA02, 1. szemeszter, 2/1/2/v/6 kredit, MIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A Digitális technika tantárgy egy fontos alapozótárgy a műszaki infirmatikai szakiráyn tantervében, és legfontosabb célkitűzése a mérnöki feladatmegközelítés és rendszerszemlélet bemutatása, az alapvető gyakorlati ismeretek, önálló problémamegoldási készségek kialakítása. A tantárgy bemutatja a számítástechnikai rendszerek alapelemeinek működését, a digitális absztrakció tulajdonságait, az egyszerűbb feladatok közvetlen hardveres ill. alacsonyszintű szoftveres megoldását. A bináris aritmetika, a műveletvégzők, funkcionális egységek, vezérlők tervezésének bemutatásán keresztül jut el az általános célú mikrovezérlő architektúra ismertetéséig, az elemi CPU használat, perifériatervezés és illesztés alkalmazásáig. A tantárgyhoz kapcsolódó gyakorlatok és laboratóriumi foglalkozások során a hangsúly a korszerű számítógépes tervezői módszerek elsajátításán és a közvetlen tervezési/fejlesztési tapasztalatszerzésen van.
2. A tantárgy tematikája
Bevezetés, a digitális technika világa. Hierarchikus megközelítés: Rendszer – modul – kapu/FF – elemi kapcsoló. A rendszer tervezése (szintézis) és a rendszer működésének elemzése (analízis). Analóg és digitális jelek. Konverzió, kvantálás, diszkrét értékek. A digitális reprezentáció: adatábrázolás, kódolás, információ tartalom. Számrendszerek, számábrázolások (egész, valós, lebegőpontos) tulajdonságai (tartomány, felbontás).
Logikai kapcsolatok, Boole algebra. Logikai függvények, kombinációs hálózatok. Specifikáció, reprezentáció, konverzió, egyértelműség. Alapelemek, kapuk, kétszintű hálózatok, az SOP realizáció. Minimalizálási algoritmusok. Nem teljesen specifikált feltételek kezelése. Többszintű hálózatok, a globális optimalizáció kérdései.
Logikai eszközök technikai részletei: elemi kapcsolók, a CMOS tranzisztorok. Az inverter működése, az alapkapuk felépítése. Jelszintek, kimenetek (normál, HiZ, OC). Univerzális elemkészletek, a realizáció egységesítése. NAND/NOR, MUX és LUT alapú tervezés és tulajdonságaik. Tároló funkció realizálása logikai elemekkel. Az élvezérelt DFF, mint szinkron mintavevő tároló. A több bites regiszter, mint összetett alapelem. A konfigurálható FPGA alaperőforrásai: logikai cella (LUT + DFF), I/O cella (DFF + HiZ I/O), huzalozás (kapcsolók) és az SRAM memóriacella (konfiguráció).
Az élvezérelt DFF szinkron működési tulajdonságai, időzítési paraméterek. A szinkron működés modellezése HDL nyelven. Az általános szekvenciális logika. FSM elrendezések, állapotregiszter, állapotátmeneti és kimeneti függvények. Specifikációs eszközök: állapotdiagram, állapottábla. HDL alapú FSM specifikációs stílusok, egyesített és szétválasztott leírás.
Állapotminimalizálás elve, módszerei. Állapotkódolás szerepe, hatása az FSM komplexitására. Nem definiált állapotok kezelése. Az általános multifunkciós regiszter felépítése, vezérlési függvények származtatása. Példák: SHR, CNT. Alapállapot beállítás, töltés, engedélyező és irányvezérlés funkciók. Kódolt és dekódolt vezérlés. A HDL modell felépítése, prioritási szempontok.
Kombinációs és szekvenciális funkcionális építőelemek. Adatfeldolgozó egységek tervezése, példák egyszerűbb feladatokra. Számlálók tulajdonságai, használatuk ütemezési, időzítési feladatokra. Programozható logikai elemek, PLD, FPGA. Memóriák: RAM, ROM. Szinkron memóriák FPGA áramkörökön belül. HDL specifikációs minták.
A regisztertranszfer szintű tervezés. Vezérlő és adatfeldolgozó egységek együttes specifikációja. Feladatspecifikus megoldások, a tervezés menete.
Szisztematikus vezérlők, az ASM megközelítés. Elemei műveletek, feltételek kezelése. Állapotátmenetek, vezérlési szerkezetek. A mikroprogramozott vezérlő egység. Címregiszter, feltétel

kiválasztás, vezérlő utasítások (CONT, JMP, CJP(cond)). A mikroutasítás felépítése. Az általánosított adatfeldolgozó egység. Be- és kimeneti interfészek, belső tároló egység, műveletvégző. Adatméret, műveletek szabványosítása. Az általános adatstruktúra elemei: memória, regiszterek/regisztertömb, stack, ALU, státuszjelző bitek.
A mikrovezérlő/mikroprocesszor bevezetése. Programtár, programszámláló, utasítás végrehajtási fázisok: F-D-E. Az utasítás végrehajtás FSM modellje. Az utasítás architektúra (IA) jelentősége, típusai: 0R, 1R, 2R, 3R címes utasítás felépítés. RISC/CISC jellemzők. Utasításkészlet elemzése. Operandus elérés, címzési módok. Gépi szintű programozás, gépi kód, mnemonik, egyszerű program.
A mikroprocesszoros busz. Cím, adat, vezérlő jelek. Buszok jellemzői: buszciklus fogalma, szinkron/aszinkron átvitelvezérlés, master/slave egységek, arbitráció. Perifériakezelés fogalma, alapvető műveletek: címdekódolás, parancsjelek előállítása, szikronizálás/nyugtázás. Buszillesztő logika elemei: adat regiszterek, parancs/státusz regiszterek. A felhasználói logika működtetése, monitorozása. Perifériakezelés feladatai: alaphelyzetbe állítás, üzemmód beállítás, indítás. Adatforgalom szervezése lekérdezéssel, ill. visszajelzéssel (IRQ).
A mikrovezérlők tipikus perifériaegységei: A GPIO periféria. Jelentése, áramköri felépítés, jellemző szolgáltatások, használat. Egyszerű IN/OUT/INOUT. Programozott interfészek. Konfigurálás, programozás. Az időzítő egység. Jelentése, áramköri felépítés, jellemző szolgáltatások, használat. Ütemezés, időzítés, mérés, periodikus jelalakok.
A megszakítás fogalma, jelentősége. A processzor működése megszakítás használata esetén. Engedélyezés, kérés elfogadása, állapotmentés, megszakítás kiszolgáló rutin, visszatérés. Megszakításrendszerek osztályozása: egyszerű, vektoros, egyszintű, többszintű. A megszakítás vezérlő feladata, prioritáskezelés.
Mikrovezérlők adatátviteli interfészei: soros UART/USRT, SPI. A külső buszok kialakítási lehetőségei. Autonóm adatátviteli egységek, a közvetlen memória elérés jellemzői, működése, kialakítása.
Félévi tematika áttekintése. A digitális technika alkalmazása beágyazott rendszerekben. HW-SW együttes kezelése a rendszermegvalósítás során. Összetett hierarchikus rendszerek tervezése.

Rendszermodellezés
(VIMIAA00, 2. szemeszter, 2/1/0/f/4 kredit, MIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy tematikusan az informatikai rendszerek tervezési folyamatának modell alapú megközelítését tárgyalja. Célkitűzése a későbbi tantárgyak által megtanítandó specializált modellezési paradigmák előkészítése, az alapvető modellezési feladatok és eszközök bemutatásával. Egyúttal bemutat néhány olyan fogalmilag tiszta és egyszerűen kezelhető eszközt is, amelyek segítségével a tervezés alapvető aspektusait a hallgatók készség szinten elsajátíthatják és egyszerű, működő alkalmazásokat is tudnak tervezni.
A hallgatók megismerik a magas szintű, grafikus eszközökre épülő, folyamat alapú rendszermodellezés, a helyességbizonyítás, teljesítményanalízis és szolgáltatásbiztonság alapfogalmait és megjelenésüket a modellezésben. A korábbi automataelméleti és rendszertechnikai ismereteikre építve megismerik a szabatos rendszertervezés alapjait. A hallgatók a modellezés munkafolyamatain keresztül elsajátítják az informatikai rendszerek implementációjának egyes munkafogásait. Jártasságot szereznek a szimulációs rendszervizsgálatokban és a mérési adatok vizuális elemzésében.
A tantárgy kiemelt didaktikai célja a hallgatók absztrakciós készségének fejlesztése és a későbbi szakmai tantárgyak fogalmi és motivációs előkészítése.
2. A tantárgy tematikája
Modellezési alapok
Célkitűzés: az alapvető fogalomkészlet és kontextus megadása
Alapfogalmak: Modellezés célja, modellek felhasználása rendszertervezésben. Szöveges, grafikus és formális specifikáció. Kezdeti modellek megalkotása, követelmény, tervezési, analízis, konfigurációs modellek.

Modell szemantika és szintaxis. Modellezés alapműveletei, modellfinomítás. Többaspektusú modellezés. Hierarchia, taxonómia fogalma, szerepe a rendszertervezésben. Bonyolultságkezelés (Hierarchikus modellezés, absztrakció). Eszköz: MindMap modellező.
Strukturális modellek, adatmodellezés
Meta-modellek és modellek kapcsolata. Koncepció/példány kérdése, öröklés, polimorfizmus. Modellstruktúrák vizualizációja, Modellhelyesség kritériumai, típushelyesség, példányosítás/alosztályok, tranzitív kapcsolatok. Eszköz: MindMap + Táblázatkezelő.
Állapotmodellezés
Állapotgráfok, állapottérképek. Hierarchia modellezése, konkurencia kezelése. Üzenetkezelés és várakozási sor fogalma. Determinisztikus/nemdeterminisztikus modellezés. Eszköz: Egyszerű állapotgráf-állapottér eszköz.
Viselkedésmodellek (állapot/szekvencia/protokollok)
Discrete Event System Specification (DEVS) megközelítés. Adatfolyam modellezés. Folyamatmodell, szekvencia/trace modell, idődiagram. Felhasználási területek: protokoll definíció, tesztesetek, forgatókönyvek. Modellellenőrzés intuitív bevezetése. Eszköz: DEVS eszköz.
Modellek fejlesztése
Esemény/folyamatorientált modellezés, időzítés-fogalom. Szimuláció alapjai. Modellek tesztelése/javítása, alapvető teljesség/helyességellenőrzés. Paraméterek hangolása, iteratív modellezési folyamat. Felépítési és viselkedési kritériumok megfogalmazása (pl. invariánsok).
Benchmarkok használata. Legyűjtendő adatok, logelemzés, méréstervezés. Folyamatok erőforráshasználata. QoS, extra-funkcionális aspektusok. Eszköz: Egyszerű szimulátor.
Vizuális adatelemzés és modellalkotás
Vizuális analízis célja, eszközei, alapvető statisztikai fogalmak informális bevezetése.
Méréskiértékelés és rendszermodellezés kapcsolata, átmenet minőségi/mennyiségi modellek közt. Vizuális elemzés felhasználása rendszer magas szintű modelljének megalkotásakor. Eszköz: drag and drop vizuális elemző.
Mennyiségi analízis, teljesítménymodellezés
Teljesítménymodellek fogalmai. Szimulációs eredmények értelmezése. Felhasználási területei: teljesítménymérések, szoftverhangolás, rendszer kiépítésének (deployment) tervezése.
Kitekintés: Konstruktív modellezés, kódgenerálás, fejlesztési módszerek
Általános célú és szakterület-specifikus nyelvek. Végrehajtható modellek, fUML, Alf. Szemantika jelentése, bemutatása gyakorlati példákon (kódgenerálás Yakinduban).
Szakterületi modellek/modellezési nyelvek használata. Miből áll egy modellezési nyelv, mi a szerepe a szakterületspecifikus támogatásnak. UML profilok.
DSE példák: Verilog, Matlab. Tervezési környezetek, fejlesztési támogatás (validáció, kódgenerálás, tervezőeszköz, modellkezelés, perzisztencia, stb.). Tervezési minták.
Szabályalapú modellek. Következtetés, szabályformák, alkalmazási területek (üzleti, monitorozás, stb.). Szabályok fejlesztése, döntési táblák.

Számítógép-architektúrák

(VIHIAA02, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerjék legfőbb munkaeszközüknek, a számítógépeknek a felépítését, működését, tulajdonságait. A hardver jellegzetességeinek ismerete hozzájárul ahhoz, hogy a hallgatók képesek legyenek hatékony, a számítógép erőforrásait a lehető legjobban kihasználó szoftver fejlesztésére.
2. A tantárgy tematikája
Bevezető jellegű ismeretek
Információfeldolgozási modellek megismerése. Vezérlésáramlásos architektúrák: Neumann architektúra, Harvard architektúra, módosított Harvard architektúra.

Perifériakezelés
Dedikált I/O utasítások, és memóriára leképzett perifériakezelés. Forgalomszabályozás. Perifériák jelzéseinek feldolgozása: polling, interrupt, interrupt többprocesszoros környezetben, interrupt moderáció. A processzor tehermentesítése: DMA, I/O processzor. Összeköttetések: busz, pont-pont, soros, párhuzamos, időzítés, arbitráció. Egy-, több-buszos, ill. híd alapú rendszerek. PCI, PCI Express és USB csatolófelületek.
Háttértárolók
Merevlemezek működése: fizikai háttér, szektor fogalma és részei, zóna rendszerű adattárolás, sávazonosítás és követés. Az adatátviteli parancsok kiszolgálási idejének főbb összetevői. Parancsok sorbaállítása és soron kívüli ütemezése. SSD háttértárak működése: fizikai háttér, az öregedés oka és jelentősége. Lapok, blokkok fogalma és szerepe. Az írás/olvasás megvalósítása és mellékhatásai. Az SSD vezérlő feladatai.
Memória
Szinkron DRAM alapú memóriarendszerek: memóriavezérlő, modul, rank, bank fogalma és működése. DRAM parancsok és azok időzítése, parancsok sorok kívüli végrehajtása. Virtuális tárkezelés: címfordítás, TLB, laptábla implementációk, egyszintű éshierarchikus laptáblák. Cache memória: lokalitási elvek szerepe, cache szervezés, cache szervezés és a virtuális tárkezelés viszonya. Cache tartalom menedzsment: cache szemetelés megelőzése, idő előtti betöltés, blokk csere algoritmusok. Lokalitástudatos programozási technikák.
Processzor
Utasításkészletek jellemzői, CISC-RISC stratégiák.
Pipeline utasításfeldolgozás. Egymásrahatások fogalma és kezelése. Egyszerű 5 fokozatú pipeline implementációja. Eltérő késleltetésű aritmetikai műveletek kezelése. Dinamikus ütemezés (soron kívüli utasítás-végrehajtás). A precedenciagráf fogalma, és az adatfolyam-elvű utasításütemezés. Az utasítástároló, a regiszter-átnevezés és a sorrendvisszaállító buffer szerepe és megvalósítása. A pipeline szélesítése: szuperskalár, VLIW és EPIC architektúrák. Elágazásbecslés: jelentősége, ugrási feltétel kimenetelének becslése, ugrási cím becslése. Elágazásbecslés-tudatos programozás.
Párhuzamos feldolgozás
Adatpárhuzamosság: vektorprocesszorok, SIMD utasításkészlet kiegészítések, tömbprocesszorok. Multiprocesszoros rendszerek: explicit párhuzamosság fogalma, több szálat kezelő processzorok, multiprocesszoros rendszerek osztályozása, az osztott tárkezelésből fakadó problémák.

Kommunikációs hálózatok 1

(VIHIAB01, 3. szemeszter, 2/0/1/f/4 kredit, HIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A „Kommunikációs hálózatok I.” tantárgy alapvető célja, hogy megismertesse a számítógép hálózatok felépítésének és működésének alapvető elveit, architektúráit és protokolljait.
A tantárgy oktatása törekszik arra, hogy a „Kommunikációs hálózatok II.” tantárgyhoz, valamint a specializáció-tantárgyakhoz az architektúrák és protokollok, különösen az IP-alapú kommunikáció terén biztos alapokat nyújtson.
2. A tantárgy tematikája
Hálózatok és rendszerek bevezetése példákon, Internet története, alapjai, architektúra. Alkalmazások és szolgáltatások, példák (web, fájl átvitel, elektronikus levelezés, p2p fájlcsere, multimédia streaming). Követelmények a hálózattal szemben. Csomagvesztés és késleltetések.
Protokollarchitektúrák, referenciamodellek: ISO OSI referenciamodell, TCP/IP protokoll-architektúra, áramkörkapcsolás, csomagkapcsolás, címzés.
Routing: a feladat értelmezése, különbség bridging és routing között, útvonaltáblák, távolságvektor módszer, linkállapot módszer.
Hierarchikus routing, autonóm rendszerek, multicast routing.

Internet Protokoll (IP): IP feladata, jellemzői, címzés (címosztályok, privát címtartományok, Classless Inter-Domain Routing, IPv4 címtartomány kimerülése), IP csomag szerkezete
IP routing (RIP, IGRP, EIGRP, OSPF, IS-IS, BGP), Address Resolution Protocol, IP tördelés, IP jelzés- és menedzsmentüzenetei (ICMP és IGMP), gyakorlati számítási példák.
IPv6: motivációk – az IPv4 hibái, címzés, IPv6 csomag szerkezete, automatikus címkonfiguráció, IPv6 routing, IPv6 alkalmazások, migráció és együttélés, IPv6 biztonság,
IPv4 és IPv6 gyakorlati számítási példák, hálózati címek kiosztása, hálózatok felbontása és hálózataggregáció. IPv6 címek kanonikus írásmódja (RFC 5952), EIU-64 azonosító képzése, IPv4-címet beágyazó IPv6 címek képzése.
Forgalomszabályozás: forgalomszabályozás kívánatos jellemzői, fajtái, stop-and-wait működése, statikus ablak, csúszóablakos forgalomszabályozás.
Szállítási réteg: socket fogalma, socket típusok, User Datagram Protocol (portkezelés, fejléc, alkalmazása), Transmission Control Protocol (fő jellemzői, szegmensformátum, hívásfelépítés, sorszámok és nyugtaszámok használata, újraküldési esetek, fast retransmit).
Transmission Control Protocol: forgalomszabályozás, torlódásvezérlés, AIMD, Slow Start, néhány gyakori alkalmazás és a használt transzportprotokollok, gyakorlati számítási példák.
Hálózati alkalmazások 1. Infrastruktúrális szolgáltatások: DNS (névfeloldás szerepe és követelményei, névtér, zóna és névszerverek, névfeloldás menete, DNS üzenetek), Dynamic Host Configuration Protocol. Szöveg és fájlátvitel: Telnet, File Transfer Protocol.
Hálózati alkalmazások 2. Levelező rendszerek: Simple Mail Transfer Protocol, Post Office Protocol, Internet Message Access Protocol. Webes rendszerek: HyperText Transfer Protocol, perzisztens és nem perzisztens kapcsolat, üzenetformátumok, parancsok, fejlécek.
Hálózatbiztonság: támadástípusok, példák támadásokra, biztonsági problémák Kitekintés: Tárgyak Internet, járművek közötti kommunikáció

Kommunikációs hálózatok 2
(VITMAB01, 4. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

1. A tantárgy célkitűzése
Elméleti és gyakorlati ismeretek nyújtása a kommunikációs hálózatok, azokon belül is elsősorban a távközlő hálózatok témaköréből. A klasszikus távbeszélő hálózatoktól a mobiltelefon-hálózatokon és az IP hozzáférési hálózatokon át a nagy sebességű gerinchálózatokig a hallgatók megismerkednek e hálózatok architektúrájával, főbb építőelemeivel és a működésüket biztosító protokollokkal. A tantárgy célkitűzései között szerepel, hogy a vonatkozó specializáció-tantárgyakhoz – a Kommunikációs hálózatok 1 tantárggyal együtt – biztos alapokat nyújtson.
2. A tantárgy tematikája
Bemutatkozás, a tantárgy céljainak és követelményeinek ismertetése. Motivációk a tárgyhoz. A Kommunikációs Hálózatok 1-ből tanultak összefoglalása. Bevezetés az adatkapcsolati rétegbe: a réteg által nyújtott szolgáltatások; a réteg implementációinak helye. Hibajavítás (hivatkozás a Kódolástechnika c. tárgyban tanultakra).
Adatkapcsolati réteg: Többszörös hozzáférés: csatornafelosztás; véletlenszerű hozzáférési módszerek: Aloha, réselt Aloha, helyfoglaló Aloha, vivőérzékeléses többszörös hozzáférés (CSMA/CD). Körforgó rendszerű közeghozzáférési protokollok. Példa: DOCSIS, a kábeltelevíziós internet elérés adatkapcsolati rétege. Kapcsolt helyi hálózatok. Címzés az adatkapcsolati rétegben: közeghozzáférési (MAC) címek. A címfeloldási protokoll (Address Resolution Protocol, ARP). Adatcsomag továbbítása alhálózaton kívülre. Ethernet. Áttekintés, verziók. Ethernet keretstruktúra. Ethernet kapcsolók: működése, tulajdonságai, menedzsmentje. Kapcsolás és útvonalválasztás összehasonlítása. Virtuális helyi hálózatok (VLAN). Link (adatkapcsolati összeköttetés) virtualizálás: a hálózat, mint adatkapcsolati réteg. Többprotokollos címkekapcsolás (Multiprotocol Label Switching, MPLS). Adatközpontokon belüli hálózatok. Adatkapcsolati réteg összefoglalás.
Vezeték nélküli és mobil hálózatok. Áttekintés. Vezeték nélküli összeköttetések jellemzői. Kódosztásos többszörös hozzáférés (CDMA) bevezető. WiFi: IEEE 802.11 ajánlás szerinti vezeték nélküli helyi

hálózatok: architektúra, frekvenciakiosztás, közeghozzáférés. A rejtett terminálok problémája. Keretszervezés. Kitekintés: Bluetooth és Zigbee. Vezeték nélküli és mobil hálózatok. Mobiltelefon rendszerek. Áttekintés, a cellás elv. A mobiltelefon rendszerek jellemzői, működése. Közeghozzáférés, hálózati architektúra, szolgáltatások, azonosítók, helyzetnyilvántartás, hívásátadás.
A 3G mobil hálózatok az UMTS példáján. 3G architektúra. Duplexitás kezelés. Közeghozzáférés: kódosztásos többszörös hozzáférés (CDMA) a csatornázási és keverő kódolásban. Puha hívásátadás, teljesítményszabályozás, „cella légzés". 3G és 4G közötti hálózatok: HSPA, HSPA+, HSPA+ Advanced. 4G mobil hálózatok: LTE: Long Term Evolution: követelmények, közeghozzáférés, erőforrás-blokkok. Cellakapcitás. LTE architektúra, főbb protokollok. Beszédátvitel LTE felett. VoLTE. Kitekintés: az 5G mobilhálózatok.
Analóg és digitális beszédátvitel. A beszédjel tulajdonságai. A beszédjel digitalizálása: a PCM kódoló. Alkalmazási példák: telefonos beszédátvitel, hifi minőségű digitális hangkódolás. Kitekintés: egyéb beszédkódolók. Next Generation Networks (NGN, „következő generációs hálózatok") áttekintése.
Beszédátvitel IP felett: Voice over IP, VoIP. A legjobb szándékú (best effort) továbbítás és az IP szolgáltatásminőség (QoS). A valósidejű adatátviteli protokoll (RTP): felépítése, működése és korlátai. A Session Initiation Protocol (SIP) áttekintése.
Multimédia hálózatok. Mozgóképek tulajdonságai. Multimédia hálózati alkalmazások típusai. Streaming UDP, HTTP felett. Tartalomelosztó hálózatok. IP Televízió (IPTV). IPTV és Internet-TV: hasonlóságok és különbségek. IPTV: fejállomás felépítése, a médiafolyam részletezése. MPEG-2 Transport Stream. H.264 kódolású adatfolyam felépítése. IPTV szolgáltatásminőség: mérése, fontosabb befolyásoló tényezők, minőségjavítási lehetőségek.
Adatátvitel a fizikai rétegben. Jelek az idő- és frekvenciatartományban (áttekintő ismétlés). Sávszélesség és gyakorlati jelentősége az adatátvitelben. Vonali kódolások: követelmények, alkalmazási lehetőségek, példák. A kódolt jelek spektruma (áttekintés). Modulációk. Követelmények, működési elvek, tulajdonságok, példák. Vonali kódolás és moduláció összehasonlítása.
Hálózatmenedzsment: követelmények, célok. A hálózatmenedzselési infrastruktúra. Az SNMP (Simple Network Management Protocol) rendszer.

Operációs rendszerek

(VIMIAB00, 4. szemeszter, 3/0/1/v/5 kredit, MIT)

1. A tantárgy célkitűzése

A tantárgy célja az operációs rendszerek funkcióinak, működési elveinek, fő típusainak, valamint a konkurens és elosztott rendszerek programozási modelljeinek megismertetése, az elvek szemléltetése példákon, az operációs rendszer választás szempontjainak bemutatása. A tantárgy és a hozzá tartozó laboratóriumi gyakorlat során komoly hangsúlyt kap a számítógép hardver és rendszer szoftver összefüggése illetve egymásra hatása, így a kurzus elvégzése elvezet az operációs rendszerek használatának mérnöki, készségszintű elsajátításához is.

2. A tantárgy tematikája

Bevezetés: az operációs rendszer fogalma, célja, osztályozása, vázlatos felépítése, fejlődésének mérföldkövei, gyártók és termékek piaci részesedése, Windows és UNIX változatok, beágyazott operációs rendszerek, a kernel feladatai, főbb részei, nyílt rendszerek és szabványosítás, trendek, fejlesztési irányok.
Felépítés és működés: a kernel felépítésének alapelvei, modelljei; monolitikus és mikrokernel; réteges és moduláris szerkezet; a mai (monolitikus) kernelek problémái, az armored OS koncepció; mikrokernelek felépítése és a második generációs mikrokernelek (L4); az exokernel, a multiszerver és a hibrid kernelek; az OS elindulása, a Linux/Windows kernel inicializáció főbb lépései, a felhasználói működés beindulása, szolgáltatások és kritikus rendszerfolyamatok; UNIX futási szintek, sysinit és systemd; a rendszerhívások működési mechanizmusa, virtuális rendszerhívások.
Feladatkezelés: a felhasználói feladatok jellege (CPU-intenzív, I/O-intenzív, memória-intenzív); feladatok végrehajtásával kapcsolatos elvárások, mérőszámok (várakozási idő, körülfordulási idő, válaszidő, CPU-kihasználtság, átbocsájtó képesség, rezsiköltség, jósolhatóság, determinisztikusság); az

optimális feladat-végrehajtó rendszer és megvalósítási nehézségeinek okai; a feladatkezelés alapfogalmai: taszk, folyamat és szál; a feladat-taszk összerendelés; az absztrakt virtuális gép fogalma; folyamatok és szálak összehasonlítása: tulajdonságok, előnyök, hátrányok, teljesítmény; taszkok adatai; taszkok állapotai és állapotátmenetei; taszkok létrehozása; taszk- és kontextusváltás.
Felhasználói felület: a felhasználói felület feladatai, típusai; külső és belső parancsok; a karakteres és grafikus felületek részei: parancsértelmező (shell), ablakozó rendszer, ablakkezelő, kijelzőszerver; a parancsértelmező programozása; tipikus kijelzőszerverek és ablakkezelők; munkamenet-kezelés, természetes nyelvű interfészek
Ütemezés: az ütemezés feladata, időskálái; egyszerű ütemezési algoritmusok (FCFS, RR, SJF, SRTF, PRIO) adatstruktúrái, működése, komplexitásuk, értékelésük; konvoj hatás és kezelése; kiéheztetés és öregítés; a prioritás inverzió és kezelése; statikus és dinamikus többszintű ütemezés, többszintű visszacsatolt sorok ütemező, a tradicionális UNIX ütemező részletes működése és értékelése; a többprocesszoros ütemezés alapjai (CPU-affinitás, erőforrás-allokáció és terheléselosztás), heterogén többprocesszoros rendszerek alapproblémái; ütemezők a gyakorlatban: számítási példák, Windows, UNIX, Linux CFS, Solaris.
Virtuális memóriakezelés: a memóriakezelés feladatai, virtuális tárkezelés; címleképezés, lapszervezés, cserehely (swap) és tárcsere (swapping); laphiba és szoftveres címleképezés; kerettábla, laptábla, diszk blokk leíró és swap térkép; az adatszerkezetek kapcsolatai és működése; fill-on-demand; copy-on-write; lapozási stratégiák: igény szerinti és előretekintő; vergődés; lapcsere algoritmusok: FIFO, második esély, legrégebben nem használt, legkevésbé használt; mostanában nem használt; lapok tárba fagyasztása; a laplopó taszk.
Kommunikáció: kommunikáció közös memórián keresztül: a PRAM modell, szálak közötti adatcsere, közös memória és memóriába ágyazott fájlelérés. Üzenetváltásos kommunikáció: címzési módon, szinkron és aszinkron átvitel, az adatátvitel lehetséges szemantikái, direkt és indirekt kommunikációs megoldások, az adatátviteli sebességet és a késleltetés meghatározó tényezők. Az L4 mikrokernel üzenettovábbiítási technikái. A hálózati (socket) kommunikáció rendszerhívásai és működése. A távoli eljáráshívás (RPC) technológia részei, interfészleíró nyelv, rpcgen, portmapper, a kommunikációs rendszer felépítése. Gyakorlati példák: UNIX jelzések, csővezetékek, üzenetsorok, osztott memória és egyszerű webszerver készítése C nyelven.
Szinkronizáció: taszkok versengése és együttműködése; klasszikus szinkronizációs problémák: író-olvasó, többszörös olvasók, termelő-fogyasztó (korlátos raktárral); a szinkronizáció és alapvető formái; kölcsönös kizárás és kritikus szakasz; atomi memóriaműveletek: test-and-set-lock (TSL) és compare-and-swap (CAS); zárolási eszközök: lock bit, mutex, szemafor, spinlock, ReaderWriterLock és RecursiveLock; a szemafor műveletei és megvalósításuk TSL segítségével; a kritikus szakasz megvalósítása TSL és szemafor alkalmazásával; erőforrás-foglalási gráf; a holtpont és kialakulásának feltétele; holtpont kezelése: strucc algoritmus, detektálás, feloldás, megelőzés és elkerülés; a biztonságos állapot fogalma és ellenőrzése; a prioritás inverzió és kezelése; kiéheztetés foglalással és várakoztatással; a szinkronizáció okozta teljesítményromlás; optimista zárolás; zárolás- és várakozásmentes szinkronizáció.
Fájlrendszerek: fájl, könyvtár, kötet, meghajtó, fájlrendszer és partíció fogalma; könyvtárstruktúrák gráf felépítése példákkal (Windows 10, Linux és Android), elérési út, szimbolikus és rögzített linkek; fájlok tulajdonságai, POSIX hozzáférési-jogosultságok, ACL és setuid, setgid, sticky bit; fájlrendszerek adminisztrációja: formázás, csatlakoztatás, ellenőrzés, hangolás; elterjedt fájlrendszerek; biztonsági mentések; fájlrendszerek programozói interfésze, soros és közvetlen elérés, fájlleíró és nyitott fájl objektum; ajánlott és kötelező zárolás; fájlok memóriába ágyazott megosztott elérése; nem blokkoló és aszinkron műveletek; adatok elhelyezése a háttértáron, szuperblokk, metaadatok, allokációs táblák, üres helyek menedzselése; diszkpufferelés; naplózó fájlrendszerek; virtuális fájlrendszer interfész; fizikai tárolórendszerek; I/O ütemezés; tárolórendszer-virtualizáció: LVM, RAID, hálózati és elosztott fájlrendszerek, NFS és Ceph.
Virtualizáció: a virtualizáció fogalma, alkalmazási területei; a virtuális gépek osztályozása; hardver virtualizáció: hosted és bare metal megoldások; CPU virtualizáció: emuláció, trap and emulate, binary translation, para- és hardveres virtualizáció; memória virtualizáció: árnyék laptáblák, para- és hardveres

virtualizáció; I/O virtualizáció: szoftveres, paravirtualizáció és hardvertámogatott megoldás; virtualizációs rendszerek áttekintése: gyártók és termékek; felhőalapú rendszerek: IaaS, PaaS, SaaS; Docker; Mirage OS.

A programozás alapjai 1
(VIEEAA00, 1. szemeszter, 2/2/2/f/7 kredit, EET)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy célkitűzése, hogy a hallgatók készség szinten alkalmazható ismereteket szerezzenek a számítógépes problémamegoldás módszereinek és alapvető eszközeinek használatában. További cél, hogy a megszerzett ismereteket és készségeket további tanulmányaik során hatékonyan legyenek képesek alkalmazni.
A célkitűzés teljesítését egy magas szintű programozási nyelv, a C megismerése teszi lehetővé. A gyakorlatok anyaga folyamatosan követi az előadások tematikáját, azok mélyebb megértését, az algoritmusok részletes megismerését támogatja. A laboratórium célja, hogy a hallgatók gyakorlati jártasságot szerezzenek az előadáson és gyakorlaton megismert módszerek kipróbálása által, és készség szinten elsajátítsák a fejlesztőkörnyezetek használatát.
Az anyag jobb elsajátítása érdekében a laboratóriumi foglalkozásokhoz kapcsolódóan egy nagyobb házi feladatot is meg kell oldani.
2. A tantárgy tematikája
Bevezetés. Programozás fogalma. Kifejezések és változók, típus fogalma. C nyelv alapjai. Egyszerű kifejezések a programban.
Hétköznapi algoritmusok. Folyamatábra készítése közismert algoritmusokhoz (pl. írásbeli összeadás, prímtényezős felbontás).
Forráskódok elemei. Algoritmus fogalma, leírása. Ciklus, elágazás, szekvencia. Kombináció: összetett vezérlési szerkezetek, összetett kifejezések.
Algoritmizálás gyakorlása a kártyapakli példáján. Alapalgoritmusok iteratív megfogalmazása: „benne van-e?”, „melyik a leg...?”, „sorban van-e?”
Egyszerű algoritmusok pszeudokód és C változatai. Összegzés, számlálás, szélsőérték keresése és szétválogatás tételei. Karakter és logikai típusok. Tömbök.
Algoritmusok leírása C nyelven. Számelméleti példák, prímszám, tükörszám, másodfokú egyenlet, numerikus módszerek, pl. pi kiszámítása ciklussal.
A számítógép felépítése. Beépített típusok részletesen. Véges ábrázolás. Egész és lebegőpontos számok ábrázolása, számábrázolási korlátok. Függvények fogalma, használata. Absztrakció, paraméterek és lokális változók.
Tömbbel megoldható feladatok gyakorlása. Naptár napjai, szökőévek. Eratoszthenész szitája. Bankautomata.
Operátorok. Precedencia, kiértékelés, mellékhatás. Összetett adatszerkezetek, struktúrák és saját típusok használata.
Összetett problémák, dekompozíció. Függvények használata; paraméterek és visszatérési értékek. Egyszerű, matematikai jellegű függvények írása, karakterek használata: saját toupper és Caesar kódolás.
Felsorolt típus. Állapotgép. Cím szerinti paraméterátadás, indirekció és sztringek a C nyelvben.
Struktúrák, hozzájuk tartozó műveletek és függvények. Többszörösen összetett adatok. Struktúrában tömb, tömbben struktúra.
Program kapcsolata a külvilággal: parancssori paraméterek és fájlkezelés. Előfeldolgozó. Programszegmentálás. Karbantartható programok írása, dokumentáció.
Tömbök és függvények használata, tömb átadása függvénynek. Sztringes feladatok. Szöveg megfordító, palindrom. Sztring átadása függvénynek. Tömbméret és sztringhossz közti különbség. Túlindexelés veszélye.
Tömbi algoritmusok. Keresések. Rendezések. Rekurzió.
Állapotgépek tervezése példákon keresztül; részletek implementálása.

Dinamikus memóriakezelés. Dinamikus tömbök. Dinamikus sztring kódolása. Memóriakezelés rendszerező tárgyalása.
Rekurzív problémák; a rekurzió tervezésének gyakorlása.
Dinamikus adatszerkezet: láncolt listák. Listák használata. Bejárás, törlés, beszúrás. Egyszeres és többszörös láncolás.
Munka dinamikus tömbbel. Komplett halmaz típus kódolása. Méret nyilvántartása, keresés, átméretezés.
Munka struktúrákra mutató pointerekkel.
Dinamikus adatszerkezet: bináris fák használata. Keresőfák, dekódoló fák. Fák bejárásai. Többszörös indirekció. Hasító táblák röviden.
Adatszerkezetek választása. Alacsony szintű listaműveletek, beszúrás és törlés, memóriakezelés.
Függvényre mutató pointerek, generikus algoritmusok és típusok a C nyelvben. Unionok használata.
Fák algoritmusai. Csomópontok, szintek, levelek. Tükörképek, szimmetrikus fa vizsgálata.
További adatszerkezetek. Nagyobb programok tervezése. Funkcionális dekompozíció bemutatása egy komplex példán.
Függvényre mutató pointerek. Numerikus integrálás, generikus számlálás és rendezés.

A programozás alapja 2

(VIIIAA03, 2. szemeszter, 2/0/2/f/6 kredit, IIT)

1. A tantárgy célkitűzése

A tantárgy alapvető célja, hogy alapozó tantárgyként folytassa számítógépes problémamegoldás módszereinek és alapvető eszközeinek előző félévben megkezdett megismertetését olyan szinten, hogy azt a hallgatók további tanulmányaik során képesek legyenek hatékonyan alkalmazni. Ezen félév alapvető célkitűzése, hogy további gyakorlatokkal mélyítse a C programozási nyelv ismeretét, megismertesse a nagyméretű programozási feladatok megoldásának lépéseit, és bevezessen az objektum-orientált programozásba. Célkitűzését a tantárgy az előző félévben megszerzett C nyelvi tudásra alapozva, a C++ nyelv megismertetésével éri el. A gyakorlatok és laborok anyaga folyamatosan követi az előadások tematikáját, azok megértését, elmélyítését támogatja.

2. A tantárgy tematikája

C++ mint a C javított változata

Az előző félévi anyag rendszerező összefoglalása. C nyelv „javításai”: típusértékű struct, enum, bool típus. Függvényhívás alacsony szinten. Prototípusok szükségessége, referenciatípus bevezetése. Függvényhívás balértékként. Bevezetés a C++ I/O használatába.
Függvénynév túlterhelése (overload). Alapértelmezett (default) függvényargumentumok. Makrók kiváltása inline függvénnyel. Névterek, láthatóság. Memória allokáció és kivételkezelés röviden.

Objektum-orientált programozás alapjai a C++ nyelv bemutatásával

Objektum-orientált programozás alapfogalmai, elvei, objektum fogalma. Osztály, egységbezárás, láthatóság és információrejtés fogalma. Tagváltozók és tagfüggvények. Getterek és setterek. A this pointer. Konstruktor, destruktor.
Konstruktorok és destruktorok. Dinamikus adattagokat karbantartó osztályok. Másoló konstruktor, értékadás. Tagváltozók inicializálása. Konstans és statikus tagok.
A láthatóság enyhítése: friend mechanizmus. Operátorok túlterhelésének fogalma. Operátorok túlterhelésének megvalósítása tagfüggvénnyel és globális függvénnyel. Megkötések.
Az öröklés szerepe az objektumorientált programozásban. Öröklés, származtatott osztály, alaposztály. Az öröklés hatása a láthatóságra. Konstruktorok és az öröklés.
Behelyettesíthetőség. Virtuális függvények, absztrakt osztályok. Korlátozó öröklés. Virtuális destruktorok. Heterogén gyűjtemények.
Többszörös öröklés, virtuális alaposztályok. Konstruktorok és destruktorok automatikus feladatai. Perzisztencia fogalma és megvalósítása.
Konverziós operátorok. Típuskonverziók, kivételkezelés.
Generikus szerkezetek jelentősége. Függvény- és osztálysablonok.

STL tárolók és algoritmusok, iterátorok. Objektumorientált szoftvertervezési alapok. Tervezési példa.
Komplex példa bemutatása. Kitekintés a nyelvhez kapcsolható eszközökre.
Összefoglalás. Tervezési példa.

A programozás alapjai 3.
(VIIIAB00, 3. szemeszter, 2/0/2/f/5 kredit, IIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy alapvető célja, hogy alapozó tantárgyként folytassa a számítógépes problémamegoldás módszereinek és alapvető eszközeinek előző félévekben megkezdett megismertetését olyan szinten, hogy azt a hallgatók további tanulmányaik során képesek legyenek hatékonyan alkalmazni. Ezen félév alapvető célkitűzése, hogy további gyakorlatokkal mélyítse az objektumorientált problémamegoldási képességet, megismertesse a hallagtókkal a Java programozási nyelvet, megismertesse a nagymértékben osztálykönyvtárak használatára épülő programfejlesztést, ezen belül az általános megoldásokon (kollekciók, IO, stb) túl speciális problémákra (szálkezelés, XML feldolgozás, grafika és GUI) nyújtott lehetőségeket. Cél továbbá a Szoftvertechnológia c. párhuzamos tantárgyban tanult UML modellek Java nyelven való megvalósításának képessége is.
Célkitűzését a tantárgy az előző félévekben megszerzett C és C++ nyelvi tudásra alapozva, a Java nyelv megismertetésével éri el. A laborok anyaga folyamatosan követi az előadások tematikáját, azok mélyebb megértését teszi lehetővé.
2. A tantárgy tematikája
Java alapok. Bevezető. Típusok, operátorok, utasítások. Objektumok, osztályok, Interfészek. Package-ek. Kivételkezelés, kódolási stílus.
Java I/O. System Class. I/O Basics. I/O filters. Speciális osztályok: pipe, file. Serialization.
Utilityk..(Scanner, Random, BigInteger, BigDecimal, szövegfeldolgozás).
Java generikus osztályok. Genericitás és öröklés. Összevetés C++ generikus megoldásával. Megközelítések: heterogén kollekció, kasztolás, template.
Java kollekciók.. Kollekció-keretrendszer. Collection, Iterator, List, ListIterator, Set, SortedSet, Map, SortedMap. Kollekciók kezelése (java.util.Collections).
UML és Java kapcsolata. Asszociációk, aggregációk megvalósítása, jelölése. C++ visszatekintés (kompozíció, destruktor, deep és shallow copy)
Szálkezelés. Kölcsönös kizárás, szinkronizálás, jelzések küldése kezelése. Szálbiztos kollekciók. Speciális szálosztályok (java.util.concurrent)
Java GUI alapfogalmak. Componensek és konténerek, layout-ok. Esemény-kezelés. Alacsony szintű grafika.
Speciális komponensek: menü, dialógbox, stb. Swing és AWT. Swing MVC modellje, JList, JTable, JTree.
Automatizált tesztelés Java nyelven. JUnit.
XML feldolgozása Javaban: SAX, DOM és JDOM.
Naplózás. Log4J. Naplózási szintek. Nemzetköziesítés, lokalizáció.
Kitekintés: relációs leképezés JPA-ban, hálózati kommunikáció, RMI.

Adatbázisok
(VITMAB04, 3. szemeszter, 2/1/1/v/5 kredit, TMIT)

1. A tantárgy célkitűzése
Adatbáziskezelő-rendszerek működésével, használatával és megvalósításával kapcsolatos alapvető ismeretek, módszerek elsajátítása. A tanult ismeretek alkalmazása gyakorlati problémákra.

2. A tantárgy tematikája
Adat, információ, tudás. Strukturált, szemistrukturált és nem strukturált adatok. XML, JSON.
Strukturált adatok modellezése ER diagramok segítségével.
Relációs adatmodell, reláció, relációs séma. Relációs algebra. Relációs séma előállítása ER diagramból.
Sor- és oszlopkalkulus. Megengedett szimbólumok, atomok, formulák, kifejezések. Kapcsolat a relációalgebrával és az SQL nyelvvel.
Fizikai adatszervezés I. Diszk-rezidens és memória-rezidens adatbázisok. Heap szervezés, Hash szervezés
Fizikai adatszervezés II. Indexelt állományszervezés. Ritka index, sűrű index. Többszintes ritka index: B*-fák. Több kulcs szerinti keresés támogatása.
Relációs lekérdezések optimalizálása I. Relációalgebrai fa alapú optimalizálás. Relációalgebrai azonosságok
Relációs lekérdezések optimalizálása II. Költségalapú optimalizálás. Illesztések fajtái, algoritmusai. Legfontosabb műveletek költségének becslései. Kiértékelési terv.
Többfelhasználós működés elemei I: ACID tulajdonságok, zárak, éhezés, patt, sorosíthatóság, tranzakció modellek, 2PL.
Többfelhasználós működés elemei II: Időbélyegek, verziók, tranzakcióhibák kezelése, piszkos adat, lavina
Többfelhasználós működés elemei III: Rendszerhibák kezelése, naplózási technikák, visszaállítás, ellenőrzési pontok.
Relációs sémák tervezése. Tranzakció-, ill. lekérdezésorientált megközelítés. Adatbázis kényszerek szerepe. Redundancia. Eseti és érdemi funkcionális függések.
Normálformák és jelentőségük. 1NF, 2NF, 3NF, BCNF.
Kitekintés

Szoftvertechnológia

(VIIIAB01, 3. szemeszter, 3/0/0/v/4 kredit, IIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy nagyméretű szoftver rendszerek tervezésének, fejlesztésének, karbantartásának tanítását tűzi ki célul, bemutatva a szoftver, mint termék előállításához szükséges mérnöki tevékenység technikáit és módszereit.
A tantárgyhoz szorosan kapcsolódik a Programozás alapjai 3 c. tantárgy, amely laborgyakorlatokkal segíti a megszerzett ismeretek elmélyítését.
A tantárgy kidolgozásánál - a korábbi évek tapasztalataiból kiindulva - két-lépcsős Software Engineering oktatási modellt vettünk alapul, ahol a hallgatók egy félév alatt előadásokon keresztül megismerik a technikákat és módszereket, majd a következő félévben a Szoftver projekt labor c. tantárgy (VIIIAB02) keretében alkalmazzák a tanultakat a gyakorlatban projekt-szerű keretekben.
2. A tantárgy tematikája
Bevezetés. Tantárgykövetelmények ismertetése, Szoftver technológia alapfogalmai, Mi a szoftver ? A szoftver piac ma, kihívások, minőség, problémák. Esettanulmányok: Ariane-5. Szoftver karbantartás. Technológia definíciója, kialakulása. A szoftver technológia rövid története. A szoftver krízis és kezelése. Szoftver technológia definíciói.
A szoftver fejlesztési folyamat. Minőség oldali megközelítés. A fejlesztés elvi folyamata, Általános folyamat modell. A termék életciklusa. CMM
Az UML bevezetése. UML kiterjesztő mechanizmusok, Osztály diagram, Name compartment, Attributumok, Operációk, Konkurencia szemantika Template,. Relációk: függőségek. UML asszociációk, aggregáció, generalizáció. Interfész. Objektum diagram.
UML komponens diagram, komponens fogalma. Port, konnektor fogalma. Kompozit struktúra diagram. Kollaborációk. Telepítési diagram. Termék, csomópont, eszköz. Use case és aktor. Use case relációk, property-k.

UML. Viselkedés modellezése. Interakciók, események, üzenetek. Interakciók. Szekvencia diagram. Kommunikációs diagram. Időzítési diagram, Interakciós áttekintő diagram. Forgó-morgó mintafeladat MVC modell bemutatására.
Állapot modellezés. Kompozit állapotok. Aktivitás diagram. Mi van az UML után?
Verifikáció és validáció. Felülvizsgálatok. A vizsgálatok célja, módszerei, szereplői. A tesztelés célja, sajátosságai, a tesztelés információs folyamata. Tesztelés az életcikluson belül. A tesztelés és az integráció kapcsolata. A tesztelés dimenziói (FURPS) Test stratégiák, Teszt eljárások, teszt esetek. A követelmények kezelésének lényege, fontossága. Nem-funkcionális követelmények, Követelmény definíció, specifikáció. Rendszer definíció felépítése. Szoftver specifikáció bevezetés. Funkcionális modell. DFD jelölések, adattárak. DFD folyamatspecifikációk.
Adatmodellezés, ERD, Adat specifikáció. XML. DTD. Egyéb specifikációs technikák: szintaxis gráf, BNF. Adatszerkezetek definiálása algebrai axiómákkal, pl. stack
Algebrai axiómák, szabályaik, leírásuk. Viselkedés modellezése. Állapotgépek. A modellek kombinálása. Specifikációs dokumentáció, Felhasználói kézikönyv. Szoftver tervezés lényege, szintjei. Tervezés alapfogalmai: absztrakció, egybefoglalás, információ rejtés, modularizálás. Döntések, döntéshasítás. Csatolás és kohézió. OO tervezés alapjai: Design by Contract. Öröklés, paraméterek, Demeter törvénye.
Szoftver architektúrák. Architektúra fogalma, stílusok. Fontosabb architektúrák: csövek és szűrők, falitábla. Interpreter, objektum orientáltság, rétegelt. Kliens-szerver rétegek. SOA SOE. Tervezési dokumentumok.
Rational Unified Process. Bevezetés RUP Életciklus, munkafolyamatok és modellek. A folyamat strukturálása. Use case modellek készítése. Fogalmi modell kialakítása. Analízis modell összeállítása. Szekvencia és interakciós diagramok készítése, szerződések. Tervezési döntések. Architektúra és implementáció. Agilis fejlesztés, SCRUM, Extreme Programming, Test Driven Development. Szereplők, ütemezések, feladatok, felelősségek.
Szoftver karbantartás. A konfigurációs menedzsment feladatai: cm elemek azonosítása, változások kezelése, build menedzsment.
Verziókezelés, SVN, GIT. Konfiguráció-menedzsment terv. Szoftver menedzsment alapjai. Mit csinálnak a fejlesztők? Csoportok szervezésének elvei. Szoftver menedzsment alapjai. Project tervezés. Projekt ütemezése, Kockázatok fogalma, kezelése. Projekt adatok mérése, becslése, A projekt terv dokumentáció vázlata.

Szoftvertechnikák
(VIAUAB00, 4. szemeszter, 2/0/2/v/5 kredit, AUT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy alapvető célja, hogy elmélyítse a korábbi félévekben megkezdett számítógépes problémamegoldás terén szerzett ismereteket, valamint az objektumorientált paradigmát követve kiszélesítse a szoftverfejlesztés technikáinak spektrumát. A hallgatók elsajátítják a natív és felügyelt eseményvezérelt programozás legfontosabb módszereit, a grafikus felhasználói felület, gyors alkalmazás-fejlesztés (RAD - Rapid Application Development) struktúráit és programozási alapjait, valamint megismerik a modern felügyelt futtatókörnyezetek és osztálykönyvtárak fontosabb szolgáltatásait (reflexiós technikák, adatkötés, rajz és szöveg megjelenítése, párhuzamos feldolgozás, szinkronizációs technikák, stb.). Ezen túlmenően a tantárgy ismerteti a szoftverrendszerek tervezésének kapcsán a gyakrabban használt architekturális és tervezési mintákat, valamint ezek szerepét a szoftverfejlesztés folyamatában. A tantárgy a minták elméleti ismertetésén túlmenően esettanulmányokon és laborfoglalkozások keretében bemutatja a fontosabb minták gyakorlatban történő alkalmazástechnikáját. Célkitűzését a tantárgy az előző félévekben megszerzett C és C++, Java nyelvi tudásra, valamint az UML nyelv alapjaira építve éri el. A laborok anyaga folyamatosan követi és kiegészíti az előadások tematikáját, azok mélyebb megértését teszi lehetővé.
2. A tantárgy tematikája
Felügyelt futtatókörnyezetek. .NET alapok.
Modern nyelvi eszközök (property, delegate, event, attribútum, reflexió).

Eseményvezérelt programozás natív környezetben, üzenet alapú platformok.
Vastagkliens alkalmazások fejlesztésének alapjai felügyelt környezetben (RAD koncepciók, Windows Forms alapok, vezérlők, menük, események, vezérlők, dialógus ablakok). Nem felügyelt erőforrások életciklus menedzsmentje (destruktor, dispose).
Vastagkliens alkalmazások fejlesztése, folytatás. Rajz és szöveg megjelenítése.
Egyedi vezérlők kialakításának lehetőségei. Moduláris felhasználói felület kialakítása (usercontrol). Rajz és szöveg megjelenítése. Generikus típusok megvalósításának összehasonlítása az elterjedtebb platformokon.
Többszálú alkalmazások fejlesztése .NET környezetben: alapok.
Többszálú alkalmazások fejlesztése .NET környezetben: szinkronizációs problémák és megoldásuk (zárolási technikák, események). Threadpool fogalma és használata. Holtpont elkerülésének technikái.
Adatbázisok programozása felügyelt környezetben.
Szoftver architektúrák. Az architektúra nézetei. Architekturális tervezési minták: Document-View architektúra. A View (nézet) megvalósításának technikája. MVC, Pipes and Filters.
Architekturális tervezési minták folytatás: vállalati információs rendszerek architektúrája: rétegelés, kétrétegű (kliens-szerver) architektúra és problémái, kapcsolata a RAD-dal, háromrétegű architektúra. Többrétegű alkalmazások komponensekbe szervezése, függőségi problémák.
Tervezési minták: áttekintés, szerepük. Létrehozási minták (Singleton, Factory Method, Prototype).
Tervezési minták: fontosabb strukturális és viselkedési minták bemutatása (Observer, Memento, Bridge, Adapter, Iterator, Template Method).
Tervezési minták: fontosabb strukturális és viselkedési minták bemutatása (Proxy, Memento, Command, State, Strategy, Decorator). Néhány konkurens környezetben használatos tervezési minta bemutatása (Thread-safe Interface, Double-checked Locking Optimization, Strategized Locking).

Szoftver projekt laboratórium
(VIIIAB06, 4. szemeszter, 0/0/2/f/3 kredit, IIT)

1. A tantárgy célkitűzése
Ez a labor a 3. féléves Szoftvertechnológia és Programozás alapjai 3. tantárgyakhoz kapcsolódó projekt labor szerepét tölti be. A hallgatók 4-5 fõs csoportokban projektet valósítanak meg. A teamek saját belsõ felépítésüket és vezetőjüket maguk választják meg. Minden team kommentározott naplót vezet, amiben dokumentálja, hogy ki, mikor, milyen tevékenységet, kikkel együttműködve, mennyi ideig végzett. A napló értékelés tárgya. A feladat megoldása UML alkalmazásával a Rational Unified Process (RUP) módszertan szerint történik.
A projekt során a csoportok alábbi szoftver termékeket készítik el:
- Követelményspecifikáció, projekt terv, use case, use-case diagram, szójegyzék
- UML analízis és tervdokumentáció
- Teszt terv
- Felhasználói kézikönyv és help
- Dokumentált, belőtt, tesztelt programok

2. A tantárgy tematikája
Team-ek szervezése, a feladat kiadása.
A követelmények specifikálása, projekt terv, use case-ek, use case diagramok, szójegyzék készítése.
RUP analízis modell készítése. Class diagramok. Részletes use case-ek.
RUP analízis modell kidolgozása. Szekvencia diagramok. Szkeleton modell specifikálása, implementálása.
Szkeleton modell bemutatása.
RUP analízis, valóságos use case-ek. Felhasználói kézikönyv készítése.
Prototípus input és outputok specifikálása. Architektúra definiálása.
Prototípus osztály és interakciós diagramok. Tesztelési terv készítése.
Prototípus implementálása. Tesztprogramok specifikálása.
Prototípus bemutatása. A tesztprogramok implementálása.

Grafikus kezelői felület specifikálása. Prototípus tesztelése.
Grafikus felület tervezése, implementálása. A tesztek kiértékelése.
Grafikus kezelői felület implementálása.
Kész rendszer bemutatása, eredmények értékelése.

Mobil- és webes szoftverek
(VIAUAC00, 5. szemeszter, 2/0/2/v/5 kredit, AUT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy célja a hallgatók bevezetése a mobil- és webes szoftverek világába. A tantárgy keretében a hallgatók megismerkednek a mobil eszközökre történő szoftverfejlesztés alapjaival. Tapasztalatot szereznek a különféle mobil platformok világából, valamint a platformokra való szoftverfejlesztéshez szükséges eszközökről. Megismerik a mobil eszközökre való fejlesztés sajátosságait, ergonómiai kérdéseit és a fejlesztés során alkalmazható legjobb gyakorlatokat. Ezen kívül találkoznak a gyors prototípus-készítési eljárásokkal, gyakorlati megvalósításokkal. További kitűzött cél a korszerű webes technológiák alapjainak elsajátítása, illetve a web alapú multiplatform mobil fejlesztői rendszerek képességeinek és használatának megismerése.
2. A tantárgy tematikája
Bevezetés. Webes és mobilos kliensek a korszerű szoftver rendszerek architektúrájában. Mobil készülékek általános jellemzői. Újszerű mobil készülékek speciális hardverei. Mobil platformok áttekintése. Mobil szoftverfejlesztés fogalma: a PC-s fejlesztéstől eltérő szemléletmód. A mobil piac szereplőinek jellemzése. Mobil hálózatok fejlődése.
Szoftverfejlesztési eszközök mobil készülékekre általánosságban: programozási nyelvek, kódkönyvtárak, fejlesztőeszközök (SDK, Emulátor). Az Android platform alapjainak bemutatása. Projekt elemeinek ismertetése. Fordítás mechanizmusa.
Modern mobil alkalmazások életciklusa az Android szemszögéből. Android alkalmazás komponensek és ezek szerepe, valamint tipikus használati esetek. Több képernyős alkalmazások tervezése és megvalósítása. Általános állapot mentés életciklus váltás kezelésére.
Mobil alkalmazások felhasználói felületének tervezése és megvalósítása. Felhasználói felülettel kapcsolatos erőforrások bemutatása, erőforrás minősítők. Elrendezések és nézetek kezelése.
Perzisztens adattárolás elveinek bemutatása mobil környezetben. Kulcs-érték alapú adattárolási lehetőségek. Relációs adatkezelés, adat szűrés, keresés és rendezés. Állománykezelés.
Mobil platformokon támogatott rövid és hosszú távú hálózati kommunikációs technológiák használata. Aszinkron hálózati műveletek kezelése, szálkezelés. HTTP kapcsolatok kezelése. Felhasználói felület értesítése aszinkron végrehajtás esetén.
Helymeghatározás mobil környezetben. Műholdas és hálózati alapú helymeghatározási technikák, előnyök, hátrányok. Térkép kezelési alapelvek.
Bevezetés a webes technológiák világába. Kliens-szerver architektúra HTTP alapokon (session, cookie, stb.). Dinamikus web koncepció ismertetése. A HTML nyelv ismertetése, a nyelv elemei és gyakran használt kapcsolódó eszközök bemutatása. Fejlesztői környezet bemutatása.
A CSS stílus leíró nyelv bemutatása és alkalmazhatósága. Saját osztályok definiálása. CSS kiegészítő megoldások. A JavaScript nyelv alapjainak bemutatása, Form-ok használata, validáció.
Fejlett JavaScript könyvtárak ismertetése. A karbantartható JavaScript forráskód készítésének legjobb gyakorlatai. A HTML DOM ismertetése, gyakran használt HTML és JavaScript megoldások áttekintése.
Dinamikus web tartalmak létrehozása. A jQuery alapjainak bemutatása. Mobil Web; előnyök, hátrányok és lehetőségek.
Dinamikus webes felületek kialakításának eszközei, az AJAX lehetőségei. A REST kommunikáció alapjai és alkalmazási területei, a JSON formátum tipikus felhasználási területei, cross-domain policy.
Felhő alapú szolgáltatások nyújtotta lehetőségek alapjai mobil és webes környezetben (IaaS, PaaS, BaaS, SaaS), IoT platformok ismertetése.
A cross platform megoldások elveinek bemutatása, cross platform alkalmazás életciklus modell vizsgálata.

Számítógépes grafika
(VIIIAB07, 4. szemeszter, 3/0/0/f/3 kredit, IIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy a képi információ előállításának és feldolgozásának algoritmusait mutatja be, a hallgatókat bevezetve az interaktív grafikus alkalmazások készítésébe és a grafikus hardver programozásába.
2. A tantárgy tematikája
Analitikus geometriai áttekintés és ismétlés. Geometriák felépítése, különböző fontosabb geometriák főbb jellegzetességei. Euklideszi tér analitikus geometriája: pont, vektor, koordináta rendszerek. Vektorműveletek jelentése és implementációja C++-ban. Pontok kombinációja: szakasz, egyenes és kör parametrikus egyenlete. Távolság: sík, gömb implicit egyenlete.
Geometriai modellezés. Klasszikus görbék: implicit, paraméteres és explicit forma. Szabad formájú görbék pontok kombinációjával. Lagrange interpoláció. Hermite interpoláció két pontra. Bezier approximáció. Catmull-Rom spline. Paraméteres felületek. Felület kihúzással és forgatással. Catmull-Clark felosztott görbe és felület. Testmodellezés, Euler tétel, poligon modellezés Euler operátorokkal.
Geometriai transzformációk: Elemi transzformációk és mátrixos formalizmusuk. Homogén koordináták. Projektív geometria (ideális pont, Descartes és homogén koordináták viszonya). Homogén lineáris transzformációk és tulajdonságaik. Átfordulási probléma.
2D képszintézis: Görbék vektorizációja. Poligonok háromszögekre bontása. Modellezési transzformáció. Nézeti transzformáció. Szakaszok és területek vágása. Szakaszrajzolás. Területkitöltés.
GLUT/OpenGL 3 és 4/GLSL: Szintaktika, kapcsolat az ablakozó rendszerrel. Ablak megnyitása, eseménykezelő függvények regisztrálása. Vertex array object és vertex buffer object. A GPU csővezeték 2D grafika esetén. GLSL shaderek. "Helló háromszög" megvalósítása OpenGL/GLSL környezetben. Az első házifeladat kiadása.
3D képszintézis optikai alapmodellje: Sugársűrűség. BRDF. Optikailag sima anyagok, geometriai optika visszaverődési és törési törvénye, Fresnel egyenletek. Rücskös felületek, diffúz és csillanó felület. Irány és pont fényforrás. Színek fogalma, színillesztés.
Sugárkövetés: Láthatósági probléma megoldása, felületek normálvektora, árnyékszámítás. Rekurzív sugárkövetés: visszaverődés és törés. A második házifeladat kiadása.
Inkrementális 3D képszintézis. Felületek tesszellációja. Modellezési transzformáció. Az orientáció megadása mátrixszal és kvaternióval. Nézeti transzformáció perspektív vetítés esetén. Vágás homogén koordinátákban. Takarási probléma képernyő koordináta rendszerben, z-buffer algoritmus. Gouraud és Phong árnyalás. Textúra leképzés. OpenGL és a grafikus hardver 3D grafikai alkalmazása. Textúra leképzés, szűrés. GPU programozás. 3D grafikus rendszerek szoftverarchitektúrája. GPGPU, CUDA. A harmadik házi kiadása.
Számítógépes animáció. Mozgás definíciója. Valószerű mozgás. Key-frame animáció. Mechanikai alapok. Diszkrét idő szimuláció. Ütközésdetektálás és ütközésválasz. Karakter animáció. Inverz kinematika.
Számítógépes játékok: Virtuális valóság rendszerek és játékok felépítése. Az avatár. Játék motor. Plakátok, részecske rendszerek. A játékok fizikája. Terepmodellezés. Karakterek mozgása.
Fraktálgeometria.

Mesterséges intelligencia
(VIMIAC10, 5. szemeszter, 3/0/0/f/3 kredit, MIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy célkitűzése a mesterséges intelligencia területének rövid, ám igényes bemutatása. A felvezetés lépései: (1) az intelligens viselkedés számítási modellekkel való kifejezés problémaköre, (2) a mesterséges intelligencia formális és heurisztikus módszereinek elemzése és alkalmazása, (3) a gyakorlati megvalósítások módszerei és problémái.

2. A tantárgy tematikája
Bevezető: MI problémák választéka, intelligencia és alapvető kérdések, mérnöki szemlélet, előzmények. Egy minta feladat elemzése. Hogyan gazdálkodunk információval. Mire van szükség, ha a feladat sem triviális, sem lehetetlen. A helyes absztrakció lépései. Mit nyerünk, mit adunk fel érte? Mik a megoldás buktatói?
Intelligens rendszerek tervezése: ágensek, komponenseik, környezetek, architektúra és program kérdése, keresési tér és az alapvető ágenstípusok (viselkedés), mire számíthatunk egy ágens belsejében. Mit jelent intelligensnek lenni?
Problémamegoldás kereséssel: mik az intelligens rendszerek átfogó algoritmusai, alapvető matematikai absztrakciói. Hogyan kell az eddig megismert algoritmusokat kreatívan alkalmazni intelligencia fokozása érdekében.
Paradigmaváltások szerepe - problémamegoldás kényszer-kielégítéssel. Problémamegoldás többágenses környezetben - keresés ellenséges környezetben.
Intelligencia alapvető komponense - a tudás. Tudás formalizálása logikával. Mit jelent logikában következtetni. Több logika is van, miben különböznek és mit nyújtanak.
Tudásmérnökség, ágensek logikai leírása és a problémamegoldás logikai következtetéssel. Paradigmaváltás felskálázás érdekében.
Tervkészítés, ha minden jól megy, és ha semmi sincs jól.
Intelligencia valóságban - hiányos, bizonytalan és változó tudás: bizonytalanság és valószínűség számítás. Valószínűségi hálók. Következtetés valószínűségi hálókban.
Más eszközök is vannak - fuzzy, evidencia, ... A temporális tudás kezelése. Racionalitás és hasznosság. Intelligencia, mint a racionális döntés képessége. Márkov Dönrési Folyamatok.
Intelligencia alapvető mechanizmusa - a tanulás. Alapvető fogalmak, alapvető feladatok. Döntési fák tanulása. Logikai hipotézisek tanulása.
Neurális hálók tanulása. Mély neurális hálók.
Valószínűségi hálók tanulása, kernel gépek.
Megerősítéses tanulás. Q-tanulás. Mély megerősítéses tanulás.
Több ágenses rendszerek problémaköre.

IT biztonság

(VIHIAC01, 6. szemeszter, 3/0/0/f/3 kredit, HIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy áttekintést nyújt az IT biztonság különböző területeiről, az egyes területek bevezető szintű bemutatásával, és ezzel növeli a mérnök-informatikus hallgatók biztonság-tudatosságát, formálja szemléletüket. A tantárgy felkészíti a BSc hallgatókat az IT biztonsággal kapcsolatos kihívásokra, melyekkel későbbi munkájuk során találkozhatnak, és egyúttal alapozást nyújt azon hallgatók számára, akik IT biztonsággal kapcsolatos ismereteiket az MSc program keretében szeretnék elmélyíteni. Fontos hangsúlyt kap a biztonságos szoftverek fejlesztésének kérdésköre, a biztonságos programozás gyakorlati kérdései.
2. A tantárgy tematikája
Bevezetés. Motivációk, példák, a terület felosztása.
Rosszindulatú szoftverek (malware). Rosszindulatú szoftverek típusai (vírusok, férgek, trójaiak, stb.), működésük, terjedési és rejtőzködési technikák (rootkit-ek), alkalmazások (kiberbűnözés, botnetek, célzott támadások). Malware fertőzések detektálása, incidens kezelés, rosszindulatú programok analízise (reverse engineering).
Szoftverbiztonság. Programozási hibákból származó biztonsági problémák típusai, a hibákat kihasználó exploit technikák működése, illusztratív példák (buffer overflow, heap overflow, format string, hibakezelés, race conditions, ROP, stb.). Különböző programozási nyelvek (C/C++, Java, script nyelvek) és keretrendszerek sajátosságai szoftverbiztonsági hibák szempontjából.

Biztonságos programozás. Szoftverek biztonsági elemzése és tesztelése (code review, architekturális kockázatelemzés, software penetration testing, fuzzing), néhány tesztelést segítő eszköz bemutatása. Biztonságos szoftverfejlesztési módszertanok, illusztratív példák.
Operációs rendszerek biztonsága. Felhasználóhitelesítés, jogosultságkezelés és hozzáférésvédelem Windows és Unix/Linux rendszerekben. Kernel integritás, process izoláció, memória védelem (pl. ASLR). Megerősített operációs rendszerek, Linux Security Modules, Microsoft EMET.
Browserek és webes alkalmazások biztonsága. Biztonsági veszélyek és beépített biztonsági mechanismusok modern browserekben (DOM access control model, same origin policy, third party cookie-k kezelése, sandboxing és egyéb védelem rosszindulatú script-ek ellen). Beépülő modulok biztonsági veszélyei. Webes alkalmazások biztonsági problémái (SQL injection, XSS, CSRF, stb.) és javasolt megoldások. CMS rendszerek tipikus hibái (backdoor-ok telepítése, tetszőleges kód futtatás a szerveren) és javasolt megoldások.
Mobile platformok és felhő alapú rendszerek biztonsága. Android és iOS platformok biztonsági architektúrája, alkalmazás permission modellek. Mobil malware-ek típusai, működésük. Egyéb biztonsági és privacy problémák mobil környezetben. Cloud alapú rendszerek biztonsági kihívásai, felhőben tárolt adatok védelme, hardware virtualizáció biztonsági kérdései, a felhő infrastruktúra védelme rosszindulatú guest-ek ellen.
Hálózati behatolási módszerek. Tipikus hálózati támadás fázisai (felderítés, behatolás, backdoor telepítés, lateral movement és priviledge escalation, root-ra törés), az egyes fázisokban alkalmazott módszerek és eszközök, illusztratív példák. Hálózatok biztonsági tesztelése (penetration testing, etikus hacking).
Tűzfalak és behatolás detektáló rendszerek. Határvédelem tűzfalakkal, tűzfalak típusai, működésük, tipikus konfigurációs beállítások, és tipikus hibák, illusztratív példák. Néhány konkrét tűzfal termék bemutatása. Behatolás detektáló és SIEM rendszerek fajtái, működésük, konfiguráció. Néhány konkrét IDS és SIEM termék bemutatása. Logelemzés, logelemző eszközök.
Kriptográfiai algoritmusok és alapprotokollok. Kriptográfiai építőelemek áttekintése (ismétlés jelleggel). Blokkrejtjelezési módok, üzenet hitelesítés, véletlenszám generálás, kulcscsere protokollok működése és elemzése, PKI alapok.
Biztonságos kommunikációs protokollok. Gyakorlatban használt biztonsági protokollok (TLS, IPsec, WPA2) működésének ismertetése, és a protokollok biztonsági analízise, néhány ismert támadás.
Privátszféra védelem. Webes nyomonkövetési technikák (pl. browser fingerprinting, third party cookie-k). Privacy problémák közösségi hálózatokban. Anonim kommunikációs rendszerek (pl. Tor) működése, alkalmazási területek.
Kockázatmenedzsment és IT biztonsági ajánlások. Biztonsági kockázatmenedzsment alapelvei, folyamata, és alkalmazott módszerek. IT biztonsággal kapcsolatos fontosabb szabványok és ajánlások (pl. ISO 27000 sorozat, ISO 17799, COBIT, Common Criteria framework, fontosabb RFC-k és NIST ajánlások)
Enterprise architektúra biztonsága. Az előadások során elhangzott ismeretek összefoglalása egy integráló példán keresztül, melyben bemutatjuk egy tipikus vállalati IT infrastruktúra biztonsági architektúrájának megtervezését és mechanizmusainak kialakítását.

Információs rendszerek üzemeltetése

(VITMAC02, 6. szemeszter, 2/0/1/f/4 kredit, TMIT)

1. A tantárgy célkitűzése

A tantárgy célja a számítógépek illetve összetett, hálózatba kapcsolt információs rendszerek működtetési és rendszer-adminisztrációs feladatainak megismertetése. A tantárgy rendszer-szemléletű áttekintést ad az információs rendszerek üzemeltetési feladatairól, beleértve a legáltalánosabb IT szolgáltatásokat. Bemutatjuk az IT üzemeltetést megalapozó általános szabványokat, házirend (policy) kereteket és a rendszergazdákkal kapcsolatos etikai elvárásokat.

2. A tantárgy tematikája

Bevezetés: az információs rendszerek kialakulásának fő lépései, az üzemeltetés feladatai. Rendszer-adminisztrátori feladatok. Esettanulmány: telefonos ügyfélközpontok migrálása nagyvállalati környezetben, országos hálózat border gateway migrációja. A laborgyakorlattal kapcsolatos tudnivalók áttekintése. Linux-alapú rendszerek adminisztációja. Alapvető rendszergazdai feladatok, account-kezelés, file-rendszer kezelés, tűzfal-konfiguráció, bash scripting. Apache web-szerver konfiguráció és üzemeltetés. Rendszer–felügyelet a monit segítségével.

Az üzemeltetési feladatok és a hálózati ismeretek összefüggései. IT hálózati elemek, hálózatba illesztés, (IP címek, címosztályok, DHCP, ARP, RARP, NAT(P), DNS), hálózati topológiák, VPN, demarkációs pontok, hálózati térképek.

Az informatikai infrastruktúra és üzemeltetési feladatai. Gépcsaládok. Szerverek jellemzői és üzemeltetési feladatai. Blade szerverek. Homogén és heterogén rendszerek. Szerverek energia ellátása. Redundancia. Frissítések tervezése, ütemezése, tesztelése. Példák, karbantartási ablak, méretezés. Asztali (desktop) elemek üzemeltetési feladatai vállalati környezetben.

Adatok vállalati környezetben. Adatok típusai, értéke. Adatgazdálkodás, adattárolás, tárolók. Hierarchikus tároló kezelés. Diszk-tárolás megbízhatósága. Flash tömbök. Adattároló architektúrák (Internal/external DAS, adattárolók konszolidációja, SAN, Fibre Channel, NAS, NAS protokollok, IP SAN).

Volume copy, flash copy. Tárterület virtualizáció. Tároló menedzsment és feladatai. Adatmentés és helyreállítás. Mentőrendszerek. Adatmentési stratégiák: inkrementális, differenciális, progresszív. Kollokáció. LAN-free és zero-down-time mentés. Biztonságos tárolás.

Felügyelet és riportok. Archiválás. Mentés tervezése, méretezési feladatok.

Adatközpontok. Klasszikus, multi-tier architektúra. Túlméretezés. Példák, kétszintű és háromszintű adatközponti kialakításra. Fat tree topológia. Spine and leaf architekúra. Feszítőfa irányítási algoritmus ás korlátai. Többszörös útvonalak figyelembe vétele. Nagyteljesítményű clusterek. Demilitarizált zónák. Webszerverek. Adatközpontok belső, funkcionális kialakítása. Adatközponti szolgáltatások.

Virtualizáció és felhő IT. A felhő IT alapelvei. Iaas, PaaS, SaaS. Nyilvános, magán és hibrid felhő. A migráció kérdései. Együttműködtethetőség. Szabványosítási irányok (UCI, OCCI). Előnyök és kockázatok, Monitoring. Hozzáférés-szabályozás.

Felügyeleti rendszerek. End-to-end nézet. QoS, QoE. Hálózatfelügyeleti módszerek. Forgalom-monitorozás, forgalmi adatok feldolgozása, szolgáltatás-szintű elemzés, hibamenedzsment. Távközlési Menedzselő Hálózat (TMN), TMN FCAPS. Hálózati eszközök használata. SNMP.

Szolgáltatások üzemeltetése: általános kívánalmak és elvárások. A legfontosabb üzemeltetési alaptevékenységek. IT szolgáltatások megtervezése, beüzemelése, fejlesztése, felügyelete, karbantartása, támogatása. Centralizáció és szabványok. A BYOD elv következményei a szolgáltatások üzemeltetésében. e-mail szolgáltatás üzemeltetési feladatai.

Távoli hozzáférés szolgáltatás. Vállalati internet hozzáférés,VNC, RAS, és web-alapú technológiák. Nyomtatás, hálózati nyomtatás protokollok, formátumok, elterjedt megoldások. Szinkronizációs problémák, Cloud office.

WiFi üzemeltetés: SOHO és enterprise WiFi üzemeltetés. Beltéri és kültéri infrastruktúra, lefedettség, rádiós paraméterek, felhasználók száma. Központosított vállalati WiFi infrastruktúra: hitelesítés és hozzáférés-szabályozás, BYOD, WPA2-Enterprise konfigurációs kérdései, L2 roaming technológiák, valamint konfigurációs lehetőségek áttekintése.

Szabványok IT eszközök üzemeltetéséhez (IPMI, DMI, WBEM). Az IT infrastruktúra elemeinek közös információs modellje. (CIM, MOF). Szolgáltatási szintű üzemeltetés, SLA követelmények. ITIL.

II.4 Elágazó tantárgyak

Beágyazott információs rendszerek
(VIMIAD00, 7. szemeszter, 2/1/0/f/3 kredit, MIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy célja egyrészt a fizikai-biológiai-kémiai-technológiai környezetükkel aktív, valós-idejű információs kapcsolatban álló, ún. beágyazott számítógépes rendszerek informatikai vonatkozásainak bemutatása és a létrehozásukhoz szükséges ismeretek és készségek fejlesztése gyakorlati példákon keresztül. További cél a tartósan autonóm és valós-idejű működés, valamint a szolgáltatás-biztonság követelményeit figyelembe vevő tervezési elvek bemutatása.
A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő hallgatóktól elvárható, hogy átfogó ismeretekkel rendelkezzenek a beágyazott információs rendszerekkel szemben támasztható és támasztandó követelményekről, ismerjék a valós idejű programvégrehajtás és feladat-szinkronizálás alapvető módszereit, az elosztott rendszerek kommunikációjának alapjait, továbbá biztonságos működtetésük legfontosabb szempontjait.
Mindezek révén a hallgatók képessé válnak arra, hogy alkotó módon hozzájáruljanak olyan problémák megoldásához, amelyek tipikusan beágyazott számítógépek és hálózataik fizikai folyamatokkal történő integrációja kapcsán merülnek fel, nevezzék azokat akár mindenütt jelenlevő informatikának, akár tárgyak internetének, akár kiberfizikai rendszernek, akár életvitelt segítő információtechnológiának.
2. A tantárgy tematikája
Bevezetés: A jelen és a jövő beágyazott rendszerei: Befogadó környezetek-befogadott eszközök. Beágyazott rendszer funkciók. A beágyazott szoftver, mint univerzális rendszerépítő eszköz. A beágyazott eszközök együttműködése: rendszerek rendszerei. A beágyazott eszközök és az internet. Trendek és szóhasználatok. Európai kezdeményezések. Kihívások. Megegyezés protokollok jelentősége. A válaszidő elvárások teljesíthetősége. 2. Ütemezés beágyazott rendszerekben: Ciklikus, időosztásos, prioritásos. Deadline Monotonic Analysis (DMA) módszer.
Ütemezhetőség, ütemezhetőségi tesztek. Rate Monotonic (RM), Earliest Deadline First (EDF) ütemezések, az EDF ütemezhetőség bizonyítása. Ütemezés nem független taszkok esetén. Prioritás öröklés. Prioritás felső-határ protokollok (PCP, IPCP).
Processzor-igény módszer. Ütemezés periódusidőnél rövidebb határidők esetén. Hibatűrő ütemezés. Periodikus és aperiodikus taszkok együttes kezelése.
Memória menedzsment időviszonyai: Multitasking rendszerek memóriakezelése. Erőforrás kezelés időviszonyai. 4. Időmérés, időszolgáltatás, órák szinkronizálása: A digitális időmérés elvei. Kis időtartamok mérése.
Az órák, mint a valós idő adott pontosságú forrásai. A referencia óra, helyes óra, pontos óra. Óra drift. Óra ofszet. Együttfutás. Pontosság. Időintervallum mérés elosztott rendszerekben. A make időviszonyai. Órarendszerek típusai. Idő standardok. Berkeley algoritmus. Cristian algoritmus. Master-slave algoritmusok.
Mennyiségek, változók valós idejű rendszerekben: RT változók. RT változók képe. Megfigyelések: állapot megfigyelés, esemény megfigyelés, indirekt megfigyelés. RT objektumok. Időbeni pontosság. Állandóság. Akció késleltetés. Idempotencia.
A befogadó környezet modellezése, a modell beépülése a működtető programba. A modell-illesztések alapkoncepciói. A mintavételezés, a lekérdezés és a megszakítás rendszer-technikája. A replikátum determinizmusának követelménye.
Valós idejű kommunikáció: A kommunikáció időviszonyai: az adatáramlás szabályozásának időigénye. PAR protokollok. Az idővezérelt architektúra (TTA). Az idővezérelt protokollok (TTP) főbb jellemzői. Teljesítőképességi határok. A protokolltervezés alapvető konfliktusai.
Beágyazott operációs rendszerek: RT kernelek feladata. Standard operációs rendszerek RT kiegészítései. RT Linux. Virtualizáció beágyazott rendszerekben. Microkernel technológia.
Szenzorhálózatok: Felépítésük, képességeik. A TinyOS fejlesztési környezet. Kommunikáció szenzorhálózatokban. CSMA problémák. Útvonalválasztás kérdései.

Hatékony implementáció: A modellezés és szabályozás nem-konvencionális eszközei beágyazott rendszerekben: kvalitatív és fuzzy modellezés és szabályozás alapkoncepciói. Hibrid rendszerek.
Biztonságkritikus rendszerek: Biztonsági követelmények. Megbízhatósági mértékek. Redundanciák alkalmazása. Állandósult hardver hibák kezelése. Szoftver hibák kezelése.

Beszédinformációs rendszerek
(VITMAD00, 7. szemeszter, 2/1/0/f/3 kredit, TMIT)

1. A tantárgy célkitűzése
Az emberi információ-kezelés és kommunikáció alapja a természetes beszédlánc (beszélő ember - levegő - hallgató ember) működése. A beszédinformációs rendszerek a természetes beszédlánc egy vagy több elemének mesterséges informatikai megvalósítását (pl. beszédfelismerés, beszédszintézis, stb.) integrálják az információ gyűjtésével, tárolásával, feldolgozásával és/vagy az ahhoz való hozzáféréssel kapcsolatos folyamatokba. Napjainkban számos gyakorlati alkalmazásban megjelentek a nagyméretű, egyre jobban integrált és automatizált beszédinformációs rendszerek (pl. okostelefonok, TV-k, tabletek automatizált beszédfunkciói, hívásközpontok, tele-banking, mint Apple Siri asszisztens, Google Voice Search, diktáló rendszerek. beszéd- és szöveg analitika, gépi tolmácsolás). A tantárgy célja a beszédlánc elemei mesterséges megvalósításának megismertetése és a beszéddel vezérelt és/vagy beszéddel válaszoló információs rendszerek azon eljárásainak taglalása, amelyek beszédspecifikusak. A tantárgy gyakorlati példák felhasználásával mutatja be a beszédinformációs rendszerek kialakításához szükséges elméleti és gyakorlati ismereteket, az automatizáláshoz alkalmazható beszédtechnológiai eszközrendszer főbb elemeit, azok alapvető működési elveit, specifikációs jellemzőit.
2. A tantárgy tematikája
Bevezetés
Miért fontos a beszédtechnológia? Milyen főbb elemekből épül fel egy beszédinformációs rendszer (pl. intelligens személyi asszisztens)?
A nyelv, a beszéd és a szöveg az emberi kommunikációban. A természetes beszédlánc elemei és működésük. Az emberi beszédkeltés, a beszédészlelés és a beszédmegértés alapfogalmai. A beszéd akusztikai szerkezetének legfontosabb jellemzői. A beszéd szintjei, redundanciája, a hordozott kiegészítő információk.
Beszédkódolás és tömörítés
A beszédkódolás szerepe a digitális beszédtárolás, valamint az infokommunikációs hálózatok rendszereiben. Beszéd/csend és más akusztikus jelek megkülönböztetése. A beszédkódolás alapvető módszerei (PCM, formáns, LPC, és továbbfejlesztéseik). A kódolás hatása más beszédtechnológiai eszközökre. A kódolt beszéd minősítése (érthetőség, természetesség).
Beszédválaszú rendszerek
A gépi beszédkeltés alapfogalmai (kötött, kötetlen és vegyes szókészlet).
Beszédválaszú rendszerek tervezési szempontjai
A kötött szókészletű akusztikai adatbázis tervezési szempontjai és megvalósításnak lépései. Vegyes rendszerek kialakításának indokai, megoldási lehetőségei. Nagy hanghűségű prozódia módosítási algoritmusok.Kötetlen szókészletű (text-to-speech és concept-to-speech) rendszerek felépítése, alapvető osztályai. Egységes szövegábrázolási, szövegelemzési és átalakítási feladatok és kapcsolódó adatbázisok. Kötetlen szókészletű akusztikus adatbázisok tervezési szempontjai és elkészítésük módszerei. Beszédválasz szövegkorpuszának kialakítása. Az adatbázis elkészítése, módosítása, és ezek algoritmusai. A prozódia (hangmagasság, hangerő, ritmusváltozás) jelentősége és megvalósítása. Többhangú rendszerek és automatikus hangkonverzió. Többnyelvű rendszerek. Nyelvdetekció, ékezetesítés. Egységes hangjelölési rendszerek. Fejlesztői környezetek. A rendszerek automatizált megvalósításának algoritmusai (pl. gépi tanulás).
Beszédfelismerés
A beszédfelismerés alapfogalmai és alapvető architektúrái. A működés fő fázisai: lényegkiemelési, vetemítési, osztályozási eljárások. A beszédfelismerés különböző szintjei. A beszédfelismerők fajtái:

személyfüggő, személyfüggetlen, és adaptív rendszerek. Szabálybázisú és statisztikai elven működő, valamint hibrid rendszerek elvi alapjai. Irodai, PSTN, mobil és gépkocsiban működő rendszerek.
A beszéd- és szövegadatbázisok jelentősége
Adatbázisok leírása, tervezése, feldolgozási módszereik. Az akusztikus környezet szerepe. Felismerő létrehozásának fázisai megismerése. Szótárkészlet automatikus bővítése, adaptivitás. A prozódia szerepe. Többnyelvű rendszerek kialakítása. Fejlesztői környezetek és eszközök.
Beszédfunkciók alkalmazása információs rendszerekben
Beszéddel informáló dialógus rendszerek alapfogalmai. Rendszer vezérelt, felhasználó vezérelt és vegyes kezdeményezésű rendszerek. DTMF és beszédfelismerő alapú vezérlés beszédválaszú rendszerekben. Uni- és multimodális rendszerek. Modalitás konverzió és szerepe a globális személyes kommunikációs rendszerekben.
Beszédinformációs rendszerek tervezésének és megvalósításának lépései.
Tipikus alkalmazási környezetek, meghatározó alkalmazói rendszerek (pl ügyfélszolgálat automatizálás, egészségügy, rehabilitáció). A vállalati akusztikai arculat fogalma és színvonalas biztosításának módszerei.

Deklaratív programozás
(VISZAD00, 7. szemeszter, 2/1/0/f/3 kredit, SZIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A deklaratív - más néven nonimperatív - programozási paradigma megismertetése, többek között a párhuzamos és elosztott programozás (pl. a többmagos processzorok programozása), a korlátalapú programozás, a mesterségesintelligencia-módszerek, az ontológiakezelés és a szemantikusweb-kezelés korszerű megalapozására.
2. A tantárgy tematikája
Bevezetés, követelmények, irodalom. Kifejezések felsorolása deklaratívan. Deklaratív paradigmák C nyelven. Jobbrekurzió és tárigény
A Cékla programozási nyelv típusai, szintaxisa. Listakezelés Céklában. Listák összefűzése eredeti és fordított sorrendben. Imperatív programok átírása gyűjtőargumentumokkal. Magasabb rendű függvények. Generikus függvények
Deklaratív és imperatív programozás összevetése. Prolog bevezetés példákon keresztül. A Prolog nyelv alapszintaxisa. A Prolog végrehajtási mechanizmusa.
Listakezelés Prologban. Operátorok. További vezérlési szerkezetek.
Erlang bevezetés példákon keresztük. Típusok, Erlang szintaxis alapjai. Mintaillesztés, term, kifejezés. Listanézet és alkalmazásai. Magasabbrendű függvények, függvényérték. Műveletek, beépített függvények.
Őr, őrkifejezés, helye a mintaillesztésben. Típusspecifikáció, mint konvenció és mint nyelvi elem. Kivételkezelés és alkalmazásai. Rekord, mint szintaktikus édesítőszer. Gyakori könyvtári függvények. Keresési feladat pontos megoldása funkcionális megközelítésben
A Prolog végrehajtás – algoritmusok. Meta-logikai eljárások. Megoldásgyűjtő eljárások. A keresési tér szűkítése. Vezérlési eljárások.
A Prolog megvalósítási módszereiről. Determinizmus és indexelés. Jobbrekurzió, akkumulátorok Prologban. Kényelmi eszközök: Definite Clause Grammars (DCG), ciklusok.
Imperatív programok átírása Prologba. Modularitás Sicstus Prologban. Magasabbrendű eljárások. Dinamikus adatbáziskezelés. "Hagyományos" beépített eljárások. Fejlettebb nyelvi és rendszerelemek.
Rekurzív adatstruktúrák Erlangban. Listák használata: futamok. Rekurzió fajtái. Halmazműveletek rendezetlen listával. Generikus keresőfák. Lusta farkú lista Erlangban.
Összefoglalás, kitekintés

Képfeldolgozás
(VIIIAD00, 7. szemeszter, 2/1/0/f/3 kredit, IIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A gépi látás alapjainak: a képek rögzítésének, tárolásának, feldolgozásának megismerése.
2. A tantárgy tematikája
A képfeldolgozás alapfogalmai. Az emberi látás, és a megjelenítés összefüggései. Egyszerű példa a képfeldolgozásra. A kép, mint 2D folytonos és diszkrét függvény.
Harmonikus bázisfüggvények. Fourier transzformáció. Mintavételezés és rekonstrukció. A fényspektrum és a szín, színrendszerek alapjai. Kvantálás és dither.
Képformátumok és képtömörítés. Adattárolás. Nyomtatás, színkalibráció.
Kamerák és képrögzítő eszközök. Camera obscura és valós kamera belső és külső paraméterei és tipikus felépítése. Mélységélesség, torzítás. Kalibráció. Homogén lineáris transzformációk.
Hisztogram műveletek. Matematikai morfológia. Mérések bináris képeken, pozíció, orientáció, hossz, számosság. Szomszédosság. Csontvázasítás.
Alacsony szintű képfeldolgozás: lineáris szűrés tér és frekvencia tartományban. Szeparábilitás. Gauss piramis. Nem lineáris, statisztikai szűrők: medián és változatai. Éltartás, bilaterális szűrők.
Él, völgy és sarokdetektálás. Első és második deriváltak: gradiens és Hesse mátrix.
Szegmentálás. Hasonlóságon alapuló szegmentálás, elárasztásos kitöltés (ismétlés). Hough transzformáció egyenesre és körre. Mozgás alapú szegmentálás, előtér és háttér szétválasztás. Textúra alapú szegmentálás.
Mozgáskövetés, optikai áramlás.
Sztereolátás, epipoláris geometria. Pontmegfeleltetés: SIFT. RANSAC.
Képleírók, bevezetés az alakfelismerésbe és osztályozásba, template matching.
Képek regisztrációja.
3 dimenziós képek feldolgozása
Összefoglalás, kitekintés, más, ráépülő tantárgy lehetőségek ismertetése

II.5 A mérnökinformatikus alapszak specializációi és tantárgyai

1. Infokommunikáció specializáció: Kiszolgálója: HIT, TMIT

Tantárgyak:
- Mobil kommunikációs hálózatok (HIT)
- Hálózatok üzemeltetése (TMIT)
- Médiaalkalmazás és -hálózatok a gyakorlatban (HIT)
- Hálózatba kapcsolt erőforrás platformok és alkalmazásaik (TMIT)
- Infokommunikáció laboratórium I. (TMIT)
- Infokommunikáció laboratórium II. (HIT)

A specializáció gazdatanszéke: TMIT

2. Rendszertervezés specializáció: Kiszolgálója: AUT, IIT, MIT

Tantárgyak:
- Informatikai rendszertervezés (MIT)
- Ipari informatika (IIT)
- Alkalmazásfejlesztési környezetek (AUT)
- Intelligens elosztott rendszerek (MIT)
- Rendszertervezés laboratórium I. (MIT)
- Rendszertervezés laboratórium II. (MIT)

A specializáció gazdatanszéke: MIT

3. Szoftverfejlesztés specializáció: Kiszolgálója: AUT, IIT, MIT.

Tantárgyak:
- Adatvezérelt rendszerek (AUT)
- Objektumorientált szoftvertervezés (IIT)
- Integrációs és ellenőrzési technikák (MIT)
- Kliensoldali technológiák (AUT)
- 3D grafikus rendszerek (IIT)
- Szoftverfejlesztés laboratórium I. (AUT)
- Szoftverfejlesztés laboratórium II. (AUT)

A specializáció gazdatanszéke: AUT

4. Vállalati információs rendszerek specializáció: Kiszolgálója: ETT, SZIT, TMIT

Tantárgyak:
- Vállalatirányítási rendszerek (ETT)
- Termelésinformatika (ETT)
- Gazdálkodási információmenedzsment (TMIT)
- Adatelemzés (SZIT)
- Vállalati rendszerek programozása laboratórium (ETT)
- Vállalati jelentéskészítés laboratórium (ETT)

A specializáció gazdatanszéke: ETT

II.6 A mérnökinformatikus alapszak specializációtantárgyainak leírása

II.6.1 Infokommunikáció specializáció (HIT, TMIT)

(Infocommunikations)

A specializáció gazdatanszéke: TMIT

Specializációfelelős: Dr. Heszberger Zalán

Célkitűzés:

Az online szolgáltatások és alkalmazások alapja a hálózati szolgáltató architektúra. Ennek fő trendje ma a mobilitás terjedése, a virtualizáció, a felhő kommunikáció és a szoftverek arányának növekedése. Az architektúrát jól ismerő mérnök kitüntetett szakmai pozíciót szerez mind az infrastruktúra fejlesztéséhez és üzemeltetéséhez, mind az online szolgáltatások megvalósításához. Az Infokommunikáció specializáció célkitűzése olyan mérnökök kibocsátása, akik ismerik a hálózati szolgáltató architektúra elemeit, az elemekből felépített rendszer összefüggéseit és képességeit, az infrastruktúrán nyújtott szolgáltatások jellemzőit. BSc szinten a hallgató alkalmassá válik az infokommunikációs hálózat építésében és üzemeltetésében előforduló feladatok ellátására, valamint szolgáltatások létesítésével és fenntartásával kapcsolatos tevékenységekre. A specializáció bemutatja a gyakorlatban működő és a közeljövőben elterjedő kommunikációs hálózatok alapvető felépítését és működését. A hallgatók megismerik a hálózatokon megvalósított szolgáltatások, illetve hálózatok által megvalósított informatikai alkalmazások legfontosabb területeit. Nagy hangsúlyt kap a legnagyobb átviteli igényt támasztó médiaalkalmazásokat kiszolgáló hálózati megoldások oktatása, valamint hálózatba kapcsolt erőforrások információs rendszerekké (adatközpont, felhő architektúra) integrálásának módja, a személyére szabott szolgáltatások Internet platformja.

II.6.1.1 A specializáció tantárgyai

II.6.1.1.1 Mobil kommunikációs hálózatok

(VIHIAC00, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy gyakorlati megközelítésben bemutassa a napjainkban legelterjedtebb mobil hálózatok és rendszerek felépítését és működését, valamint az üzemeltetésükhöz és tervezésükhöz szükséges alapvető ismereteket. A tantárgy célja továbbá alapvető rádiós és vezeték-nélküli kommunikációs megoldások és ezek lehetőségeinek, használati módjainak bemutatása konkrét mobil hálózati példákon keresztül. A félév során a hallgatók alaposan megismerik a közcélú mobil kommunikációs hálózatok fejlődését a 2G->3G->4G evolúció során, valamint megismerik az aktuális 5G hálózati irányzatokhoz javasolt megoldásokat. Az ismertetés során végig az ipari, gyakorlati megvalósításokra fókuszálunk. Hangsúlyt fordítunk ezenkívül a lokális vezeték-nélküli hálózatok ismertetésére, valamint speciális célú ipari hálózati megoldások ismertetésére, az 5G témakörön belül további távlati fejlesztési irányokra (pl. cloud rádióhálózat, stb.). A tantárgy fókusza a különböző mobil kommunikációs rendszerek hálózati működésén, folyamatainak tulajdonságain, üzemeltetési és felügyeleti, valamint szoftveres szempontból releváns részein van, nem részletezzük a fizikai réteg működését.

Rövid tematika:

Bevezetés, mobil hálózati alapismeretek:

Motivációk, információk a szakirányról, a szakirány logikai felépítése, a tárgyak közti összefüggés. A szakma elhelyezése a palettán: országos, EU, (-> világ) adatok a szakmára vonatkozóan: cégek száma, alkalmazott mérnökök száma, árbevétel, részesedés a GDP-ből, stb., a közeljövőre vonatkozó kilátások. A tárgy féléves tematikájának áttekintése, a tantárgy logikai keretének elmagyarázása, a kapcsolódó laborok indoklása, rövid bevezetése.

Mobil hálózatok általános felépítése, frekvenciaújrafelhasználás elve, cellás elv.

Mobilitásmenedzsment és csatorna alapismeretek:

Hálózatok tipikus felépítése, logikai és fizikai architektúra közti különbség szemléltetése valós hálózati

példán. Felhasználói mobilitásból eredő problémák és vázlatos megoldások: handover, mobilitás menedzsment. Helyzetfrissítés, helyzet követés és helyzet predikció alapvető módszerei, alkalmazásuk a valós hálózatokban. Hívásátadási eljárások fajtái, használatuk, tulajdonságaik. Szükséges legalapvetőbb ismertetés szintjén: sávszéleség, vivőfrekvencia jelentése, zaj/interferencia jelentése, hatása; Shannon kapacitás; csillapítás, fading; moduláció; hibavédő kódolás; erősítés.
3G rendszerek:
3G rádiós interfész alapvető ismertetése: elérhető átviteli sebességek/csatornák, csomag/vonalkapcsolt megoldások, overheadek, gyakorlatban várható sebességek, UMTS -> HSPA -> HSPA+ továbbfejlesztések ilyen szintű ismertetése, 3G hálózat felépítése és a berendezések szerepe, működése, új elem a rádiós hozzáférési hálózatban (UTRAN): RNC, felépítése, funkciói. HSPA fejlesztések hatása a 3G hálózati architektúrára. UTRAN hálózat topológiai, konfigurációs lehetőségek és megoldások. UMTS hálózati protokollok. Protokoll architektúra fejlődése, a rétegek feladatai. Jelenleg elterjedt megoldások. UMTS QoS osztályok, ezek praktikus megvalósítása. QoS támogatás HSPA-ban. QoS megvalósítása: ütemezés, erőforrás kezelés a hálózatban.
LTE rendszerek:
LTE rádiós interfész alapvető ismertetése. OFDM alapvető szinten. Elérhető átviteli sebességek/csatornák megoldások. Overheadek, gyakorlatban várható sebességek. LTE -> LTE Advanced továbbfejlesztések ilyen szintű ismertetése. LTE hálózat felépítése és a berendezések szerepe, működése. Új elemek a maghálózatban. Felépítésük, funkciói, hardver/szoftver architektúrájuk. Konkrét megvalósítási módozatok, példa hálózati felépítés az LTE megvalósításához (a szabványban adott logikai architektúrán túl). A fenti 3G példára alapozva, mint evolúció/továbbfejlesztés, rámutatni a motivációkra.
LTE rendszerek működése:
LTE protokoll architektúra. LTE stack. Az S1 alapvető jellemzése. Az X2 interfész alapvető jellemzése. A maghálózati interfészek alapvető jellemzése. Gyakorlati megvalósítások. Újdonságok az LTE-Advanced szabványverziókban (2010 utáni) a rendszer működéséről.
Hálózat felügyelet, hálózat menedzsment csomagkapcsolt mobil hálózatban:
Hálózatmenedzsment alapfogalmak és értelmezésük. UMTS->HSPA->LTE fejlődés hatása a hálózatfelügyeleti rendszerekre. Tipikus mobil hálózati adatforgalmi jellemzők. Általános csomagkapcsolt hálózati KPIk jelentése, értékelése, értelmezése. Speciális, az adott rendszerre jellemző KPIk és jelentésükMérés, tesztelés a mobil hálózatokhoz.
802.11 WiFi hálózatok:
802.11b,g,a,n,ac fizikai rétegek áttekintése elérhető bitsebesség és teljesítmény szempontjából. 802.11e QoS képes közeghozzáférési protokoll működése.
802.11 hálózati megoldások:
802.11 hálózat és protokoll rétegek. 802.11 mesh hálózati működés, 802.11 mint backbone. WiFi wireless distribution system használata és lehetőségei.
Bluetooth és Bluetooth Low Energy hálózatok:
Hálózatszervezés, fő Bluetooth hálózatszervezési folyamatok. Bluetooth fejlesztői eszközök, rendelkezésre álló támogatások. Bluetooth verziók által nyújtott teljesítmény.
Ad-hoc hálózatok, csoportosítás, használati lehetőségek:
Közeghozzáférés és útvonalválasztás ad-hoc hálózatokban. Esettanulmány: ad-hoc hálózatok létrehozás WiFivel.
Speciális célú hálózati megoldások különleges környezetben:
Ipari hálózatok, (jármű) fedélzeti hálózatok. Különbségek egy “felhasználói” hálózathoz képest. Hálózati szempontból, illetve vezetéknélküli szempontból. Ipari Internet hálózatok létrehozása és fejlesztések.
A mobil/vezetéknélküli hálózatok jövője:
5G hálózatok, a szabványosítás jelenlegi állapota, Release 15. A rendszerarchitektúra változása a szabványosítás alapján. Forgalom növekedés, “kapacitás-kocka”: a kiszolgálás lehetséges módjai. Attocellás hálózatok, magasabb sávokban: 60 GHz, 120 GHz. Masszív MIMO rendszerek; koordinált multipont átvitel; lehetőségek korlátai, hálózati szempontok. Hálózati berendezések megvalósítása általános célú hardver platformokon, cloud mobil maghálózat, hálózatvirtualizáció. Látható fényt használó rendszerek: LiFi. Kkvantum-kommunikáció: lehetőségek és kurrens fejlesztések .

II.6.1.1.2 Hálózatok építése és üzemeltetése

(VITMAC00, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja különböző méretű és típusú IT hálózatok és a hozzájuk kapcsolódó szolgáltatások létrehozásához és üzemeltetéséhez szükséges ismeretek bemutatása. A hallgatók megismerik különböző hálózati eszközök belső felépítését, működését és az ebből adódó lehetőségeket és kényszereket. A tantárgy gyakorlat-orientáltan mutatja be a különböző hálózati platformokat, az alapvető hálózati funkciókat és szoftver eszközöket, melyek elengedhetetlenek az IT hálózatok üzemeltetése során. Részletesen bemutatjuk a mai hálózatok legfontosabb építőelemeit és azok működését, illetve a működtetésükhöz szükséges operációs rendszer környezetet és a fontosabb „szoftver szerszámokat", melyek elengedhetetlenek egy hálózat beüzemeléséhez és a hibakereséshez. A különböző hálózati funkciókat is gyakorlat-orientáltan tekintjük át, kiemelve a problémákat, hibaforrásokat. A hálózatok kialakításának lépéseit (az igényfelméréstől, tervezéstől a konkrét megépítésig, üzembe helyezésig) részletesen ismertetjük és gyakorlatokon be is mutatjuk. Olyan szolgáltatásokra is kitérünk, amelyekkel a felhasználók közvetlenül találkoznak (pl. hitelesítés hálózaton keresztül, címtár), és a hálózatok belsejében alkalmazott mechanizmusokra is (pl. terheléselosztás, többutas átvitel). Hangsúlyosan szerepel a hálózatmenedzsment. Bemutatásra kerül a jövőbe mutató SDN (Software-Defined Networking) koncepció és annak mai megvalósításai a fejlődési irányok és alkalmazási területek. Az SDN lehetővé teszi a „szoftveres tudás" és évtizedes szoftverfejlesztési tapasztalatok alkalmazását, illetve testre szabását a hálózatok világában. A félév végén esettanulmány jelleggel valós hálózati alkalmazásokat (pl. Drupal, git) és valós hálózatokat (pl. BMENET, HBONE) mutatunk be.

Rövid tematika:

Bevezető. Hova fogunk eljutni a félév végén? Érdekes hálózatos témák, valós demók

Hálózati eszközök operációs rendszere, Linux alapú platformok (pl. OpenWRT). Linux rendszerek részletes bemutatása. Hálózatkezelés, egy csomag útja a rendszerben.

Alapvető segédeszközök, „szoftver szerszámok" (tcpdump, wireshark, iproute2, ifconfig, route, iptables, ...). Python script nyelv és gyakorlati alkalmazása.

Hálózati funkciók a gyakorlatban: DHCP, DNS, ARP, NAT. DHCP konfigurációk, Zero-konfiguráció és protokolljai. Különböző implementációk. NAT, NAT átjárás.

Esettanulmány: egy konkrét, Linux virtuális gépekből kialakított teszthálózat beüzemelése lépésről lépésre (NAT, tűzfal, DHCP, DNS).

Statikus routing, routing protokollok: RIP, OSPF. Hálózat ISP felé kapcsolása, DNS.

Hálózati eszközök belső felépítése és működése. Routerek, menedzselhető és nem menedzselhető switchek, hubok, WiFi hozzáférési pontok, optikai eszközök. Interfészek és fizikai korlátok.

Hálózatok kialakítása, eszközök összekapcsolása. Igényfelmérés, tartományok kialakítása és elválasztása. VLAN kiépítések. Telephelyek összekapcsolása. L2VPN, IPSec. Külsős dolgozók bekapcsolása (remote access VPN), SSL VPN. DMZ kialakítása, szerverek elhelyezése.

Vállalati WiFi és SOHO WiFi. Hitelesítés vállalati WiFi hálózatokban, a 802.1X protokoll. Hitelesítési metódusok. Vékony és vastag architektúrák.

A hálózat mint platform. Software-Defined Networking (SDN) koncepció és megvalósításai. SDN architektúra. SDN alkalmazása különböző területeken és hálózati környezetekben.

SDN a gyakorlatban. Az OpenFlow szabvány áttekintése. Szoftver és hardver switch-ek. Kontroller alapok, esettanulmányok.

Kontrollerek, kontroller szoftver platformok (POX, NOX, Floodlight, OpenDaylight). Kontroller alkalmazások fejlesztése. Gyors prototípus fejlesztés Mininet hálózatemulációs környezetben.

Többutas átvitel (multi path), hibavédelem, terheléselosztás (load balancing), traffic engineering. Kitekintés: gerinchálózati technikák, MPLS.

Valós hálózatok. Esettanulmányok valós hálózatokról: BMENET, HBONE, GÉANT. Látogatás valós üzemeltető központba.

II.6.1.1.3 Médiaalkalmazások és - hálózatok a gyakorlatban

(VIHIAC02, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy átfogó képet nyújt a korszerű médiakommunikációs rendszerekben alkalmazott kódolási és modulációs technikákról, azok rendszertechnikai felépítéséről, a vevőkről és a megvalósítható szolgáltatásokról. A hallgatók megszerzik az alapokat ahhoz, hogy média-alkalmazásokat és –szolgáltatásokat tudjanak tervezni, képessé váljanak az ezeket nyújtó rendszerek üzemeltetésében dolgozni. A tantárgy bevezeti a hallgatókat a médiatechnológiák világába, megismerteti a kép és hang digitalizálásának és tömörítésének alapjaival, a médiák tárolásával különféle hordozókon, a mindennapi életben használt médiabeviteli eszközök, megjelenítők és lejátszók működésével. Gyakorlat-orientált módon foglalkozik a digitális fényképezés alapjaival, videófelvételek készítésével és szerkesztésével, prezentációk készítésével és megosztásával a weben. A tantárgy anyagának hangsúlyos része a mai és feljövőben lévő médiakommunikációs hálózatok és szolgáltatások, egyrészt a digitális műsorszórás, másrészt az IP-alapú és internetes műsorterjesztés rendszertechnikái és módszerei. A hallgatók megismerkednek a multimédia legfontosabb alkalmazási területeivel, így az e-learning-gel, az e-health és telemedicina-megoldásokkal, az intelligens környezet médiatechnológiáival, a szórakoztató célú alkalmazásokkal.

Rövid tematika:

Média, multimédia alapjai: Hang, kép, videó, további modalitások. Az emberi hangképzés, hallás alapjai, térhallás. Az emberi látás alapjai, térlátás. Színösszetevő függvények. Láthatósági függvény. Akusztikai és pszichoakusztikai alapismeretek.

Audió-, kép- és videókódolás alapjai. Alapelvek: mintavételezés, kvantálás. MPEG audiókódolás, korszerű audiókódolások (AAC, OPUS). Képtömörítési módszerek: GIF, JPEG, PNG. MPEG videókódolás: MPEG-1, MPEG-2, korszerű videókódolások (H.264, H.265).

Multimédia tárolása, média bevitele, megjelenítése, lejátszása. Konténerformátumok: MPEG TS, AVI, MOV, Matroska.

A digitális fényképezés technikai alapjai. Alapfogalmak: blende, záridő, érzékenység, fókusztávolság, mélységélesség. Felvételek készítése.

Digitális műsorszóró rendszerek. Műholdas, kábeles, földfelszíni, mobil (DVB-S/C/T/H). Betekintés a tv-stúdiótechnikába.

Médiakommunikáció IP-alapú hálózatokon. A multimédia továbbításával szembeni követelmények és azok teljesítése best effort hálózatokon. Streaming-technikák (VoIP és videó streaming). RTP/RTCP/RTSP protokollok. Http adaptív streaming.

IPTV. IPTV rendszer felépítése, működése. Alkalmazott protokollok

Médiatároló és elosztó rendszerek. Felhő (cloud) megoldások. Tartalomelosztó hálózatok (CDN). P2P média. Over the top (OTT) modell. Streaming szolgáltatások.

A multimédia alkalmazási területei. E-learning, E-health, Smart environments.

II.6.1.1.4 Hálózatba kapcsolt erőforrásplatformok és alkalmazásaik

(VITMAC03, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: Hogyan lehet IT hálózat segítségével nagyméretű számítási erőforrásokkal (adattárolás, számítási kapacitás, privát tartalomelosztó hálózat) rendelkező rendszereket kialakítani, vezérelni, menedzselni? Erre a kérdésre mutatja meg a választ a tantárgy. Milyen lehetőségei vannak egy informatikusnak pusztán egy notebook birtokában, hogy hálózatba kapcsolt független erőforrásokat személyére szabott szolgáltatásokkal rendelkező, esetleg igen nagy teljesítményű információs rendszerekké integráljon, és céljainak megfelelően használjon? A hallgatók megismerkednek olyan hálózati és egyéb hálózatba kapcsolható elemekkel, amelyekre erőforrásként tekinthetnek, jól strukturált módon dinamikusan allokálhatnak és használhatnak. Ilyen erőforrások pl. CPU, memória, háttértár, adatbázis, processz, szerver, hálózati kapcsoló, hálózati funkció stb. Az alapfogalmak elsajátítása után konkrét rendszereken mutatjuk be, hogyan lehet ezeket az erőforrásokat integrálni és használni.

Bemutatjuk a klaszter és grid rendszerek illetve elosztott adatbázisok alapvető működési mechanizmusait, hálózati integrációjukat és a legfontosabb alkalmazásokat. Ismertetjük a peer-to-peer elvet és különböző megvalósításait, amely a felhasználóknál levő hatalmas mennyiségű szabad erőforrás felhasználását teszi lehetővé az informatikus számára. Az erőforrások még dinamikusabb allokációját teszi lehetővé a virtualizáció, bemutatjuk tehát a virtualizációs alapelveket és módszereket, különös tekintettel a hálózati eszközök és teljes hálózatok virtualizációjára. Ismertetjük az SDN technológiát és bemutatjuk hogyan készíthet az informatikus pár kattintással hálózati tesztrendszert szolgáltatások fejlesztéséhez, teszteléséhez illetve bemutatjuk hogyan lehetséges a hálózati innováció éles, tehát valós forgalmat lebonyolító hálózaton. Végül bemutatjuk az adatközpontok felépítését, amelyek gyakorlatilag a „felhő" architektúra mögötti infrastruktúrát jelentik és legfontosabb céljuk a központban levő roppant mennyiségű erőforrás igény szerinti allokációja és menedzsmentje. Az adatközpont az összes eddig érintett rendszer integrációjának fogható fel és jelenleg az IT szektor az egyik legdinamikusabban fejlődő területe.

Rövid tematika:

Hálózatba kapcsolható erőforrások architekturális/funkcionális alapelvek. Hálózatba kapcsolt erőforrások típusai (fizikai, strukturálatlan, strukturált), hálózati eszközök.

Klaszter rendszerek és grid alapú erőforrás szervezés. Alapvető architektúrák, hálózati átviteli technológiák és protokollok. Klaszter, grid és a peer-to-peer kapcsolata.

Erőforrás és adatmenedzsment. Klaszter és grid alkalmazások: high-throughput computing (HTC) és high-performance computing (HPC). Munka ütemezése klaszter és grid rendszerekben, azt megvalósító middleware-ek.

A felhasználóknál levő erőforrások összefogása és felhasználása. A peer-to-peer hálózatok sajátosságai. Fájlmegosztó megoldások (Napster, Gnutella, Kazaa, BitTorrent, Freenet).

Strukturált megoldások - elosztott hash táblák (DHT). Chord, Tapestry, Kademlia. Peer-to-peer hálózatok egyéb alkalmazásai, P2P alapú multimédia rendszerek, (P2P streaming, P2PTV, SopCast, Zatoo).

Elosztott adatbázis rendszerek: Elosztott adatbázisok kialakításának alapelvei, adatkezelő algoritmusok: tárolás, feldolgozás, lekérdezés. Strukturált és nem strukturált hálózati támogatás elosztott adatbázisok kialakításához.

Erőforrás-virtualizáció alapjainak bemutatása, az erőforrás virtualizáció szintjei, alapvető koncepciók.

Alkalmazások rugalmas erőforrásigényének kiszolgálása virtualizációs környezetben.

Hálózati eszközökben elérhető hardver és szoftver erőforrások virtualizációja és felhasználása.

Hálózati szolgáltatások fejlesztésének elősegítése virtualizációval, IaaS, PaaS, TaaS, Slicing-as-a-Service modellek, NFV szolgáltatások virtuális hálózatokon.

Adatközpontokban elérhető erőforrások virtualizációja és megosztása, processzor virtualizáció, háttértár és memória virtualizáció, virtuális gépek, adatközpontok felépítése és működése, legfontosabb funkciók, API-k.

Adatközpont architektúrák: adatközpont felépítése, földrajzi hely, kialakítás, szervertípusok, rack-ek, adatközpontokban alkalmazott belső hálózat architektúrák.

Adatközponti szolgáltatások támogatása: Apache Hadoop virtualizált környezetben. Adatközpontok felett futó általános szolgáltatások: compute, storage, virtual machine, analytics.

Adatközpontok szolgáltatásai és alkalmazásai: felhő alapú szolgáltatások és analitika szolgáltatás minőségének (QoS) monitorozása és skálázódási kérdései (load balancing, high availability).

II.6.1.1.5 Infokommunikáció laboratórium 1

(VITMAC08, 6. szemeszter, 0/0/2/f/3 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a specializáció-tantárgyaiban tanított elméleti ismeretek alátámasztása és kiegészítése gyakorlati ismeretekkel, mérési feladatok megoldásával. A hallgatók lehetőséget kapnak, hogy gyakorlati oldalról is megismerjék az infokommunikációs hálózatok legalapvetőbb hálózati rétegbeli protokolljait, IP útvonalválasztó eszközök/routerek/switch-ek kezelését, menedzselését/programozását, melyhez a hálózatos világban oly elterjedt linuxos környezet, illetve kapcsolódó alapvető Python script nyelv megismerése is fontos kiegészítésként adódik hozzá. A

méréseken kipróbálhatják mit is jelent a korszerű hálózatok szoftver alapú működése (SDN/Openflow). Hogyan lehet informatikus mérnökként az ebben rejlő lehetőségeket kihasználni, a modern adatcentrumok kialakításában mind gyakrabban alkalmazott alapvető hálózati és hálózati funkció virtualizációs technikák segítségével. A mobil hálózatok témakörében a hallgatók valósághű szimulációk segítségével vizsgálják a mobilitás-menedzsment eljárások teljesítőképességét és korlátait. Valós tesztkörnyezetben részletesen megismerik az IP protokoll mobilitás-támogatási funkcióit, ezek működését és teljesítőképességét. Továbbá lehetőséget kapnak, hogy valós hálózatban tanulmányozzák a kommunikációhoz szükséges folyamatokat, üzenetváltásokat, illetve ezek konfigurációinak hatását.

Rövid tematika:

Linux rendszerek, OpenWRT alapú eszközök, hálózatkezelés, IP alapok

Ismerkedés a laboratóriumi hálózati környezettel, eszközökkel és szoftverekkel. Egyszerű hálózatok építése, konfigurálása, tesztelése.

Hálózati funkciók és szoftver segédeszközök, hálózatmenedzsment, Python script nyelv

Hálózati funkciók gyakorlati alkalmazása, vizsgálata, a szükséges szoftver segédeszközök használatának elsajátítása, a Python script nyelv alkalmazása hálózatmenedzsment feladatokra.

Software-Defined Networking (SDN), OpenFlow hálózatok

SDN koncepció megismerése, OpenFlow hálózatok konfigurálása, kontroller alkalmazások programozása (pl. POX platformon).

Hálózatvirtualizáció, hálózati funkciók virtualizálása (NFV), hatékony csomagkezelés szoftver környezetben

Virtuális hálózatok létrehozása, konfigurálása, új hálózati funkciók szoftveres implementálása (pl. Click) és gyorsítási lehetőségek áttekintése (pl. Netmap, DPDK).

Mobilitás menedzsment eljárások

A hallgatók valósághű szimulációk segítségével vizsgálják a mobil hálózatokban megvalósítható mobilitás-menedzsment eljárások teljesítőképességét és korlátait.

Mobilitás támogatás az Internet Protokollban

A hallgatók valósághű szimulációs vizsgálatokkal vagy valós tesztkörnyezetben részletesen megismerik az IP protokoll mobilitás-támogatási funkcióit, ezek működését és teljesítőképességét.

Valós teszthálózati mérések

Egy valós hálózatban a hallgatók tanulmányozzák a kommunikációhoz szükséges folyamatokat, üzenetváltásokat, illetve ezek konfigurációinak hatását vizsgálják.

II.6.1.1.6 Infokommunikáció laboratórium 2

(VIHIAD02, 7. szemeszter, 0/0/2/f/3 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a specializáció-tantárgyaiban tanított elméleti ismeretek kiegészítése és alátámasztása gyakorlati ismeretekkel. Ennek keretében a mobil és médiakommunikációs rendszerekkel kapcsolatos műszaki problémákat és azok megoldási lehetőségeit vizsgálják a hallgatók. Ennek megfelelően a hallgatók a labormérések során a következőket sajátítják el: bitsebesség-csökkentési eljárásokban alkalmazott legfontosabb elvek (kvantálás, DPCM, alul-mintavételezés, DCT), képkódolási eljárások gyakorlati alkalmazása, a kódolási paraméterek képminőségre gyakorolt hatása; MPEG kódolás során alkalmazott eljárások (mozgáskompenzáció, mozgásbecslés, rétegszerkezet, prediktív kódolás, makroblokk predikció), CBR és VBR kódolási módok; IP alapú videó továbbítás módszerei (IPTV, Internet TV), médiaszerverek működése, kamerarendszerek alkalmazása; önálló videó elkészítése az előírt követelményrendszer alapján (vágás, effektek, animáció, felirat, hangsávok); egyszerű P2P hálózatok kialakítása és konfigurálása, alkalmazásaik működése; klaszter és grid rendszerek kialakítása laboratóriumi környezetben, alkalmazások működése; adatközpontok komponenseinek megismerése, konfigurálása, felhő operációs rendszerek (pl. OpenStack, OpenNebula) beüzemelése, vizsgálata, alkalmazási lehetőségei.

Rövid tematika:

Digitális képkódolási eljárások I.

Bitsebesség-csökkentési eljárásokban alkalmazott legfontosabb elvek (kvantálás, DPCM, alulmintavételezés, DCT) megismerése. A képkódolási eljárások gyakorlati alkalmazása, és a kialakított grafikus felhasználói felületen a kódolási paramétereket változtatva szubjektíven és objektíven is értékelik azok képminőségre gyakorolt hatását.

Digitális képkódolási eljárások II.

MPEG kódolás során alkalmazott eljárások (mozgáskompenzáció, mozgásbecslés, rétegszerkezet, prediktív kódolás, makroblokk predikció) megismerése. CBR és VBR kódolási módok.

IP streaming

IP alapú videó továbbítás módszereinek (IPTV, Internet TV) megismerése, médiaszerverek működése. Kamerarendszerek alkalmazása.

Médiakreálás

Otthoni feladatként egy 3 perces videó elkészítése az előírt követelményrendszer alapján (vágás, effektek, animáció, felirat, hangsávok), melyek értékelése és kielemzése közösen történik.

P2P hálózatok és alkalmazásaik

Mérések valós P2P hálózatokon, egyszerű P2P hálózatok kialakítása és konfigurálása, alkalmazások vizsgálata.

Klaszter és Grid rendszerek és alkalmazásaik

Klaszter és Grid rendszerek kialakítása laboratóriumi környezetben, alkalmazások vizsgálata.

Adatközpontok, felhő operációs rendszerek

Adatközpontok komponenseinek megismerése, konfigurálása, felhő operációs rendszerek (pl. OpenStack, OpenNebula) beüzemelése, vizsgálata, alkalmazási lehetőségek áttekintése.

II.6.2 Rendszertervezés specializáció (AUT, IIT, MIT)

(Systems Engineering)
A specializáció gazdatanszéke: MIT
Specializációfelelős: Dr. Micskei Zoltán

Célkitűzés:
Az IKT szakma gyors és lényeges változásokon megy keresztül, a szakmai változás általában a szoftver felé tolja a mérnök informatikusi tevékenység súlypontját, ezen belül is mind nagyobb súlyt nyer a komponensekből és a részrendszerekből modellalapú integrációval történő alkalmazásépítés. Az ilyen rendszerek másik fő jellemzője a fizikai világhoz kapcsolódó beágyazott rendszerek és az adatalapú tudásvilág egységes elvek szerinti integrációja. Ennek markáns megjelenése a korszerű ipari informatika.
A specializáció célja olyan rendszermérnök képzése, aki képes integrált fizikai-tudás rendszerek specifikálására, integráció alapú tervezésére és megvalósítására.
A specializáció célkitűzése a rendszertechnika ismeretek alkalmazásintegráció irányú bővítésével a rendszertervezés alapjainak megtanítása. Ehhez az oktatás a korábbi rendszertechnikai vonulatot (Rendszermodellezés, Számítógép architektúrák, Operációs rendszerek, Adatbázisok, Mesterséges intelligencia) és a szoftvertechnológiai vonulatot kapcsolja össze.
A specializáció célja a felülről lefelé történő, modell alapú tervezés kerül bemutatása, amely már napjainkban is domináns módszertan a kritikus rendszerek számos területén. Hangsúlyosan szerepelnek azok a tématerületek, amelyek mind a tudás-, mind pedig a fizikai világhoz tartozó tervezési folyamatok közös elemeit adják. Lényeges sajátossága a specializációnak az, hogy mind architekturális, mind pedig algoritmikus értelemben elmélyíti a korábban tanultakat (pl. modellezés, szimuláció, autonóm irányítás, verifikáció és validáció, futtatóplatformok), ideértve egyes, a gyakorlatban már elterjedten használt speciális megoldások bemutatását is.

II.6.2.1 A specializáció tantárgyai

II.6.2.1.1 Informatikai rendszertervezés

(VIMIAC01, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése, hogy bemutassa a modell alapú rendszertervezés alapvető folyamatait és eszközeit. Ismerteti a korszerű tervezőeszközök alapjait (pl. Eclipse stb.), a specifikáció- és követelménymodellezés és ellenőrzés alapjait, a szakterület-specifikus nyelvek szerepét (pl. BPML, SysML, AADL), a modellalkotás valamint a verifikáció és validáció folyamatát és technikáit (pl. statikus analízis, tesztelés, nyomonkövethetőség). Bemutatja a modellalapú analízis, rendszerintegráció és alkalmazásgenerálás fő területeit is (teszt-, kód/kódkeret-, konfiguráció-, telepítési leíró, dokumentáció-, monitor-generálás stb.).
A tantárgy alkalmazási példáit az üzleti rendszerek, illetve az intelligens komponensek integrációján alapuló beágyazott rendszerek területéről veszi. .
Rövid tematika:
Rendszertervezési alapok és követelménymodellezés
A modellalapú tervezés alapfogalmai (fejlesztési folyamatok, követelmény nyelvek, modellek, platformok, verifikáció és validáció), rendszerfejlesztési folyamatok (V modell vs. agilis módszerek), szolgáltatásbiztonság fogalma. A SysML nyelv.
Funkcionális és extrafunkcionális követelmények modellezése és analízise. Nyomonkövethetőség fogalma.
Strukturális modellek
Strukturális modellek: architektúra ill. logikai komponens tervezés. Építkezés funkcionális blokkokból. Interfész és adattípus tervezés, komponensek közötti kommunikációs útvonalak, kódgenerátorok strukturális modellekhez

Logikai és fizikai adatok modellezése: Jólformáltsági kényszerek. Profilok. Fizikai paraméterek modellezése (Modelica)
Szolgáltatásbiztonság és hibatűrés
Hibatűrés alapfogalmak: hiba, hibaok, hibajelenség, rendelkezésre állás vs. megbízhatóság redundancia fajtái szerepe, tervezési minták.
Szolgáltatásbiztonság kiértékelése: kockázat analízis, hibafa, hibamód és hatás analízis (FMEA), megbízhatósági analízis.
Viselkedési modellek
Viselkedési modellek: adatfolyammodellek (aktivitás diagram), forgatókönyvek (interakció diagram), viselkedési modellek szemantikája.
Reaktív rendszerek: komponensek állapot alapú viselkedésmodellje; kódgenerátor viselkedési modellekhez
Platform modellezés és telepítés
Platform és infrastruktúra modellek: Komponens integrációs technológiák, partícionált alkalmazások, infrastruktúra modellek, elosztott architektúrák. Modern platformok (kitekintés): AUTOSAR, MARTE, Cloud.
Modellvezérelt telepítés: extrafunkcionális követelmények kielégítése (teljesítmény, átbocsátóképesség, kapacitásbecslés és erőforrás-allokálás, időbeliség: WCET, ütemezhetőség rendelkezésre állás, memória, optimalizálás,), robosztus partícionálás, konfigurációs leírók automatikus generálása
Rendszerverifikáció és validáció
V&V áttekintés: tipikus V&V feladatok áttekintése és helye fejlesztési folyamatban. Követelmény-alapú tesztek definiálása. Specifikáció-alapú teszttervezési technikák.
Modellalapú teszttervezés (integrációs, funkcionális, extra-funkcionális): modellalapú tesztelés és tesztgenerálás. Tesztelési célok, architektúra és tesztesetek specifikálása. UML2 Testing Profile.
Automatizálási technikák
Modelltranszformáció és kódgenerátorok: feladata és csoportosítása, főbb megközelítések, gráf alapú technikák, sablon alapú kódgenerátorok (pl. Acceleo / Xtend).
Esettanulmányok
Ipari alkalmazások: Modellvezérelt tervezés kritikus beágyazott rendszerekben (pl. autóipar/ repülőgépipar, kiberfizikai rendszerek). Szolgáltatásbiztos üzleti rendszerek tervezés és telepítése.

II.6.2.1.2 Ipari informatika

(VIIIAC02, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja az információgyűjtési, -feldolgozási és döntési ciklus időkritikus, autonóm működtetését igénylő ipari informatika alkalmazások bemutatása. A tantárgy az iparban elterjedt fejlesztői környezetek felhasználásával bemutatja a szükséges informatikai komponensek fejlesztésének korszerű technológiáit, valamint azok rendszertechnikai hátterét.
Bemutatja az ipari informatikai megoldások modell- és komponensalapú tervezését, a vizuális programozást, az autonóm rendszerek gyors prototípustervezésének fejlesztői és implementációs módszereit és szabványait, beleértve az automatikus kódgenerálást támogató eszközöket. Erre építve bemutatja a hardware-in-the loop és software-in-the-loop szimuláció módszertanát, továbbá bepillantást nyújt egy (rész-)rendszer szimulálásához szükséges egyszerűbb eljárások működésébe, az állapotok vizualizációs és tárolási technikáiba. A hallgatók elsajátítják a rendszer belső állapotainak megfigyelésére alkalmas modellek és becslők felépítését, valamint az ezekre támaszkodó egyes döntéshozó algoritmusokat, továbbá a diszkrét eseményű rendszerek modellezésének és felügyeleti irányításának egyes módszereit.
Rövid tematika:
Autonóm rendszerek irányítástechnikai gyors prototípus tervezésének módszertana. A rapid control prototyping (RCP) fogalma, helye az ipari informatikai fejlesztési folyamatban. A tervezés V-modellje, a

gyors prototípustervezés szoftver- és hardver komponensei, a fejlesztői környezet tipikus elemei. Diagram alapú tervező eszközök alapfunkciói.
Jelfolyamgráf-alapú, grafikus programozási paradigma. A LabVIEW környezet és a G nyelv: vezérlési szerkezetek.
A párhuzamos működés biztosítása és tervezési minták használata LabVIEW környezetben.
Diagram/modell futtatásának lépései, a futtatáshoz szükséges numerikus módszerek (algebrai hurok feloldása, integrálási eljárások, műveletek sorrendjének meghatározása stb.).
Simulink modell és futtatása, elemkönyvtárak, iteráció előkészítése, iterációs hurok működése, az iteráció futtatásának befolyásolása. Adatintegritás és az adatátadás determinisztikusága különböző mintavételi idejű csomópontok között, a rate transition blokk működése.
Dinamikus viselkedésű elemek felhasználói specifikációja. Dinamikus rendszer megadása, interfész az iteráló algoritmus felé, iterációs események kezelése.
S-függvények, egyedi elemkönyvtárak létrehozása a Simulink használatával. A szimuláció gyorsításának eszközei: mex fájlok, Matlab compiler.
Futtatás célrendszereken. A target fogalma, az automatikus kódgenerálás folyamata és eszközkészlete, a hangolást és analízist segítő szolgáltatások (kapcsolat a valós időben futó kóddal, paraméterek változtatása, jelek rögzítése).
A célrendszeren történő futtatás szerepe az autonóm rendszerek funkciófejlesztési ciklusában. A software-in-the-loop, a processor-in-the-loop és a hardware-in-the-loop szimulációs technikák és alkalmazásuk területei.
A Simulink Coder szolgáltatásai, elterjedt, moduláris célrendszerek (NI, dSPACE, Quanser, nyílt architektúrák).
Célrendszeri futtatások vezérlése, eredmények tárolása, analízise. Kísérlettervezés, automatizált és távoli kísérletvezérlés. A rendszer jeleinek rögzítése, aszinkron és off-line megjelenítése, felhasználásuk a kísérletek lefutásának vezérlésében.
Autonóm viselkedés megvalósítása önműködő érzékelés-döntéshozás-beavatkozás hurkon keresztül. Nyílt hurok fogalma, beavatkozás ismert vagy becsülhető állapotok esetén, a zárt hurok fogalma.
Állapotbecslésen és állapotvisszacsatoláson alapuló módszerek. Determinisztikus becslők lineáris rendszerekhez (Luenberger-megfigyelő) folytonos és diszkrét időben.
Összefoglalás, kitekintés. A megismert technológiák összefoglaló bemutatása esettanulmányokon, a technológia fejlődésének jelenlegi irányai, kapcsolat más informatikai technológiákkal (gyártásautomatizálás, termelésirányító rendszerek, elosztott rendszerek stb.).

II.6.2.1.3 Alkalmazásfejlesztési környezetek

(VIAUAC04, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése azon technológiák bemutatása, amelyek elsődlegesen az integratív megközelítésű rendszerépítés számára szolgáltatnak intelligens futtató/végrehajtó platformot.
A tantárgy áttekinti a modern operációs rendszerek (Windows, Linux, Android, iOS) nyújtotta támogató univerzális és platform specifikus funkciókat, a különböző nyelvi (pl. Java, C) illetve modellezési paradigma szintű (pl. BPM, MQTT stb.) futtató rendszerek adta támogatást. Bemutatásra kerülnek azok a tervezési és kódgenerálási technikák, amelyek támogatják a többféle futtatóplatformra történő egyidejű fejlesztést.
A tantárgy alkalmazási példáit egy komplex rendszer (pl. egy egészségügyi vagy mobil alkalmazás) kiválasztott részrendszereiből veszi.
Rövid tematika:
Bevezető, követelmények ismertetése, kedvcsináló és a tematika áttekintése.
QObject, signals and slots, Meta-object compiler.
QML alapok, QRC mechanizmus (demó).
Kommunikáció Qt alatt: QDataBuffer, QSocket, streamek.
Webes kérések, REST API hívása (demó centrikusan).

Linux alapok (shell, felépítés, indulás folyamata, csomagkezelők).
Beágyazott Linux rendszer készítése Röviden busybox, Buildroot, OpenEmbedded. Részletesen Yocto Project használata.
Alacsony szintű állománykezelő függvények. Kernel modulok.
Egyszerű GPIO, I2C és SPI driverek.
JPA, tranzakciók.
Spring framework.
MVC.
Spring REST, Security.

II.6.2.1.4 Intelligens elosztott rendszerek

(VIMIAC02, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése az, hogy bemutassa a szemantika alapú tudásreprezentáció és strukturális integráció legfontosabb megközelítéseit. A tantárgy bemutatja a szemantikus képességleíráson alapuló statikus és dinamikus komponensintegráció alapvető megközelítését (ontológia alapú rendszerintegráció, WEB 2.0 és szolgáltatás alapú beágyazott rendszerépítés), és a logikai illetve valószínűségi alapú következtető módszereket (pl. Bayes hálók).
Rövid áttekintést ad a tanuló rendszerek alkalmazási lehetőségeiről. Áttekinti a nagy feladatok speciális kezelésének olyan eszköztárát, mint a kooperatív rendszerek illetve speciális architektúraként az elosztott szabály alapú környezetek.
Bemutatja továbbá az intelligens szenzorok és szenzorhálózatok és a rajtuk futó mérések tervezésének, konfigurálásának és szolgáltatás alapú integrációjának módszereit.
A tantárgy alkalmazási példáit a nagy bonyolultságú beágyazott illetve üzleti rendszerek egy-egy részrendszeréből veszi.
Rövid tematika:
Alkalmazások: Intelligens elosztott rendszerek tipikus alkalmazási környezetei: kiber-fizikai rendszerek, intelligens beágyazott rendszerek, ambiens intelligens terek, otthoni egészségügy és AAL (Ambient Assisted Living), intelligens szenzor hálózatok, szolgáltató robot együttesek, stb., stb. (problémák feltárása, alapvető követelmények, tipikus feladatok, az ember-gép kapcsolat átértékelése).
Adatelemzés: Heterogén adatok statisztikai alapelemzése, felderítő adatelemzése. Adatelemzési eredmények felhasználása döntéstámogatási feladatokban.
Információ- és tudásfúzió: Az információmenedzsment, információ és tudásfúzió problémái. Szenzor szintű információfúzió, fúziós architektúrák, fúziós algoritmusok.
Szemantikus fúzió: Szemantikus fúzió ontológiák és ontológiai következtetés segítségével. Szenzorweb szabvány, SOS (szenzor operációs rendszer).
Tárgyterületi modellek tervezése: Ontológiai tudás és menedzsmentje, ontológiamérnökség. Leíró nyelvek és platformok, RDF adatmodellek, OWL, Protege. Problémamegoldás ontológiákkal, következtetés.
Elosztott rendszerek tudásalapú modellezése: Tudáskezelés: specifikus reprezentációs problémák, logikai és emocionális modellek, temporális és térbeli következtetés.
Többágenses szervezetek: Többágenses rendszer architektúrák, többágenses rendszerek szervezeti formái és azok tulajdonságai. Szervezeti formák tipikus alkalmazási környezetei, a centralizált rendszerektől az elosztott intelligenciáig.
Ágens kommunikációs nyelvek: Integráció kommunikáció révén, ágens rendszerek viszonya a párhuzamos programozási paradigmákhoz. Ágens kommunikációs nyelvek speciális vonásai. FIPA szabvány és Jade implementációja.
Kommunikációs protokollok: Párbeszéd-protokollok fajtái. Kommunikációs párbeszéd szabványosítási problémái. Ágens programozási platformok. BDI rendszermodell AgentSpeak megvalósítása és Jason implementációja.
Kooperatív protokollok: Kooperatív protokollok lényege. Elosztott következtetés. Vállalkozási Hálók protokollok (alap protokoll és kiterjesztései).

Mechanizmus-tervezési protokollok kompetetív környezetben: Mechanizmus-tervezés piaci paradigmában és az árverési algoritmusok. Gépi árverés speciális vonásai. Intelligens rendszerek feladatmegosztásának piaci megközelítése. Egyszerű és összetett feladatok megosztása.
Tevékenység-koordinálás: Koordinálási problémák. Tevékenység-koordinálás kooperatív elosztott kereséssel és tervkészítéssel.
Konfliktusok és modellezésük: Konfliktusok problémaköre, tudás-intenzív konfliktusfeloldás, mechanizmus-tervezés és az alapvető játékelméleti fogalmak és sémák.
Konfliktusok kezelése versengő környezetekben: Szavazáselmélet. Szavazó protokollok és problémái. Gépi szavazás speciális problémái. Ad hoc megoldások.
Adaptivitás elosztott kooperatív rendszerekben: Alapvető tanulási sémák. Tudáskomponensek (hiedelmek és célok, ill. eljárásmódok) tanulása. Kooperatív tanulás lehetőségei.
Adaptivitás elosztott versengő rendszerekben: Tanulás versengő környezetben. Megerősítéses tanulás versengő környezetben.

II.6.2.1.5 Rendszertervezés laboratórium 1

(VIMIAC11, 6. szemeszter, 0/0/2/f/3 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja az Informatikai rendszertervezés és az Ipari informatika tantárgyak anyagának gyakorlása és elmélyítése laboratóriumi mérések elvégzésével (modellezési nyelvek, kódgenerátorok, kritikus komponensek tesztelése, fejlesztési és tesztelési folyamatok támogatása, dinamikus rendszerek szimulációja, HLL kód integrálása grafikus modellező környezetbe).
Rövid tematika:
A tantárgy a következő méréseket foglalja magába.
Modellek programozott feldolgozása: modellek reprezentálása, modellek bejárása, adatok programozott kinyerése(Eclipse, EMF)
Fejlesztési és tesztelési folyamatok támogatása: verziókezelő, incidenskezelő, fordító és folytonos integrációs rendszerek (Git, GitHub, Gradle, Travis)
Komponensek ellenőrzése: statikus technikák (kód átvizsgálása, statikus analízis eszközök: SonarQube) és komponens szintű tesztek (komponensek izolációja, tesztfuttatás, lefedettség mérése: JUnit, Mockito) használata
Komponensek telepítése: komponensek és függőségek kezelése, komponensek becsomagolása, telepítés konténerekbe, komponensek elosztása különböző csomópontokra (Docker)
Dinamikus rendszerek szimulációja Matlab-Simulink környezetben, rendszerblokkok működésének vizsgálata, saját rendszerblokkok és az azokból felépülő könyvtárak létrehozása.
HLL kód integrálása grafikus modellező környezetbe, stand-alone és hardverpecifikus kód generálása VHLL (Simulink) leírásból.

II.6.2.1.6 Rendszertervezés laboratórium 2

(VIMIAD02, 7. szemeszter, 0/0/2/f/3 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja az Informatikai rendszertervezés, az Intelligens elosztott rendszerek és az Alkalmazásfuttatási környezetek tantárgyak anyagának gyakorlása és elmélyítése laboratóriumi mérések elvégzésével (teljesítmény-mérés, profiling módszerek, üzleti folyamatok modellezése és futtatása, natív alkalmazásfuttatási platformok, virtuális alkalmazásfuttatási környezetek, intelligens rendszerek fejlesztése és elemzése).
Rövid tematika:
A tantárgy a következő méréseket foglalja magába.
Teljesítménymérés: profiling módszerek, futási idő és memóriahasználat mérése, teljesítményproblémák okainak keresése (Visual Studio)
Mérési adatok feldolgozása és vizuális elemzése
Frontend készítés Qt alapokon: Felhasználói felület készítése QML alapokon, a QML és a C++ oldal kapcsolata, egyszerű vezérlők, adatkötések, signalok és QML oldali függvények.

Java alapú backend készítése: a kiberfizikai rendszerek kiszolgálására leginkább bevált megoldások szerver oldali része, Java alapokon. Adattárolás adatbázisban, szerver oldali logika és kapcsolattartás a kliensekkel.
Kooperatív ágensek intelligens elosztott rendszerekben: ágensek intelligenciájának programozása többágenses környezetben (Jason, AgentSpeak)
Versengő ágensek intelligens elosztott rendszerekben: nyerő stratégiák kidolgozása és programozása (Jade, FIPA)

II.6.3 Szoftverfejlesztés specializáció (AUT, IIT, MIT)

(Software Engineering)
A specializáció gazdatanszéke: AUT
Specializációfelelős: Dr. Lengyel László

Célkitűzés:
A specializáció célja megismertetni a hallgatókat azokkal a kurrens szoftvertechnikákkal és eszközökkel, amelyek informatikai rendszerek megvalósításához, teszteléséhez, karbantartásához és dokumentálásához szükségesek. A specializáció kiemelt hangsúlyt fektet a legfrissebb szoftverirányzatok teljes spektrumának lefedésére, különös tekintettel a kliens oldalra és informatikai háttér rendszerek fejlesztésére, a vonatkozó megvalósítási technikákra, olyan igényes grafikai információmegjelenítési és felhasználói interfész kialakítási módszerekre és fejlesztési technológiákra, amelyek követik a felhasználói igényeket, heterogén platformok rendszerintegrációs elveire, valamint a korszerű rendszerfejlesztési koncepcióknak való megfelelés követelményeire. A specializáció lentiekben körvonalazott tematikája a kapcsolódó laborok és önálló laboratóriumi foglalkozások keretében magában foglalja a gyakorlati ismeretek széles körének elsajátítását, valamint olyan elméleti megalapozást biztosít, amely megfelelően felépített, rendszerezett és hasznosítható ismeretanyagot képez a jövő rendszereinek átfogó megismeréséhez, fejlesztéséhez és működtetéséhez.

II.6.3.1 A specializáció tantárgyai

II.6.3.1.1 Adatvezérelt rendszerek

(VIAUAC01, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy megismertesse a hallgatókkal az adatvezérelt alkalmazások fejlesztése során leggyakrabban használt kiszolgáló oldali megoldásokat. A tantárgy keretében a hallgatók jártasságot szereznek adatbázisokra épülő komplex rendszerek megvalósításában, elsajátítják az adatrétegben és az üzleti logikai rétegben alkalmazott tipikus módszereket és eljárásokat. Az adatbázis-kezelő rendszerekhez kapcsolódóan a hallgatók megismerkednek: az iparban használatos és legelterjedtebb adatbázis-motorok (MS SQL Server, Oracle Server) felépítésével és működésével, hatékony SQL lekérdezések összeállításával és optimalizálásával, tranzakciók, zárolások, izolációs szintek jelentőségével és használatával, adatbázisok szerver oldali programozási lehetőségeivel (tárolt eljárások, triggerek készítése). Bemutatásra kerül az adathozzáférés során használt különböző osztálykönyvtárak (pl.: JDBC, ADO.NET) szerepe és felépítése, valamint a használatos ORM keretrendszerek (pl.: Hibernate, Entity Framework, NHibernate). A tantárgy ismerteti a kiszolgáló oldali objektumok sorosításával kapcsolatos szabványokat (XML, JSON), valamint az objektumok elérése során használt különböző protokollokat (Web Service, REST). Továbbá, a hallgatók megismerkednek a nyílt adathozzáférést támogató megoldások (pl. oData) használatával.
Rövid tematika:
Bevezetés, többrétegű architektúrák, adatréteg alapjai.
Adatbázis-kezelő szerverek architektúrális felépítése, Tranzakciókezelés adatbázis-kezelő rendszerekben, MS SQL és Oracle szerver sajátosságai.
Haladó SQL nyelvi elemek és platformfüggő sajátosságok.
Oracle Server programozása.
MS SQL Server programozása.
Lekérdezések végrehajtása és hatékonysága Oracle Serveren és MS SQL Serveren.
Adat szótárak MS SQL és Oracle Server platformon, XML dokumentumok kezelése és előállítása relációs adatbázisból.
Adatelérési osztálykönyvtárak, OR leképzés.
Objektum relációs keretrendszerek: Linq, Entity Framework.
Objektum relációs keretrendszerek: JPA, QueryDSL.

JavaEE, Spring, SpringData.
Objektumok sorosítása: JSON és XML alapú objektum leírások.
Adatelérés többrétegű alkalmazásokban 1: WCF.
Adatelérés többrétegű alkalmazásokban 2: Web service-ek és REST API-k használata.

II.6.3.1.2 Objektumorientált szoftvertervezés

(VIIIAC00, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy a hallgatók elmélyítsék és kibővítsék az objektumorientált tervezéssel kapcsolatos ismereteiket. A tantárgy a Java nyelvre épít, ugyanakkor adott esetekben más objektumorientált nyelvekből is hoz példákat (C++, C#, Python). A tantárgy a következő témaköröket érinti. Az objektumorientált tervezési elvek áttekintése. Követelménykezelés, use-case alapú megközelítés és felelősség megosztás. Alapvető tervezési minták átismétlése a Java SE API példáin keresztül (Decorator, Factory, Singleton, Flyweight, stb). Tipikus tervezési hibák felismerése és javítása. Refaktorálás alapelvei, tipikus refaktorálási megoldások. Objektumok perzisztenciájának megvalósításai, objektum-relációs leképezések, öröklés megvalósítása. Elosztott alkalmazások készítése socket-tel és RMI-vel. Elosztott objektumorientáltság kihívásai, RMI megoldásai, jellemző elosztott tervezési minták. Elosztott és párhuzamos tervezési minták bemutatása, zárolások, esemény-feldolgozás, interfésztervezés, távoli frissítések kezelése, visszajelzések, valamint tranziens esetek kezelése. Inicializálás egyszálú és többszálú környezetekben, objektumok és teljes rendszer szintjén. Leállítás többszálú objektumorientált rendszer esetén. Naplózás, konfigurációkezelés. Kivételkezelés mintái, tervezése, eldobása, feldolgozása és továbbadása.
Rövid tematika:
Az objektumorientált fogalmak áttekintése. Egységbezárás (encapsulation), többalakúság (polymorphism), öröklés (inheritance), asszociáció, függőség, aggregáció.
Fontosabb objektumorientált tervezési elvek: Liskov alapelv, dependency inversion, Design by Contract, Demeter elv, stb. Ezek szerepe a tervezésben.
Követelménykezelés, use-case alapú megközelítés és felelősségszétosztás. Az objektumorientált tervezésben használt alapelvek alkalmazása gyakorlati példákon bemutatva.
Objektumorientált tervezési heurisztikák az osztályok közötti függőség minimalizálására. Heurisztikák az osztályok tervezésére vonatkozóan.
További objektumorientált tervezési heurisztikák: asszociációk, öröklődés, szekvencia diagramok. Az egyes heurisztikák előnyei és hátrányai.
Tipikus tervezési hibák, ezek felismerése és javítása ("büdös kód" osztályon belül, osztályok között). Kapcsolat az objektumorientált tervezési elvekkel és heurisztikákkal.
Refaktorálás alapelvei, szükségessége, problémái, tervezéssel és hatékonysággal való kapcsolata. Tipikus refaktorálási megoldások (metódusátalakítás, lokális és temporális változók kezelése, felelősségek átalakítása metódusok és osztályok között, belső osztályok használata).
További refaktorálási megoldások (adatszervezés, adat objektumba rejtése, típuskód kezelése, feltételes kifejezések kezelése, metódushívás egyszerűsítése, generalizálás kérdései). Kapcsolat az objektumorientált tervezési elvekkel és heurisztikákkal.
Tiszta kód (clean-code) elvek: beszédes nevek, osztályok és függvények mérete, helyes és hibás kommentezés, objektumok és adatstruktúrák, hibakezelés, konkurencia kezelés.
API tervezési elvek, az API tervezés folyamata. API dokumentálása, inicializálás, paraméterlisták hossza, testreszabás, kényelmi függvények, kivételek, tesztelés.
Az elosztott objektumorientáltság problémái: memóriakezelési problémák, hálózati problémák, konkurencia problémák, késleltetés miatti problémák.
Az egyes elosztott kommunikációs problémák lehetséges megoldási módjai. Példák elosztott kommunikációra: SOAP, REST

Konkurens és párhuzamos minták: szinkronizáció (kritikus szakasz, várakozás, szálak közötti jelzés, publikus interfész), kontextus kezelési minták
További konkurens és párhuzamos minták: kérés-válasz kezelésének mintái, eseménykezelési minták, future, reactor, proactor, active object, half-sync/half-async

II.6.3.1.3 Integrációs és ellenőrzési technikák

(VIMIAC04, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy áttekintést adjon a különböző információ integrációs rendszerekről, bemutassa az ilyen rendszerek fejlesztésének és ellenőrzésének technológiáit. Először áttekintjük az adatok, dokumentumok, weben elérhető források integrációjának lehetséges megközelítéseit, virtuális és materializált integráció módszereit, alkalmazási területeit. A tantárgy foglalkozik a szemantikai és strukturális heterogenitás problémáival, a feloldáshoz szükséges technológiákkal. Részletesen vizsgáljuk a szemantikus web koncepcióban javasolt megközelítési módokat és technológiákat. A tantárgy az ellenőrzési folyamat áttekintésével, tipikus fejlesztési fázisok, kapcsolódó ellenőrzési szempontok és technológiák bemutatásával folytatódik. Az ellenőrzések bemutatása keretében áttekintjük a specifikáció és tervek statikus ellenőrzését, komponensek dinamikus ellenőrzését és a rendszertesztelés modell alapú módszereit is kitekintés jelleggel. A tantárgy bemutat mintapéldákat: integrációs és ellenőrzési technológiák és eszközök bemutatása konkrét webes adatintegrációs rendszeren keresztül.
Rövid tematika:
Információ integrációs megközelítések. Az információ integrálás módszerei: mediátor/integrátor megközelítés bemutatása. Virtuális és materializált információ integrációs megközelítések előnyei, hátrányai.
Jelenleg elérhető internetes kereső rendszerek technológiái, képességei, hiányosságai. Interneten elérhető információk integrálása. Szemantikus web koncepció lényege, technológiái.
Szemantikus web technológiák és alkalmazásaik (RDF, RDFS, SKOS). A LinkedData megközelítés.
Modell alapú integráció szemantikus web technológiákkal (OWL, ontológiák alkalmazása).
Virtuális adatintegráció technikái, logika alapú információ integráció (következtetések szerepe, datalog).
Virtuális integrációt támogató mediátorok felépítése, lekérdezések megfogalmazása, lefordítása, optimalizálása, futtatása
A materializált integráció előnyei és problémái (adattárház rendszerek /kitekintés/), adatok tárolása és lekérdezése adattárház rendszerekben.
Ellenőrzési technológiák szerepe, az ellenőrzési folyamat áttekintése: Tipikus fejlesztési fázisok, kapcsolódó ellenőrzési szempontok és technológiák. Folytonos integráció.
Követelmények és specifikáció ellenőrzése: Adat-, interfész- és viselkedés specifikáció tesztelhetőségének ellenőrzése. Specifikáció példák alapján.
Forráskód statikus ellenőrzés: kódolási irányelvek (szakterületi és nyelvi ajánlások), kód felülvizsgálat (informális és formális), statikus analízis technikák és eszközök.
Komponensek dinamikus ellenőrzése: komponenstesztek jellegzetességei és ajánlásai, tesztelési minták, komponensek izolált tesztelése.
A specifikáció és struktúra alapú teszt tervezés módszerei: teszt adatok kiválasztása ekvivalencia partíciók és határértékek analízisével. Teszt minőségi mértékszámok használata.
Komponens- és adatintegráció ellenőrzése: Inkrementális tesztelési módszerek. Tesztelési szintek. Tesztautomatizálási módszerek. Rendszertesztelés jellegzetességei.
Teszt adatok származtatása: szakterületi ontológia és metamodell felhasználása, alkalmazás web 2.0 szolgáltatásokra. Teszt adatok és konfigurációk generálása.

II.6.3.1.4 Kliensoldali technológiák

(VIAUAC02, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)
elágazó tantárgy

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerjék a kliensoldali alkalmazások fejlesztésének alapelveit és meghatározó technológiáit. A tantárgy keretében bemutatásra kerülnek a legfontosabb felhasználói platformok (desktop, tablet, mobil), valamint az alkalmazás-felületek fejlesztéséhez kapcsolódó ergonómiai alapelvek. A hallgatók megismerkednek a népszerű futtatókörnyezetek (.NET, Java) vastagkliensek fejlesztéséhez szükséges eszköztárával, melyek mellett hasonló súllyal megjelennek a vékonykliens technológiák is (pl. ASP.NET, HTML5, JavaScript). Tárgyalásra kerülnek az adatkötési megoldások, valamint az űrlap generálási technikák. A tantárgy különböző tervezési kérdéseket érint: az MVVM tervezési minta kapcsán a hallgatók megtapasztalhatják, miként lehetséges a felület és a mögöttes logika (és ezáltal a fejlesztő és a designer munkájának) szétválasztása. A tantárgy szerves részét képezik a gyakorlati foglalkozások, melyek biztosítják a lehetőséget a hallgatók számára, hogy az előadáson tanultakat maguk is kipróbálhassák.
Rövid tematika:
A kliensoldali alkalmazások helye és jellegzetességei a többrétegű architektúrákban, kliensoldali tervezési minták, hibakezelés, naplózás, elnevezési konvenciók.
Vállalati és consumer alkalmazások tervezésének ergonómiai megfontolásai.
ASP.NET – REST, Routing, Model, View és Controller értelmezése és szerepe, segédosztályok készítése.
TypeScript nyelvi elemei, fejléc fájlok, osztályok, interfészek, anonim függvények .
TypeScript fordítás, statikus típusosság, szintaxis .
JavaScript adatkezelés, adatkötés, input validáció (Angular).
Windows Store alkalmazások fejlesztése (architektúra, programozási modell, funkciók áttekintése).
GDI, GDI+ problémái, XAML, szálkezelés, Dependency/Attached properties, Visual, DPI független rajzolás, aszinkron programozás.
Vezérlők, Adatkötés, sablonok, erőforrások, stílusok, triggerek, eseménykezelés, MVVM, dokumentumkezelés.
Érintőképernyős alkalmazások tervezése, platformok (iOS, Android, Windows Store) összehasonlítása
Multiplatform mobilfejlesztés alapjai. Szenzorok, tervezési minták. HTML5 alapú technológiák (Electron, Cordova).

II.6.3.1.5 3D grafikus rendszerek

(VIIIAC01, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)
elágazó tantárgy

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy megismertesse a hallgatókat a háromdimenziós grafika megjelenítéséhez szükséges szoftver- és hardvereszközökkel, azok használatával és programozásával. A tantárgy keretében a hallgatók megismerik a WebGL (online, böngészőben is futtatható 3D programok), az OpenGL (PC és mobil platformokon is futtatható programok) és D3D (Windows PC és Windows Phone platformokon futtatható programok) programozási környezeteket. A tantárgy bemutatja a 3D grafikus rendszerek, virtuális valóság- és játékmotorok alapvető szoftver-architektúráját, a több platformra történő egyidejű fejlesztés módszereit, másrészt kitér az egyes platformok egyedi lehetőségeire, a kamerás/távolságképes, érintőképernyős és mozgásérzékelős beviteli eszközökre, a beépített kamerát és gépi látás technikákat is használó augmentált-valóság rendszerekre, illetve a GPGPU képességekre.
Rövid tematika:
JavaScript programozás: típusok, operátorok, függvények, objektumok. Funkcionális vs. objektum-orientált programozás. Duck typing vs. kötött interfészek. JavaScript a böngészőben. DOM, Canvas, CSS. Szövegmegjelenítés. WebGL. Eseménykezelés. Rajzolási hurok.

A grafikus hardver programozása WebGL-ből. Konfigurálható és programozható elemek. WebGL vs. GLSL vs. HLSL. Hogyan tervezzünk/válasszunk vektor/mátrix könyvtárat?
Visszavetítés programnyelvekben. Visszavetítés betekintéssel, módosíthatósággal. Árnyaló-visszavetítés. Játékobjektum-modellek: komponensalapú, tulajdonságalapú. Anyagrendszerek. Színtérgráf. Többszörös taxonómiák grafikus alkalmazásokban. Monolitikus osztály-hierarchia. Mix-in. Fix és dinamikus komponens-rendszerek.
Egyszerű mechanikai szimuláció. Csatolt objektumok. Csillapítás és vezérelhetőség. Ütközésdetektálás- és válasz. Double dispatch probléma, visitor minta, megoldás dinamikus típusokkal. Egyszerű mesterséges intelligencia.
Kvaterniók: műveletek, tulajdonságok. Möbius-transzformációk. SLERP. 3D forgatások. Yaw-pitch-roll. 3D modellformátumok és kamerakezelés.
3D árnyalás haladóknak: környezet-leképezés, procedurális textúrázás, normáltérképek.
Zajgenerálás: zajtulajdonságok, Perlin, simplex, Cellular, Gabor, LRP. Szintfelület-sugárkövetés. Ray marching. Gömbkövetés. 3D fraktálgeometriák, kvaternió-Julia halmaz.
Térfogati fényjelenségek és egyszerűsített gyakorlati módszerek.
Render-to-texture. Többmenetes módszerek: késleltetett árnyalás, sziluettélek, árnyékok, utófeldolgozás, 3D festés, sorrendfüggetlen átlátszóság, 2.5D imposztorok.
D3D programozás. Buffertípusok és műveleteik. Általános célú számítások. CUDA vs. OpenCL vs. DirectCompute.
Beépített kamera kezelése. Jellegzetes pontok felismerése.
Kamerakép manipulációja. Kamerakép és szintetikus képelemek kompozitálása.
Karakteranimácó az ipari gyakorlatban. Csontok, ízületek, csomópontok fogalma. Rigging, skinning, vertex blending. Duális kvaterniók karakteranimációhoz.
D3D12 és Vulkan.

II.6.3.1.6 Szoftverfejlesztés laboratórium 1

(VIAUAC09, 6. szemeszter, 0/0/2/f/3 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja az Adatvezérelt rendszerek tantárgy anyagának gyakorlása és elmélyítése laboratóriumi mérések elvégzésével (Microsoft SQL Server programozás, Oracle Server programozás, lekérdezés optimalizálás, indexek használata, Entity Framework programozása, SQL Reporting Services, többrétegű alkalmazások fejlesztése WCF alapon).
Rövid tematika:
Microsoft SQL Server programozás 1 (triggerek típusai, használatok, kurzorok alkalmazása, tárolt eljárások készítése)
Oracle Server programozás 1-2 (szekvencia generálás, tárolt eljárások, függvények használata, ciklusok, triggerek, tábladefiníció módosítás)
Lekérdezés optimalizálás, indexek használata (CI, NCI, TS, CISC, CISE, NCISE, NSISC, NLJ algoritmusok összehasonlítása, teljesítmény elemzése)
Entity Framework programozása (Entity Data Model a gyakorlatban, lekérdezések, függvények megadása az Entity Framework segítségével)
SQL Reporting Services (a Reporting Services alapjai, adatforrások megadása, táblázatos riportok készítése, formázások, csoportosítás, összegzés, diagramok)
Többrétegű alkalmazások fejlesztése WCF alapon (WCF server – kliens alkalmazások, kód alapon, Visual Studio segítségével, ill. konfigurációs fájllal)

II.6.3.1.7 Szoftverfejlesztés laboratórium 2

(VIAUAD01, 7. szemeszter, 0/0/2/f/3 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja az kliensoldali technológiák, a 3D grafikus rendszerek, valamint az Integrációs és ellenőrzési technológiák tantárgyak anyagának gyakorlása és elmélyítése laboratóriumi

mérések elvégzésével (vastag kliens fejlesztés, vékony kliens fejlesztés, mobil kliens fejlesztés, 3D grafikus rendszerek, integrációs és ellenőrzési technológiák).

Rövid tematika:

Kliensoldali technológiák 1-5 (AUT)

- ASP.NET – REST, Routing, Model, View és Controller a gyakorlatban: A labor során áttekintjük az ASP.NET MVC alkalmazások szerkezetét, a Model, View és Controller osztályok kapcsolatát, a script, css és egyéb erőforrások használatát. Bemutatjuk az integrációs pontokat a népszerű fejlesztési keretrendszerekkel (jQuery, TypeScript, Angular, Áttekintjük a routing szabályokat és Razor szintaxist.
- Angular használata TypeScript segítségével: A labor során a hallgatók egy előre elkészített backend fölé készítenek egy Angular alapú webes felületet TypeScript használatával. A labor érinti az alapvető Angular fogalmakat (module, component, service, pipe stb.), különös tekintettel azokra az elemekre, melyeket korábban a Kliensoldali technológiák tárgy során nem volt lehetőség kipróbálni.
- XAML alapú fejlesztés, Windows Store alkalmazások fejlesztése I: A labor során a hallgatók egy létező REST alapú backend szolgáltatás fölé készítenek egy Windows Store klienst. Az alkalmazás fejlesztése során különös hangsúlyt kapnak az ergonómiai vonatkozások, illetve azok az elemek, melyek az alkalmazást felhasználhatóvá teszik különböző kijelzőtípusokon is.
- XAML alapú fejlesztés, Windows Store alkalmazások fejlesztése II: Az előző laboron fejlesztett alkalmazás fejlesztését folytatva a hallgatók gyakorolhatják az MVVM architektúra alkalmazását (kétirányú adatkötések, konverterek, command minta használata stb.
- Electron és Cordova használata: A labor célja, hogy a hallgatók a gyakorlatban is kopróbálhassák a HTML5 alapú multiplatform alkalmazásfejlesztést. A hallgatók egy egyszerű kliensoldali alkalmazást fejlesztenek és tesztelhetnek. A feladat során kiemelt szerepet kapnak a natív illesztési elemek is.

3D grafikus rendszerek 1-5 (IIT)

- 3D modellezés és procedurális geometriák: A Blender modellezőprogram használata egyszerű geometriák létrehozására. Szkript-programozás. Procedurális geometria előállítása egyszerű szabályokkal.
- Képfeldogozás és kompozitálás: Az OpenCV könyvtár használata. Greenbox-alapú kompozitálási módszerek megvalósítása képeken és képfolyamokon.
- Fizikai szimuláció: A PhysX könyvtár használata. Merev testek, ízületek szimulációja. Robotkar és rongybaba-modell.
- Multiplayer böngészőben: A WebSocket technológia használata. Szerver és böngészőben futó klienskód megvalósítása. Egyszerű lövöldözős játék többjátékos-üzemmódra alakítása.
- Unity 3D: A Unity3D játékmotor használata. Példák új játékelemek, egyszerű mechanizmusok megvalósítására.

Integrációs és ellenőrzési technológiák 1-2 (MIT)

- Teljesítménymérés: profiling módszerek (mintavételezés, felműszerezés). Futási idő és memóriahasználat mérése. Tipikus analízis lehetőségek és hibafajták. Visual Studio profiler
- Tárgyterület modellezés és szemantikus információkeresés: A hallgatók egy minta ontológián keresztül próbálják ki egy tárgyterület modellezésének lehetőségeit és az ontológia bővítésével megvizsgálják, hogy hogyan tehető alkalmassá a modell információ keresési feladatok megoldására, végül egyszerű következtetések segítségével próbálnak meg a tárgyterületre, forrásaink adataira vonatkozó kérdésekre választ kapni.

Az elágazó tárgy választásától függően a hallgatók vagy az 5 db AUT mérést vagy az 5 db IIT mérést végzik el. Minden hallgató elvégzi a 2 db MIT-es mérést.

II.6.4 Vállalatai információs rendszerek specializáció (ETT, SZIT, TMIT)

(Enterprise Information Systems)
A specializáció gazdatanszéke: ETT
Specializációfelelős: Dr. Martinek Péter

Célkitűzés:
A vállalatok felismerték, hogy a piaci versenyben lemaradnak, ha nem rendelkeznek kellő informatikai infrastruktúrával. A piaci kihívásokra gyorsan és megbízhatóan csak úgy tudnak reagálni, ha gazdálkodási folyamataikat informatikai rendszerekkel támogatják. Tevékenységüket ezért integrált vállalatirányítási rendszerrel irányítják, amelyek bevezetése megkezdődött már a kis és a közepes méretű vállalkozásoknál is. A bevezetést követően a rendszert folyamatosan felügyelni kell, valamint a belső és a külső követelményekhez folyamatosan illeszteni kell. A szervezetközi együttműködés, mint például az ellátási lánc menedzsment (SCM), vagy az elektronikus államigazgatás (E-Government) újabb kihívásokat támaszt a rendszer fejlesztőivel és üzemeltetőivel szemben. A működés alatt felhalmozódó vállalati információvagyon kiaknázása, az abban rejlő összefüggések felismerése a jelen és a jövő nagy kihívásai. Folyamatos feladatot jelent a meglévő erőforrás-tervező (ERP) rendszerekben elszórtan meglévő adatok és információ kinyerése, egységes kezelése. A totális integráció helyett az együttműködő rendszerek megvalósítása jelenti a legfőbb fejlődési irányt.
A specializáción alapdiplomát szerzettek legfőbb kompetenciája a vállalati rendszerek, mint szoftver alkalmazások üzemeltetése, fejlesztése, illesztése más rendszerekhez a folyamatosan megújuló igények szerint. Képesek lesznek a rendszerek működését átlátni, az azokban megvalósított vállalati folyamatokat felismerni, azokat a valós üzleti folyamatokban alkalmazni, azokat átprogramozni a valós igényeknek megfelelően. Alkalmassá válnak a mesterképzésen való továbbtanulásra.
A megszerezhető ismeretek főbb témakörei: Tipikus vállalatirányítási alkalmazások funkcionális és műszaki architektúrája, működési alapelveik. Termeléstervezés és –irányítás feladatai, informatikai támogatása a vezetés szempontjából. Törzsadatok és azok meghatározási módszerei, a mozgásnemek, tranzakciók, modulok felépítése és egymásra épülése. Gazdálkodási alapismeretek, események, folyamatok, információmenedzsment. Vállalati alkalmazások algoritmusai, tipikus programozási feladatai. Adatelemzési módszerek, algoritmusok és alkalmazási területeik, futásidő optimalizálás.
A specializáció oktatási alapelve a folyamatszemlélet. Megtanítja a tipikus vállalati folyamatokat, átívelve a klasszikus funkcionális területek határain. Valódi vállalati rendszereken keresztül mintapéldákat mutat be, illetve ilyen rendszereken gyakorlatoztatja a hallgatókat. A fejlesztési feladatok végrehajtásában megköveteli az alapképzésben elsajátított szoftverfejlesztési módszertanok alkalmazását.

II.6.4.1 A specializáció tantárgyai

II.6.4.1.1 Vállalatirányítási rendszerek

(VIETAC00, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése, hogy bemutassa a vállalatok működésének informatikai oldalát, a működésben érintett vállalati entitásokat, adatmodelleket és a vállalati működés értékteremtő folyamatait. Bemutatja továbbá a vállalatirányítási informatikai rendszerek típusait, legfontosabb feladatait és megismerteti a szakterületen belül elérhető legfontosabb szoftveres megoldásokat.
Rövid tematika:
A vállalati információs rendszerek bemutatása, szerepe a modern vállalat működésében. A vállalati információs rendszerek fejlődése, szigetrendszerek és integrációjuk szükségessége.
A standard vállalatirányítási rendszerek fogalma, kritériumai, általános tulajdonságai, funkcionális moduljai.
Terhelés-megosztási struktúrák. A standard vállalatirányítási rendszerek programozási alapelvei és üzleti objektumai.
A bizonylatok és a bizonylati elv bemutatása, a bizonylatokon értelmezett metódusok, valamint ezen metódusok összefogása mozgásnemekbe és tranzakciókba.

Az integrált vállalatirányítási rendszerek adatmodelljének bemutatása és az ebben szereplő üzleti objektumok ismertetése: vállalati törzsadatok, telephelyek, raktárak, cikkek törzsadatai (általános, készletezési, tervezési, raktári, számviteli), termékcsalád, anyagjegyzék, készletek.
A készletek típusainak bemutatása, és az ezekre épülő készletgazdálkodási rendszerek céljai, modelljei, típusai, költségtényezői, készletértékelési módszerei. Az ABC készletgazdálkodási rendszer bemutatása.
A vállalatirányítási rendszerek információs folyamatai: rendelésfeldolgozás, szükségletszámítás és ütemezés, beszerzés.
A vállalatirányítási rendszerek információs folyamatai: gyártás, kibocsátás és számlázás.
Az elosztási erőforrás tervezés célja, feladata, be- és kimeneti adatai, algoritmusa.
Az előleg- és részletfizetés, bizonylatok életciklusa, valamint az érintett információs objektumok, szerepek, bizonylatok és egyéb kapcsolódó fogalmak.
Példák vállalatirányítási rendszerekre, ezek funkcionális felépítése, moduljai. A rendszerek informatikai architektúrája, adatszerkezetei, tipikus telepítései. A rendszer, mandant (kliens), vállalat és domain fogalmainak ismertetése, valamint a rendszertérkép bemutatása.
A testre szabás és fejlesztés eszközeinek tárgyalása, az aktiválás és változástranszport végrehajtásának bemutatása.
Az adatbáziselérési, -frissítési és zárkezelési módok, valamint a feldolgozó eljárások típusainak bemutatása.
Az export-importcsatolók, alkalmi és állandó interfészek, valamint a szabványos üzenetcserék bemutatása.

II.6.4.1.2 Termelésinformatika

(VIETAC01, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése, hogy bemutassa egy termelő vállalat információ technológiai működését, a tipikus termelési folyamatokat, ezek informatikai oldalát, a számítógépes termelésirányítási rendszerek típusait, legfontosabb tulajdonságaikat, a számítógépes irányítás bevezetésének és üzemeltetésének feladatait.
Rövid tematika:
A termelő vállalat bemutatása, valamint műszaki, gazdasági, információ technológiai elkülönítése az általános vállalat fogalmától.
A termelő vállalat vállalati adatmodelljének bemutatása, a főbb adatcsoportok ismertetése. A tranzakciós, törzs- és konfigurációs adatok fogalmának ismertetése, a normaadatok koncepciója.
A rendelkezésre álló munkaidő kiszámítása és az ehhez szükséges adatok. A termelés rendelkezésre álló idejének és időfelhasználásának elkülönítése, valamint időtényezőinek bemutatása. Az átfutási idő kiszámítása különböző, a raktári készlet rendelkezésreállása szerint megkülönböztetett esetekben, valamint a teljes anyagjegyzék-struktúrára. A műveletek kapcsolásának fogalma és típusai, valamint ezek hatása az átfutási időre.
Gépek, berendezések fogalma és adatai különös tekintettel a költség- és időnormákra. Költségfelosztási típusok, a kapacitás alternatív értelmezései és kapcsolódó fogalmai. A gépek elrendezési alapelveinek és módjainak bemutatása, a gyártástechnológiák ismertetése.
A dolgozók, munkaköreik és bércsoportjaik bemutatása, a munkavégzés különböző absztrakciós szintű elemeinek leírása. Az elemi művelet fogalmának bevezetése, a szabványos művelet és a műveletterv felépülésének ismertetése.
Előkalkuláció célja, normaszerinti jellege, bemeneti és kimeneti adatai. A költségnemek fő kategóriáinak bemutatása. A tervezett önköltség meghatározása anyagköltség, bérköltség és gépköltség szerinti bontásban. Az utókalkuláció fogalma és felhasználása az előkalkuláció optimalizálására.
A termeléstervezés és irányítás feladatának ismertetése, transzformációs folyamat szerinti csoportosítása.
A termelés fogalma, a hosszútávú termeléstervezés elemei, a stratégia kialakítása és végrehajtása.
A középtávú termeléstervezés jellemzői, feladatai, a nagyvonalú termeléstervezés fogalma, erőforrásoptimalizálási lehetőségek, a támogató számítógépes rendszer.

A rövidtávú termeléstervezés jellemzői, feladatai, támogató rendszerei, bemeneti és kimeneti adatai, valamint algoritmusai. A szükségletszámítás és ütemezés bemutatása, az MRP és DRP algoritmusok ismertetése.
A szalagrendszerű gyártás jellemzői, törzsadatai, hasonlóságok és eltérések más rendszerű gyártásoktól. Szalagrendszerű gyártás termelésprogramozása, az eredmények jelentése.
Finomprogramozás jellemzői és feladatai. A különböző stratégiájú ütemezési algoritmusok ismertetése és termelésoptimalizálási célfüggvény szerinti optimalitásuk tárgyalása. Optimális ütemezési algoritmusok a célfüggvény, a gépek és a feladatok száma szerint.
A termeléstervezés és irányítás információs folyamata, gyártásátfutás: feladatok jóváhagyása, rendelések kiadása, anyagkönyvelés, visszajelentés.
A termelés műszaki, ügyviteli és anyagi előkészítése.
Gyártás, ellenőrzés, selejtkezelés. Az üzemfenntartás feladata, folyamata.

II.6.4.1.3 Gazdálkodási információmenedzsment

(VITMAC01, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése bemutatni a gazdálkodó szervezetek típusait, a gazdálkodást meghatározó külső tényezőket és belső folyamatokat. A gazdálkodás felhasználó oldaláról mutassa be az információkezelési és -feldolgozási módszereket.
A hallgatók gyakorlatorientált és vezetői léptékű ismereteket kapnak a gazdálkodás logikájáról. Az elméleti alapozáson túlmenően, esetpéldákon keresztül terveznek információ-áramlási folyamatokat, használnak gazdálkodási adatbázisokat és elemeznek terv-tény eltéréseket.
Rövid tematika:
Gazdálkodó szervezetek vagyoni-, jövedelmi- és pénzügyi helyzetének követése.
A gazdálkodási információszolgáltatás: könyvvezetés, nyilvántartások, jelentések, bizonylatolás, iktatás.
Gazdálkodási tranzakciók, analitikus nyilvántartások, eszközök, források.
Bevételek és ráfordítások elszámolása, szokásos és rendkívüli események.
Vagyonleltár, tárgyi eszközök számbavétele, értéke, értékcsökkenési leírások, amortizációs politika és hatásai.
Beruházási döntések előzetes számításai, vagyonértékelési eljárások, készletkezelés.
Állami jövedelmek, adótípusok, adófizetés, Általános Forgalmi Adó elszámolása
Bérek, járulékok rendszere, elszámolása, társadalombiztosítási és nyugdíjrendszerek
Eredménykimutatás, Mérleg kimutatás, beszámolók.
Cash flow kimutatás, likviditás-tervezés.
Vezetői számvitel, önköltségszámítás, mutatószám rendszerek
Üzleti tervezés, terv-tény összehasonlítás, idősorok, gyűjtések
Vezetői jelentésrendszerek, üzleti érték és üzleti jelentés.
Kontrolling alapelve és gyakorlata, az informatikus szerepe.

II.6.4.1.4 Adatelemzés

(VISZAC00, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, SZIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése a statisztikai kiértékelések és az adatbányászati alapismeretek gyakorlatorientált megismerése.
A követelményeket teljesítő hallgatók képesek lesznek a vállalati adatok elemzésére a statisztikai és adatbányászati módszerek alapjainak birtokában, továbbá az adatok elemzésére alkalmas előkészítést és elemzést támogató és végrehajtó eszközök használatára.
Rövid tematika:
A statisztikai becsléselmélet alapjai. Torzítatlanság, konzisztencia, hatásosság. Maximum likelihood módszer, momentumok módszere. A hipotéziselmélet alapfogalmai: nullhipotézis, alternatív hipotézis,

próbastatisztika, elfogadási tartomány, kritikus tartomány, elsőfajú hiba, másodfajú hiba, erőfüggvény, szignifikancia-szint, erőfüggvény, a próba ereje, torzítatlanság, konzisztencia.
A normálisból származtatott eloszlások: Chi-négyzet, Student- és F-eloszlások. Lukács tétele. A paraméter fogalma. Paraméteres hipotézisek. A normális eloszlás paramétereire megfogalmazott szignifikancia próbák: egymintás u- és t- próbák, két független mintás u- és t-próbák, párosított két mintás t-próba, F-próba, Welch-próba, Bartlett-próba.
Nemparaméteres próbák I. A Chi-négyzet próbák alaptétele. Tiszta és becsléses illeszkedésvizsgálat Chi-négyzet próbával. Függetlenségvizsgálat Chi-négyzet-próbával. Két független minta homogenitásának ellenőrzése Chi-négyzet próbával. Gnegyenko-Koroljuk tétele. Rendstatisztikák, rendpróbák. Illeszkedésvizsgálat egymintás Kolmogorov-Szmirnov-próbával. Homogenitás-vizsgálat kétmintás Kolmogorov-Szmirnov próbával.
Nemparaméteres próbák II. Homogenitásvizsgálat. Két független minta homogenitásának ellenőrzése Mann-Whitney-próbával. Több független minta homogenitásának ellenőrzése Kruskal-Wallis próbával. Két összetartozó minta homogenitásának ellenőrzése Wilcoxon-próbával. Több összetartozó minta homogenitásának ellenőrzése Friedmann-próbával.
Kétváltozós regressziós módszerek. Elméleti háttér: a feltételes várható érték. A kétváltozós regresszió fajtái: Lineáris regressziók, polinomiális regresszió, lineárisra visszavezethető kétparaméteres regressziók. Logisztikus regresszió. A legkisebb négyzetek módszere. Szórásanalízis (ANOVA) a modell érvényességének eldöntésére. Meghatározottsági együttható..
Többváltozós lineáris regresszió. Modellépítési technikák. Korrelációs együtthatók: totális-, többszörös-, parciális-. A béta együtthatók Mintavételezési technikák. A minta reprezentativitása. Véletlen- és nemvéletlen mintavételezés. A szükséges mintaelemszám meghatározása.
Adatbányászat és üzleti intelligencia céljai és feladatai a gyakorlatban. Adathalmazok előkészítése az elemzés szempontjai alapján.
Termékhalmazok gyakorisága, vásárlói kosárelemzés ismertetése, asszociációs szabályok bevezetése. Alkalmazási területek hipermarketekben, bevásárlói kártyák, gyakori szekvenciák fogalma.
Felügyelt gépi tanulás. Tanulási hibák súlyozása, profit mátrix. Egyszerű osztályozó algoritmusok, (kNN, Naive-Bayes), metrikák.
Statisztika alapú döntések elősegítése döntési fákkal. Döntési fa tanuló algoritmusai (C4.5, tisztasági mértékek, vágások, elő és utó fa metszés), vezetői döntések meghozatala a megtanult modell alapján.
Osztályozás és regresszió. Ügyfélérték számítás, lemorzsolódás (churn) predikció. Hiteligénylők osztályozási feladata. Vásárlási hajlandóság predikálása direkt marketing kampányoknál.
Ügyfélszegmentáció és egyéb csoportosítási feladatok klaszterezéssel. A k-Means algoritmus és továbbfejlesztett változatai (pl. bisecting és adaptív k-Means). Sűrűség alapú módszerek (DBSCAN, OPTICS) illetve hierarchikus klaszterezés eredményeinek vizsgálata üzleti szempontból.
Pár ismert és/vagy nyílt forráskódú adatbányászati szoftverek használata, modellépítés a gyakorlatban, osztályozó és klaszterező algoritmusok korlátai.

II.6.4.1.5 Vállalati rendszerek programozása laboratórium

(VIETAC07, 6. szemeszter, 0/0/3/f/2 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy gyakorlati ismereteket nyújt a vállalat- és termelésirányítási rendszerek felépítéséről, működéséről, a tipikus kiegészítő programozási feladatokról és a feladatok megoldási módszereiről konkrét működő rendszerben.
A követelményeket sikerrel teljesítő hallgatók képesek lesznek kiegészítő modulok, funkciók tervezésére és implementálására.
Rövid tematika:

- Bevezetés az SAP R/3-as rendszer használatába, az SAP R/3-as rendszer alapvető felépítése, kliens/szerver konfigurációk, az üzenet- és átjárószerver, az R/3-as rendszer adatbázis-interfésze, az SAP-példányok és –alkalmazásszerverek monitorozása, az Easy Access menü, móduszok és tranzakciókódok.

- A felhasználói kérelem feldolgozása, a munkaprocesszek működése, az SAP Implementation Guide (IMG), az R/3-as rendszer biztonságának alapjai és a kommunikáció külső rendszerrel. Az ABAP Workbench, R/3 Repository, a Repository Browser, fejlesztés, tesztelés és az eredmények használatba vétele. Package létrehozása.
- Az ABAP Dictionary és objektumai (domén, adatelem, struktúra, táblatípus), az ABAP Dictionary-ben létrehozható táblák (transzparens tábla, table pool és cluster table), nézet, indexek (elsődleges és másodlagos), Objektumok névadási konvenciói, a Change Object Directory Entry használata.
- Bevezetés az ABAP programozásba: alapvető nyelvi elemek az ABAP-ban, előre definiált adattípusok, rekordtípus, konstansok és literálok, értékadás, típuskonvertálási szabályok, műveletvégzés, logikai kifejezések, vezérlési szerkezetek. Bevezetés az Open-SQL használatába: SELECT utasítás, SELECT SINGLE utasítás, a SELECT utasítás ciklusa.
- Belső táblák definiálása, feltöltése és egyszerű műveletei. A belső tábla feldolgozása ciklussal, a READ TABLE utasítás, a belső tábla tartalmának rendezése és törlése.
- Az ABAP programok szerkezete. Szubrutinok, eseményblokkok, lista képernyők, dialógus modulok, programtípusok. Szubrutinok definiálása, meghívása és adatainak láthatósága. Többszintű listák létrehozása, a listák formázása, valamint nyelvfüggő szövegelemek megadása.
- A lefutás logika, szelekciós képernyők és üzenetek. A szelekciós képernyő definiálása, az eseménysorrend szelekciós képernyők esetén. A PARAMETERS és SELECT-OPTIONS kulcsszavak használata. A szelekciós szövegek, azok többnyelvűsége, Üzenetek – Message-ek típusai és használata.
- Funkciócsoport és funkciós modulok. A funkciócsoport létrehozása, funkciós modul definiálása, a funkciós modul meghívása.
- A kivételek és üzenetek terjedése, nyomkövetési technikák. A kivételek és üzenetek hatása a veremterületre, a nyomkövető indítása és léptetése. Breakpointok, Calls nézet, változók, watchpoint, Short dump.
- Bevezetés az ABAP objektum-orientált programozásba. Objektum-orientált programozási eszközök az ABAP Objects-ben, osztályok, attribútumok és metódusok. Az osztályok példányosítása, az attribútumok és metódusok elérése, funkcionális metódusok, konstrukturok, az önhivatkozás.
- ABAP Web Dynpro alkalmazás fejlesztése. A Web Dynpro elemei (View, Window, Controllers, Context, Navigation), Controllerek (Component, View, Windows, Custom). A kontextus bemutatása, a Kontextus Node elérése, a Kontextus attribútumának elérése, az attribútum értékének olvasása és módosítása.
- Az adatmanipuláció Web Dynpro alkalmazással, táblák és Node-k kapcsolata, új rekord felvétele a táblába, meglévő rekord módosítása, létező rekord törlése a táblából. A jogosultsági rendszer: jogosultság profil, szerepkörök. A jogosultági profil létrehozásának lépései és a jogosultsági profil vizsgálata.
- A zárolási koncepció, a SAP zárolás módjai, a SAP zárobjektum. A zárobjektum létrehozása, elhelyezése és törlése forráskódból. A sorszámozás, pufferelés. A sorszámobjektum létrehozása és használata.
- Általános képernyők definiálása, a képernyő GUI-címe és GUI-státusza, képernyő attribútumok, képernyőváltozók. A képernyő funkciókód, a képernyő rajzolata és elemei, a képernyő lefutási logika, a képernyő meghívása és elhagyása. Dialógus modulok.

II.6.4.1.6 Vállalati jelentéskészítés laboratórium

(VIETAC08, 7. szemeszter, 0/0/2/f/3 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy gyakorlati ismereteket nyújt standard vállalati rendszerekben tárolt adatok kezelésére: adatok feltöltésének megtervezésére és végrehajtására, továbbá a különböző vállalati területek igényeinek megfelelő lekérdezések megvalósítására.

A követelményeket sikerrel teljesítő hallgatók képesek lesznek produktív vállalati rendszerkörnyezetben a lekérdezésekhez kapcsolódó rendszerkomponensek testreszabására, valamint megfelelő tartalmú, formátumú és hatékonyságú lekérdezések létrehozására és végrehajtására.

Rövid tematika:

- Bevezetés: A Vállalati jelentéskészítő rendszerek. Kezelendő adatok köre a vállalati logisztika, pénzügy, termelésirányítás területein: adatminőség és tárolási struktúrák standard vállalati rendszerekben. A hallgatók megtanulják, hogy milyen adatok találhatóak produktív vállalati rendszerekben s ezekhez milyen csatornákon és módszerekkel lehet hozzáférni. Megismerkednek a rendszer használatával, elsajátítják a konfigurációs eszköz használatát. A foglalkozáson végzett munkát és a feltett kérdésekre a válaszokat jegyzőkönyvben rögzítik.
- Listás lekérdezések: Adatelérési módszerek, egyszerű és összetett listák. Speciális struktúrájú adatok lekérdezése, darabjegyzék, gyártási jegyzék, stb. Szűrések és aggregációk a lekérdezésekben, jogosultsági beállítások.
- Vállalati adatmodellek: Objektum orientált adatmodellek, dialógus-képernyők adatmodelljei, relációs táblák és kapcsolataik – kényszerek és előírások a vállalati adatok tárolásánál. Teljesítményorientált megközelítés, hópehely séma.
- Lekérdezések specifikációja és megvalósítása: Lekérdezések dialógus képernyőinek tervezése és megvalósítása. Standard és webes felületek. Adatok megjelenítése – vállalati jelentéskészítés tipikus követelményei: megjelenítésre vonatkozó szabályozások és előírások osztályozása és teljesítése. Formai követelmények.
- Összetett lekérdezések tervezése: döntés-előkészítés, vezetői döntéstámogatás – lekérdezendő adatok köre, döntést segítő összesítések, táblázatok és diagrammok. Teljesítési jelentések – logisztika, termelés, elosztás területeken. Pénzügyi jelentések, audit előkészítés.
- Lekérdezések hatékonysága: összetett lekérdezések teljesítményének tervezése – riporting rendszerek beállítása, adatmigráció és konzisztencia elosztott vállalati rendszerkörnyezetben. Éles rendszer, teszt rendszer, riporting rendszerek kapcsolata. Lekérdezések memóriába töltött adatokból. Lekérdezések a felhőben – felhő alapú riporting rendszerek.
- Lekérdezések eredményeinek prezentálása: kimenet formátumának tervezése. Standard kimenet, megjelenítés mobil eszközökön, nyomtatási formátumok. Interaktív dashboard képernyők tervezése és megvalósítása

II.7 Projekttantárgyak

A specializációk keretein belül a hallgatók ún. projekttantárgyakat vesznek fel, melyek az 5. szemesztertől kezdődően rendre a Témalaboratórium, Önálló laboratórium, Szakmai gyakorlat (kritérium tantárgy) és a Szakdolgozat-készítés. Ezen tantárgyakban a hallgatók néhány fős csoportokban, vagy önállóan oldanak meg nagyobb méretű műszaki feladatokat (projekteket), egy-egy téma akár több tantárgy keretein is átívelhet (minden egyes tantárgy számára konkrét, önállóan értékelhető részfeladatot megfogalmazva). A projekttantárgyakat a hallgatók kizárólag valamelyik specializációra való besorolásukat követően vehetik fel, a felvétel szabályait részletesen a BSc specializáció- és ágazatválasztási szabályzat tartalmazza.

Témalaboratórium
(5. szemeszter,0/0/3/f/3 kredit)

A tantárgy célkitűzése: A témalabor bemutatja a specializáció, illetve ágazat (ha van) adott tanszékéhez tartozó műhelyeket, amelyek később az Önálló laboratórium, illetve a Szakdolgozat-készítés tantárgyakat kiszolgálják. A hallgatók a témalabor foglalkozásai során megismerkednek a műhely munkájával, és elsajátítják a műhely témáinak műveléséhez szükséges speciális szakmai ismereteket. A témalabor tantárgy elvégzése után a hallgatók képesek lesznek az adott szakmai műhelyben választott önálló laboratóriumi feladat további felkészítés nélküli kidolgozására.
Rövid tematika: Az oktatási időszak első hetében (a regisztrációs hetet követően) a hallgatók jelentkeznek a tanszék által meghirdetett szakmai műhelyek valamelyikébe. Célszerű a műhely kiválasztása ügyében a tanszéket a félévet megelőző vizsgaidőszakban felkeresni, amennyiben ez lehetséges. Egy műhely felügyeletét egy vezető konzulens látja el, aki további konzulenseket jelölhet ki. A 4. hét végéig a hallgató saját feladatot választ, amelyet a szorgalmi időszak végéig ki kell dolgoznia.
A félév végén mindenkinek be kell számolni az elvégzett munkáról. A beszámoló szóbeli és írásbeli részt tartalmaz. A beszámoló konkrét formai követelményeit és ütemezését a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.
A Témalaboratórium csak tanszéki keretek között végezhető.
A névre szóló feladat kidolgozása során a hallgatók általában 2-4 fős csoportokban dolgoznak, úgy, hogy a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. Lehetséges teljes mértékben önálló feladat kidolgozása. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat.

Tantárgykód	Tantárgynév	Tanszék
BMEVIAUAL00	Témalaboratórium	AUT
BMEVIEEAL00	Témalaboratórium	EET
BMEVIETAL00	Témalaboratórium	ETT
BMEVIHIAL00	Témalaboratórium	HIT
BMEVIHVAL00	Témalaboratórium	HVT
BMEVIIIAL00	Témalaboratórium	IIT
BMEVIMIAL00	Témalaboratórium	MIT
BMEVISZAL00	Témalaboratórium	SZIT
BMEVITMAL00	Témalaboratórium	TMIT
BMEVIVEAL00	Témalaboratórium	VET

Önálló laboratórium
(6. szemeszter,0/0/4/f/5 kredit)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a specializáció elméleti tantárgyaiban tanult ismeretek elmélyítése és gyakorlati tapasztalatok megszerzése egy szűkebb, a hallgató egyéni érdeklődésének megfelelő tématerületen. Alapvető célkitűzés, hogy erről a szűkebb szakterületről a hallgató az átlagos hallgatói ismereteket meghaladó felkészültséget szerezzen, és a tantárgy keretében végzett munkáját – megfelelő előrehaladás esetén – a szakdolgozat keretében is hasznosítani, illetve folytatni tudja.
Rövid tematika: Az önálló laboratórium félévét megelőző vizsgaidőszakban a hallgatók a specializáció- és ágazatválasztásuknak megfelelően jelentkeznek a meghirdetett konkrét témákra, vagy témacsoportokra, lehetőleg a leendő konzulenssel egyeztetve a feladatot.
A tantárgy részletes tematikáját, lebonyolításának módját a témavezető az első oktatási héten megtartandó első gyakorlat alkalmával határozza meg. Ennek a témától függő fázisai a következők lehetnek: irodalmazás, rendszertervezés, tervek készítése, kísérletek végzése és kiértékelése, deszkamodell szintű berendezések készítése, ellenőrző mérések végzése, végleges megoldás megtervezése és elkészítése, tesztelés, dokumentálás.
A szorgalmi időszak utolsó hetében mindenkinek be kell számolnia a félév során végzett munkájáról. A beszámoló formája egy 10-15 perces előadás. Az előadásokhoz számítógépes kivetítőhöz előkészített anyagok (prezentációk) használatát várjuk el a hallgatóktól. Az előadásokat úgy szervezzük meg, hogy a hasonló témájú feladatokon dolgozó hallgatók (általában 8-12 fő) lehetőleg egy csoportba kerüljenek. Az adott csoporton belül a hallgatók és a konzulensek az összes előadást meghallgatják.
A szorgalmi időszak utolsó napjáig el kell készíteni, és be kell adni a féléves munkáról szóló írásos beszámolót, illetve a magyar és angol nyelvű (1/2 - 1 oldalas) tartalmi összefoglalót.

Tantárgykód	Tantárgynév	Tanszék
BMEVIAUAL01	Önálló laboratórium	AUT
BMEVIEEAL01	Önálló laboratórium	EET
BMEVIETAL01	Önálló laboratórium	ETT
BMEVIHIAL01	Önálló laboratórium	HIT
BMEVIHVAL01	Önálló laboratórium	HVT
BMEVIIIAL01	Önálló laboratórium	IIT
BMEVIMIAL01	Önálló laboratórium	MIT
BMEVISZAL01	Önálló laboratórium	SZIT
BMEVITMAL01	Önálló laboratórium	TMIT
BMEVIVEAL01	Önálló laboratórium	VET

Szakmai gyakorlat
(6.-7. szemeszter,0/0/0/a/0 kredit)

A tantárgy célkitűzése: A szakmai gyakorlat általános célja, hogy a hallgatók alapvető ismereteket szerezzenek a specializációjuknak megfelelő gyakorlati mérnöki feladatokból, megismerkedjenek egy vállalat szervezeti és szakmai felépítésével, valós körülmények között készüljenek későbbi mérnöki munkájukra. A nyolc hetes szakmai gyakorlat során a hallgatók a tanszéki és vállalati konzulens által meghatározott feladatot oldanak meg. Feladatuk kapcsolódhat szakdolgozatukhoz, TDK dolgozatukhoz, önálló labor feladatukhoz, de azoktól jól elkülöníthetőnek kell lennie.

Rövid tematika: Nyolc hét (negyven munkanap) kiméretű szakmai gyakorlóhelyen teljesítendő szakmai gyakorlati munka. A gyakorlat során a gazdálkodó szervezet, illetve a vállalati konzulens által meghatározott, részletesen specifikált feladatot kell megoldani. A lehetséges helyszínekről és időpontokról, valamint a konkrét teendőkről a szakmai gyakorlat lebonyolításra vonatkozó szabályzat rendelkezik.
A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt a vállalati konzulens felügyelete és irányítása mellett dolgoznak. A munkakezdésre, befejezésre a vállalati munkarend előírásai a mértékadók. A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt napra lebontott munkanaplót vezetnek. A munkanapló hitelességét a szakmai gyakorlat végén a vállalati konzulens aláírásával igazolja.
A szakmai gyakorlat végén a hallgatók írásos beszámolót készítenek. A beszámoló a BME bármely oktatási nyelvén megírható (magyar, angol, francia, német és orosz nyelven), függetlenül attól, hogy a szakmai gyakorlat mely országban valósult meg, amennyiben a tanszéki/kari felelős ehhez előzetesen hozzájárul. A beszámolót a vállalati konzulens aláírásával igazolja, a munkáról rövid értékelést készít. A munkanaplót, a beszámolót és az értékelést arra a tanszékre kell benyújtani, amely a témát kiírta. A beadási határidőt a tanszéki szakmai gyakorlati felelős határozza meg, figyelembe véve az egyetemi munkarendet (pl. nyári leállás).

Tantárgykód	Tantárgynév	Tanszék
BMEVIAUAS00	Szakmai gyakorlat	AUT
BMEVIEEAS00	Szakmai gyakorlat	EET
BMEVIETAS00	Szakmai gyakorlat	ETT
BMEVIHIAS00	Szakmai gyakorlat	HIT
BMEVIHVAS00	Szakmai gyakorlat	HVT
BMEVIIIAS00	Szakmai gyakorlat	IIT
BMEVIMIAS00	Szakmai gyakorlat	MIT
BMEVISZAS00	Szakmai gyakorlat	SZIT
BMEVITMAS00	Szakmai gyakorlat	TMIT
BMEVIVEAS00	Szakmai gyakorlat	VET

Szakdolgozat-készítés
(7. szemeszter,0/10/0/f/15 kredit)

A tantárgy célkitűzése: A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez BSc szinten szakdolgozatot kell készítenie. A szakdolgozattal azt kell igazolni, hogy jelölt önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.
Rövid tematika: A szakdolgozat témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett specializációnak, és ha van, ágazatának megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható.
Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mester (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A szakdolgozat témáját úgy kell kiválasztani, illetve a dolgozatot úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a szakdolgozat készítőjének tevékenysége.
A szakdolgozat készíthető a külső konzulens irányításával külső vállalat (gazdasági szervezet) telephelyén is. Amennyiben a hallgatónak szakmai gyakorlatot is kell teljesítenie az oklevél megszerzéséhez, és

szakmai gyakorlatát a szakdolgozat témáját kiíró vállalatnál (gazdasági szervezetnél) teljesíti, a szakdolgozat elkészítésére, illetve a szakmai gyakorlat teljesítésére vonatkozó tevékenységnek elkülöníthetőnek kell lennie.
A szakdolgozat külföldön is készíthető. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső szakdolgozathoz hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A szakdolgozatnak meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A jelölt munkájáról és a szakdolgozatról a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült szakdolgozatot ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült dolgozatokat.
Szakdolgozatot magyar nyelven kívül a BME valamely idegen oktatási nyelvén (angol, francia, német és orosz nyelven) is lehet készíteni, amennyiben a tanszéki konzulens ehhez hozzájárul.
Két vagy több hallgató részére közös témájú szakdolgozatot is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat.
A szakdolgozatban a hallgatónak nyilatkoznia kell arról, hogy az saját munkájának eredménye. Közös témájú szakdolgozat esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat.

Tantárgykód	Tantárgynév	Tanszék
BMEVIAUAT00	Szakdolgozat-készítés	AUT
BMEVIEEAT00	Szakdolgozat-készítés	EET
BMEVIETAT00	Szakdolgozat-készítés	ETT
BMEVIHIAT00	Szakdolgozat-készítés	HIT
BMEVIHVAT00	Szakdolgozat-készítés	HVT
BMEVIIIAT00	Szakdolgozat-készítés	IIT
BMEVIMIAT00	Szakdolgozat-készítés	MIT
BMEVISZAT00	Szakdolgozat-készítés	SZIT
BMEVITMAT00	Szakdolgozat-készítés	TMIT
BMEVIVEAT00	Szakdolgozat-készítés	VET

II.8 Szabadon választható tantárgyak

A szabadon választható tantárgycsoportban a hallgatók ismereteik bővítésére általuk szabadon választott tantárgyakat vesznek fel - minimum 10 kreditpont kiméretben - a Kar, más karok, vagy más egyetemek tantárgyainak kínálatából.

A szabadon választható tantárgyakat a képzések szakbizottságai három kategóriába sorolják: **Ajánlott** egy tantárgy, ha azt a szakbizottság a hallgató szakmai ismereteit bővítő tantárgynak ítéli. **Befogadott** egy tantárgy, ha az a hallgató általános érdeklődésére tarthat számot, de szakmailag kevésbé kapcsolódik a képzéshez. **Tiltott** egy tantárgy, ha az a képzésben szereplő tantárgyakkal a TVSz-ben megengedett mértéknél nagyobb átfedést tartalmaz, így teljesítése kredittel nem elismerhető.

A kari honlapon található, szakonként elkülönülő táblázatok és a Neptun Egységes Tanulmányi Rendszerben található mintatanterv szabadon választható tantárgyi blokkja az ajánlott tantárgyakat tartalmazza. A befogadott tárgyakat a Neptunban az intézményi tantárgyak között találja, a tiltott tantárgyak (egy részének) felvételét a Neptun megakadályozza.

Felhívjuk figyelmét, hogy az összes intézményi tantárgy listájában szereplő tantárgyak több-kevesebb átfedést is tartalmazhatnak más tantárgyakkal. Ha a mintatantervben szereplő kötelező, illetve a tantervi követelmények teljesítéséhez már figyelembe vett egyéb tantárgyak ismeretei együttesen egy tantárgy tananyagának nagyobb hányadát tartalmazzák, úgy a tantárgy felvehető ugyan, de a tantervhez kapcsolódó követelmények teljesítéséhez nem vehető figyelembe [NFTv 49.§ (5)]. Ezt a Neptun nem tudja ellenőrizni, ezért a megfelelő tantárgyfelvétel minden hallgató saját felelőssége: ha a tantárgyi adatlap alapján ez nem egyértelmű, kérjük, hogy felvétel előtt ki-ki konzultáljon közvetlenül a tantárgy előadójával vagy felelősével, szükség esetén a Kari Kreditátviteli Bizottsággal.

III. VILLAMOSMÉRNÖKI ALAPSZAK

A képzés célja olyan villamosmérnökök képzése, akik természettudományi, műszaki és informatikai, valamint gazdasági, humán és nyelvi ismereteik, továbbá az ezekhez kapcsolódó készségeik révén villamosmérnöki feladatok ellátására képesek. Ennek megfelelően az alapfokozat és a villamosmérnök szakképzettség birtokában közreműködhetnek villamos és elektronikus eszközök, berendezések, összetett rendszerek és létesítmények tervezésében, ezek gyártása és üzemeltetése során bemérési, minősítési, ellenőrzési feladatokat oldhatnak meg, részt vehetnek üzembe helyezésükben, illetve villamosmérnöki ismereteket igénylő üzemeltetői, szolgáltatói, szervizmérnöki, termékmenedzseri, továbbá ezekhez kapcsolódó irányítói feladatokat láthatnak el. A képzésben résztvevők a szakon belül egy szűkebb szakmai területen (specializációban) alkotó mérnöki munkára készülnek fel.

Lehetőség van az első négy szemeszter német nyelven, majd az ötödik szemeszter német nyelvterületen (Karlsruhe) való elvégzésére legalább középfokú német nyelvvizsga birtokában, sőt a mesterképzést is végzők diplomatervüket Németországban készíthetik el.

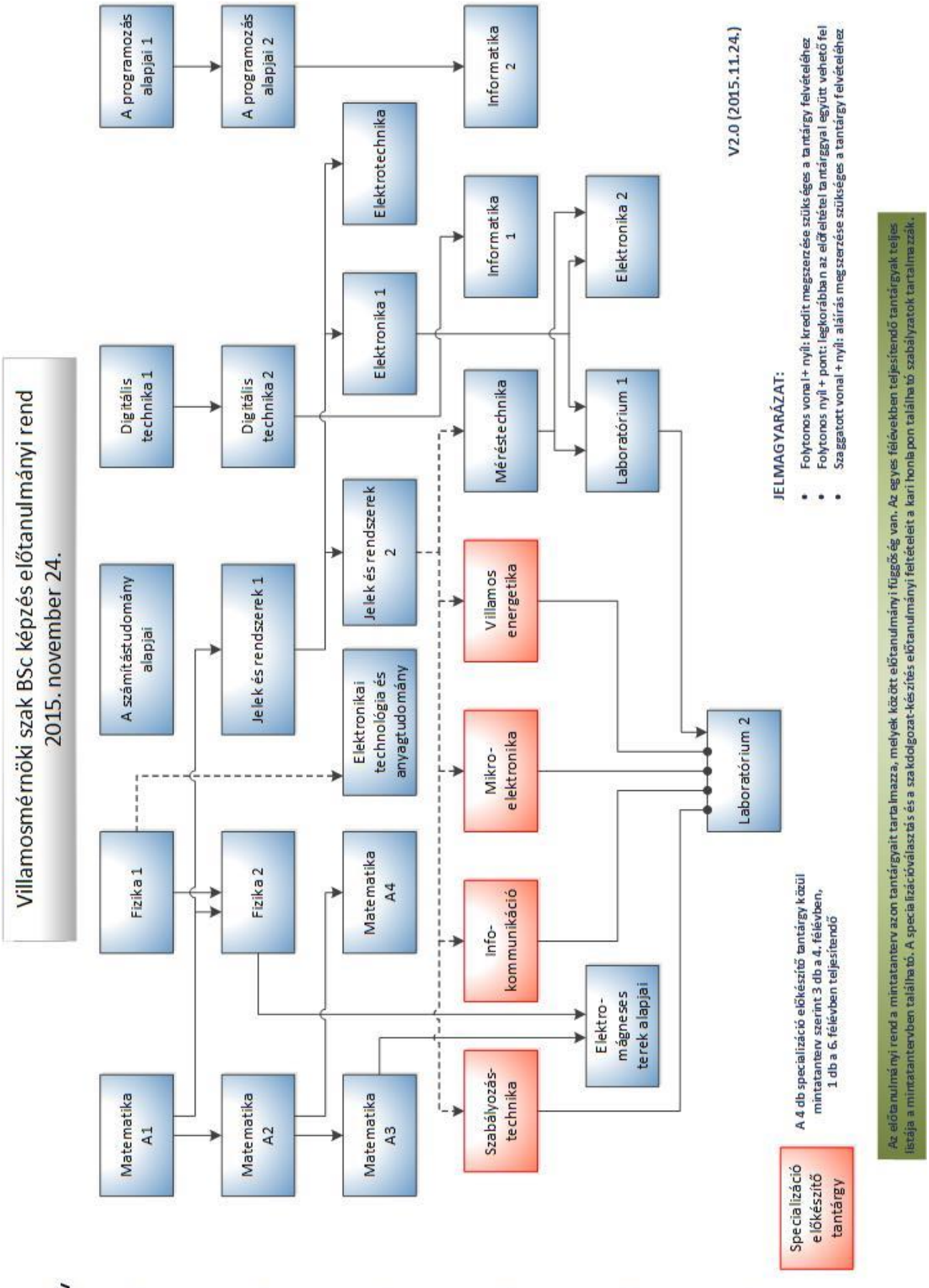
Az alapképzés során megszerzendő ismeretek (210 kredit):

Természettudományos alapismeretek	*40-50 kredit*
Gazdasági és humán ismeretek	*14-30 kredit*
Villamosmérnöki szakmai ismeretek	*70-105 kredit*
Speciális szakmai ismeretek	*min. 40 kredit*
Szabadon választható tantárgyak ismeretkörei	*min. 10 kredit*
Kritériumtárgyak	*0 kredit*

Előtanulmányi rend:

A következő oldalon látható diagram a képzés kötelező tantárgyainak egymásra épülését mutatja. A diagramon nem szerepelnek a mintatanterv azon tantárgyai, melyek kötelező előtanulmányi feltételt nem írnak elő a felvételükhöz. A specializációk tantárgyai egymásra épülésük miatt további előtanulmányi feltételeket is előírhatnak a Neptun Egységes Tanulmányi Rendszerben.

Előtanulmányi feltételeket tartalmaz még a képzés BSc specializációválasztási szabályzata, valamint a BSc szakdolgozat, záróvizsga és oklevél szabályzat.


Villamosmérnöki szak BSc képzés előtanulmányi rend
2015. november 24.
Félév
1.
2.
3.
4.
5.
6.
Matematika A1
Matematika A2
Matematika A3
Fizika 1
Fizika 2
Matematika A4
A számítástudomány alapjai
Jelek és rendszerek 1
Elektronikai technológia és anyagtudomány
Digitális technika 1
Digitális technika 2
Jelek és rendszerek 2
A programozás alapjai 1
A programozás alapjai 2
Elektronika 1
Elektrotechnika
Információ-kommunikáció
Szabályozás-technika
Elektro-mágneses terek alapjai
Mikro-elektronika
Villamos energetika
Méréstechnika
Információ-technika 1
Információ-technika 2
Laboratórium 1
Elektronika 2
Laboratórium 2
Specializáció előkészítő tantárgy
A 4 db specializáció előkészítő tantárgy közül mintatanterv szerint 3 db a 4. félévben, 1 db a 6. félévben teljesítendő
V2.0 (2015.11.24.)
JELMAGYARÁZAT:
Folytonos vonal + nyíl: kredit megszerzése szükséges a tantárgy felvételéhez
Folytonos nyíl + pont: legkorábban az előfeltétel tantárggyal együtt vehető fel
Szaggatott vonal + nyíl: aláírás megszerzése szükséges a tantárgy felvételéhez
Az előtanulmányi rend a mintatanterv azon tantárgyait tartalmazza, melyek között előtanulmányi függőség van. Az egyes félévekben teljesítendő tantárgyak teljes listája a mintatanterv-ben található. A specializációválasztás és a szakdolgozat-készítés előtanulmányi feltételeit a kari honlapon található szabályzatok tartalmazzák.

III.1 Természettudományos alapismeretek

Matematika A1
(TE90AX00, 1. szemeszter,4/2/0/v/6 kredit, Analízis Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése
Kötelező alaptárgy a mérnök- és gazdasági képzésekben.
2. A tantárgy tematikája
Logikai állítások és műveletek, műveletek tulajdonságai, de Morgan azonosság. Bizonyítási módszerek (lánckövetkeztetés, kontrapozíció, indirekt, teljes indukció). Elemi halmazelméleti fogalmak és műveletek. Relációk, ekvivalenciarelációk és függvények. Halmazok számossága.
Valós számok értelmezése. Racionális számok és irracionális számok tulajdonságai. R topológiája. Nyílt halmazok, zárt halmazok. Belső pont, határpont, torlódási pont. A komplex számok és azok tulajdonságai. Algebrai, trigonometrikus és Euler-alak. Komplex számok hatványozása, komplex gyökvonás.
Műveletek sík- és térvektorokkal. Vektorok skaláris, vekrtoriális és vegyes szorzata. Az egyenes és sík egyenletei.
Egyenesek és síkok kölcsönös helyzete. Egyenesek és síkok távolsága és az általuk bezárt szög.
Valós numerikus sorozatok és határértékük. Konvergens és divergens sorozatok tulajdonságai. Végtelenhez tartó sorozatok. A határérték egyértelműsége.
A határérték tulajdonságai. Határérték és egyenlőtlenségek. Határérték és műveletek.
Monoton és korlátos sorozatok tulajdonságai. Részsorozatok. Torlódási pontok jellemzése sorozatokkal. Bolzano-Weierstrass-tétel. liminf, limsup. Cauchy-kritérium. Nevezetes határértékek.
Valós változós, valós értékű függvények globális tulajdonságai (paritás, periodikusság, monotonitás, konvexitás). Jensen-egyenlőtlenség. Függvény határértéke és a határérték elemi tulajdonságai. Átviteli elv. Bal- és jobboldali határérték. Szakadási helyek osztályozása.
Függvények folytonossága. Folytonos függvények tulajdonságai. Korlátos zárt intervallumon folytonos függvények. Bolzano-tétel. Weierstrass-tétel. Egyenletes folytonosság. Heine-tétel. Elemi függvények. Polinomfüggvények és racionális törtfüggvények. Exponenciális és hatványfüggvények. Logaritmusfüggvények. Trigonometrikus függvények és inverzeik. Hiperbolikus függvények és inverzeik.
A differenciálhatóság fogalma. Differenciálási szabályok és az elemi függvények deriváltjai. Magasabbrendű deriváltak. Lokális tulajdonságok és a derivált kapcsolata.
Középértéktételek (Rolle, Lagrange, Cauchy, l'Hospital-szabály). Differenciálható függvények vizsgálata. Taylor-polinom. Alkalmazások.
A határozatlan integrál fogalma és elemi határozatlan integrálok. A határozatlan integrál tulajdonságai és integrálási módszerek. Parciális és helyettesítéses integrál. Parciális törtekre bontás. Racionális törtfüggvények integrálása.
A Riemann-integrál definíciója és tulajdonságai. A Riemann-integrálhatóság kritériumai, oszcillációs összeg, Lebesgue-tétel. Newton-Leibniz-tétel. Integrálfüggvény.
Az impromprius integrál. A határozott integrál matematikai és fizikai alkalmazásai. (terület, forgástest térfogata, felszíne,,integrálkritérium sorokra, súlypont, tehetetlenségi nyomték, stb.) Példák.

Matematika A2

(TE90AX26, 2. szemeszter,4/2/0/f/6 kredit, Algebra Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése
Kötelező alaptárgy a villamosmérnöki képzésben.
2. A tantárgy tematikája
Pontsorozatok, topológiai alapfogalmak.
Többváltozós függvények határértéke, folytonossága; lineáris leképezések és mátrixaik.
Többváltozós függvények differenciálszámítása.
Differenciálszámítás alkalmazásai.
Többváltozós függvények integrálszámítása.
Numerikus sorok.
Numerikus sorok, függvénysorozatok és függvénysorok.
Függvénysorozatok és függvénysorok, hatványsorok.
Taylor-sorok, Fourier-sorok.
Vektortér, függetlenség, bázis, dimenzió.
Lineáris egyenletrendszerek megoldása, függetlenség vizsgálata Gauss-eliminációval.
Mátrix-algebra, determináns.
Lineáris operátorok tere, bázistranszformáció, sajátérték.
Normált terek, kvadratikus alak.

Matematika szigorlat A2

(TE90AX16, 2. szemeszter, 0/0/0/s/0 kredit, Analízis Tanszék)

A Matematika A2 szigorlaton az első két szemeszter Matematika A1, A2 tantárgyainak együttes anyagából tesznek vizsgát a hallgatók.

Matematika A3

(TE90AX09, 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, Algebra Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése
A VIK Villamosmérnök szakának kötelező alaptárgya.
2. A tantárgy tematikája
Differenciálegyenletek osztályozása. Szétválasztható és arra visszavezethető (homogén fokszámú és lineáris argumentú) diff. egyenletek. Az egzakt diff. egyenlet és annak megoldása. Multiplikátorral egzakttá tehető diff. egyenlet.
Lineáris diff. egyenletek általános megoldásának szerkezete. Az elsőrendű inhomogén lineáris egyenlet. Állandók variálásának módszere. Állandó együtthatós másodrendű lineáris differenciálegyenlet. Másodrendû, inhomogén egyenlet megoldása próbafüggvénnyel. Állandó együtthatós homogén lineáris rendszerek megoldása különböző valós sajátértékek esetén. Inhomogén egyenletrendszerek partikuláris megoldásának keresése állandók variálásával.
A Laplace transzformáció. Definíció, mûveleti szabályok. Derivált Laplace transzformáltja. Elemi függvények transzformáltjai. Lineáris differenciálegyenletek és egyenletrendszerek megoldása Laplace transzformációval.
Görbék és felületek, és ezek irányítása és mértéke. Skaláris- és vektormezők.
Vektormezők differenciálása, divergencia és rotáció. Forrás- és örvénysűrűség.
Görbe- és felületmenti integrálok. Integrálátalakító tételek. Gauss és Stokes tételei.
Potenciálelmélet. Konzervatív vektormezõk, potenciál. Görbementi integrál függetlensége az úttól.

Matematika A4

(TE90AX51, 3. szemeszter, 2/2/0/v/4 kredit, Sztochasztika Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése

A tantárgy elsődleges célja a hallgatók bevezetése a valószínűségszámításba és alkalmazásaiba. Emellett, mint minden matematikai tantárgynak, feladata a matematikának, mint a logikus és rugalmas, lényegmeglátó és problémamegoldó gondolkodási módnak a fejlesztése a hallgatókban.

A matematika ismeretéről csak annyiban beszélhetünk, amennyiben azzal a hallgatók problémákat tudnak megoldani, számítógéppel és a nélkül.

A matematika több ezer éves fejlődése során alakult ki a matematika tárgyalásának és oktatásának a módszere. A definició-tétel-bizonyítás hármasa, a példákon és alkalmazásokon való szemléltetés, a megoldó algoritmusok bemutatása és elemzése a matematika oktatásában általánosan elterjedt. Az egyszerűbbtől az összetettebb felé, a konkrét struktúrától az absztraktabb felé haladás a matematika oktatásának általánosan elfogadott elvei. Ezen elvekből következik, hogy adott idő alatt adott képességű és felkészültségű hallgatók csak meghatározott mennyiségű és minőségű matematika befogadására képesek.

A jelen konkrét tantárgy célja, hogy a véletlen jelenségek matematikai leírásába, törvényszerűségeibe vezesse be a hallgatót. A matematika e területe egyrészt alkalmazza a korábban tanult matematikai tantárgyak anyagának jelentős részét, segít azoknak az elmélyítésében, másrészt felkészít a szaktárgyakban és az alkalmazásokban előforduló igen nagyszámú, véletlennel kapcsolatos jelenségek modellezésére és a kapcsolódó számításokra. Ilyen alkalmazások például: mérések kiértékelése, sok felhasználós hálózatok, információ átvitele, zajos rendszerek, megbízhatósági analízis, közgazdasági folyamatok, statisztika.

2. A tantárgy tematikája

A valószínűség fogalma

Tapasztalati háttér, relatív gyakoriság, nagy számok tapasztalati törvénye. Eseménytér, kimenetelek, események, eseményekkel kapcsolatos fogalmak, műveletek. A valószínűségszámítás Kolmogorov-féle modellje, a valószínűség elemi tulajdonságai: (véges és megszámlálhatóan végtelen) additivitás, monotonitás, komplementer esemény valószínűsége, események összegének (uniójának) valószínűsége, szita-formula két és három eseményre.

Feltételes valószínűség és események függetlensége

Feltételes valószínűség definíciója. Teljes valószínűség formulája, Bayes-tétel. Valószínűségek szorzási szabálya. Fagráfok alkalmazása. Események függetlensége kettő és több eseménynél.

Diszkrét valószínűségi változó és eloszlása

Valószínűségi változó fogalma. Diszkrét eloszlások, valószínűségi súlyfüggvény. Nevezetes diszkrét eloszlásokra vezető modellek. Diszkrét egyenletes eloszlás. Klasszikus valószínűségi feladatok, kombinatorikus módszerek alkalmazása. Indikátor eloszlás. Binomiális eloszlás, visszatevéses mintavétel. Visszatevés nélküli mintavétel, hipergeometrikus eloszlás. A Poisson-eloszlás, mint a binomiális eloszlás határeloszlása. Diszkrét örökifjú véletlen várakozási idő modellje: geometriai eloszlás.

Folytonos eloszlású valószínűségi változók

Folytonos valószínűségi változó sűrűségfüggvénye és tulajdonságai. Eloszlásfüggvény és tulajdonságai. Nevezetes folytonos eloszlásokra vezető modellek. Egyenletes eloszlás intervallumon. Folytonos örökifjú véletlen várakozási idő modellje: exponenciális eloszlás. Standard normális eloszlás.

Eloszlások paraméterei

Várható érték. Medián. Módusz. Momentumok. Szórásnégyzet (variancia), szórás. Nevezetes diszkrét eloszlások (binomiális, Poisson, geometriai) várható értéke, szórásnégyzete, módusza. Nevezetes folytonos eloszlások (egyenletes, exponenciális, normális) várható értéke, szórásnégyzete, mediánja. Steiner-tétel: a várható érték minimum tulajdonsága. Markov- és Csebisev-egyenlőtlenség.

Kétdimenziós eloszlások

Diszkrét és folytonos eset. Egyenletes eloszlás, geometriai problémák. Kétdimenziós sűrűségfüggvény. Valószínűségek kiszámítása sűrűségfüggvényből. Diszkrét eloszlások peremeloszlásai, folytonos eloszlások perem-sűrűségfüggvényei.

Feltételes eloszlások, független valószínűségi változók
Diszkrét és folytonos eset. Feltételes sűrűségfüggvények. Teljes valószínűség formulája, Bayes-tétel diszkrét valószínűségi változók esetén. Két illetve kettőnél több valószínűségi változó függetlensége valószínűségekkel, sűrűségfüggvényekkel.
Kétdimenziós eloszlások paraméterei
Kovariancia, korrelációs együttható. Független valószínűségi változók szorzatának várható értéke. Függetlenség és korrelálatlanság kapcsolata. Várható érték és szórásnégyzet tulajdonságai lineáris transzformációnál, összegzésnél. Független esetben a szórásnégyzetek összeadódnak.
Regresszió
Feltételes várható érték. Regressziós görbe a legkisebb várható négyzetes hibával: feltételes várható érték. Lineáris regresszió, regressziós egyenes egyenlete, lineáris regresszió szórásnégyzete.
Eloszlástranszformációk
Diszkrét eset. Eloszlásfüggvény transzformációja szigorúan monoton növő és fogyó esetben. Adott (tetszőleges) eloszlásfüggvényű véletlen számok generálása. Sűrűségfüggvény transzformációja egydimenziós esetben. Eloszlástranszformáció kétdimenzióból egydimenzióba. Transzformált eloszlás várható értéke. Független valószínűségi változók összege: konvolúció. Standardizálás.
Egy- és kétdimenziós normális eloszlások
Egydimenziós normális eloszlások származtatása standard normális eloszlásból és jellemzésük várható értékkel és szórással. Valószínűségek kiszámítása a standard normális eloszlás táblázatából. Kétdimenziós normális eloszlások jellemzése a várható értékekkel, szórásokkal és a korrelációs együtthatóval. Szemléltetés pontfelhővel. Lineáris kombináció egydimenziós normális eloszlású.
Határérték tételek
Független, egyforma eloszlású valószínűségi változók sorozatai. Összeg, illetve átlag várható értéke, szórása. A Bernoulli-egyenlőtlenség, mint a Csebisev-egyenlőtlenség következménye. Nagy számok törvénye. Moivre-Laplace-tétel. Centrális határeloszlás tétel. Alkalmazás relatív gyakoriságokra egy esemény valószínűségének közelítésére. Küszöbindex (minta elemszám) keresése adott pontosság és hibavalószínűség esetén.

Fizika 1

(TE11AX21, 1. szemeszter, 3/1/0/v/4 kredit, Fizika Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy célja a középiskolában is már valamilyen szinten megismert fizikai jelenségek mögött megbújó törvényszerűségek rendszerezése, felépítése, egységes gondolati keretbe illesztése, végső soron a természettudományos szemlélet kialakítása és a modellalkotási készség fejlesztése. A fizika alaptörvényeiről elsajátított egyetemi szintű ismeretek nyitják meg az utat ahhoz, hogy később a képzésben részt vevő hallgató a modern korbeli tudományos és műszaki eredményekhez, eszközökhöz értő módon tudjon viszonyulni és alkotni.
A félévi tananyag a mechanika és hőtan ismereteibe tekint be. Célunk az alapfogalmak ismertetése, a természettudományos tájékozottság kialakítása, és a problémamegoldó készség fejlesztése. Az előadás során elsősorban az elméleti alapokat ismertetjük, illetve külön hangsúlyt fektetünk arra, hogy a fizikából tanult elvek összekapcsolódjanak mindennapi életben tapasztalt jelenségekkel illetve modern műszaki alkalmazásokkal. Az előadáson elhangzott elméleti ismeretek feladatmegoldásokon keresztüli megvilágítása és elmélyítése elsősorban a tanköri gyakorlatok keretében történik. A tárggyal párhuzamosan futó Bevezető fizika kurzus keretében lehetőséget biztosítunk további gyakorlásra, felzárkózásra.
A fizika tanulmányok megkezdése feltételezi az alapvető matematikai ismeretek gyakorlati tudását. Azért, hogy az ilyen háttértudás hiánya ne nehezítse a megértést, a tantárgy a matematikai ismeretek áttekintésével kezdődik.

2. A tantárgy tematikája

Matematikai alapok

Vektorszámítás, trigonometria, egyenletek, koordinátarendszerek, függvények. Skaláris és vektoriális szorzat. Függvények változási sebessége: meredekség, érintő. Egyszerű függvények érintőjének kiszámolása (deriválása). A függvénygörbe alatti terület kiszámolása.

Mechanika

A távolság és idő fogalma, mértékegysége, mérése. Mozgások leírása, sebesség és gyorsulás fogalma. Koordinátarendszerek. Kinematikai feladatok alaptípusai: egyenes vonalú mozgások, hajítások, körmozgások, rezgőmozgások. A differenciál és integrálszámítás, illetve a vektorok és vektorműveletek szemléltetése kinematikai példákon keresztül.

Newton törvényei, az erő illetve a tehetetlen tömeg fogalma, mérése, mértékegysége. Kölcsönhatások és erőtörvények: gravitációs és nehézségi erő, rugalmas erő, kényszererők, súrlódás és közegellenállás. A súly és súlyos tömeg fogalma.

Mozgásegyenletek felírása és megoldása, kezdeti feltételek szerepe.

A munka és a teljesítmény fogalma, mozgási és helyzeti energia, energiamegmaradás tétele.

Impulzus és perdület fogalma, impulzus- és perdületmegmaradás tétele.

Merev testek mozgása, tömegközéppontja, impulzusa és perdülete, a tehetetlenségi nyomaték fogalma.

Dinamika a hétköznapokban a bolygók és műholdak mozgásától a mikromechanikai rendszerekig.

Rezgések. Harmonikus oszcillátor. Mozgásegyenlet és megoldása. Kinematikai mennyiségek meghatározása. Csillapított és gerjesztett rezgés.

Mechanikai hullámok. Hullámegyenlet és általános megoldása. Hullámok terjedési sebessége. Hullámtulajdonságok. Hullámok visszaverődése. Hullámok szuperpozíciója. Állóhullámok. Doppler-effektus.

Rezgések és hullámok a hétköznapokban időmérésre használt kvarc oszcillátoroktól az ultrahangos orvosi diagnosztikáig.

Hőtan

A hőmérséklet fogalma, mérése, kinetikus értelmezése. Belső energia, munkavégzés, hőközlés. Hőerőgépek, hőszivattyúk, hűtőgépek, termodinamikai körfolyamatok. A termodinamika főtételei. Fázisátalakulások. Ideális gázok állapotegyenlete. Fajhő és hőkapacitás. Hővezetés, hőáramlás hősugárzás.

Hétköznapi hőtan: hőháztartás lakásokban és számítógépekben.

Az előadásokon a fenti témakörökhöz kapcsolódóan rendszeresen demonstrációs kísérletek kerülnek bemutatásra.

Fizika 2

(TE11AX22, 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, Fizika Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése

A tantárgy célja a középiskolában is már valamilyen szinten megismert fizikai jelenségek mögött megbújó törvényszerűségek rendszerezése, felépítése, egységes gondolati keretbe illesztése, végső soron a természettudományos szemlélet kialakítása és a modellalkotási készség fejlesztése. A fizika alaptörvényeiről elsajátított egyetemi szintű ismeretek nyitják meg az utat ahhoz, hogy később a képzésben részt vevő hallgató a modern korbeli tudományos és műszaki eredményekhez, eszközökhöz értő módon tudjon viszonyulni, és alkotni.

A félévi tananyag az elektrodinamika, a geometriai és hullámoptika ismereteibe tekint be, továbbá a részecskék hullámtulajdonságain keresztül előkészíti a kvantumelméleti tanulmányokat. Célunk az alapfogalmak ismertetése, a természettudományos tájékozottság kialakítása, és a problémamegoldó készség fejlesztése. Az előadás során elsősorban az elméleti alapokat ismertetjük, illetve külön hangsúlyt fektetünk arra, hogy a fizikából tanult elvek összekapcsolódjanak mindennapi életben tapasztalt jelenségekkel illetve modern műszaki alkalmazásokkal. Az előadáson elhangzott elméleti ismeretek feladatmegoldásokon keresztüli megvilágítása és elmélyítése elsősorban a tanköri gyakorlatok keretében történik.

2. A tantárgy tematikája
Elektromos és mágneses jelenségek
Sztatikus elektromos tér. Elektromos töltés fogalma, Coulomb-törvény. Elektromos térerősség. Gauss-törvény. Elektromos potenciál. Kondenzátorok, a kapacitás fogalma. Az elektrosztatikus tér energiája. Dielektrikumok.
Elektromos áramok. Elektromos áramerősség és áramsűrűség. Az elektromos vezetőképesség és ellenállás fogalma. Ohm-törvény. Joule-törvény. Egyenáramú áramkörök, Kirchhoff-törvények. Az áramerősség és a feszültség mérése. Kondenzátor töltése és kisütése. (RC-kör).
Elektromos töltések mozgása sztatikus mágneses térben. A mágneses tér fogalma. Lorentz-erő. Áramra ható erő mágneses térben. Hall-effektus. A rúdmágnes és a Föld mágneses tere. Mágnesség alapfogalmai, mágneses adattárolás.
Mozgó töltések és áramok által keltett tér. Biot-Savart-törvény. Ampere-törvény. Tekercsek mágneses tere.
Időben változó elektromos és mágneses terek kapcsolata. Faraday-féle indukciótörvény, mozgási indukció. Öninduktivitás és kölcsönös induktivitás. RL-körök. Időben változó elektromos tér.
Maxwell-egyenletek rendszere.
Elektromágneses hullámok. Keltés, terjedés, visszaverődés, spektrum.
Lorentz-transzformáció, a speciális relativitáselmélet alapjai.
Elektromosságtan a hétköznapokban és műszaki alkalmazásokban az elektromotoroktól a távközlésig
Optika
A geometriai optika alapjai: törés, visszaverődés, lencsék és tükrök. A fizikai optika, interferencia, diffrakció. A poláros fény.
Optikai alkalmazások: mikroszkópok, távcsövek, holográfia, LCD kijelzők, stb.
Bevezetés a modern fizikába
A kvantumos jelenségek kísérleti előzményei. A de Broglie-hullámok. A Schrödinger-egyenlet. Az atomok elektronszerkezete. Az elektronspin.
Alkalmazott kvantummechanika a pásztázó alagútmikroszkóptól a kvantuminformatikáig.
Az előadásokon a fenti témakörökhöz kapcsolódóan rendszeresen demonstrációs kísérletek kerülnek bemutatásra.
Számolási gyakorlat (Heti 1 óra / kéthetente 2 óra) tanköri csoportokban
Az előadáson aktuálisan elhangzott elméleti ismeretek feladatmegoldásokon keresztüli megvilágítása és elmélyítése.

A számítástudomány alapjai

(VISZAA05, 1. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, SZIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A villamosmérnöki tanulmányokhoz szükséges legfontosabb matematikai ismeretek elsajátítása, az számelmélet és diszkrét matematika szemléletmódjának kialakítása.
2. A tantárgy tematikája
Leszámlálási alapfogalmak, permutációk, variációk és kombinációk (ismétlés nélkül és ismétléssel), példákkal, kiszámításuk, binomiális együtthatók közti egyszerű összefüggések, a binomiális tétel
Gráfelméleti alapfogalmak. Gráfok fokszámösszege, fák egyszerűbb tulajdonságai. Minimális költségű feszítőfa, Kruskal algoritmus, helyességének bizonyítása, normál fák definíciója, megkeresésének módja. Legrövidebb utak keresése, BFS, Dijkstra Ford, Floyd algoritmusok, legszélesebb út keresése irányított és irányítatlan gráfban, legszélesebb legrövidebb és legrövidebb legszélesebb út.
Mélységi keresés, irányított körök keresése, alapkörrendszer (fundamentális körrendszer), fundamentális vágásrendszer, PERT feladat, megoldásnak algoritmusa.
Euler-séta és körséta, létezésének szükséges és elégséges feltétele (összefüggő gráf esetén). Hamilton-kör és út fogalma. Szükséges, illetve elégséges feltételek Hamilton-kör létezésére: Dirac és Ore tételei ill. komponensszám pontelhagyások esetén.

Gráfok színezése, klikkméret és kromatikus szám viszonya. Páros gráf fogalma. Hálózati folyamok, Ford-Fulkerson tétel, algoritmus maximális folyam keresése, egészértékűségi lemma.
Többtermelős, többfogyasztós hálózatok, csúcskapacitások és irányítatlan élek visszavezetése szokásos hálózatra. Él- és pontidegen utak, minden st utat lefogó él- ill. ponthalmaz. Menger négy tétele, gráfok többszörös él- ill. pontösszefüggősége, kapcsolata a Menger tételekkel.
Páros gráfok, párosítások, Hall-tétel, Algoritmus maximális párosítás keresésére páros gráfban. Független/lefogó pont-/élhalmazok, Kőnig és Gallai tételei. Síkbarajzolhatóság, gömbre rajzolhatóság.
Az Euler-féle poliédertétel és következményei egyszerű, síkbarajzolható gráfokra. Kuratowski gráfok, topologikus izomorfia, Kuratowski tétele. Síkbarajzolt gráf duálisa. Elvágó él, soros élek, vágás. A duális gráf tulajdonságai (élszám, csúcsszám, összefüggőség, kör-vágás dualitás, annak speciális esetei). Síkgráfok kromatikus száma, négyszíntétel.
Algoritmusok bonyolultsága (input mérete, algoritmus lépésszáma az inputméret függvényében, polinomidejű algoritmus), döntési problémák. P, NP, coNP bonyolultsági osztályok fogalma, feltételezett viszonyuk, példa ilyen problémákra.
Polinomiális visszavezethetőség (Karp-redukció), NP-teljesség, Cook-Levin tétel, nevezetes NP-teljes problémák: SAT, HAM, 3-SZÍN, k-SZÍN, MAXFTN, MAXKLIKK}, HAMÚT
Oszthatóság, maradékos osztás. Euklideszi algoritmus, prímek, számelmélet alaptétele, osztók száma. Tételek a prímek eloszlásáról.
Kongruenciák, maradékrendszerek, Euler-Fermat-tétel, lineáris kongruenciák és diofantoszi egyenletek megoldása.
Számelméleti algoritmusok: alapműveletek, (modulo m) hatványozás és az euklideszi algoritmus lépésszáma. Prímtesztelés, Fermat-teszt. Nyilvános kulcsú titkosírás, digitális aláírás. Az RSA titkosítási módszer.

Informatika 1

(VIIIAB08, 4. szemeszter, 4/0/0/f/4 kredit, IIT)

1. A tantárgy célkitűzése
Átfogó ismeretek nyújtása és szakmai alapozás a specializációk számára a korszerű számítógépek felépítése, működése, számítógép-architektúrák, operációs rendszerek funkciói, belső szerkezete, működési elvei területén.
A tantárgy által nyújtott ismeretek birtokában a hallgatók képessé válnak konkrét számítógép-rendszerek és operációs rendszerek dokumentációinak gyors megértésére, üzemeltetési, konfigurálási, karbantartási feladatok gyors megtanulására.
2. A tantárgy tematikája
Számítógép architektúrák:
Bevezetés, áttekintés. A számítógép felépítése, a Neumann modell elve. Moduláris és többprocesszoros kialakítás. A CPU-k jellemző tulajdonságai a hardver-szoftver felületen: utasítás készlet, adattípus készlet, regiszterkészlet és flag-ek, memóriakép, memória-elérés, megszakítási rendszer, I/O rendszer. Magasszintű nyelveket támogató megoldások.
Teljesítménynövelés. Az utasítás-végrehajtás gyorsítása, feldolgozás párhuzamosítása processzoron belül, pipe-line elv, utasítások egymásra hatása, társprocesszor alkalmazása. Utasítások számának és bonyolultságának hatása a teljesítményre, CISC-RISC processzorok
Memória. Hierarchikus memória felépítés, memória hozzáférés gyorsítása, cache szervezés, leképzési elvek, működés, stratégiák, memória interleave, burst átvitel. A processzor által megcímezhető tárkapacitás növelése. Virtuális tárkezelés hardver megoldásai.
Multiprogramozott operációs rendszerek támogatása. Memóriaszervezés, védelmi funkciók és megvalósításuk, memória, periféria processzor védelem. Privilégium szintek, privilegizált utasítások, rendszerhívások megvalósítása, taskváltás, kontextuscsere, oszthatatlan utasítások.
I/0 kezelés. Elvek összefoglalása: programozott/megszakításos lekezelés, DMA, I/0 processzorok, intelligens I/O kezelés, szabványosítás. Periféria típusok és tulajdonságaik. Mágneslemez-tárak: tárolás

elve, kódolás adattárolás szervezése, track, szektor, szoftszektor szervezés, adatelérés. Egyéb jellegzetes priférіatípusok.
Többprocesszoros rendszerek. Lazán és szorosan csatolt rendszerek, a laza és a szoros csatolás logikai és fizikai szintje, tipikus megvalósításai.
Sínrendszerek. Sín-kialakítás elve, modularitás, hierarchia szintek, alkatrész, kártya, hátlap interface. Közös és osztott sín. Közös rendszersín funkciók: adatátvitel, megszakítás, vezérlésátadás, hibakezelés, szolgáltatások. Sínre kapcsolódó jellegzetes modulok és funkcióik. Címzési módok, logikai és hely szerinti címzés, címzési tartományok. Időzítés: szinkron-, aszinkron-, részben szinkron, nem kapcsolt, félig kapcsolt, kapcsolt protokoll.
Sínvezérlés, vezérlésátadás, statikus- és dinamikus vezérlésátadás, egy- és többprocesszoros sínvezérlés. Sín-megszerzési és -elengedési stratégiák. Centralizált- és decentralizált arbiter-ek. Sínek megszakítás-kezelő mechanizmusai. Vezeték nélküli kapcsolatok. Fejlődési irányok, fontosabb szabványok.
Operációs rendszerek:
Bevezetés, történeti áttekintés. Általános jellemzők, kapcsolódási felületek, tipikus szolgáltatások, hardver követelmények, alapvető rendszerhívások és rendszerprogramok, eseményvezérelt működés, programszerkezet, virtuális gép, kliens szerver, felhő architektúra. Biztonsági funkciók, védelmi, jogosultsági rendszerek.
Folyamatok, folyamatrendszerek. A programvégrehajtás, mint folyamat. Több program konkurens végrehajtása egy, illetve több processzoron. A szál fogalma. Erőforrások. Folyamatok közötti csatolások: versengés és együttműködés. Folyamatok együttműködésének alapesetei: közös memória, üzenetváltás.
Közös memóriás együttműködés. Szinkronizáció szükségessége. Szinkronizációs alapesetek: kölcsönös kizárás, precedencia, egyidejűség. Kölcsönös kizárás szoftver megoldása. Hardver támogatás: oszthatatlan TAS és XCHG műveletek. Szemafor. Szinkronizációs alapesetek megoldása szemaforral. Szemafor megvalósítása multiprogramozott rendszerben.
Üzenetváltással történő együttműködés. Kommunikációs alrendszerek. Megnevezési módok. Szinkron, aszinkron kommunikáció, a szemantikai konzisztencia feltétele. Pufferelés és hatása a kommunikáló folyamatok futására.
Holtponthelyezetek kezelése. A holtpont fogalma, a holtpont kialakulásának feltételei erőforrásokért versengő rendszerekben, az erőforráskezelés modellezése, erőforrásfoglalási gráf. A holtpont és az éhezés összevetése. Holtpontkezelési stratégiák: strucc algoritmus, megelőzés, elkerülés, felismerés és felszámolás.
Multiprogramozott operációs rendszerek. A multiprogramozás alapelve, az operációs rendszer új feladatai. Sorállási modell és állapotmodell. Ütemezők. Folyamatok környezete. A folyamatkezelés adatszerkezetei, egy megvalósítási séma.
CPU ütemezés. A CPU, mint kitüntetett erőforrás. FCFS, SJF, prioritásos, nem-preemptiv és preemptiv ütemezési algoritmusok, időszeleteléses ütemezés. Többszintű ütemezési sorok. Az ütemezési algoritmusok értékelése.
Memóriakezelés. Címek kialakítása, áthelyezhetőség, újrahívhatóság. Szerkesztés és programbetöltés. Object modul, könyvtár, statikus és dinamikus relokáció, betöltési és futási idejű dinamikus szerkesztés. Memóriaallokáció problémái.
Virtuális tárkezelés. Működési elv lapszervezésű tárkezelés esetén, hardver-szoftver munkamegosztás. Találati arány, effektív elérési idő. Vergődési határhelyzet. Lapváltási algoritmusok. Tárgazdálkodás, működő lapkészlet, dinamikus lokális tárgazdálkodás a laphiba-gyakoriság mérésére alapozva.
Lemezkezelés és fájlrendszer. A lemezkezelő réteg feladatai. Lemezműveletek hatékonyságának javítása (lemezműveletek ütemezése, gyorsítási lehetőségek). Fájl és könyvtár mint adatszerkezet és a rajtuk értelmezett műveletek. Fájlmodellek, szabad helyek nyilvántartása, allokációs módszerek. Védelmi mechanizmusok sérülés és téves hozzáférés ellen. A megnyitás és bezárás szerepe. I/O rendszer, készülékek csatlakoztatása, interfészek szintjei. Eszköz-meghajtók szerepe. Készülékfüggetlen hívási felület kialakítása. Karakteres és blokkos eszközök.
Korszerű beágyazott rendszerek operációs rendszerei. Erőforrás korlátok hatása az operációs rendszer szolgáltatásaira.

Informatika 2
(VIAUAB01, 4. szemeszter, 3/0/1/v/5 kredit, AUT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy elsődleges célja az Internet és a webes alkalmazások működésének bemutatása. Ezen belül a hallgatók megismertetése a számítógépes hálózatokkal, az adatbázis kezeléssel és az internet/web környezetben használt formális módszerekkel.
A megszerzett elméleti és gyakorlati ismeretekkel a hallgatók képesek lesznek
egyszerűbb hálózati rendszerek kezelésére és elemzésére,
egyszerűbb adatbázisok tervezésére és használatára,
egyszerűbb adatbázisra épülő webes alkalmazások elkészítésére, valamint
egyszerűbb ember-számítógép és számítógép-számítógép közötti kapcsolat formális definiálására és megvalósítására.

2. A tantárgy tematikája
Számítógép-hálózatok
Alapfogalmak. Internet, protokoll, az Internet protokollrétegei, hálózatok felépítése, csomag és vonalkapcsolás, szolgáltatásmodellek, történeti áttekintés.
Alkalmazási réteg. Alkalmazási réteg-beli protokollok működése (HTTP, FTP, SMTP, POP3, DNS, P2P protokollok), weboldalak készítése HTML nyelven, weboldalak formázása CSS segítségével. Alapszintű szerver-oldali programozás PHP környezetben.
Szállítási réteg szolgáltatásai és protokolljai (TCP, UDP), nyalábolás, nyalábbontás, megbízható adatátvitel, forgalomszabályozás, torlódáskezelés, alapszintű kliens-oldali socket programozás.
Hálózati réteg szolgáltatásmodelljei, kapcsolatalapú és kapcsolat nélküli hálózatok, virtuális áramkörök és datagram hálózatok, útválasztás. Az Internet hálózati rétege (IP), címzés, hierarchikus címzés, alhálózatok, címek kiosztása, DHCP, hálózati címfordítás (NAT), ICMP, IPv6, útválasztó algoritmusok, autonóm rendszerek (AS).
Adatkapcsolati réteg és helyi hálózatok, hibajelzés, többszörös hozzáférési protokollok (csatornaosztásos, véletlen hozzáférési, adásjog-átvételi protokollok: TDMA, FDMA, CDMA, CSMA/CA, CSMA/CD). Fizikai címzés (MAC), ARP protokoll, Ethernet, Ethernet kapcsolók, vezeték nélküli hálózatok, CDMA, 802.11 (WiFi), mobilitás az IP hálózatokban.
Adatbázis-kezelés
Alapfogalmak: adatbázis, adatbázis-kezelő rendszer, adatbázis-kezelő rendszer rétegei, relációs adatmodell. SQL: táblák létrehozása, típusok, kulcsok, kényszerek, séma módosítása.
Lekérdezések relációs adatmodellen: vetítés, kiválasztás, halmazműveletek, illesztés (természetes, theta, külső), aggregálás, csoportosítás, rendezés, beágyazott lekérdezések, nézetek. A műveletek SQL-beli implementációja. SQL adatmódosító utasítások.
Tranzakciókezelés, tranzakciók alaptulajdonságai, izolációs alapproblémák, ütemezés, izolációs szintek, tranzakciós naplózás.
Adatbázis tervezés, entitás-relációs diagram, Chen / Crow's feet jelölésmód, entitás-relációs diagram leképzése relációs sémára. Funkcionális függőség, tulajdonságai, normálformák (BCNF, 3NF).
Adatok fizikai tárolása. Adatok elhelyezkedése a lemezen, adatelérés gyorsítása, adatok módosítása. Indexek használata, indexek felépítése (bináris, B, B+, B* fák), műveletek indexstruktúrákon, indexek hatékony megválasztása.
Automaták és nyelvek
Nyelvek fogalma. Nyelvek megadása. EBNF. Nyelvek generálása nyelvtanokkal. Automaták mint felismerők. Nyelvtanok és automaták kapcsolata. Chomsky féle nyelvosztályok.
Reguláris nyelvek, reguláris kifejezések, véges automaták (NFA-e, NFA, DFA) fogalma. Reguláris nyelvtanok, reguláris kifejezések és véges automaták kapcsolata. Ekvivalenciák és átalakítások. Minimál automata. Reguláris kifejezések használata.
Környezetfüggetlen nyelvek. Levezetési fa, egyértelmű nyelvtan, absztrakt szintaxisfa. Nyelvtanok átalakítása. Normál formák. Elemzés CYK módszerrel. Veremautomaták. Nyelvtan és automata

kapcsolata. LL(k) nyelvek fogalma és elemzése. LL(k) elemző automatája. Aritmetikai kifejezések kiértékelése.
Formális módszerek használata. Példák nyelvi elemek specifikálására és elemzésére.

Elektronikai technológia és anyagismeret
(VIETAB00, 3. szemeszter, 3/0/2/f/6 kredit, ETT)

1. A tantárgy célkitűzése
Az Elektronikai technológia és anyagismeret c. természettudományos alaptárgy keretében folyó képzés elsődleges célja a hallgatóknak az elektronikai moduláramkörök és rendszerek kivitelezésével valamint azok anyagszerkezeti és anyagtulajdonságaival kapcsolatos alapjainak, továbbá elméleti és gyakorlati ismereteinek átadása. A tantárgy célja áttekintést adni a mikroelektronikai anyagok, alkatrészek és eszközök, az áramköri, optoelektronikai, mechatronikai, és egyéb modulok, valamint az elektronikus készülékek struktúrájáról, felépítéséről, előállítási és szerelési technológiájáról, a szakterület fejlődési trendjeiről. A tantárgy azon elektronikai technológiai és anyagismereti - mikroelektronikai, áramkör építési, szereléstechnológiai, készüléképítési - ismereteket foglalja össze, amelyek minden villamosmérnök számára szükségesek az integrált áramkörökkel, továbbá az elektronikai részegységek és rendszerek kivitelezésével kapcsolatos alapvető tájékozottsághoz és az erre a területre specializálódott ipari szakemberekkel és kutatókkal való együttműködéshez.
2. A tantárgy tematikája
Elektronikus alkatrészek, hordozók, részegységek rendszerezése, elektronikai anyagok.
A furat és felület szerelhető alkatrészek.
Fémek mechanikai tulajdonságai (szakító szilárdság, folyáshatár), vezetés fémekben, vezeték és ellenállásanyagok, hőmérsékletfüggés, ötvözetek szerkezete és termikus viselkedése, állapotábrák, eutektikum, eutektoid, szilárd oldat, intermetallikus vegyület
Alkatrészek forrasztása hullámforrasztással
Az újraömlesztéses forrasztási technológia, szelektív forrasztási technológiák
Félvezető chipek és moduláramkörök beültetési módjai és tokozásai
Kristálytani alapismeretek, Bravais-rács, Miller-indexek, kristályhibák (ponthibák, diszlokációk), egykristályok előállítása, újrakristályosítás
Félvezető anyagok jellemzői, elemi és vegyület félvezetők, diffúzió, ion-implantáció
Félvezető szelet előállítása
Rétegleválasztási, és adalékolási technológiák.
Mintázat és szerkezet-kialakítás félvezető szeleten, tranzisztor példáján bemutatva.
Vékonyréteg technológia
Vákuumtechnika
Szigetelő anyagok villamos tulajdonságai, kerámiák, kompozitok, üvegek, műanyagok
Kerámia alapú vastagréteg technológia
Polimer alapú vastagréteg és többrétegű kerámia technológiák
Egyoldalas és kétoldalas lemezek gyártástechnológiája
Többrétegű és speciális lemezek gyártástechnológiája, HDI hordozók
Számítógéppel segített tervezés (nyomtatott huzalozású lemezek rajzolat tervezése)
Mágneses anyagok (lágymágnesek, keménymágnesek, ferritek), szupravezetők, ferroelektromos, piezoelektromos és piroelektromos szigetelők, optikai tulajdonságok
Elektronikai készülékek tervezése, felépítése
Elektronikus készülékek termikus konstrukciója
Minőségbiztosítás és megbízhatóság
Korrózió, oxidáció, migráció
Szerkezet vizsgálatok, RTG-diffrakció, mikroszkópia, SEM, TEM

III.2 Gazdasági és humán ismeretek

A gazdasági és humán ismeretek tantárgyblokk két részből tevődik össze: 4 kötelező tantárgyból (Mérnök leszek, Menedzsment és vállalkozásgazdaságtan, Mikro- és makroökonómia, Üzleti jog) és a hallgatók által kötelezően választható tantárgylista további 4 x 2/0/0/f/2 kiméretű tantárgyából.

Mind a BSc, mind az MSc képzésben szerepelnek kötelezően választható tantárgyak a gazdasági és humán ismeretek témakörében. A két képzési szint tantárgylistái különböző tantárgyakat tartalmaznak, a hallgatók csak a saját képzési szintjüknek megfelelő listából választhatnak.

BSc szinten a hallgatók a kötelezően felvehető gazdasági és humán ismeretek tantárgyakat két csoportból választhatják ki, ugyanakkor be kell tartani a két tantárgycsoportra megadott tantárgyszám korlátokat:

Kötelezően választható tantárgyak (GTK) – min. 2 tantárgy felvétele szükséges

Tantárgykód	Tantárgynév	Kredit	Kar
GT35A001	Pénzügyek	2	GTK
GT20V100	Innovatív vállalkozások indítása és működtetése	2	GTK
GT35A003	Gazdaságpolitika	2	GTK
GT42A001	Környezetgazdaságtan	2	GTK
GT43A001	Kommunikáció	2	GTK
GT35A002	Számvitel	2	GTK
GT20A002	Marketing	2	GTK
GT52A001	Ergonómia	2	GTK
GT43A002	Szociológia	2	GTK

Kötelezően választható tantárgyak (VIK) – max. 2 tantárgy felvétele lehetséges

Tantárgykód	Tantárgynév	Kredit	Kar
VITMAK47	Mérnöki menedzsment módszerek	2	VIK
VIETAK49	Adatvédelem és információszabadság	2	VIK
VIVEAK48	Mérnöki problémamegoldás	2	VIK
VITMAK48	Érzelmek logikája	2	VIK
VITMAK49	Digitális életmód	2	VIK

Mérnök leszek

(GT52A400, 1. szemeszter, 1/0/0f/2 kredit, Ergonómia és Pszichológia Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése

Az elsőévesek beilleszkedésének segítése, a hallgatói kultúra fejlesztése. A hallgatói szocializáció folyamatának elősegítése, alkalmazkodás az egyetemi követelményekhez. A tanulással és a teljesítménnyel kapcsolatos viselkedésmódok, és a tudás prezentációjának tartalmi és formai fejlesztése.

2. A tantárgy tematikája

Belépés az Egyetemre

Bevezetés: A tantárgy tartalma, követelményei. Alapvető kérdések az egyetemi belépéssel kapcsolatban. Az egyetem mint szervezet megismerése. A képzési rendszer (BSc-MSc-PhD) és a hallgatói szerződés. Az egyetemkezdés és a budapesti élet általános problémái, az alkalmazkodás. Az egyetem elvégzésének feltételei és lehetőségei.

Az egyetem története. A Villamosmérnöki és Informatikai Kar nagy elődei.

Az egyetemi viselkedés etikája. A nyelvhasználat, a nyelvi stílus, a viselkedéskultúra és a protokoll összefüggései. A beszédmű, az írásmű, az elektronikus kommunikáció alapszabályai. A nyelvhelyesség és a szakmai anyanyelv viszonya. A szerkesztési ismeretek, a forráskezelés, a forrásfelhasználás és a szakmai etika kapcsolata.

A tanulás új világa

A tanulás általános fogalmai, motiváció a tanulásra, alkalmazás, egyéni tanulási stílus. Az önmotiválás értelme és lehetőségei. A tantárgyak haszna és az egyetemen tanultak alkalmazhatósága.

A tanulás folyamatának mérnöki megközelítése

A tanulás fizikai szervezése (a szűkebb és a tágabb környezet kialakításának szempontjai)

A tanulás időbeli szervezése. A számonkérésekre történő felkészülés. A bukás elkerülése - a bukás feldolgozása.

A tanulás empirikus vizsgálatainak feldolgozása. A BME-s hallgatók: intelligenciája, műszaki érzéke, érzékelési csatornái, hatékony szemléltetési módszerei, tanulási szokásai, tanulási időveszteségei, bukásai, pszichoszomatikus jellemzői.

Empirikus vizsgálatok a csoport tagjai körében (internetes tesztek kitöltése, az eredmények összevetése az alapsokaság jellemzőivel)

A tudás reprezentációja

A teljesítmény megjelenése a személyiségben és az egyetemi teljesítmény mérése. Önismeret, siker-sikertelenség, önértékelés, igényszint. Visszajelzések fogadása. Érzelmek a tudással és teljesítménnyel kapcsolatban, általános érzések a vizsgákkal kapcsolatban: a szorongás megjelenése, felismerése és kezelése. A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök. Rendszerszemlélet a képzésben, előretekintés a tantárgyak tükrében.

Prezentációs technikák: A fogalmazási, a retorikai és a beszédtechnikai igényesség a szóbeliségben, a prezentációban.

MsPowerPoint 2013: konceptualitás, avagy a koncepció kialakítása, diasor szerkezete, felépítése. Vizualizáció, vetítésdizájn, diasor tervezés. Hatásos prezentációkészítés. Klasszikus stílus vs. új szemlélet. PowerPoint mesterképző, ezen belül képek hátterének eltávolítása, vetítés több képernyővel, projektor használata, hatásos és indokolt animációk, hang- és videó kezelés.

Prezentációs technikák: PREZI.COM sikertörténet, cégbemutató, PREZI alapok. PowerPoint vs. PREZI: előnyök, hátrányok. Hogyan adjunk elő PREZI-vel? Ötletek, tudnivalók, új fejlesztések a PREZI.COM-mal kapcsolatban

A mérnöki karrier kezdete

A téma bevezetése: A karrier és az életpálya-tudatosság. Fogalmak, célok és egyéni célmeghatározás. Meghívott előadó: a mérnök, mint innovatív vállalkozó

Egyetemi és kutatói karrier. Meghívott előadó: a mérnök, mint kutatóintézeti ember

Az érdeklődés és a személyiség tulajdonságainak megjelenése a karrierben. Meghívott előadó: a mérnök, mint termelési szakember, menedzser.

Menedzsment és vállalkozásgazdaságtan

(GT20A001, 5. szemeszter, 4/0/0/f/4 kredit, Menedzsment és Vállalatgazdaságtan Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése

A tantárgy oktatásának célja, hogy megismertesse a hallgatókat a szervezetek és a menedzsment feladatának és működésének alapelveivel. A tantárgy keretében röviden bemutatjuk a gazdálkodás- és szervezéstudomány legfontosabb részterületeit és aktuális problémáit. Ezt követően a vállalkozásgazdaságtan alapjaival foglalkozunk és az alábbi fő témaköröket tárgyaljuk:
az üzleti vállalkozás célja, termelő és szolgáltató folyamatok, termelésirányítás, költséggazdálkodás, befektetés és finanszírozás.

2. A tantárgy tematikája

Vállalkozásgazdaságtan közgazdasági háttere: érték, hasznosság, profit, alternatíva költség kockázat fogalma, értelmezése.
Vállalkozásgazdaságtan elemzési alapjai: pénzáramlások meghatározása, tőkeköltség, fő gazdasági mutatók, elemzések.
Menedzsment alapok: a vállalat alapvető erőforrásai és folyamatai; a vállalat, mint szervezet; funkciók és menedzseri szerepek; a csoportmunka jelentősége és eredményei; kommunikáció a szervezetben; vállalatirányítási rendszerek; a termék fogalma, életciklusa.
Minőségmenedzsment: a minőségmenedzsment fejlődésének fontosabb szakaszai; a minőségügyi rendszerek alapelveinek áttekintése az ISO 9001:2000 előírásai alapján; a Total Quality Management (TQM) alapelveinek összefoglalása; a folyamatos javítás elve és módszerei.
Termelésgazdaságtan: a termelőrendszer definíciója, fejlődése; a termelő- és szolgáltatórendszerek osztályozása; a készletek szerepe a termelésben, készletekkel kapcsolatos költségek; egyszerű készletgazdálkodási rendszerek.
Költséggazdálkodási rendszerek: költségszámítási rendszerek fejlődése, szintjei; költségek csoportosítási módjai; Tradicionális költségszámítási modellek; ár-költség-nyereség-fedezet struktúra (ÁKFN modell); standardköltség-számítás; tevékenységalapú költségszámítás (ABC). Kihasználatlan kapacitás költsége.

Mikro- és makroökonómia

(GT30A001, 6. szemeszter, 4/0/0/v/4 kredit, Közgazdaságtan Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése

Olyan közgazdasági ismeretek nyújtása, melyek segítségével a hallgatók eligazodnak a gazdasági környezet mikro- és makroszférájának aktuális kérdéseiben, megértik azt, hogy a folyamatos műszaki fejlesztés és innovatív tudás az alapja annak, hogy olyan termékek és eljárások szülessenek, amelyek nemcsak hazai, hanem nemzetközi szinten is jövedelmezőek az egyén, a vállalat és az ország számára. Ha értik a gazdasági folyamatok és főbb összefüggések lényegét, akkor saját maguk is tudják „értelmiségi módon” kedvezően befolyásolni saját környezetüket, és elősegíthetik a gazdaság fejlődését rövid és hosszú távon.

2. A tantárgy tematikája

Gazdálkodás főbb alapelvei, a piac működése A gazdaság főbb szereplői: háztartások (fogyasztó), vállalkozások, állam és külföld. Döntési motivációk.
Kereslet és kínálat alakulása: Marshall-kereszt.
Termelés – költségek – profit. Profitmaximalizálás rövid és hosszú távon.
Piacszerkezetek: tökéletes piacok – monopolpiac – oligopolpiac – monopolisztikus versenypiac összehasonlítása.
A termelési tényezők piaca: beruházási, befektetési döntések optimuma.
Az állam szerepe a gazdaságban.
Nemzetgazdasági teljesítmények mérése: GO, GDP, GNP, GNI, GNDI.
Makrogazdaság Keynes-i modellje: egyensúly a makromodellben.
Pénz szerepe a makrogazdaságban, a modern pénzügyi rendszer működése, a monetáris politika eszköztára, a pénzforgalom szabályozása.

A kormányzat fiskális politikája és eszközei, a költségvetési kiadások hatása a makrogazdasági egyensúlyra.
Árupiac és pénzpiac makroszintű összekapcsolása: az IS-LM modell.
Az üzleti ciklus, munkanélküliség okai. Infláció szerepe, okai, hatásai a mai modern gazdaságban.
Gazdasági növekedés.

Üzleti jog
(GT55A001, 6. szemeszter, 2/0/0f/2 kredit, Üzleti Jog Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése
A villamosmérnök és mérnökinformatikus hallgatók a félév során áttekintést/alapismereteket szerezzenek a magyar jogrendszer működéséről – az üzleti élet alapvető jogi területeiről és azok összefüggéseiről. A tantárgy hangsúlyosan tárgyalja a társasági jog és érintkező területeinek (versenyjog, fizetésképtelenség joga) valamint a kötelmi jog (különösen a gazdasági szerződések jogának) szabályozását
2. A tantárgy tematikája
Jogi- és államtani alapvetés (A jog fogalma, – Jogviszonytan – a Jogalkalmazás rendszere)
Államtani alapvetés (Államfogalom – államszervezet)
Kötelmi jogi alapok, alapvetés; Szabályozási környezet – a kötelem és a szerződés fogalma, a szerződéskötés folyamata; Szerződés módosítása; Szerződések megszűnése; Szerződések tipizálása
Szerződésszegés - Érvénytelenség-hatálytalanság – Szerződést biztosító mellékkötelezettségek.
Egyes gazdasági szerződéstípusok – tipikus és atipikus szerződések - adási és megbízási kötelmek eredménykötelmek, vállalkozási szerződés, fuvarozás és szállítmányozás, a gazdasági forgalom egyéb szerződései.
Társasági- és cégjogi alapok: a szervezeti jogalany fogalma, a gazdasági társaság fogalma, a hatályos társasági jog rendszere.
A gazdasági társaságok létszakai és szervezete.
A jogi személyiség nélküli kistársaságok, a közkereseti- és a betéti társaság.
A jogi személy társasági formák; a korlátolt felelősségű társaság és a részvénytársaság.
A társasági jog kapcsolódó jogterületei; Fizetésképtelenségi jog – csőd- és felszámolás.
Versenyjog – tisztességtelen verseny elleni szabályok és a versenykorlátozások tilalma.

III.3 Szakmai törzsanyag

A programozás alapjai 1
(VIHIAA01, 1 szemeszter, 2/2/2/f/7 kredit, HIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy célkitűzése, hogy a hallgatók készség szinten alkalmazható ismereteket szerezzenek a számítógépes problémamegoldás módszereinek és alapvető eszközeinek használatában. További cél, hogy a megszerzett ismereteket és készségeket további tanulmányaik során hatékonyan legyenek képesek alkalmazni.
A célkitűzés teljesítését egy magas szintű programozási nyelv, a C megismerése teszi lehetővé. A gyakorlatok anyaga folyamatosan követi az előadások tematikáját, azok mélyebb megértését, az algoritmusok részletes megismerését támogatja. A laboratórium célja, hogy a hallgatók gyakorlati jártasságot szerezzenek az előadáson és gyakorlaton megismert módszerek kipróbálása által, és készség szinten elsajátítsák a fejlesztőkörnyezetek használatát.
Az anyag jobb elsajátítása érdekében a laboratóriumi foglalkozásokhoz kapcsolódóan egy nagyobb házi feladatot is meg kell oldani.
2. A tantárgy tematikája
A számítógépes problémamegoldás alapfogalmai: program, algoritmus, algoritmizálás, kódolás. Kifejezések és változók fogalma. A C nyelv alapjai. Változók deklarációja, értékadás, egymás utáni utasítások megadása. Egyszerű beolvasás és kiírás.
Hétköznapi és egyszerű matematikai algoritmusok, folyamatábraszerű rajz készítése, algoritmusok lejátszása.
Forráskódok elemei. Szintaktika, szemantika. A nyelvtani szabályok. Kulcsszavak, utasítások, azonosítók, megjegyzések fogalma. Algoritmusdokumentálási eszközök. Folyamatábra, struktogram, pszeudokód. Algoritmusok elemei: ciklusok, elágazások és szekvenciák. Változók definíciója. Összetett vezérlési szerkezetek, összetett logikai kifejezések.
Algoritmizálás strukturált elemekkel: struktogram, strukturált pszeudókód, C kód.
Egyszerű algoritmusok. Végjeles sorozatok kezelése, ciklusszervezés. Számlálás, összegzés, szélsőérték-keresés tétele. A C nyelv típusai: karakterek, egész, logikai típus megjelenítése. Tömbök fogalma, indexelés fogalma és azokat kezelő egyszerű algoritmusok.
Adatsorok feldolgozását igénylő egyszerű problémák. Tömbök használata, beolvasás tömbbe; elemek megváltoztatása, kiíratása, indexelés.
A C nyelv típusai. A véges számábrázolás fogalma. Belső ábrázolás, bitműveletek. Lebegőpontos számábrázolás. Függvények fogalma, dekompozíció fogalma. Lokális változók és élettartam fogalma. Deklaráció, definíció fogalma.
Egyszerű matematikai jellegű függvények, karakter-feldolgozó függvények. Összetettebb problémák dekompozíciója. Karakter típusú változók és tömbök használat, feldolgozása.
Operátorok. Precedenciák, kiértékelés, mellékhatás. Balérték és jobbérték fogalma. Kiértékelési sorrend és kiértékelési pontok. Struktúrák, struktúrákon végzett műveletek. Struktúrák és függvények kapcsolata. Struktúrák használata, struktúrákat kezelő függvények.
Felsorolt típus. Az indirekció fogalma, pointerek bevezetése. Cím szerinti paraméterátadás. Pointerek és tömbök kapcsolata, pointer aritmetika. Sztring mint karaktertömb, sztring mint végjeles sorozat. Sztringkezelés beépített függvényekkel.
Felsorolt típus használat. Függvények és pointerek, cím szerinti paraméterátadás. Tömb átadása függvénynek. Sztringkezelés saját függvényekkel.
Dinamikus tárkezelés. Memória-allokáció, felszabadítás. Többdimenziós dinamikus tömbök. Szabványos input és output, fájlkezelés.
Dinamikus memóriakezelés. Dinamikus tömbök. Formázott olvasás és írás szöveges fájlból és sztringből. Önhivatkozó adatszerkezetek, láncolt listák. Egyszeres, kétszeres láncolás, strázsás lista. Lista változatai, lifo, fifo, fésűs lista. Többszörös indirekció fogalma.
Dinamikusan foglalt struktúrák. Listák kezelése. Adatszerkezet építése.

Rekurzió fogalma. Valódi és álrekurzió. Fák, mint rekurzív adatszerkezetek. Fák bejárása, keresőfák és dekódoló fák
Rekurzív függvények. Lista és fa bejárásán alapuló algoritmusok.
Függvényre mutató pointerek. Keresések: lineáris és bináris keresés. Algoritmusok lépésszámának bevezetése. Union és bitmező típusok. Bitszintű operátorok. Hibakezelés és tesztelés jelentősége.
Bitműveletes feladatok, maszkolás. Függvénypointerek. Függvény átadása függvénynek, keresési feladat paraméterként átadott függvény feltétellel. Gyakorlás a nagyzárthelyire.
Szétválogatás. Rendezések. Rendezések kulcsa, rendezések lépésszáma. Alapvető rendező algoritmusok. Gyorsrendezés. Generikus algoritmusok.
Statikus és dinamikus többdimenziós tömbök használata. Sztringtömb rendezése. Gyakorlás a nagyzárthelyire.
Program és külvilág kapcsolata. Állapotgép. További adatszerkezetek tárgyalása, gráfok modellezése. Memóriakezelés rendszerezése, verem, láthatóság és élettartam fogalmának részletes tárgyalása.
Állapotgépes feladatok. Gyakorlati kisZH pótlása, mely a nem pótló hallgatóknak gyakorlás a nagyzárthelyire.
Az előfeldolgozó használata. Nagyobb programok tervezése; adatszerkezetek megválasztása, funkcionális dekompozíció. Programszegmentálás, alkalmazói program készítése a specifikációtól a dokumentálásig.
Makrók használata. Parancssori argumentumok feldolgozása. Gyakorlás.

A programozás alapjai 2
(VIAUAA01, 2. szemeszter, 2/0/2/f/6 kredit, AUT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy alapvető célja, hogy alapozó tantárgyként folytassa számítógépes problémamegoldás módszereinek és alapvető eszközeinek előző félévben megkezdett megismertetését olyan szinten, hogy azt a hallgatók további tanulmányaik során képesek legyenek hatékonyan alkalmazni. Ezen félév alapvető célkitűzése, hogy további gyakorlatokkal mélyítse a C programozási nyelv ismeretét, megismertesse a nagyméretű programozási feladatok megoldásának lépéseit, és bevezessen az objektum-orientált programozásba. Célkitűzését a tantárgy az előző félévben megszerzett C nyelvi tudásra alapozva, a C++ nyelv megismertetésével éri el. A gyakorlatok és laborok anyaga folyamatosan követi az előadások tematikáját, azok megértését, elmélyítését támogatja..
2. A tantárgy tematikája
C++ mint a C javított változata
Az előző félévi anyag rendszerező összefoglalása. C nyelv „javításai”: típusértékű struct, enum, bool típus.Függvényhívás alacsony szinten. Prototípusok szükségessége, referenciatípus bevezetése. Függvényhívás balértékként. Bevezetés a C++ I/O használatába.
Függvénynév túlterhelése (overload). Alapértelmezett (default) függvényargumentumok. Makrók kiváltása inlinefüggvénnyel. Névterek, láthatóság. Memória allokáció és kivételkezelés röviden.
Objektum-orientált programozás alapjai a C++ nyelv bemutatásával
Objektum-orientált programozás alapfogalmai, elvei, objektum fogalma. Osztály, egységbezárás, láthatóság és információrejtés fogalma. Tagváltozók és tagfüggvények. Getterek és setterek. A this pointer. Konstruktor, destruktor.
Konstruktorok és destruktorok. Dinamikus adattagokat karbantartó osztályok. Másoló konstruktor, értékadás. Tagváltozók inicializálása. Konstans és statikus tagok.
A láthatóság enyhítése: friend mechanizmus. Operátorok túlterhelésének fogalma. Operátorok túlterhelésének megvalósítása tagfüggvénnyel és globális függvénnyel. Megkötések.
Az öröklés szerepe az objektumorientált programozásban. Öröklés, származtatott osztály, alaposztály. Az öröklés hatása a láthatóságra. Konstruktorok és az öröklés.
Behelyettesíthetőség. Virtuális függvények, absztrakt osztályok. Korlátozó öröklés. Virtuális destruktorok. Heterogén gyűjtemények.

Többszörös öröklés, virtuális alaposztályok. Konstruktorok és destruktorok automatikus feladatai. Perzisztencia fogalma és megvalósítása.
Konverziós operátorok. Típuskonverziók, kivételkezelés.
Generikus szerkezetek jelentősége. Függvény- és osztálysablonok.
Standard Template Library (STL) bevezetése. Bonyolultságelméleti megfontolások.
STL tárolók és algoritmusok, iterátorok. Objektumorientált szoftvertervezési alapok. Tervezési példa.
Komplex példa bemutatása. Kitekintés a nyelvhez kapcsolható eszközökre.
Összefoglalás. Tervezési példa.

Digitális technika 1
(VIIIAA04, 1 szemeszter, 3/1/1/v/6 kredit, IIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy rendeltetése, hogy egyszerű példákon keresztül megadja mindazokat az alapfogalmi és rendszertechnikai alapismereteket, amelyek a digitális berendezések logikai tervezési szintjén szükségesek. A tervezői szemlélet kialakítása érdekében az előadásokon és gyakorlatokon az elméleti ismereteket gyakorlati példákkal illusztráljuk. A megszerzett gyakorlati ismereteket a hallgatók vezetett laborgyakorlatokon próbálják ki.
A tantárgy keretében a hallgatók:
megismerik a digitális integrált áramköri építőelemek főbb típusait felhasználói szinten,
elsajátítják a kombinációs és sorrendi hálózatok tervezési lépéseit,
készséget szereznek a hazárdjelenségek felismerésében és kiküszöbölésében,
A megszerzett ismeretekkel és készségekkel a hallgatók képesek lesznek a villamosmérnöki gyakorlatban felmerülő bármely logikai tervezési alapfeladat megoldására a feladat megfogalmazásából kiindulva.

2. A tantárgy tematikája
A logikai feladat és a logikai tervezés fogalma. Az analóg és digitális jelfeldolgozás lényege és összehasonlításuk. A logikai rendszer, mint a digitális eszközök elvi absztrakciója. A Boole-algebra alkalmazása a működés leírására. Számrendszerek (2,10,16), számábrázolási módok és az aritmetikai műveletekre gyakorolt hatásuk. Átváltás a számrendszerek között, Horner szabály, gyors átalakítás kettes és hexadecimális számrendszerek között. Törtek ábrázolása, negatív számok ábrázolása, előjel és abszolút érték, kettes komplemens. Tízes számrendszer kezelése, BCD ábrázolás.
Logikai érték, logikai változó, logikai függvény fogalma. Logikai érték származtatása feszültség logika. Logikai függvények megadási módjai, konjunktív és diszjunktív kanonikus algebrai és számjegyes alakok. Minterm és maxtermes ábrázolás. Átalakítás különböző számjegyes alakok között. Logikai kapuk ábrázolása rajzjelekkel.
Logikai függvények minimalizálása, szomszédosság fogalma, algebrai egyszerűsítés, prímimplikáns fogalma, megkülönböztetett minterm/maxterm, prímimplikánsok és lényeges prímimplikánsok keresése, grafikus minimalizálás, Karnaugh tábla, közömbös fogalma, legegyszerűbb kétszintű alak előállítása.
Szöveges specifikáció, szöveges leírás alapján különféle megadási módok igazságtábla, Karnaugh tábla, számjegyes alakok előállítása. Számjegyes alakok átalakítása.
Kombinációs hálózatok átmeneti jelenségei (hazárdok). Jelterjedési idő fogalma, hatása a kombinációs hálózat működésére. Kétszintű és többszintű hálózatok dinamikus viselkedése. Statikus dinamikus és funkcionális hazárd fogalma, kiküszöbölése.
Szimmetrikus logikai függvények, szimmetriaszám fogalma, szimmetrikus függvényeken végzett műveletek tulajdonságai. Egy bites teljes összeadó, összeadás/kivonás megvalósítása. Szorzás megvalósítása.
Multiplexerek, kombinációs hálózatok megvalósítása multiplexerek, mint funkcionális építőelem felhasználásával.
Prioritás enkóder, dekóder felépítése, tipikus dekóderek 1/ 2, 2/ 4, 3/ 8. Komparátor áramkörök. Komparátorok soros és párhuzamos kaszkádosítása. Kettes komplemens számok összehasonlítása.

Sorrendi hálózatok bevezetése, aszinkron és szinkron működés. Sorrendi hálózatok megadása: állapottábla, állapotgráf. Sorrendi működés követése állapottábla alapján, Mealy és Moore modell.
Elemi sorrendi hálózatok (flip-flopok) és átalakításuk. Regiszter fogalma, reset, preset és tetszőleges érték betöltésének megvalósítása. Tárolók időzítési jellemzői, adat előkészítési-, tartási idő, maximális működési frekvencia meghatározása.
Szinkron sorrendi hálózat tervezésének lépései egy konkrét példán keresztül. (Mealy és Moore modell szerint működő hálózat)
Szinkron sorrendi hálózat formális specifikálása: állapottábla, állapotgráf felvétele szöveges leírás és idődiagram alapján.
Állapottábla feleslegesen megkülönböztetett állapotainak megkeresése, összevonása. Megkülönböztethető és nem megkülönböztethető állapotok. Állapotekvivalencia, állapotkompatibilitás fogalma. Paul-Unger eljárás. Összevont állapottábla szisztematikus előállítása.
Szinkron sorrendi hálózatok állapotkódolása. Állapotkódolás célja, hatása a megvalósítás bonyolultságára. Szomszédos kódolás, HT partíció, kimenet alapján történő kódolás, n-ből 1 kód.
Szinkron sorrendi hálózatok analízise, Elvi logikai rajz alapján működés elemzése, állapottábla előállítása, rendszerhazárd fogalma, metastabilitás.
Szinkron számlálók, kezdeti érték beállítási lehetőségek, szinkron és aszinkron törlés, kezdőérték betöltés, bináris és BCD számlálók. Számlálók soros és párhuzamos kaszkádosítása.
Shift regiszter, barrel shifter megvalósítása. Általános regiszter. Kezdőérték betöltésének biztosítása. Komplex tervezési feladat funkcionális elemekből. Pl. csúszóablakos mintafelismerés sorosan érkező bemeneti adatokon.
Vezérlési szerkezet – adatstruktúra szétválasztás.
Bemutatás példán keresztül: szorzás elvégzése szekvenciálisan, több órajel alatt
Kompozíciós feladatok megoldása számlálók és komparátorok felhasználásával (fel/le számlálás, páros/páratlan számlálás)

Digitális technika 2
(VIIIAA06, 2. szemeszter, 2/1/1/v/5 kredit, IIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy rendeltetése, hogy egyszerű példákon keresztül megadja mindazokat az alapfogalmi és rendszertechnikai alapismereteket, amelyek a mikroprocesszor alapú digitális berendezések logikai tervezési szintjén szükségesek. A tervezői szemlélet kialakítása érdekében az előadásokon gyakorlati példákat mutatunk és a hallgatók a házi feladatok révén tervezési részfeladatok önálló megoldásával mélyítik el a tananyagot. Ennek keretében
módszereket ismernek meg és készséget szereznek a mikroprocesszoros rendszerek analízisében és szintézisében,
egy mikroprocesszoros eszközbázis és egy assembly nyelv alapszintű megismerése révén olyan alapismereteket kapnak, amelyek birtokában további mikroprocesszor rendszerek megismerése és alkalmazása könnyen elsajátítható.
2. A tantárgy tematikája
Követelmények ismertetése, előzmények összefoglalása, ismétlés: vezérlés és adatszerkezet szétválasztás, aritmetika, előjelkezelés, előjel kiterjesztés, túlcsordulás kezelése.
Általános célú végrehajtóegység felépítése funkcionális elemekből. ALU, PC, utasításdekóder, regiszter fájl, utasításmemória, adatmemória.
Busz fogalma. Vezérlőbusz, címbusz, adatbusz. Tri-state fogalma. Időmultiplexálás. I/O és memóriatartomány.
Memóriák bemutatása, használata, egyszerű memória interfészek (SRAM, ROM, PROM, EPROM, EEPROM, FLASH)
Konkrét mikrokontroller bemutatása (CPU-mag és utasításkészlet), órajel, reset előállítása. Külső sín előállítása.
Programozói modell bemutatása (regiszterstruktúra, utasításfelépítés, címzési módok). Aritmetikai és logikai műveletek, feltétel flag-ek és feltételes elágazások megvalósítása, példákkal.

Memóriaszervezés, stack, pointerek és szubrutinhívás, paraméterátadás.
Megszakításkezelés, környezet mentése/visszaállítása, egymásba ágyazott megszakítások, prioritások; Időzítési probléma tárgyalása: a SW időzítés és problémái. HW interrupt.
Periféria fogalma. Címdekódolás. I/O portok, időzítők, időzítőn alapuló perifériák (Input capture, output compare, PWM).
Aszinkron és szinkron soros adatátvitelek. UART, SPI.
UART periféria működése és használata. Puffer kezelés, ellenőrző összeg számítás.
Master, slave, arbitráció fogalma. DMA vezérlő. DMA vezérlő példa UART perifériával.
Korszerű memóriaáramkörök (NVRAM, FRAM, MRAM, DRAM, DDRAM, NAND és NOR FLASH memóriák).
Programozható logikák: PAL, GAL, CPLD, FPGA, CLC periféria.

Jelek és rendszerek 1
(VIHVAA00, 2. szemeszter, 3/2/0/v/6 kredit, HVT)

1. A tantárgy célkitűzése

A két féléves Jelek és rendszerek 1-2 tantárgy feladata az alapvető jel- és rendszerelméleti fogalmak ill. számítási eljárások megadása, valamint a rendszert reprezentáló villamos és jelfolyam hálózatok analízisére alkalmazható módszerek megismertetése. A tantárgy első részében (Jelek és rendszerek 1) az időtartományban alkalmazott rendszerleírásokat tárgyaljuk, és ezt követően foglakozunk a frekvenciatartományi leírással. Példákban és alkalmazásokban a Kirchhoff-típusú (villamos) hálózatokkal reprezentált rendszereket és leíró egyenleteiket ill. ezek megoldását tárgyaljuk, és gyakoroltatjuk.

A tantárgy követelményeit sikeresen teljesítő hallgatók alkalmazni képesek a legfontosabb rendszer- és hálózatanalízis módszereket az időtartományban, valamint szinuszos gerjesztés esetén a frekvenciatartományban.

2. A tantárgy tematikája

Alapfogalmak. Jel, rendszer, hálózat. Lineáris, invariáns, kauzális rendszerek. Gerjesztés-válasz kapcsolat. Villamos hálózattal reprezentált rendszer. Kétpólusok jellemzése. Kirchhoff-típusú hálózatok alaptörvényei.
Csatolatlan rezisztív kétpólusokból álló hálózatok. Összekapcsolási kényszerek, hálózategyenletek. Ellenállások soros és párhuzamos kapcsolása, áram- és feszültségosztás. Szuperpozíció elv. Csomóponti és hurok analízis Helyettesítő generátorok. Teljesítményillesztés.
Csatolt kétpólusok fogalma és karakterisztikája: ideális transzformátor, vezérelt források, ideális erősítő, girátor.
Lineáris rezisztív kétkapuk. Karakterisztikák. Reciprocitás, szimmetria és passzivitás fogalma, feltételei a kétkapu paraméterekkel. Reciprok és nem reciprok kétkapuk helyettesítő kapcsolásai. Kétpólusokkal lezárt kétkapu. Bemeneti és átviteli jellemzők meghatározása.
Dinamikus hálózatok. Kondenzátor, tekercs, csatolt tekercsek, csatolt kondenzátorok. Hálózategyenletek. Regularitás. Kezdeti és kiindulási értékek.
Állapotváltozós leírás: állapotváltozók, állapotváltozós leírás normál alakja, előállítása hálózategyenletekből. Állapotegyenletek megoldása összetevőkre bontással. Elsőrendű (egy energiatárolós) rendszerek, időállandó fogalma és kiszámítása. Szakaszonként állandó gerjesztés, be- és átkapcsolás vizsgálata. Másod- és magasabb rendű rendszerek és hálózatok vizsgálata, komplex és kettős sajátértékek. Aszimptotikus stabilitás fogalma.
Vizsgálójelek módszere: Egységugrás, Dirac-impulzus, általánosított derivált fogalma. Ugrásválasz, impulzusválasz. A válasz kifejezése konvolúcióval. Gerjesztés-válasz stabilitás fogalma és feltétele.
Szinuszos állandósult állapot vizsgálata. Komplex csúcsérték, fazor, impedancia fogalma. Hálózatszámítási módszerek (hurok- és csomóponti analízis, helyettesítő generátorok, csatolt kétpólusok) komplex írásmódban. Rezgőkörök: rezonancia, jósági tényező, Wheatstone-híd: kiegyenlítés feltétele, csatolt tekercs-pár (transzformátor-modell) vizsgálata. Fazorábrák. Teljesítmények szinuszos áramú

hálózatokban: hatásos, meddő, komplex, látszólagos teljesítmény, teljesítménytényező. Teljesítményillesztés.
Átviteli karakterisztika fogalma és ábrázolása. Logaritmikus mértékegységek és mennységek. Bode- és Nyquist diagram fogalma. Kétkapu karakterisztikák a frekvenciatartományban. Kétkapuk hullám- és reflexiós paraméterei. Kétkapuk lánckapcsolása, eredő karakterisztikák.
Periodikus állandósult állapot vizsgálata: periodikus jel Fourier-sora; komplex, valós és módosított komplex Fourier-sor. Rendszer analízise periodikus gerjesztés esetén. Periodikus jelek jellemzői: definíciók, és meghatározásuk a Fourier-sor alapján. Hatásos teljesítmény számítása.

Jelek és rendszerek 2
(VIHVAB01, szemeszter, 3/3/0/v/6 kredit, HVT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy a Jelek és rendszerek 1 tantárgy folytatása. Célja megalapozni a folytonos idejű rendszerek vizsgálati módszereit a frekvencia és a komplex frekvencia tartományban, továbbá a különböző rendszerleírások alapján megismertetni a rendszerjellemzőket és kapcsolatukat. A folytonos idejű rendszerek elméletét követően, a diszkrét idejű jelek és rendszerek vizsgálati módszereinek tárgyalása az idő-, frekvencia-, és z-tartományban. A tantárgy megadja a folytonos idejű jelek és rendszerek diszkrét közelítésének elvi alapjait, és tárgyalja a folytonos idejű nemlineáris rendszerek és hálózatok analízisének alapvető módszereit.
A tantárgy követelményeit sikeresen teljesítő hallgatók felkészültek a folytonos idejű rendszerek legfontosabb számítási módszereinek alkalmazására a frekvencia- és komplex frekvencia tartományban, a diszkrét idejű rendszerek és hálózatok analízisére idő- frekvencia- és z-tartományban. Ismerik a folytonos- és diszkrét idejű jelek és rendszerek kapcsolatát, valamint a mintavételezés alapelméletét.
2. A tantárgy tematikája
Vizsgálat frekvenciatartományban: jelek spektrális előállítása. Fourier-transzformáció definíciója és tulajdonságai. Négyszög- és Dirac-impulzus, egységugrás, exponenciális, és periodikus jelek spektruma. Fourier-transzformáció alkalmazása rendszer-analízisre: jel és rendszer sávszélessége, alakhű átvitel feltétele. Bode diagram ábrázolása törtvonalas közelítésben. Energiaspektrum, Parseval-tétel, energiaátviteli karakterisztika. Egyszerű példák jelek modulációjával és demodulációjával kapcsolatban.
Analízis a komplex frekvencia tartományban. Laplace-transzformáció és inverze. A transzformáció szabályai, fontosabb jelek transzformáltja. Inverz transzformáció részlet-törtekre bontással egyszeres és többszörös pólusok esetén. Fourier- és Laplace-transzformált kapcsolata. Rendszer és hálózat analízis a komplex frekvenciatartományban. Átviteli függvény fogalma, pólus-zérus elrendezés.
Rendszerjellemző függvények (ugrásválasz, átviteli karakterisztika és átviteli függvény) kapcsolata. Speciális rendszerek: mindentáteresztő és minimálfázisú rendszer, erősítő, integrátor, derivátor.
Jelfolyam-típusú hálózatok. Rendszerek reprezentációja jelfolyam hálózattal. Jelfolyam hálózat gráfja. Visszacsatolt rendszer átviteli függvénye.
Nemlineáris hálózatok és rendszerek, kanonikus változók, állapotváltozós leírás, kanonikus egyenletek felírása. Numerikus megoldási módszerek áttekintése, Euler-módszer alkalmazása. Egyensúlyi állapot fogalma. Munkapont meghatározása. Munkaponti linearizálás, kisjelű helyettesítés. Munkaponti stabilitás vizsgálata.
Diszkrét idejű rendszerek. Diszkrét idejű jel, rendszer, hálózat fogalma. Diszkrét idejű hálózat komponensei: erősítő (szorzó), összegező, késleltető.
Diszkrét idejű rendszervizsgálata az időtartományban. Állapotváltozós leírás és megoldása, sajátértékek. Aszimptotikus stabilitás. Diszkrét idejű rendszer rendszeregyenlete és megoldása lépésről-lépésre módszerrel, összetevőkre bontással. Az impulzusválasz. Konvolúció-tétel. Gerjesztés-válasz stabilitás.
Diszkrét idejű rendszer periodikus állandósult állapota. Szinuszos gerjesztés, átviteli tényező és átviteli karakterisztika. Szinuszos, gerjesztett válasz számítása. Periodikus gerjesztés, diszkrét idejű Fourier-sor számítása. Válasz számítása periodikus gerjesztés esetén
Diszkrét idejű rendszer analízise a frekvencia és komplex frekvencia tartományban. A diszkrét idejű Fourier-transzformáció és fontosabb tételei. A z-transzformáció és tételei. Átviteli függvény fogalma és

meghatározása. Analízis a komplex frekvencia tartományban. Rendszerjellemző függvények (ugrásválasz, átviteli karakterisztika és átviteli függvény) és kapcsolatuk. Speciális rendszerek: mindentáteresztő, minimálfázisú, FIR és IIR típusú rendszerek
Mintavételezés és jelrekonstrukció: A mintavételezett jel leírása az időtartományban: folytonos és diszkrét reprezentációk. Spektrális leírás: a mintavételezett jel és az eredeti jel spektrumának kapcsolata. A mintavételi tétel. Az alulmintavételezés hatása (aliasing). A jelrekonstrukció célkitűzése. Rekonstrukció aluláteresztő szűrővel, sávkorlátozott közelítés. Rekonstrukció nullad rendű tartóval. A módszerek összehasonlítása.
Diszkrét idejű szimuláció. A szimuláció célkitűzése, az ideális szimulátor fogalma, a szimuláció haszna. Diszkrét szimuláció az impulzusválaszra (a konvolúció-tétel alapján). Szimuláció az átviteli függvényre: a bilineáris transzformáció; a transzformáció paraméterének hangolása.

Elektrotechnika
(VIVEAB00, 3. szemeszter, 3/0/1/f/5 kredit, VET)

1. A tantárgy célkitűzése
A hallgatók szerezzék meg az elektrotechnika témakörével kapcsolatos alapismereteket. Megalapozza a Villamos Energetika tantárgyat és egyben elméleti és gyakorlati megalapozás azok részére, akik a Fenntartható villamos energetika specializáción folytatják a tanulmányaikat.
Mindezeket az alábbi ismeretek átadásán keresztül éri el:
Az elektrotechnika alapjai. Az elektrotechnikai gyakorlatban alkalmazott számítási módszerek. A bemutatott módszerek alkalmazása gyakorlati példák megoldásával. Az egy- és háromfázisú transzformátorok működése, szimmetrikus állandósult állapotának vizsgálatára alkalmas alapvető módszerek. Az alapvető elektromechanikai átalakítók mágneses terének megismerésére alapozva ezek működési elveinek elsajátítása. A teljesítményelektronika és a villamos hajtástechnika alapjai. A villamos áramkörök, gépek, teljesítményelektronikai egységek működését szimuláló programok, alkalmazási példákkal. Az elektrotechnika környezetvédelmi vonatkozásai, az elektromágneses összeférhetőség alapjai. A villamos biztonságtechnika és az érintésvédelem. A villamos energia alapvető tárolási módszerei és eszközei. Az elektrotechnika korszerű és a jövőben várható lényeges alkalmazásai.
2. A tantárgy tematikája
Az elektrotechnika alapjai
Történeti áttekintés. A villamosság, mint jel- és energiahordozó (frekvenciatartományok, feszültség- és teljesítményszintek). Áramnemek, többfázisú rendszerek. A többfázisú rendszerek előnyei, a háromfázisú rendszerek tárgyalása.
Gyakorlati áramkör-számítási technikák és konvenciók
A hatásos, meddő és látszólagos teljesítmények értelmezése és számítása egy- és háromfázisú rendszerekben. Számítások pillanatértékekkel és fazorokkal. A pozitív vonatkozási irányok, és a teljesítmény-előjelek értelmezése. Csillag-háromszög átalakítás. A névleges értékek fogalma. Viszonylagos egységek. Példamegoldás.
Villamosenergia-átalakítók gyakorlati számítási módszerei
Mágneses terek számítási módszerei: mágneses körökön alapuló számítások, mágneses és villamos áramkörök analógiája. A szimmetrikus összetevők módszerének alapjai. A háromfázisú vektorok módszere. A háromfázisú vektorok fizikai bevezetése, az alkalmazás feltétele. Példamegoldás.
A transzformátorok működése
A ferromágneses anyagok tulajdonságai. A hiszterézis- és az örvényáramú vasveszteség. Az energiaátviteli transzformátorok működése, az indukált feszültség számítása. A gerjesztések egyensúlyának törvénye. A gerjesztés– és a teljesítmény–invariancia elve és alkalmazása. A transzformátor helyettesítő kapcsolása, a paraméterek redukálása. Fazorábra. Üresjárási, terhelési és rövidzárási állapot. A drop fogalma. A transzformátor terhelési fazorábrája. Háromfázisú transzformátorok felépítése, a tekercsek kapcsolása, óraszám, párhuzamos kapcsolás. Példamegoldás.

Az elektromechanikai átalakítók mágneses tere
Villamos gépek mágneses mezői: állandó, lüktető és forgó mezők. Forgó mező létrehozása többfázisú tekercsrendszerrel. Nyomatékképzés elektromechanikai átalakítókban. A frekvencia–feltétel. Szinuszos mezőeloszlás létrehozása.
Az alapvető elektromechanikai átalakítók működési elvei
A háromfázisú szinkron gép felépítése és működési elve. Az állandósult nyomaték kialakulásának feltétele. A szinkron fordulatszám. Hengeres forgórészű szinkron gép helyettesítő kapcsolásának származtatása. A pólusfeszültség, az armatúrafeszültség és a szinkron reaktancia. Háromfázisú aszinkron gép felépítése, az állandósult nyomaték kialakulásának feltétele. Csúszógyűrűs és kalickás forgórész. A szlip fogalma. A működés elve, a helyettesítő kapcsolás származtatása. Az egyenáramú gép felépítése és működési elve. Az elektronikus kommutáció elve. Mozgásszabályozásokban használt villamos gépek (állandó mágneses forgógépek).
Teljesítményelektronikai és villamos hajtástechnikai alapok
Teljesítményelektronikai alapok: egy- és háromfázisú konverteres és inverteres kapcsolások analízise. Villamos hajtások alapjai; indítás, fékezés, fordulatszám változtatás.
Számítógéppel segített szimuláció az elektrotechnikában
Új villamosipari termékek tervezésének elvei és módszerei. Villamos áramkörök, gépek és teljesítményelektronikai egységek működését szimuláló programok alkalmazása gyakorlati elektrotechnikai problémák megoldására. Példamegoldás.
Elektrotechnikai környezetvédelem
Az elektromágneses összeférhetőség (EMC) alapjai. Kis- és nagyfrekvenciás hatások, elektrosztatikus kisülés, elektromágneses impulzusok. Élettani hatások. A technikai és természetes környezet kölcsönhatásai.
Villamos biztonságtechnika és érintésvédelem
Az érintésvédelem alapjai. Érintésvédelmi módszerek. A határértékek előírásrendszere. Érintésvédelmi rendszerek alapjainak bemutatása. Érintésvédelmi mérések.
A villamos energia tárolásának lehetőségei
Kémiai, villamos, mágneses és mechanikai energiatárolási lehetőségek, alkalmazási példák. Tüzelőanyag-cellák működési elve, fajtái, tulajdonságai; tüzelőanyag-cellás rendszerek felépítése és alkalmazási területei.
Elektrotechnikai alkalmazások és fejlődési trendek
A fenntartható fejlődés követelményei. Az alternatív energiák elektrotechnikai alkalmazásai. Alternatív energiaforrású villamos járművek. Új anyagok és technológiák elektrotechnikai alkalmazása. Környezetkímélő és energiatakarékos elektrotechnológiák. A szupravezetők elektrotechnikai alkalmazásai.

Elektromágneses terek alapjai
(VIHVAC03, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy célkitűzése, hogy a villamosmérnök hallgatókkal megismertesse az elektromágneses térrel kapcsolatos alapfogalmakat és matematikai összefüggéseket. Célja továbbá a fontosabb térszámítási módszerek bemutatása, néhány egyszerűen tárgyalható feladattípus megoldása, a megoldások szemléltetése, értelmezése és alkalmazási területeik áttekintése. A tantárgy egyszersmind megalapozza az MSc képzésben indított Elektromágneses terek tantárgyat.
2. A tantárgy tematikája
Bevezető, alapmennyiségek, alapösszefüggések
Az elektromágneses tér forrásai (töltés/töltéssűrűség, áram/áramsűrűség). Az elektromágneses teret leíró vektormezők: intenzitásvektorok (elektromos térerősség, mágneses indukció), gerjesztett vektorok (mágneses térerősség, elektromos eltolás), integrált mennyiségek (elektromotoros erő/feszültség, magnetomotoros erő/gerjesztés, elektromos és mágneses fluxus). Elektromágneses tér és közeg

kölcsönhatása (polarizáció, mágnesezettség), a térvektorok kapcsolata, illetve az anyag elektromágneses paraméterei (permittivitás, permeabilitás, konduktivitás).
A négy Maxwell-egyenlet integrális és differenciális alakjai. Az elektromágneses tér folytonossági feltételei anyaghatáron. Az energiamérleg és a Poynting-vektor. Erőhatások az elektromágneses térben, Coulomb-törvény, Lorentz-erő. A Maxwell-egyenletek teljes rendszere. Az elektrodinamika felosztása.
Elektrosztatika
Az elektrosztatika alapegyenletei. Elektrosztatikus skalárpotenciál, és az elektrosztatika Laplace-Poisson egyenlete. A Laplace-Poisson egyenlet általános megoldása. Egyszerű elektrosztatikai problémák megoldása ponttöltés terének szuperpozíciójával, vagy a Gauss-törvény alkalmazásával. A helyettesítő töltések módszere, töltéstükrözés. Dipólus tere. Elektródák; a kapacitás fogalma, részkapacitások.
Stacionárius és kvázistacionárius folyamatok
A stacionárius áramlási tér alapegyenletei, elektrosztatikai analógia. Az ellenállás fogalma.
A stacionárius mágneses tér alapegyenletei. A Biot-Savart törvény. Az ön-, és kölcsönös induktivitás fogalma. Indukálási jelenségek, nyugalmi és mozgási indukció.
Koncentrált paraméterű villamos hálózatok, Kirchhoff-egyenletek.
Távvezetékek
Az elosztott paraméterű hálózat fogalma. A távíró egyenlet. Szinuszos állandósult állapot, fazor-reprezentáció. A Helmholtz-egyenlet és általános megoldása. Haladó hullám, terjedési együttható, hullámimpedancia, fázissebesség.
Lezárt távvezeték (peremfeltételek), Reflexiós tényező. Hullámkép speciális lezárások esetén (illesztett, rövidre zárt, stb.). Tetszőleges lezárás, állóhullámarány.
A távvezeték mint kétkapu. Bemeneti impedancia.
Síkhullámok
Térvektorok fazor-reprezentációja. Síkhullám fogalma, TEM módusú terjedés. A Poynting-vektor kifejezése. Síkhullám-távvezeték analógia.
Síkhullám ideális és veszteséges szigetelőben. Polarizáció. Síkhullámok visszaverődése és törése. Síkhullám vezetőben, behatolási mélység, áramkiszorítás.
Gerjesztett hullámok
A Hertz-dipólus tere, közel- és távoltér, síkhullám-közelítés, teljesítményáramlás. Antennajellemzők.
Hullámvezetők
TE és TM módusok, diszperziós egyenlet. Négyszög keresztmetszetű csőtápvonal.

Elektronika 1
(VIHIAB02, 3. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, HIT)

1. A tantárgy célkitűzése
Tranzisztorok és belőlük felépülő összetettebb elektronikai modulok (pl. műveleti erősítők) kapcsolástechnikájának megértéséhez szükséges
- fogalmak, modellek elsajátítása,
- számítási módszerek begyakorlása,
- alkalmazási példák megismerése.

A tantárgy szervesen épít az előzményként és párhuzamosan is futó két féléves Jelek és rendszerek tantárgy mondanivalójára és tematikájában messzemenően figyelembe veszi a későbbi szakmai tantárgyak témaköreit.
2. A tantárgy tematikája
Bevezető. Alapfogalmak: koncentrált paraméterű Kirchoff hálózatok, lineáris áramköri modellek és számítási módszereik: kétpólus modellek, Norton, Thevenin helyettesítő képek, kétkapu modellek és paraméterek.
Dióda, bipoláris tranzisztor, karakterisztikák, modellek, helyettesítő képek, alapkapcsolások.
FET, karakterisztikák, modellek, helyettesítő képek, alapkapcsolások.
Tranzisztoros kapcsolások nagyjelű jellemzői: munkapont, kivezérlés.
Tranzisztoros kapcsolások teljesítmény jellemzői.

Aszimmetrikus erősítők, erősítő láncok frekvencia független vizsgálata.
Erősítők kis frekvenciás vizsgálata.
Erősítők nagy frekvenciás vizsgálata.
Több fokozatú erősítők, analóg integrált áramkörök alapelemei.
Differenciál erősítő nagyjelű és kisjelű jellemzői.
Műveleti erősítők felépítése, paraméterei, egyenáramú erősítők és nullpont hibák.
Visszacsatolt műveleti erősítők.
Negatív visszacsatolás, lineáris erősítők stabilitása (Hurwitz, Nyquist, Bode), műveleti erősítők kompenzálása.
Komparátorok, bistabil, monostabil, astabil multivibrátorok, elektronikus kapcsolók és alkalmazásaik.

Elektronika 2
(VIAUAC05, 5. szemeszter, 4/1/0/f/5 kredit, AUT

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy alapot teremt az összetettebb elektronikus rendszerek rendszerbeli funkciójának, működésének és áramköri felépítésének megismeréséhez, és foglalkozik az ilyen áramkörök, valamint összetettebb egységek számítási módjával és tervezésük alapvető kérdéseivel. Az összetettebb egységek tárgyalását az teszi lehetővé, hogy a tantárgy erősen épít a Jelek és rendszerek 1 és 2, az Elektronika 1, valamint a Méréstechnika tantárgyak anyagára, ezáltal közelebb kerülve a szaktárgyakban oktatott alkalmazásokhoz. A tantárgy megfelelő bázist nyújt az adott területen ahhoz, hogy a későbbi, specializálódó képzés tantárgyai az elektronikai alapfogalmak és módszerek biztos ismeretére támaszkodhassanak.
2. A tantárgy tematikája
Bevezetés: a tantárgy alapvető kapcsolódásai, jellemzői. Játékszabályok.
Nemlineáris áramkörök: elvi megoldási módozatok, digitális megközelítés, dióda karakterisztika közelítései, egyszerű törtvonalas áramkörök, műveleti erősítők és műveleti erősítős alapkapcsolások (ism.), hatványfüggvények, exponenciális és logaritmikus erősítők.
Nemlineáris áramkörök: Több töréspontos áramkörök, abszolútérték-képző műveleti erősítős áramkör, analóg effektívérték számítása példákkal. PSPICE alapú szimulációk.
Feszültségreferencia áramkörök.
Elektronikus áramkörök zaja: külső eredetű zajok, zavartatás, galvanikusan, induktívan és kapacitívan csatolt zajok, számítási és védekezési elvek.
Elektronikus áramkörök zaja: belső eredetű zajok, alapfogalmak: keskeny és szélessávú zaj, sűrűségfüggvény, zaj típusok.
Elektronikus áramkörök zaja: elemek zajai, egyszerű műveleti erősítős kapcsolás zajszámítása.
Szűrőáramkörök: alapfogalmak, szűrőtervezés lépései.
Szűrőáramkörök: szűrők típusai: passzív L-C, aktív R-C, konverteres szűrőtechnika, kapcsolt kapacitásos szűrők, digitális megvalósítás
PLL: közvetlen szinkronozás, PLL elemei, fázisdetektorok típusai, példák.
PLL: vezérelt oszcillátorok: kétállapotú jelek vezérelhető oszcillátorai, szinuszos oszcillátor, DDS
PLL: szabályozók felépítése és méretezése, követési és nagyjelű tulajdonságok.
PLL: alkalmazások
Analóg modulációk: AM és FM jelek időfüggvényei, spektruma, demodulátorok áramköri megvalósítása.
Véges méretű áramkörök: távvezeték egyenlet, tápvonalak, Bergeron módszer
Véges méretű áramkörök: S mátrix, mikrohullámú alkalmazások.
Teljesítmény félvezetők: dióda kapcsolóüzemű jellemzői, bipoláris tranzisztor, darlington kapcsolás, tirisztor, MOSFET, IGBT
Átalakító kapcsolások: vezéreletlen és vezérelt egyenirányítók (AC-DC), váltakozóáramú szaggatók, „dimmer” (AC-AC)
Átalakító kapcsolások: feszültségcsökkentő (buck), feszültségnövelő (boost) és feszültségfordító vagy záróüzemű DC-DC átalakítók, inverterek (DC-AC)
Elektronikus alkatrészek melegedése: statikus méretezés, tranziens hő-ellenállás, villamos analógia.

Méréstechnika
(VIMIAB01, 4. szemeszter, 3/2/0/f/5 kredit, MIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A tantárgy a környező anyagi világ megismerését, valamint kvantitatív és kvalitatív jellemzését segítő mérnöki módszereket és eszközöket mutat be. Méréselméleti, méréstechnikai és műszertechnikai alapismereteket ad; szemléletmódjával segíti valamennyi műszaki tantárgy – közöttük a laboratóriumi gyakorlatok – ismeretanyagának elsajátítását. Jelentős mértékben fejleszti a tudatos modellalkotási és problémamegoldó készséget. Mindezt a villamos mennyiségek alapvető mérési módszereinek és eszközeinek megismertetésén keresztül éri el, de támaszkodik az analógiák következetes alkalmazásában rejlő lehetőségekre is. A tantárgy további célja annak tudatosítása, hogy a mérésekkel szerzett információ szakszerű feldolgozása minden esetben megköveteli a mérések pontosságával (bizonytalanságával) kapcsolatos adatszolgáltatást is.

2. A tantárgy tematikája
A tantárgyat átlagosan heti 3 órában adjuk elő. Az alábbi ütemezés 2 órás blokkokat tartalmaz, ez 14 hétre váltakozva heti egy vagy két dupla órát (2 vagy 4 óra) jelent.
Bevezető. A méréstechnika tantárgy feladata, főbb témakörei. A mérés és a modellezés kapcsolata. Alapvető mérési módszerek. Mérési hibák: abszolút és relatív hiba.
Mérési hibák: rendszeres, véletlen hiba, mintapéldák. Statikus átalakítók hibái: ofszet-, erősítés-, linearitási, hiszterézis-, kvantálási hiba. Mérési hibák terjedése (1): matematikai modell. Hibaösszegzés, mintapéldák.
Mérési hibák terjedése (2), mintapéldák. Valószínűség-számítási áttekintés: sűrűség- és eloszlásfüggvény fogalma, nevezetes eloszlások. Momentumok: várható érték, négyzetes várható érték, variancia meghatározása.
Gauss-eloszlás tulajdonságai, centrális határeloszlás-tétel. Standard normális eloszlás. Mérési adatok kiértékelése: matematikai modell, átlagolás, az átlag varianciája, tapasztalati szórás.
Görbeillesztés. Egyenes és polinom illesztése. Konfidenciaszámítás (1). Gauss-, Khí-négyzet- és Student-eloszlás alkalmazása. Az eloszlások származtatása, formulák levezetése.
Konfidenciaszámítás (2). Csebisev-egyenlőtlenség. Megoldható konfidenciaszámítási feladatok áttekintése. Konfidenciaszámítás alkalmazása hibaszámításra. A mérési bizonytalanság szabványos kiértékelése (GUM).
Feszültség és áram mérése (1). Analóg és digitális műszer felépítése. Méréshatár kiterjesztése, bemenő ellenállás. Műszerekre jellemző mérési hibák és figyelembevételük.
Feszültség és áram mérése (2). AC-mérők. AC jelek leírása: Fourier-sor, középértékek számítása, dB-skála. Különböző elven mérő műszerek összehasonlítása. Zaj jellemzése, jel-zaj viszony, zaj szűrése.
Jelátalakítók: passzív elemek (ellenállás, tekercs, kondenzátor) nemideális viselkedésének modellezése. Feszültségosztók: ohmos, induktív és kapacitív osztó. Kompenzált ohmos osztó.
Jelátalakítók: feszültség- és áramváltó. Elektronikai áttekintés: műveleti erősítős kapcsolások: alapkapcsolások, mérőerősítők (differenciaerősítő, 3 műveleti erősítős mérőerősítő). Alkalmazási lehetőségek.
Impedanciamérés: DC kispontosságú módszerek, soros és párhuzamos ohmmérő. AC mérés: helyettesítőképek. A helyettesítőkép és a fizikai felépítés kapcsolata. AC kispontosságú módszerek. Teljesítménymérés.
Impedanciamérés: Feszültség-összehasonlítás módszere. Nagypontosságú módszerek, Wheatstone-féle hídstruktúrák. Mintapéldák, konvergencia jellemzése.
Aránytranszformátoros, áramkomparátoros hidak. Szórt impedanciák hatásának csökkentése. Mérőhálózatok zavarérzékenysége: árnyékolt vezetékek alkalmazása.
Mérővezetékek és szórt impedanciák hatásának kompenzálási lehetőségei. 2-, 3-, 4-, 5-vezetékes mérés bevezetése. In-circuit mérés. A teljes impedanciamérési feladat áttekintése.
Idő- és frekvenciamérés: számlálós frekvencia/periódusidő/átlagperiódusidő-mérő felépítése, hibaszámítása. Állandó kapuidejű átlagperiódusidő-mérő. Digitális fázisszögmérés.

Analóg és digitális oszcilloszkóp. A kiértékelhető ábra megjelenésének feltételei, a triggeráramkör/logika szerepe. Megvalósítható funkciók. Jelfeldolgozási áttekintés: mintavételi tétel és alkalmazásai.
Spektrumanalízis. Analóg megoldások: párhuzamos, hangolt szűrős és heterodin spektrumanalizátor. A diszkrét Fourier-transzformáció alkalmazása. Ablakfüggvények alkalmazása.
AD-átalakítók: flash, szukcesszív approximációs, dual-slope. Subranging AD. Hosszú- és rövididejű stabilitás szerepe az átalakítás folyamatában. Átalakítási idő, zavarjel-elnyomás számítása.
DA-átalakítók: létrahálózatos DA-k. Kapcsolt kapacitású DA-k. AD- és DA-átalakítók összehasonlítása.
AD- és DA-átalakítók hibái: integrális és differenciális nemlinearitás.
Kvantálási hiba, kvantálás zajmodellje. A mintavételezés hatása a kvantálási zajra. Effektív bitszám számítása. Delta-szigma AD- és DA-átalakítók felépítése és működése.

Laboratórium 1
(VIMIAC12, 5. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, MIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A képzés elsődleges célja a hallgatók szakma-specifikus gyakorlati ismereteinek és készségeinek fejlesztése. Ennek érdekében a hallgatók előzetes felkészülést, és a végrehajtás során intenzív közreműködést igénylő feladatokat oldanak meg, amelynek keretében

- ismetereteket szereznek, ill. mélyítenek el a szakmájuk szempontjából fontos anyagokra, alkatrészekre, berendezésekre és mérőeszközökre vonatkozóan,
- elsajátítják a mérések megtervezésének, összeállításának és végrehajtásának alapvető módszereit, valamint az alaplabor eszközeinek használatát,
- gyakorolják a mérési eredmények kiértékelési módszereit, ill. eljárásait, és megismerik a mérések dokumentálásának valamint a mérési eredmények további felhasználásának legfontosabb szabályait.
- A megszerzett ismeretekkel és készségekkel a hallgatók képesek kell legyenek
- egyszerűbb elektrotechnikai, elektronikai, ill. digitális technikai problémákhoz kapcsolódó mérési feladatok önálló megtervezésére és kivitelezésére,
- a mérési eredmények helyességének/megfelelőségének megítélésére.

A kitűzött célok megvalósulása érdekében a hallgatók az alaplaborban komplex feladatokat oldanak meg. Ezeknek egyes elemeit a mérésre történő felkészülés időszakában, másokat a laboratóriumi munka keretében, ill. ezt követően kell elvégezniük. A felkészülés időszakára esik (1) a mérési feladat elvégzéséhez szükséges elméleti alapok átismétlése, ill. elsajátítása, beleértve mind a mérendő objektumra, mind a mérési módszerre vonatkozó ismerteket, (2) a konkrét mérés megtervezése a mérendő objektum ismeretében, (3) a mérésre vonatkozó terv ellenőrzése pl. szimulációval, (4) a szükséges mérőeszközök kiválasztása, (5) a mérés feladattervének/programjának teljes, vagy részleges elkészítése. A laboratóriumi munka végeztével a munka eredményeit és tapasztalatait összegző dokumentum/jegyzőkönyv elkészítése zárja a feladatok sorát.

2. A tantárgy tematikája
Műszerkezelés
Bevezetés: A laboratórium bemutatása, a követelmények ismertetése, baleseti és tűzvédelmi oktatás. A laboratóriumban használt általános célú műszerek megismerése és használatának gyakorlása.
Alapmérések
A laborban használt általános célú műszerek használatának és tulajdonságának további megismerése egyszerű mérési feladatok elvégzésével. A műszerek speciális funkcióinak gyakorlása példákon keresztül. Mérés bizonytalanságának meghatározása. Egyen- és váltakozó jelek mérése. Műszerek nem ideális tulajdonságainak mérése.
Digitális alapeszközök
A mérés alapvető célja a tantárgy későbbi FPGA alapú digitális méréseihez szükséges ismeretek átadása, az azokban szereplő korszerű tervezési és vizsgálati eszközök, módszerek első bemutatása.
Jelanalízis I.
A mérés során a hallgatók megismerkednek a jelek Fourier-transzformációval történő vizsgálatával, összehasonlítják az idő- és frekvenciatartománybeli leírást, mérési módszert sajátítanak el a Bode-diagram

meghatározására, példákat látnak a méréstechnika gyakorlati alkalmazására és a spektrumanalízis mint mérnöki gyakorlatban fontos eszköz használatára.
Jelanalízis II.
A mérés során a hallgatók feladatokat oldanak meg a következő témakörökben: az idő- és fázismérés, a lineáris hálózatok frekvenciafüggő átvitele és ennek elemzése időtartományban, jelterjedés elosztott paraméterű rendszereken (Time Domain Reflectometry), és hibadiagnosztikai feladatok megoldását időfüggvények elemzésével.
Kétpólusok vizsgálata
A mérés célja, hogy az áramkörépítésben előforduló alkatrészek mérésével a hallgatók tájékozódjanak az RLC elemek nem ideális tulajdonságairól, összetett kétpólusok mérése során megismerjék azok erősen frekvenciafüggő viselkedését, és meghatározzák a leíró paramétereket, a mérések során tanulmányozzák az alkalmazott módszerek tulajdonságait és korlátjait.
Négypólusok vizsgálata
A mérés célja a korábban megszerzett elméleti ismeretek gyakorlati vonatkozásainak bemutatása a modellalkotás, az impedanciamérés és a mágneses jellemzők mérése témakörökben, elsősorban anyagvizsgálati, paraméter-identifikációs feladatokhoz, ill. in-circuit mérésekhez kapcsolódóan.
Aktív elektronikus eszközök vizsgálata
A mérés célja különböző diszkrét félvezető eszközök (bipoláris és térvezérlésű tranzisztorok, dióda) vizsgálata: karakterisztikájuk, kisjelű paramétereik és dinamikus tulajdonságaik mérése. A mérendő eszközök fizikai tulajdonságainak megismertetése mellett fontos célkitűzés a mérések elvégzésére szolgáló mérési eljárások, ill. mérési összeállítások és célműszerek, bemutatása, ill. gyakorlása.
Logikai áramkörök vizsgálata
A mérés célja a TTL és CMOS integrált áramkörök tulajdonságainak vizsgálata és ellenőrzése méréssel, továbbá a műszeres (oszcilloszkópos) mérések (pl. trigger feltételek, X-Y mód...) gyakorlása és ismeretbővítés a digitális integrált áramkörök alkalmazása terén.
Sorrendi hálózat vizsgálata
A mérés célkitűzése a sorrendi hálózatokkal kapcsolatos ismeretek és funkcionális elemekkel tervezés elmélyítése és gyakorlati vonatkozásainak bemutatása, ismerkedés a CAD-rendszerrel való logikai tervezés alapjaival, készség szerzése egyszerű logikai hálózatok tervezésében, szimulálásában, bemérésében.
Programozható perifériák mérése
A mérés célja, hogy a gyakorlatban bemutassa komplex digitális áramkörök alkalmazását vezérlési és kommunikációs célokra, a vezérlőegység működésének demonstrálásával, gyakoroltassa számítógépes tervező-fejlesztő környezet használatát, hardver-szoftver komponensek együttes alkalmazását.

Laboratórium 2
(VIMIAC13, 6. szemeszter, 0/0/4/f/5 kredit, MIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A Laboratórium 2 c. tantárgy keretében folyó képzés elsődleges célja – a Laboratórium 1 c. tantárgy folytatásaként – a hallgatók szakma-specifikus gyakorlati ismereteinek elmélyítése és ilyenirányú készségeinek további fejlesztése. Ennek érdekében a hallgatók előzetes felkészülést, és a végrehajtás során intenzív közreműködést igénylő feladatokat oldanak meg, amelynek keretében:
további ismetereteket szereznek, ill. mélyítenek el a szakmájuk szempontjából fontos anyagokra, alkatrészekre, berendezésekre, rendszerekre, ill. fejlesztő-, valamint mérőeszközeikre vonatkozóan,
bővítik ismereteiket a mérések megtervezése, összeállítása és végrehajtása, valamint a laboratóriumban rendelkezésre álló eszközök használata terén,
gyakorolják a mérési eredmények kiértékelési módszereit, ill. eljárásait, és bővítik az összetettebb mérések dokumentálásával, valamint a mérési eredmények további felhasználásával kapcsolatos ismereteiket.
A megszerzett ismeretekkel és készségekkel a hallgatók képesek kell legyenek:

az előtanulmányaikkal megalapozott, szakma-specifikus problémákhoz kapcsolódó, összetettebb mérési feladatok önálló megtervezésére és kivitelezésére,
a mérési eredmények helyességének/megfelelőségének megítélésére, és mindezek dokumentálására.
A tantárgy keretében folyó képzés amellett, hogy a mérnöki munkához elengedhetetlenül szükséges gyakorlati készségek továbbfejlesztését segíti, szerepet vállal
a hallgatók mérnöki szemléletének formálásában,
szakmai felelősségtudatuk erősítésében, valamint
problémamegoldó és kommunikációs képességük fejlesztésében.
A kitűzött célok megvalósulása érdekében a hallgatók – a Laboratórium 1 c. tantárgy keretében megismert formában – komplex feladatokat oldanak meg. Ezeknek egyes elemeit a mérésre történő felkészülés időszakában, másokat a laboratóriumi gyakorlat keretében, ill. ezt követően kell elvégezniük. A felkészülés időszakára esik (1) laboratóriumi gyakorlat elvégzéséhez szükséges elméleti alapok átismétlése, ill. elsajátítása, beleértve mind a mérendő/tervezendő objektumra, mind a mérési/tervezési módszerre vonatkozó ismerteket, (2) a konkrét mérés megtervezése a mérendő objektum ismeretében, (3) a mérésre vonatkozó terv ellenőrzése pl. szimulációval, (4) a szükséges mérőeszközök kiválasztása, (5) a mérés feladattervének/programjának teljes, vagy részleges elkészítése. A laboratóriumi munka végeztével a munka eredményeit és tapasztalatait összegző dokumentum/jegyzőkönyv elkészítése zárja a feladatok sorát.

2. A tantárgy tematikája

Egyszerű áramkör megépítése és bemérése

Az első laboratóriumi gyakorlat célja, hogy a hallgatók tapasztalatokat szerezzenek elektronikus áramkörök építése (kísérleti összeállítása) és bemérése terén. A konkrét feladat egy-egy előzetesen, erre a gyakorlatra történő felkészülés keretében megismert és méretezett egyszerű elektronikus áramkör megépítése, kipróbálása és bemérése. Ehhez a hallgatók rendelkezésére állnak a szükséges aktív és passzív alkatrészek, a kísérleti áramkört befogadó panel (breadboard), a megfelelő huzalanyagok, továbbá a huzalozáshoz használandó kéziszerszámok. A megépített áramkör működőképességének ellenőrzését követően a mérőhelyen rendelkezésre álló mérőeszközök segítségével a hallgatók bemérik a megépített áramkör kijelölt jellemzőit, és az eredményeket összevetik az előzetesen számított értékekkel. Ezt követően elemzik a mért és a számított értékek közötti értékek közötti eltérés lehetséges okait, és szükség szerint korrigálják a mérés programját.

Nyomtatott áramkör tervezés

A második laboratóriumi gyakorlat célja, hogy a hallgatók megismerkedjenek az OrCAD programrendszer legalapvetőbb szolgáltatásaival, és elsajátítsák a nyomtatott áramkör tervezés főbb lépéseit. Ennek érdekében (1) megterveznek egy egyszerűbb áramkört OrCAD Capture CIS felhasználásával, (komponensek, footprintek megismerése, OrCAD Layout Library Manager használata, kapcsolási rajz elkészítése), (2) szimulációval ellenőrzik az elkészített áramkör tulajdonságait PSpice AD segítségével (időbeli jelalakok vizsgálata, Bode-diagram, alkatrészek paramétereinek megváltoztatása által okozott hatások vizsgálata), (3) elkészítik az áramkör nyomtatott áramköri tervét Layout Plus alkalmazásával (kétoldalas NYÁK megtervezése, SMD és furatszerelt alkatrészek elhelyezése, forgatása, másik oldalra pakolása, autorouter használata), (4) megismerik az extra nyomtatott áramkör komponensek (fólia padok, thermal relief, copper pour) használatát, a back-annotation alkalmazását és a Gerber file készítését.

EMC alapjelenségek mérése

A harmadik laboratóriumi gyakorlat célja néhány olyan jelenség vizsgálata, amelyek elektromos eszközök és berendezések kölcsönhatása révén, ill. tranziens viselkedésének eredményeként jönnek létre, és amelyek ismerete alapvető a villamosmérnöki gyakorlat számára. A gyakorlat keretében a hallgatók: (1) közelítő számításokkal modellezik és mérik a teszt környezetben megvalósított induktív, a kapacitív és a konduktív csatolási jelenségeket, (2) mérésekkel ellenőrzik az elektromos készülékben használt hálózati szűrők működését, és (3) tanulmányozzák az izzólámpa, a transzformátor, valamint a relé be- és kikapcsolási tranzienseit.

Villamos teljesítmény és tápellátás mérése
A negyedik laboratóriumi gyakorlat célja, hogy a hallgatók gyakorlati tapasztalatokat szerezzenek a teljesítménymérésről és annak eszközeiről (elektronikus teljesítménymérő, lakatfogó), valamint a tápellátást szolgáló áramkörökről (hálózati transzformátor, egyenirányító). A mérés keretén belül a hallgatók gyakorlatban is használt eszközök, például személyi számítógép által felvett teljesítményt is mérik több fajta módszerrel, és értékelik az elvégzett méréseket. A mérés során a hallgatók megismerkedhetnek hálózati tápegységek működésével.
Tranzisztoros erősítőkapcsolások vizsgálata
Az ötödik laboratóriumi gyakorlat keretében a hallgatók a tranzisztoros alapkapcsolások jellemzőinek méréssel és számítással történő meghatározását gyakorolják. Ennek keretében elmélyítik az egyes kapcsolások munkaponti és üzemi paramétereinek kiszámítására és mérésére vonatkozó ismereteiket, és a frekvencia függvényében felveszik a vizsgált kapcsolás átviteli jellemzőit, valamint bemeneti és kimeneti impedanciájának értékét. A frekvencia függvényében végzett mérések kapcsán azt is megismerik, hogy hogyan lehet a rendelkezésre álló műszerek felhasználásával automatikus mérőrendszert kialakítani.
Mérőerősítő kapcsolások vizsgálata
A hatodik laboratóriumi gyakorlat keretében a hallgatók a műveleti erősítővel megvalósított mérőerősítő kapcsolások (nem-invertáló, invertáló, ill. szimmetrikus mérőerősítő egy műveleti erősítővel) jellemzőinak méréssel és számítással történő meghatározását gyakorolják. Ennek keretében a gyakorlatban is megismerik (1) a műveleti erősítő nullpont hibájának kompenzálását, (2) az invertáló és nem-invertáló erősítő erősítésének frekvenciafüggő viselkedését, (3) a szimmetrikus kapcsolás közös jel elnyomásának beállítását, (4) a szimmetrikus kapcsolás szimmetrikus és közös-jel erősítésének frekvenciafüggő viselkedését, valamint (5) egy – két időállandóval jellemezhető – műveleti erősítő visszacsatolásával létrehozott mérőerősítő frekvencia-menetének kompenzálását, és az erősítő viselkedését mind az idő-, mind a frekvenciatartományban.
A/D és D/A átalakítók vizsgálata
A hetedik laboratóriumi gyakorlat célja (1) az analóg-digitális és digitális-analóg átalakítás jellemzőinek mérése, (2) hibamodellek felállítása mérnöki megfontolások alapján, (3) az átalakítók nemlineáris viselkedésének vizsgálata, (4) a dinamikus jellemzőik vizsgálata, (5) az átalakítók használatának bemutatása jelformáló rendszerekben, továbbá (6) az eszköz adatlapok értelmezésének és használatának bemutatása. A gyakorlat keretében a hallgatók a méréseket az Analog Devices gyártmányú AduC-812 Quickstart fejlesztőrendszer és demonstrációs kártya felhasználásával végzik (8051 alapú mikrokontroller mag, és A/D, ill. D/A átalakítók egy chipen).
Rendszer-identifikáció és szabályozás
A nyolcadik laboratórium gyakorlat keretében a hallgatók egyrészt gyakorlati tapasztalatokkal bővítik a modell-illesztéssel, ill. rendszer-identifikációval kapcsolatos ismereteiket, másrészt állapot-megfigyelőn és állapot-visszacsatoláson alapuló szabályozót terveznek és valósítanak meg előírt dinamikus viselkedés biztosítása céljából. A szabályozandó fizikai rendszert a laboratóriumi gyakorlat keretében analóg áramköri modellje reprezentálja, a modell illesztést, a szabályozó tervezését, ill. valós-idejű megvalósítását – a mérést végző hallgatók közreműködésével - a mérőhelyen rendelkezésre álló számítógép végzi Matlab, Simulink és Control System Toolbox felhasználásával. A gyakorlat programja: (1) Az analóg rendszer-modell gerjesztése és jellegzetes paramétereinek (gyorsaság, csillapítás) behatárolása. (2) A mintavételi idő megválasztása. (3) Identifikációs célú gerjesztő-jel választás, számítógépes adatgyűjtés, modell-illesztés. (4) Áttérés a diszkrétidejű, átviteli függvényen alapuló modellről folytonos-idejű állapotteres leírásra. (5) A szabályozott rendszer dinamikus minőségi jellemzőinek megválasztása. (6) Állapot-visszacsatoláson és állapot-megfigyelőn alapuló kompenzálás megtervezése. (7) A megtervezett rendszer ellenőrzése szimulációval. (8) Az állapotteres kompenzálás valós-idejű megvalósítása. (9) Az alapjel-követési és zavaró jel kompenzálási tulajdonságok ellenőrzése és összevetése a számításokkal.
Analóg fáziszárt hurok vizsgálata
A kilencedik laboratóriumi gyakorlat keretében a hallgatók megismerkednek az analóg fáziszárt hurok (APLL) áramkör blokkjainak működésével, az egyes blokkok karakterisztikáival, az APLL Bode

diagramon alapuló analízis és tervezési módszereivel, az APLL mérési eljárásaival, és az APLL néhány, tipikus alkalmazásával. A mérés során a hallgatók mérésekkel ellenőrzik az APLL dinamikus viselkedését, a gyakorlatban is megismerkednek az analóg FM, PM és a digitális FSK modulációs eljárásokkal. A gyakorlat programja: (1) Az APLL áramkör blokkjainak mérése (PD és VCO karakterisztika felvétele), (2) Az APLL áramkör befogási és követési tartományainak felvétele, (3) Az APLL-t jellemző átviteli függvények mérése (H(s) zárthurkú átviteli függvény, [1-H(s)] hibafüggvény), (4) Analóg FM és PM demodulátorok megvalósítása APLL áramkörrel, illetve ezen demodulátorok karakterisztikáinak felvétele, (5) Digitális FSK demodulátor megvalósítása és mérése (Mérés kislöketű FSK esetén, mérés nagylöketű FSK esetén (a hurok szétejtése, befogási tranziens generálása)), (6) Két különböző csillapítási tényezővel jellemzett APLL dinamikájának mérése.

900 MHz-es FSK adatátviteli berendezés vizsgálata

A tizedik laboratóriumi gyakorlat keretében a hallgatók az FSK modulációs eljárás és a szuperheterodin vevő terén megszerzett ismereteiket egészítik ki egy, a "System-on-a-Chip" (SoC) koncepció jegyében kialakított, a 900 MHz-es ISM sávban működő, szimplex FSK összeköttetést biztosító rádió berendezés mérésén keresztül. Ennek kapcsán megismerkednek a berendezés rendszertechnikai felépítésével, az egyes blokkok feladatával és működésével, a blokkok legfontosabb paramétereivel, az ezekhez tartozó rendszeranalízis és szintézis módszerekkel, valamint a SoC koncepció néhány alapelvével. A berendezés magját képező TRF6900A 900 MHz-es adó-vevő IC és a TRF6900 EVM fejlesztő rendszer dokumentációjának tanulmányozása révén a hallgatók jártasságot szereznek a komplex IC-k angol nyelvű adatlapjainak és tervezési segédleteinek használatában. A gyakorlat programja: (1) A TRF6900 IC adójának mérése: az adó blokkjainak programozása, az adó névleges frekvenciájának beállítása, a frekvenciaszintetizátor spektrumának ellenőrzése, a modulált FSK jel spektrumának mérése. (2) A TRF6900 IC vevőjének mérése: a vevő blokkjainak programozása, a lokálfrekvencia kiválasztása, az FSK vevő paramétereinek mérése (A vevő átviteli függvényének mérése, a frekvencia-diszkriminátor karakterisztikájának felvétele, FSK jel vétele esetén a döntő áramkör be- és kimenetének mérése a bemenő szint függvényében).

Logikai vezérlők alkalmazástechnikája

A tizenegyedik laboratóriumi gyakorlat célja, hogy hallgatók gyakorlati tapasztalatokkal bővítsék a számítógépes technológiai-folyamat irányítás néhány tipikus eszközére, és a hozzájuk tartozó tervezési és megvalósítási módszerekre vonatkozó ismereteiket. A gyakorlat keretében felhasznált rendszer Siemens S7 PLC egységekből épül fel, komponensei a WinCC operációs rendszer, Simatic Manager szoftver, PROFIBUS hálózati csatoló, PROFIBUS kábelezés, S7-314C-DP kompakt PLC modulok (2 egység, mindegyikben CPU, analóg és digitális ki- és bemenetek). A rendszer szolgáltatásait a hallgatók egy egyszerű mintafolyamaton elvégzendő mérések, ill. beavatkozások keretében ismerik meg. A gyakorlat programja: (1) a rendszer konfigurálása előkészített könyvtári elemekből építkezve a WinCC felületen keresztül, (2) a konfigurált rendszer megfelelőségének ellenőrzésére alkalmas tesztek segítségével, (3) a mintafolyamat előírt viselkedésének biztosítása érdekében egyszerű mérési, irányítási és diagnosztikai algoritmusok tervezése, valamint realizálása könyvtári modulok felhasználásával, (4) a megtervezett rendszer üzembe helyezése, működtetése és bemérése, továbbá az eredmények összevetése az előzetes számításokkal.

III.4 Specializáció-előkészítő tantárgy

A specializáció-előkészítő tantárgyak olyan közös tantárgycsoportot képeznek, melyek közül 3 a specializációválasztást megelőző (4.), egy pedig a specializációválasztást követő (6.) félévben szerepel a mintatantervben. A hallgatók számára mind a négy tantárgy teljesítése kötelező, azonban szabadon megválaszthatják, melyik tantárgyakat veszik fel még a specializációválasztást megelőzően, és melyiket utána. Választásuk azért rendkívül fontos, mert a későbbiekben csak olyan specializációra adhatják be jelentkezésüket, melynek előfeltételeként a kijelölt specializáció-előkészítő tantárgyat már teljesítették. Az egyes specializációk előfeltételeként teljesítendő tantárgyat a következő táblázat mutatja:

Specializáció	Tantárgynév	Tantárgykód
Beágyazott és irányító rendszerek	Szabályozástechnika	VIIIAB05
Infokommunikációs rendszerek	Infokommunikáció	VITMAB03
Mikroelektronikai tervezés és gyártás	Mikroelektronika	VIEEAB00
Fenntartható villamos energetika	Villamos energetika	VIVEAB01

Fenti előírás részletesebben a BSc specializáció- és ágazatválasztási szabályzatban olvasható.

Szabályozástechnika
(VIIIAB05, 4. szemeszter, 2/1/1/v/5 kredit, IIT)

1. A tantárgy célkitűzése
A technológiai, élettani, gazdasági és környezeti folyamatok irányítása a mérnöki tevékenységek fontos, széleskörű ismereteket, absztrakciós és alkalmazói képességeket egyaránt igénylő feladatai közé tartozik. A tantárgy az irányítástechnika alapjaival, szabályozási rendszerek működési elveivel, a lineáris elemekből felépített szabályozási körök analízisével, szintézisével, valamint a számítógépes támogatás nyújtotta eszközök alkalmazástechnikájával ismerteti meg a hallgatókat, miközben alapvető mérnöki szemléletformáló szerepet tölt be. A tantárgy követelményeit sikeresen teljesítő hallgatók felkészültek gyakorlati analóg és digitális szabályozási körök vizsgálatára, tervezésére, speciális irányításelméleti kurzusok (optimális és robusztus irányítás, identifikáció, nemlineáris rendszerek irányítása) illetve irányítástechnikai ismeretekre épülő specializációk (irányítórendszerek, beágyazott rendszerek, autonóm robotok és járművek) és tantárgyak felvételére, valamint a Laboratórium I-II tantárgyak kapcsolódó mérési feladatainak elvégzésére.

2. A tantárgy tematikája
Irányítástechnikai alapfogalmak
Az irányítás fogalma, irányítási struktúrák. Szabályozás és vezérlés elve, összehasonlításuk. Működési vázlat, hatásvázlat, a szabályozási körök jelei. Szabályozási körök statikus és dinamikus minőségi jellemzői, hibaintegrálok. Szabályozások osztályozása. Szabályozási körök tervezésének lépései. A szabályozáselmélet főbb irányzatai. A MATLAB, Simulink, Control System Toolbox eszközök fontosabb szolgáltatásai.
Dinamikus rendszerek modellezése
Dinamikus rendszer, állapot, állapottér. Folytonosidejű lineáris időben változó (LTV) rendszer állapotegyenletének megoldása, az alapmátrix tulajdonságai. Folytonosidejű lineáris időinvariáns (LTI) rendszer állapotegyenletének megoldása, exponenciális mátrix, átviteli függvény, pólus, zérus. A koordináta-transzformáció hatása. Folytonosidejű nemlineáris rendszer állapotegyenletének munkaponti linearizálása. Egyes fizikai rendszerek, folyamatok matematikai modellezése a fizikai törvényszerűségek és megmaradási törvények alkalmazásával.

Folytonosidejű lineáris szabályozások analízise frekvenciatartományban
Egyváltozós (SISO) lineáris tagok és rendszerek leírási módszerei: differenciálegyenlet, átviteli függvény, Bode-diagram, súlyfüggvény, átmeneti függvény, állapotegyenlet. Áttérési szabályok a különféle leírások között. Alapkapcsolások, felnyitott kör, visszacsatolt rendszer, körerősítés és típusszám. Alaptagok. Az egytárolós tag és a kéttárolós lengő tag jellemzői frekvencia és időtartományban. Tranziensek közelítése domináns póluspárral. Gyökhelygörbe és tulajdonságai. Felnyitott kör aszimptotikus amplitúdó-jelleggörbéjének felrajzolása, a vágási frekvencia meghatározása. Lineáris szabályozások állandósult állapota, alapjelkövetés, zavaró jel kompenzálás. Stabilitás kritériumok: Hurwitz-kritérium, Nyquist-kritérium, Bode-kritérium, fázistöbblet, erősítéstöbblet, vágási frekvenciák. A stabilitási tartalék jellemzése fázistöbblettel.
Folytonosidejű lineáris szabályozások tervezése frekvenciatartományban
PID típusú szabályozók: ideális PID szabályozó és az abból nyerhető egyszerűbb szabályozótípusok, közelítő PID szabályozó, a szabályozók Bode-diagramja és pólus/zérus eloszlása. A kompenzálásnál kihasználható tulajdonságok. Szabályozók beállítása előírt statikus pontosság és fázistöbblet esetén. Példák P, PD, PI és PID kompenzálás tervezésére. Visszacsatolásos kompenzálás. Szabályozótervezés a hibanégyzet-integrál minimalizálásával. Gyökhelygörbe módszer. Holtidős tagot tartalmazó rendszer irányítása: ideális holtidős tag integráló szabályozása, holtidős rendszer szabályozása Smith-prediktorral. Szabályozóbeállítás tervezése a beavatkozó jelre előírt korlátozás esetén.
Diszkrétidejű lineáris szabályozások analízise
A Shannon-féle mintavételezési törvény. Tartószervek. A jelterjedés leírása mintavételes rendszerekben frekvenciatartományban és állapottérben. Folytonosidejű szakasz diszkrétidejű megfelelője nulladrendű tartószerv esetén. Analóg kompenzáló tagok mintavételes implementálása: differenciáló és integráló operátorok mintavételes közelítése, egységugrás ekvivalencia.
Diszkrétidejű lineáris szabályozások tervezése
A mintavételes PID-szabályozó hardver/szoftver megvalósítása, integrátor antiwindup. Véges beállású szabályozás elve, a zárt kör átviteli függvényeinek tulajdonságai, a szabályozó tervezésének visszavezetése korrekciós polinom meghatározásra. Kétszabadságfokú szabályozás tervezése: a referencia modell és a megfigyelő polinom megválasztása, a tervezés visszavezetése diophantoszi egyenletre majd lineáris egyenletrendszerre, a kauzalitási feltételek betartása, a tervezési algoritmus és illusztrálása példán, a paraméterváltozások hatása.
Folytonos idejű szabályozási körök analízise és szintézise állapottérben
Irányíthatóság és megfigyelhetőség folytonosidejű lineáris rendszer esetén, a teljes irányíthatóság és megfigyelhetőség kritériumai, stabilizálhatóság és detektálhatóság. LTI rendszer Kalman-féle felbontása. Pólusáthelyezés állapotvisszacsatolással, Ackermann-képlet. Teljesrendű állapotmegfigyelő tervezése, algebrai hasonlóság a pólusáthelyezési feladattal. Dinamikus kiterjesztés: terhelésbecslő és integráló szabályozás. Állapotvisszacsatolás tervezése költségfüggvény alapján.
Diszkrét idejű szabályozási körök analízise és szintézise állapottérben
Diszkrétidejű rendszerek elérhetősége, irányíthatósága, megfigyelhetősége és rekonstruálhatósága. Pólusáthelyezés és aktuális megfigyelő tervezése diszkrétidejű rendszerek esetén, integráló szabályozás és terhelésbecslés a diszkrét idejű esetben. Állapotbecslési probléma zajos környezetben: lineáris-kvadratikus (LQ) becslési probléma és a Kalman-szűrő.
Diszkrétidejű rendszermodellek, paraméteridentifikáció
Autoregresszív és mozgóátlag folyamat, ARX és ARMAX modell. ARX modell paraméteridentifikációja a legkisebb négyzetek (LS) módszerével. ARMAX modell identifikációja numerikus optimalizálással kvázi-Newton módszerrel. A MATLAB System Identification Toolbox szolgáltatásai.

Infokommunikáció
(VITMAB03, 4. szemeszter, 2/2/0/v/5 kredit, TMIT)

1. A tantárgy célkitűzése
Az „Infokommunikáció” tantárgy célja, hogy megismertesse a távközlésre és számítógép hálózatokra is kiterjedő infokommunikáció legfontosabb módszereit és eljárásait.
A tantárgy oktatása törekszik arra, hogy később
-a témarokon specializációkon tovább tanulók biztos alapokat kapjanak a leglényegesebb fogalmak és eljárások tekintetében; valamint
-azok a hallgatók, akik más specializációk valamelyikén folytatják tanulmányaikat, kellően megalapozott ismeretekkel rendelkezzenek az új infokommunikációs rendszerek megértéséhez.
Ennek megfelelően a tantárgy minden villamosmérnök számára nyújt „kimenő” ismereteket miközben megalapozza a később az infokommunikáció-rokon specializációk valamelyikét választók további tanulmányait.
Az előadások, a gyakorlatok és a számonkérés módszere együttesen arra törekszik, hogy a hallgatók a megismert elemeket, módszereket és eljárásokat egyrészt alkotó módon tudják alkalmazni, másrészt elegendően sok tájékozódási pontot kapjanak ahhoz, hogy a számukra újdonságnak tűnő vagy ténylegesen új infokommunikációs rendszereket és szolgáltatásokat kevés utánjárással megértsék.

2. A tantárgy tematikája
Bevezetés, a tantárggyal kapcsolatos információk ismertetése. A mintavételezésről és kvantálásról tanultak felelevenítése. Sávkorlátozott jelek tulajdonságai, mintavételi tétel, kvantálási zaj, jel zaj viszony. A visszaállítás jellegzetes hibái, szivárgás és aliasing. Nem alapsávi jel mintavételezése, a túlmintavételezés hatása.
Rádiós összeköttetések. Rádiócsatorna, rádiós összeköttetések jellemzése, rádióspektrum felosztása. Antennák irányítottsága, nyeresége és hatásos felülete, antennák alkalmazásai. Rádióhullámok direkt és kétutas terjedése, a rádiócsatorna szakaszcsillapítása..
Kódolás. Forráskódolás, nem-fix szóhosszú kódok, egyértelmű megfejthetőség, prefix tulajdonság, forráskódolás entrópiája. Hibakorlátozó kódolás, lineáris, bináris, szisztematikus kódok, vonali kódolás. Hibavédelem blokk kóddal, hibajavítás lineáris kóddal.
Analóg modulációs eljárások. Amplitúdó moduláció, előállítása, spektrumábrái, időfüggvénye, demodulálása. Szögmodulációk, frekvencia és fázismoduláció, előállítása, spektrumábrái, időfüggvénye, demodulálása.
Digitális alapsávi átvitel. A PAM jel spektrális viselkedése, a szimbólumközti áthallásmentesség feltétele, a zaj hatása, szemábra vizsgálata, a szimbólumközti áthallás elkerülése. Digitális modulációs eljárások. Frekvencia billenytűzés (FSK), amplitúdó billentyűzés (ASK), QAM változatok, QAM jelek érzékenysége, tejesítmény igénye.
Többszörös csatornahozzáférés. Időosztásos nyalábolás (TDM), frekvenciaosztásos nyalábolás(FDM), ortogonális frekvenciosztásos nyalábolás (OFDM). Többszörös hozzáférés a csatornához időosztással, frekvenicaosztással, kódosztással (TDMA, FDMA, CDMA). OFDM-ben a nyalábolás és szétosztás megvalósítása, előállítás gyorsítása FFT-vel. CDMA kódolási és dekódolási példa.
Hang-hallás, kép-látás. Az emberi hallás műszaki vonatkozásai, analóg és digitális hangjelek jellemzői, a fényérzékelés néhány jellemzője, színes mozgókép-megjelenítés analóg és digitális formában. Fletcher-Munson görbék, hangerő-szabályozás, a zaj pszofometrikus értékelése, a színezet és telítettség pszichofizikai értelmezése.
Infokommunikációs hálózatok alapjai. Távközlési szolgáltatások, távközlési hálózatok, hálózati funkciók, hálózati topológiák. Számítógép-hálózatok és távközlési hálózatok konvergenciája. Szolgáltatások IP hálózaton, szolgáltatásminőség. A VoIP szolgáltatás alapjai.
QoS biztosítás IP hálózatokban, VoIP minőség és a minőséget befolyásoló tényezők, VoIP átvitel és forgalmi tervezés, megegyezés a szolgáltatási szintről (SLA), létező QoS megoldások, QoS-t támogató eljárások, prioritáskezelés, csomagütemezés, hívásengedélyezés, forgalom rendszabása és formázása.

IPTV rendszerek, IPTV szereplők, architektúra, IPTV protokollok, IPTV hozzáférési hálózat, IPTV ADSL felett. Az infokommunikáció elemeinek összefoglalása az infokommunikációs rendszerek és hálózatok tükrében.
Analóg műsorszóró rendszerek. Analóg modulációk infokommunikációs alkalmazásai. Analóg AM és FM rádió műsorszórás, analóg televízió műsorszórás alapelvei.
Digitális műsorszóró rendszerek. Digitális modulációk infokommunikációs alkalmazásai. Digitális rádió és televízió műsorszórás alapvető jellemzői, tömörítési és modulációs eljárásai. Digitális TV kábeles és földfelszíni átvitellel.
Mobil kommunikáció - architektúra és a rádiós hálózat. 1G, 2G, 3G és 4G hálózatok. GSM hálózatok, bázisállomás alrendszer, rádiós hozzáférési hálózat, aggregációs hálózat, gerinchálózat. GSM hangkodek, 2G csomagkapcsolt szolgáltatások, GPRS, (Evolved) EDGE.
Mobil kommunikáció - architektúra és a mobil maghálózat. Híváskezdeményezés és hívásfogadás GSM hálózaton, SMS küldés és fogadás. 2.,3. és 4. generációs mobilhálózatok architektúrája és szolgáltatásai.

Mikroelektronika
(VIEEAB00, 4. szemeszter, 2/0/2/v/5 kredit, EET)

1. A tantárgy célkitűzése
A Mikroelektronika tantárgy alapvető célkitűzése az, hogy elmélyítse a digitális technika kapcsán már megszerzett ismereteket a legmodernebb, legfejlettebb implementációs eljárások (digitális integrált áramköri technika) bemutatása révén. A tantárgy további célja az analóg integrált áramköri technika alapjainak felvázolása, valamint a teljesítmény elektronika és a szilárd-test világítástechnika diszkrét félvezető eszközeivel kapcsolatos alapvető ismeretek átadása.
A mai elektronika és informatika elképzelhetetlen a különböző speciális diszkrét félvezetők és a nagybonyolultságú integrált áramkörök nélkül. A felépítésükre, működésükre, valamint a különböző gyártástechnológiákkal készített IC-kben megvalósítható alkatrészekre és áramkörökre vonatkozó alapvető ismeretekkel minden villamosmérnöknek rendelkeznie kell. Ugyancsak ismerniük kell az integrált áramkörök tervezésének alapvető eljárásait – legalább olyan szinten, ami egy IC tervező specialistával való együttműködéshez szükséges és látniuk kell, hogy hogyan kapcsolódik a rendszer szintű tervezés és az igen nagy összetettségű integrált áramkörök tervezése,
A tantárgy különleges hangsúlyt helyez a kapcsolódó gyakorlati ismeretekre. Számítási módszerek gyakoroltatása, kész megoldások esettanulmány-szerű analízise szolgálja ezt a célt. Ugyancsak ezt szolgálják a számítógépes laborgyakorlatok, amelyek során az IC tervezés egyes elemi lépéseit, módszereit próbálják ki a hallgatók.
A tantárgy lényeges feladata, hogy az absztrakt elektronikus működés és a fizikai valóság közötti összefüggéseket megismertesse. Ennek érdekében részletesen tárgyalja a fő IC elemek (dióda, tranzisztor, stb) fizikai működését. Kitér az egyre fontosabb MEMS és MOEMS elemek bemutatására, amelyekben az elektromos működés a mechanikai és optikai hatásokkal kombináltan jelentkezik.
2. A tantárgy tematikája
Áttekintés a mikroelektronikáról, mint az egyik legnagyobb fejlődést mutató iparágról. A Moore törvény, *international technology roadmap*, a fejlődés korlátai. Mikroelektronika és mikroelektronikai technológia alapfogalmai. A mikroelektronikai gyártástechnológia fő vonásai: rétegleválasztás / növesztés, adalékolás, mintázat kialakítása (fotolitográfia, marás). A layout és a maszk fogalma. A tiszta tér fogalma. Milyen egy IC gyár?
More than Moore integráció (SoC, SiP, Stacked Die, SoP, CSP, stb.). Csíkszélesség, lapkaméret, egy chipre integrált tranzisztorok száma, órajel, disszipáció és integrált magok/funkciók változása azt elmúlt években. Disszipációs korlát, alkalmas hűtőeszközök.
Egykristály szilícium előállítás, alapvető technológiai lépések és jellemzőik (epitaxiális rétegnövesztés, oxidnövesztés, vékonyréteg leválasztás technológiája, adalékolás diffúzióval és ionimplantációval), modern fotolitográfia (immerziós, többszörös leképzés, fázisérzékeny, elektronsugaras, Deep UV, EUV).

A félvezető eszközök fizikájának alapjai: sávszerkezet, töltéshordozók a tiszta és az adalékolt félvezetőkben, generáció és rekombináció. Áramok a félvezetőkben. Hőmérsékletfüggés. Folytonossági és diffúziós egyenletek.
A dióda, mint a legegyszerűbb félvezető eszköz. Elektrosztatikus viszonyok a pn átmenetben, a kiürített réteg. A pn átmenet egyenáramú karakterisztikája. Generációs és rekombinációs áram, nagy áramsűrűségű jelenségek. A kisjelű működés fogalma, a pn átmenet differenciális ellenállása.
Tértöltési és diffúziós kapacitás. Záróirányú feléledés. Diódák modellezése áramkör-szimuláció (SPICE) számára: modell topológia, modellegyenlet, modell paraméterek. Fotodiódák, napelemek, LED/OLED eszközök. A pn átmenet hőmérsékletfüggése.
A bipoláris tranzisztor felépítése és működése, hatásfokok, nagyjelű áramerősítési tényezők. Másodlagos hatások figyelembevétele. Modellezés SPICE jellegű áramkörszimuláció számára. Kisjelű modellek. Diszkrét és integrált kivitelű bipoláris tranzisztorok. A bipoláris tranzisztorok szerepe a mai IC-kben (pl. BiCMOS áramkörök).
Térvezérlésű tranzisztorok fajtái: a záróréteges FET (JFET) és a MOSFET-ek. Az unipoláris működés lényege, a működés fizikai alapja. A térvezérlésű tranzisztorok teljes családja. JFET eszköz elzáródási feszültség fogalma és karakterisztikaegyenlete és karakterisztikái.
A MOS struktúra tulajdonságai. Akkumuláció, kiürítés, inverzió, küszöbfeszültség. A MOS tranzisztor karakterisztikája. Kapacitások. MOS tranzisztorok SPICE szimulációs modellje (topológia, paraméterek). A legegyszerűbb MOS gyártástechnológia lépései, maszk készlete. MOS kapacitás alkalmazása. CCD és CMOS képérzékelő szenzorok felépítése, működése, fejlődése az elmúlt évtizedekben. Modern képérzékelő eszközök.
Modern CMOS technológia. MOS FET tranzisztorokban fellépő másodlagos hatások (küszöb alatti áram, sebességtelítődés, csatornarövidülés, átszúrás, forró elektron effektus), valamint azok csökkentése/elkerülése érdekében tett technológiai lépések (SOI, feszített szilícium, HALO, LDD, stb.). Modern MOS FET tranzisztor felépítése (TriGate, GateAllAround), a fejlődés további motivációs tényezői, kitekintés a jövőbe.
Mikroelektronikai gyártástechnológia és áramköri kapcsolástechnika fogalma és kapcsolata. VLSI áramkörökben alkalmazott logikai áramköri családok (nMOS, CMOS, SCL, BiCMOS, stb.). Logikai alapkapuk nMOS kivitele (áramkör, layout). A duális áramkör fogalma, logikai alapkapuk CMOS kivitele. Időzítési paraméterek, terhelő kapacitások; az IC vezetékek tulajdonságai: sokrétegű vezetékezés struktúrák. A CMOS inverter felépítése, jellemzői (jelterjedés, fogyasztás, küszöb alatti áram). CMOS kapuk, tároló elemek. Digitális CMOS áramkörök fogyasztása, melegedése, ennek vizsgálata logi-termikus szimulációval.
Transzfer kapu és MOS-FET kapcsoló összehasonlítása. Transzfer kapus kapcsolások. Dinamikus CMOS áramkörök felépítése, tulajdonságaik. Egyfázisú, többfázisú dinamikus logikák. C2MOS kapcsolás. Domino logikák (pipeline struktúrák). Vezetékezés, összeköttetés hatásai, modellezése (koncentrált, elosztott, távvezeték). Elmore modell. Puffer és ismétlő áramkörök. A késleltetés fizikai magyarázata statikus CMOS áramkörök esetén. Wire-load modell. Modern vezetékezés, low-K anyagok alkalmazása. Összeadó és szorzó architektúrák.
Számítógép architektúrák memória hierarchiája. CPU regiszterek típusai. Flip-Flop/latch áramkörök. CMOS tároló kapcsolások (statikus RS, dinamikus MS T, felhasított D, transzferkapus kvázistatikus és statikus D, kvázistatikus C2MOS latch, stb.) Időzítési kérdések szinkron sorrendi hálózatokban (setup-time, hold-time, propagation delay, slack time, skew, stb.). Órajelelosztó hálózatok, órajel elcsúszás (pozitív, negatív), globális adatút (pipe-line alapok).
Az IC tervezés és gyártás néhány globális problémája. Kihívások a tervezés kapcsán. Virtual prototyping fogalma. Az IC tervezés és gyártás különböző költségfaktorai: darabszám arányos, egyszeri költségek (NRE). Optimális megvalósítási módszer választása. MPW/MPC gyártás, mint költségcsökkentő tényező: az IC gyártás, mint szolgáltatás, az ún. fabless design.
Integrált áramkörök tervezési módszerei, a design flow fogalma. Vegyesjelű design flow (digitális, analóg és MEMS együttes tervezése) rövid áttekintése. A szimuláció szerepe a tervezésben, cellától rendszer szintig. A szimulációs programok fajtái (áramköri, logikai, RTL szintű, viselkedési, fizikai) és szerepük a tervezés folyamatában. Digitális IC design flow részletes ismertetése. Bottom-up és top-down tervezési

módszertanok. Modern CAD rendszerek, technológia függetlenség elve. Process Design Kit (PDK) fogalma és elemei: könyvtári elemek (standard cella, stb.), tervezési szabályok (DRC). További költségcsökkentő tényezők: előre gyártott, előre tervezett komponensek. Az IP fogalma. IP és layout ügynökségek igénybe vétele.

Villamos energetika

(VIVEAB01, 4. szemeszter, 2/1/1/v/5 kredit, VET)

1. A tantárgy célkitűzése

A villamosenergia-rendszerekkel kapcsolatos azon alapismeretek oktatása, amely minden villamosmérnöknek szükséges és egyben megalapozás azok részére, akik a Villamosenergia-rendszerek specializációkon folytatják a tanulmányaikat.

A villamosenergia-rendszer struktúrájának és működésének ismertetése az egyes hálózati elemek és az alrendszerek működési elveinek alapján fokozatosan felépítve. A villamosenergia-rendszerek leképzése, szimmetrikus normál üzemének vizsgálatára szolgáló alapvető módszerek megadása. Az üzemzavari aszimmetrikus állapotokra vonatkozó legfontosabb kérdések tárgyalása az elosztói és fogyasztói hálózatok szempontjából. A feszültségminőségre és a szolgáltatás biztonságára vonatkozó követelmények. A villamos hálózatok és berendezések által okozott villamos és mágneses erőterek egészségi hatásai és EMC vonatkozásai. Betekintés nyújtása a villamos energetika fő területein (termelés, szállítás, szolgáltatás, környezeti hatások) megnyilvánuló paradigmaváltásba, a Smart Grid koncepció lényegébe és a legújabb fejlődési irányokba.

2. A tantárgy tematikája

Bevezetés

A tárgy követelményeinek ismertetése. Definíciók, pozitív irányok, teljesítmények értelmezése. A villamos energia termelésének, szállításának és elosztásának áttekintése. Energiaforrások típusai, erőmű típusok, technológiák, költségek, hatásfokok. Összes és villamos energiafelhasználás világméretű és hazai alakulása, veszteségek. Hazai erőművek, nagy erőművek a világban. Villamos energia szállítási, elosztási és fogyasztói rendszerek.

A Villamosenergia rendszer (VER) felépítése, modellezése, szimmetrikus üzeme

A hálózati elemek leképezése, egyfázisú (pozitív sorrendű) helyettesítő kapcsolás: generátor, transzformátor, távvezeték, mögöttes hálózat, zárlati teljesítmény, fogyasztó.

Hálózatszámítási módszerek

Háromfázisú hálózatok elemzése szimmetrikus körülmények között, több feszültségszintű hálózatok számítása, viszonylagos egységek alkalmazása. Háromfázisú zárlat.

Aszimmetrikus üzem

Szimmetrikus összetevők alkalmazási módszerének alapjai. Szimmetria feltétele, aszimmetria hatása. Hálózatok negatív- és zérus sorrendű modellezésének alapjai. A földvisszavezetés szerepe. Vasúti terhelés okozta aszimmetria. Háromfázisú hálózatok számítási lehetősége aszimmetrikus körülmények között.

Hálózati csillagpont földelési módok

A csillagpont földelés módjai és kihatása a földzárlati feszültségemelkedésre, szigetelési szintre és földvisszavezetéses áramokra. A nemzetközi gyakorlat áttekintése.

Hálózat üzemvitele

Hálózatág feszültségesése és teljesítmény viszonyai, terhelhetőség, feszültségprofil. Feszültség-meddőteljesítmény kapcsolat, feszültségesés és veszteség csökkentése. Távvezeték természetes teljesítménye.

Villamosenergia-rendszerek szabályozása

A teljesítmények egyensúlya, az üzemeltetés alapfeladatai, a fogyasztói teljesítményigény változásai, teljesítmény- és frekvencia szabályozás. A teljesítmény-átvitel korlátai. Feszültség- és szinkron stabilitás. A feszültség- és meddőteljesítmény szabályozás alapkérdései. Flexibilis váltakozóáramú átviteli (FACT) módszerek. A diszperz energiatermelés és megújuló energiaforrások (szélenergia) kihatásai a rendszer stabilitásra és szabályozásra.

A villamosenergia-szolgáltatás minőségi követelményei
Feszültségminőség jellemzők (frekvencia, feszültségváltozás, -ingadozás -letörés és aszimmetria, harmonikus torzítás). Veszteségek. A szolgáltatás minősége, megbízhatósága, a rendelkezésre állás mutatói, növelésének lehetőségei. A vezetékek és kábelek erőterének jellemzése, csökkentésének lehetőségei. Berendezések mágneses terének jellemzése. Az erőterek élettani hatásainak fizikája, egészségi határértékek. EMC vonatkozások és határértékek.
A villamos energia ára, díjszabások, piaci alapfogalmak
Villamosenergia számla tartalma lakossági és ipari fogyasztók esetén.
Háztartási méretű kiserőművek csatlakozása, hálózati hatásai
HMKE-k műszaki csatlakozási feltételei, csatlakozás létesítésének menete, elszámolási rendszer, megtérülés.
A villamos energetika aktuális fejlődési irányai
Villamos vontatási alapismeretek. Smart Grid koncepció (hálózati elemek, üzemeltetés, rendszerirányítás). Okos mérés. Fogyasztói befolyásolás. E-mobilitás hálózati hatásai.

III.5 A villamosmérnöki alapszak specializációi és tantárgyai

1. **Beágyazott és irányító rendszerek specializáció:** Kiszolgálója: AUT, IIT, MIT.
   Tantárgyak: Beágyazott és ambiens rendszerek (MIT)
   Ipari irányítástechnika (IIT)
   Mikrokontroller alapú rendszerek (AUT)
   Ágazatok: Beágyazott információs rendszerek (MIT)
   Irányítórendszerek (IIT)
   Számítógép-alapú rendszerek (AUT)
   A specializáció gazdatanszéke: MIT

2. **Infokommunikációs rendszerek specializáció:** Kiszolgálója: HIT, HVT, TMIT.
   Tantárgyak: Hálózati technológiák és alkalmazások (TMIT)
   Mobil kommunikációs rendszerek (HIT)
   Nagyfrekvenciás rendszerek (HVT)
   Ágazatok: Infokommunikációs hálózatok és alkalmazások (TMIT)
   Multimédia technológiák és rendszerek (HIT)
   Nagyfrekvenciás rendszerek és alkalmazások (HVT)
   A specializáció gazdatanszéke: HIT

3. **Mikroelektronikai tervezés és gyártás specializáció:** Kiszolgálója: EET, ETT.
   Tantárgyak: Moduláramkörök és készülékek (ETT)
   Mikroelektronikai tervezés (EET)
   Félvezető technológia (EET)
   Elektronikai gyártás és minőségbiztosítás (ETT)
   Ágazatok: Mikroelektronikai tervezés (EET)
   Mikroelektronikai gyártás (ETT)
   A specializáció gazdatanszéke: EET

4. **Fenntartható villamos energetika specializáció:** Kiszolgálója: VET.
   Tantárgyak: Villamosenergia-átvitel
   Villamos gépek és alkalmazások
   Villamos berendezések és szigetelések
   Ágazatok: Smart grid
   Villamos gépek és hajtások
   Villamos szigetelési rendszerek
   A specializáció gazdatanszéke: VET

III.5.1 Beágyazott és irányító rendszerek specializáció (MIT, IIT, AUT)

(Embedded and Control Systems)
A specializáció gazdatanszéke: MIT

Ágazatok:	Ágazatfelelős:
Beágyazott információs rendszerek (MIT)	Dr. Kovácsházy Tamás
Irányítórendszerek (IIT)	Dr. Kiss Bálint
Számítógép-alapú rendszerek (AUT)	Dr. Tevesz Gábor

1. Célkitűzés:
Beágyazott rendszereknek azokat a számítógépes alkalmazói rendszereket nevezzük, melyek autonóm működésűek és befogadó fizikai-technológiai környezetükkel intenzív kapcsolatban állnak. Életünk szinte minden területén találkozunk velük. Az autóipari fejlesztések mintegy 90%-a beágyazott számítástechnika. Egészségünk, élet- és vagyonbiztonságunk érdekében ugyancsak egyre több ilyen rendszer üzemel. Az elemzések szerint az elkövetkezendő évtizedben a beágyazott rendszerek piacának exponenciális növekedése várható: az ilyen rendszerek átszövik valamennyi iparág termelési folyamatait, és jelen lesznek természetes és épített környezetünk fenntartásának legkülönfélébb feladataiban (Internet of Things), kritikus infrastruktúráiban. A szakterület a fejlesztőktől, üzemeltetőktől integrális ismereteket követel meg: a területtel foglalkozó szakembereknek az érzékelés/jelátalakítás problémakörétől kezdve a szorosan kapcsolódó hardver/szoftver ismereteken át az információgyűjtés és feldolgozás, továbbá kommunikáció problémáit is ismerniük kell.
A megszerezhető ismeretek főbb témakörei:
- beágyazott rendszerek tervezése,
- érzékelők, távadók, beavatkozók ismerete, alkalmazása,
- mikrokontroller alapú rendszerek fejlesztése,
- DSP alapú rendszerek fejlesztése,
- programozható irányító rendszerek tervezése, üzemeltetése,
- újrakonfigurálható rendszerek fejlesztése,
- hardver-közeli szoftver rendszerek fejlesztése,
- jelátalakítók, jelfeldolgozás,
- beágyazott rendszerek kommunikációja.

III.5.1.1 A specializáció tantárgyai

III.5.1.1.1 Beágyazott és ambiens rendszerek

(VIMIAC06, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a beágyazott rendszer alkalmazások tervezésére készít fel. Ennek érdekében bemutatja a beágyazott rendszerek felépítését, a környezetből származó információ feldolgozásának lehetőségeit, a leggyakrabban előforduló adatfeldolgozási és vezérlési feladatokat, valamint mindezek tipikus szoftver implementációit mikrokontrollerek, jelfeldolgozó processzorok (DSP) és programozható/újrakonfigurálható hardverek (FPGA) esetében. A tárgy hallgatói számítógépes gyakorlatok keretében részletesen megismerik a beágyazott rendszerekben elterjedten használt szoftvertervezési mintákat, és gyakorolják az alkalmazásfejlesztést.
A tantárgy követelményeit eredményesen teljesítő hallgatók készségszintű ismeretekkel fognak rendelkezni *a beágyazott- és hardverközeli szoftverfejlesztés* területén, és gyakorlati tapasztalatot szereznek programozható és *újrakonfigurálható hardver eszközök* használata terén.
Rövid tematika: Beágyazott rendszerek architektúrája, rendszerkomponensek, rendszertervezés során elvégzendő feladatok.
Analóg jelkondicionálás vs. digitális korrekció: mi az, amit csak az analóg tartományban tudunk megoldani, mi az, ami döntés kérdése. Példák ugyanannak a feladatnak a HW és SW megoldására.

Beágyazott szoftver: integrált fejlesztő környezetek (IDE) képességei, egy konkrét fejlesztőkörnyezet megismerése és elsajátítása.
Szoftver architektúrák (ciklikus programszervezés, ütemezett függvények; operációs rendszernek az alapelve), mintakódok C-ben, strukturált programozás.
Robusztus programozás (watchdog használata, IT kiszolgáló rutinok fordítók által felkínált szokásos alapállapotai, ezek következményei, programozás vegyes adattípusokkal, C könyvtári függvények viselkedése beágyazott környezetben, kódolási konvenciók, memória menedzsment, megosztott változók problémája).
Hibakeresés (belső állapotok kijelzése perifériákon, soros porti üzenetek, debug port, trace használata, futási idő mérése, standard IO beágyazott rendszerekben).
Hordozható kód, virtualizáció formái.
DSP architektúrája és DSP specifikus szoftver (független címaritmetika, HW támogatott ciklusszervezés, bit reverse címzés, fentiek alkalmazása a szoftverben)
Alkalmazási minták adatfeldolgozásban, zavarszűrés szoftver megoldásai (átlagolás: hagyományos, felejtő, rekurzív; érzékenység számábrázolásra, FIR / IIR szűrés és hatékony implementálása uC-en és DSP-n)
Lényegkiemelés SW-ben.
Nemlinearitás kezelése (lookup table, azon belül lineáris és polinomiális interpoláció).
Könyvtári rutinok alkalmazása, mellékhatásai.
Szoftver definiált hardver
FPGA, mint konfigurálható és újrakonfigurálható architektúra: FPGA felépítése. HDL nyelv, Verilog. LUT alapú logikai blokk, ennek felhasználása (logikai függvények, többváltozós logikai függvények, összeadó, szorzó, RAM, shiftregiszter). I/O blokkok használata.
Esettanulmány (opcionális).

III.5.1.1.2 Ipari irányítástechnika

(VIIIAC03, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a beágyazott irányító rendszerekben és az ipari folyamatirányítási gyakorlatban széles körben alkalmazott programozható irányítóberendezések, valamint a hozzájuk kapcsolódó érzékelő és beavatkozó elvek és eszközök főbb jellemzőinek bemutatása, továbbá a fejlesztésükhöz, alkalmazástechnikájukhoz és üzemeltetésükhöz szükséges legfontosabb ismeretek átadása.
Rövid tematika: Bevezetés: Ipari irányítórendszerek fejlődéstörténete, az ipar négy forradalma. Korszerű elosztott irányítórendszerek felépítése, hardver- és szoftverelemei.
PLC-k felépítése és működési elve: A PLC fogalma, PLC-k osztályozása, kompakt és moduláris vezérlők. A központi egység feladata és felépítése, be- és kimeneti modulok típusai. A PLC-k általános memóriamodellje, ciklikus működési mód fogalma és hatása a programozási modellre.
Az IEC-61131-3 szabvány szoftvermodellje: Korszerű PLC operációs rendszerek szolgáltatásai, ütemezés, programszervezési egységek, adattípusok, szabványos függvények és funkcióblokkok.
Érzékelők jellemzése: Érzékelők jellemzői, statikus karakterisztika, hibák, nemlineáris karakterisztika lineáris közelítése. Érzékelők kiválasztásának szempontjai.
Hőmérsékletérzékelők: Ellenálláshőmérők, hőelemek, termisztorok és IC hőmérők működésének fizikai alapjai, illesztőáramkörei, alkalmazástechnikájuk.
Elmozdulás-, közelítés- és szintérzékelés: Elmozdulás mérése: potenciométerek, differenciáltranszformátorok, kapacitív érzékelők, kódadók. Közelítésérzékelők: végálláskapcsolók, optikai, mágneses, induktív és kapacitív érzékelők. Szintkapcsolók, differenciális nyomáson alapuló, kapacitív, ultrahangos és radaros szintérzékelők.
Erő- és nyomásérzékelők: Nyúlásmérő bélyegen alapuló erőérzékelés elve, illesztőáramkörei. Erőmérő cellák felépítése, nyomatékmérési módszerek. A nyomásmérés elve, nyomásérzékelők felépítése és jellemző típusai.

Áramlásmérés: Áramlástani alapfogalmak, az áramlásmérés elvei. Nyomáskülönbségen alapuló, ultrahangos, térfogatkiszorításos, Coriolis-elvű, örvényleváláson alapuló és turbinás áramlásmérők.
Irányítórendszerek jelkapcsolatai: Irányítórendszerek analóg és digitális be- és kimeneteinek típusai, IO-modulok tipikus felépítése. Analóg áramtávadók.

III.5.1.1.3 Mikrokontroller alapú rendszerek

(VIAUAC06, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy a hallgatókat megismertesse az iparban legelterjedtebben használt mikrokontroller architektúrákkal, azok kiválasztási szempontjaival. A megszerzett ismeretek segítségével a hallgatók képessé válnak mikrokontroller alapú rendszerek hardver tervezésére és alacsonyszintű szoftver rendszerének megvalósítására. A kettő közötti elválaszthatatlan kapcsolatot rövid esettanulmányok mutatják be.
Rövid tematika:
Architektúrális alapok
Digitális rendszerek központi egységei: mikroprocesszorok és mikrokontrollerek architektúrális összehasonlítása, kiválasztási szempontjai. 8/16/32 bites rendszerek, CISC/RISC architektúra. A megfelelő architektúra kiválasztásának jelentősége és hatása a rendszer legfontosabb jellemzőire (sebesség, bitkezelés, törtszámok kezelése, belső memória, regiszterbankok). Példák a megfelelő mikrokontroller architektúra kiválasztására. A 8 bites és a 32 bites mikrokontroller-architektúrák egy-egy neves képviselőjének megismerése (8051 és Cortex M4 mikrokontrollerek). Programozási modell, megszakítási rendszer.
Hardverközeli programok fejlesztése
Assembly, C és blokkorientált hardver-közeli programfejlesztés. A szoftverfejlesztés folyamata. Programozási nyelvek, szoftverfejlesztés PC-re és beágyazott rendszerre. Programozási modell, utasításkészlet tulajdonságai. Tipikus ASM/C fejlesztő környezet bemutatása (SiLabs, Keil, STM), a firmware szerkezete (konfigurálás, startup kód, megszakítási rendszer, gyors megszakításkezelés bankváltásokkal.) ASM betétek és ASM függvények használata. Egész és törtszámok ábrázolása, szabványok, áttérések különböző számábrázolási méretek között. ASM és C programrészletek egyszerűbb részfeladatok megoldására. Komplett esettanulmány: egy valósidejű irányító rendszer szoftver rendszerterve szabadon konfigurálható mikrokontrollerek (SiLabs C8051Fxxx, STM32Fxxx Cortex-M4) alkalmazásával.
Mikrokontrollerek tipikus integrált perifériái
Órajel-generátorok (belső, külső, PLL áramkörök), reset-, watch-dog áramkörök. Memória elemek (OTP ROM, flash, RAM, EEPROM). Időzítő és számláló egységek (üzemmódok, kvadratúra-enkóder, capture modul, PWM). Integrált aszinkron és szinkron kommunikációs egységek és protokollok (SCI, SPI, I2C, CAN). Digitális be- és kimenetek, a mikrokontroller I/O portok speciális kialakítása. Analóg be- és kimenetek.
Mikrokontrollerek kapcsolódása környezetükhöz, tipikus illesztések
Külső órajel generátorok, külső memóriák illesztése (párhuzamos/soros, várócíklus-problémák – cache, gyorsítási lehetőségek). Analóg és digitális be- és kimenetek illesztési problémái, speciális perifériák. Jelkonvertálás fizikai rétegre (RS232, RS422, RS485, CAN, USB). EMC szempontok, leválasztások. Komplett esettanulmány: konkrét hardver tervezési példa a feladat megfogalmazásától a kapcsolási rajzig, a HW-SW rendszer kapcsolata.
A hardver tervezés alapelvei és lépései
CAD rendszerek használata a hardver tervezésben: kapcsolási rajz, szimuláció, nyomtatott áramkör tervező rendszerek és ezek legfontosabb tulajdonságai. Formai és tartalmi követelmények, alkatrészek és áramkörök technológiai kérdései (hagyományos/felületszerelt, rétegszám megválasztása, forrasztási technológia választása, stb.). EMC kérdések. Élesztés, programozás, tesztelés interfészei. ISP jelentősége. Egyedi és szabványos (JTAG) felületek. Belső és külső boot loader, firmware update lehetősége és megoldásai.

III.5.1.2 Beágyazott információs rendszerek ágazat (MIT)

III.5.1.2.1 Párhuzamos és eseményvezérelt programozás beágyazott rendszereken

(VIMIAC08, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy elsődleges célja, hogy megismertesse a hallgatókat a párhuzamos és eseményvezérelt programozás elméleti alapjaival és gyakorlatával, mivel a beágyazott rendszerek egyre nagyobb szoftver-komplexitása, valamint a sokprocesszoros, elosztott és heterogén rendszerarchitektúrák elterjedése ezen a területen szinte kizárólagossá teszi ennek a programozási megközelítésnek az alkalmazását. Ennek megfelelően a tárgy kitér a beágyazott operációs rendszerek belső működésére, az alkalmazások megvalósításához nyújtott szolgáltatásokra és azok használatára kernel és felhasználói szinten is. A tárgy oktatása során bemutatott megoldások demonstrációja FreeRTOS (egységes címtér, fizikai memóriakezelés) és UNIX/Linux (virtuális memória) beágyazott operációs rendszerekkel történik, kitérve a valósidejűség, memóriakezelés, megbízhatóság és az erőforrás-virtualizáció összefüggéseire.
Rövid tematika:
A párhuzamos és eseményvezérelt programozás architekturális háttere, processzor- és memóriavirtualizáció, védelmi szintek és MMU, cache-koherencia, sokprocesszoros, elosztott és heterogén rendszerek.
Operációs rendszerek felépítése, fajtái, belső működésük, kapcsolatuk az alkalmazásokkal. Konkurens és kooperatív ütemezés, prioritás, az ütemezés és a hardver kapcsolata. Rendszerhívás és megvalósítása. Valós-idejűséggel, biztonságkritikus környezettel kapcsolatos kérdések az operációs rendszerekben.
Feladatok és részfeladatok megvalósítási eszközei, folyamatok (process) és szálak (thread), tulajdonságaik, összehasonlításuk, implementációs hátterük. Amdalh- törvénye és következményei. Párhuzamosíthatóság lehetőségei. Co-routine és rost (fiber), mint a kooperatív ütemezés megvalósításai, implementációs kérdések. Tervezési minták a folyamatok, szálak, kooperatív ütemezés felhasználására.
Folyamatok, szálak alkalmazása beágyazott környezetben, gyakorlati megoldások ismertetése, elemzése és összehasonlítása ebből a szempontból tervezési mintákon keresztül. A folyamatok és szálak futásának megfigyelésére alkalmas szoftvermegoldások és eszközök.
A kölcsönös kizárás, szinkronizáció, kommunikáció eszközei közös memória alapú kommunikáció esetén. A párhuzamos futtatás feltételei (Bernstein feltétele). Lock-bit, szemaforok, mutexek, multiple-reader single writer mutex stb. működése és alkalmazása tervezési mintákon keresztül. Spinlock és sleeplock működése és hatása a beágyazott rendszer teljesítményére (beleértve a valós-idejűséget) és energiafogyasztására.
A gyakorlatban alkalmazott megoldások elemzése és összehasonlítása kölcsönös kizárás, szinkronizáció, kommunikáció közös memóriában történő megvalósítására esettanulmány jelleggel.
A kölcsönös kizárás, szinkronizáció, kommunikáció eszközeinek elemzése (*folytatás*). A felhasználói alkalmazások és a kernel lehetőségeinek összehasonlítása.
Időkezelés beágyazott rendszerekben, az idő, mint fizikai mennyiség, és annak megjelenése a számítógépekben, beágyazott rendszerekben. Órák felépítése, valós idejű óra, rendszeróra, feladatok végrehajtásának késleltetése és feladatok ébresztése idő alapján.
A kölcsönös kizárás, szinkronizáció, kommunikáció eszközei üzenetalapú kommunikáció esetén. Üzenetalapú rendszerek tulajdonságai, összehasonlítás a közös memóriát alkalmazó rendszerekkel. Postaláda és üzenetsor alkalmazása, jelzések, csővezetékek és elnevezett csővezetékek, TCP/IP, távoli eljárás- és metódushívás. Az üzenetalapú kommunikáció tervezési mintái.
A kölcsönös kizárás, szinkronizáció, kommunikáció eszközei üzenetalapú kommunikáció esetén Linux rendszerekben. POSIX kompatibilis és System V megoldások és alkalmazásuk. TCP/IP és Unix domain socket ismertetése.
A kölcsönös kizárás, szinkronizáció, kommunikáció megvalósítása során elkövetett tipikus hibák és azok elkerülésének módszerei. Holtpont (deadlock), livelock, prioritás-inverzió, egyéb hibák. Monitor-koncepció és alkalmazása.

Memóriakezelés. A FreeRTOS memóriamodellje, memóriafoglalás és a memória felszabadítása, következmények, heap és stack szerepe, linker scriptek. Memóriakezelés Linuxban, a virtuális memória konfigurálása és használata, a virtuálismemória-kezelés következményei.
A párhuzamos és eseményvezérelt programozást segítő eszközök, azok működése és alkalmazástechnikája. Nyomkövetés (trace) hardver- és szoftvereszközei és kapcsolatuk a fejlesztőeszközökkel. Profiling. Memóriahasználat ellenőrzése, memóriaszivárgás azonosítására alkalmas eszközök. Hibakeresés, teljesítményanalízis és optimalizáció eszközei.
Alternatív és hardvermegoldások. Hardver szemafor, multiport memória, szoftver vagy hardver tranzakciós memória (software transactional memory, hardware transactional memory), zárolásmentes programozás (lockless programming). Rendszer-virtualizáció alkalmazása, hardver és szoftver követelmények. Hypervisor szerepe és alkalmazása beágyazott rendszerekben. Periféria-virtualizáció különös tekintettel a szenzor-virtualizációra.

III.5.1.2.2 Beágyazott és ambiens rendszerek laboratórium

(VIMIAC09, 6. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése a hallgatók elméleti és gyakorlatai ismereteinek megalapozása a digitális rendszertervezés területén, különös tekintettel a beágyazott és ambiens rendszerek megvalósítási követelményeire. A tantárgy keretén belül a hallgatók támogatást kapnak az összetett hardverkomponenseket is tartalmazó rendszerek tervezési módszereinek megismeréséhez, a tervezői, fejlesztői környezetek alkalmazásához, a hatékony tervezői módszerek és eszközök használatának elsajátításához. A tematikus mérések során a hallgatók gyakorlati tapasztalatokat szereznek a komplex beágyazott és ambiens rendszerek témaköréhez kapcsolódó ismereteik megalapozására, reprezentatív példákkal az autóipari, jelfeldolgozási és méréstechnikai területekről.
Rövid tematika:
1.-2.-3. FPGA áramkörök és tervezői rendszereik ismertetése
A korszerű beágyazott rendszerek tervezésében egyre nagyobb szerep jut a programozható logikai elemek alkalmazásának. A nagybonyolultságú eszközök korszerű tervezői környezete gyors prototípusfejlesztést, megbízható ellenőrzési módszereket biztosít a komplex digitális rendszerek megvalósításához. A mérés kapcsán a hallgatók megismerik az eszközkészlet jellemző tulajdonságait, a magas szintű hardverleíró nyelvek modellezési és szintézis lehetőségeit, egy egyszerű ALU egység tervezése kapcsán.
4.-5.-6. Összetett mikroprocesszoros beágyazott rendszer tervezése
A mérés során a hallgatók összeállítanak a Xilinx EDK fejlesztői környezet alkalmazásával összeállítanak egy konfigurálható 32 bites soft-core mikroprocesszort és különböző periféria-rendszerelem komponenseket tartalmazó beágyazott mikroprocesszoros rendszert. A teljes rendszerspecifikáció magába foglalja a szükséges processzortulajdonságok kiválasztását, a memória-vezérlők konfigurálását, a rendszer-címtartomány specifikálást, a perifériamodulok paraméterezését. A szoftveralkalmazás fejlesztése magas szintű C nyelven történik, Eclipse környezetben, a nyílt forráskódú fejlesztési eszközök ismert technológiájával. A HW-SW együttes fejlesztés során megismerik a korszerű hibakeresési és debuggolási módszereket is.
7. CAN kommunikáció vizsgálata
Ebben a mérésben a hallgatók megismerkednek a CAN alapjaival és egy CAN protokoll analizátor használatával. Megvizsgálják a CAN fizikai rétegét (jelszintek, jelalakok), majd elemzik az adatkapcsolati réteg keretformátumát. Az alkalmazási réteget – egy autós rendszer belső kommunikációját – szintén protokoll analizátorral vizsgálják. A mérés végén valódi és szimulált elemekből összeállítanak egy drive-by-wire autómodellt, amelynek működését a CAN monitorozásával fognak nyomon követni, naplózni és feldolgozni.
8. LIN kommunikáció vizsgálata
A modern beágyazott rendszerekben, és különösen a mai autókban, egyszerűbb kommunikációs feladatokra használják a LIN hálózatot. A mérés során a hallgatók megismerkednek a LIN hálózat elemeivel, valós komponensekből összeállítanak egy egyszerű master-slave LIN rendszert, és elkészítik

a működtető programot. Gateway segítségével hozzákapcsolják a LIN hálózatot egy magasabb szintű hálózathoz, pl. CAN-hez, és elemzik a kommunikáció folyamatát
9. -10. Elosztott rendszerek és szenzorhálózatok
Jelátvitel rádiós csatornán. Mintavétel szinkronizációjának megvalósítása. Akusztikus jel mintavételezése mote-ok segítségével, fúzió DSP-n. Hangforrás irányának meghatározása mote-ok és DSP processzorok alkotta összetett rendszerben. Visszacsatolás szenzorhálózatban.

III.5.1.3 Irányítórendszerek ágazat (IIT)

III.5.1.3.1 Ipari képfeldolgozás és képmegjelenítés

(VIIIAC04, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A számítástechnika fejlődésével a képi információk automatikus kiértékelése napi gyakorlattá vált a minőségellenőrzés, folyamatirányítás, navigáció, biztonságtechnika, orvosi diagnosztika és számos egyéb területen. A tantárgy célja a korszerű számítógépes képfeldolgozási és megjelenítési eljárások elveinek és alkalmazásának készségszintű megismertetése, a távfelügyelt ipari folyamatok kezelésében kulcsszerepet játszó egyes virtuális technikák bemutatása.

Rövid tematika:
Az emberi látás működése, háromdimenziós érzékelés. A térérzet komponensei, a monokuláris és binokuláris érzékelés alapjai. A látványt leíró függvények fogalma, matematikai tulajdonságai. Színrendszerek. A térbeli látvány leképzésének matematikai modellje. Az intenzitás és a távolságadatok közötti összefüggés. A reflexiós modellek szerepe a képértelmezésben.
Koordináta transzformációk, kamera modellek és kalibrációs eljárások. Alapvető érzékelő eszközök. *Képbeviteli berendezések illesztési kérdései- esettanulmány*.
Getting started: A képi információ feldolgozásának alapjai. Bináris képek feldolgozása. Matematikai morfológiai alapok. Geometriai tulajdonságok mérése. A valósidejű realizáció kérdései.. Topológiai tulajdonságok analízise. Additív halmaz tulajdonságmérték fogalma. Euler-szám fogalma. *Ipari alkalmazási példák.*
A képek előkészítő feldolgozása. Fourier transzformáció. Mintavételezés, kvantálás hatása. Egyéb tér-transzformációk. Hisztogram transzformációk. Szűrések a tér- és a frekvenciatartományban. Képszegmentálás matematikai modellje. Szintek hasonlóságán alapuló szegmentálás. Gyors változásokon alapuló szegmentálási eljárások. Hough transzformáció. Mozgásalapú szegmentálás. Textúra szegmentálás. *Biztonságtechnikai és közlekedési alkalmazási példák.*
Gyors objektumkövetési módszerek. Optikai áramlás. Szinek, élek, textúrák követése. SSD algoritmus. Vizuális visszacsatolás. *Navigációs, felhasználó követési alkalmazási példák.*
Tulajdonság reprezentáció. Objektumfelismerési (osztályozási) módszerek. Aktív látás. Képtömörítési eljárások,. Keresés képi adatbázisokban. *Teleoperációs alkalmazási példák.*
Korszerű képfeldolgozó programkönyvtárak lehetőségeinek összehasonlítása, alkalmazástechnikája (pl. Halcon, Matlab, ITK, openCV, LabView). *Egyszerűbb képfeldolgozási problémák alternatív megoldásainak bemutatása.*
Korszerű képmegjelenítési eszközök (pl. HMD, polárszűrős, anaglif, shutter, holoTV) és alkalmazott renderelési módszerek. 3D megjelenítés, térhatású megjelenítők tervezése és alkalmazása. „Hagyományos" képek átszámítása sztereo megjelenítés céljából. Bemerüléses virtuális valóság a teleoperációban. *Orvosi és telerobotikai példák.*
Szimulátor rendszerek. Hardver in the Loop szimulációval támogatott terméktervezés és –tesztelés. *Járműipari alkalmazási példák.*
IP alapú képátvitel. DSP alapú intelligens kamerák. Valósidejű képfeldolgozás. Real-time eljárások és architektúrák. *Gyártásautomatizálási alkalmazási példák.*

III.5.1.3.2 Irányítórendszerek laboratórium

(VIIIAC05, 6. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése, hogy a hallgatók laboratóriumi mérések keretében megismerjék és készségszinten elsajátítsák azokat a technológiákat és módszereket, amelyek lehetővé teszik az ipari irányítástechnika területén leggyakrabban előforduló érzékelő típusok dinamikus és statikus tulajdonságainak vizsgálatát, a folytonos és diszkrét szabályozási körök méretezését, a különböző gyártók PLC berendezéseinek programozását, illetve ipari robotkarok és mobilis platformok irányítását.

Rövid tematika:

1. mérés - hőelemek és ellenállás-hőmérők:

Különböző tokozású és típusú hőelemek és platina ellenálláshőmérő méréstechnikai tulajdonságainak, a hőmérséklet mérés bizonytalanságát befolyásoló dinamikus tulajdonságok méréssel való meghatározása a feladat illetve ellenálláshőmérő esetében a mérőáram okozta disszipációs hiba megmérése.

2. mérés - nyomás távadók vizsgálata:

intelligens, nagypontosságú programozható nyomás távadóval megismerkedve, azt hitelesítő eszközként használva kell három különböző működési elvű nyomás távadó illetve nyomásmérő paramétereit a mérés során ellenőrizni.

3. mérés - PID szabályozó vizsgálata:

A mérés keretében egy korszerű, analóg kimeneti jellel is rendelkező egyhurkos szabályozó jelképzési algoritmusaival kell megismerkedni. A különböző ugrásalakú bemenőjelre adott válaszfüggvényeinek kiértékelésével kell meghatározni a beállított és ténylegesen mérhető paraméterek eltéréseit, illetve elvégezni a szabályzó méretezését.

4. mérés – hőmérsékletszabályozás:

Adaptív szabályozóra épülő, változtatható paraméterű szakasszal, a szabályozott hőmérséklet hagyományos regisztrálásával megvalósított stabil mérés. Holtidő, időállandó mérése, kompenzáció számolása, ellenőrzése, a minőségi jellemzők összehasonlítása az önoptimalizálás révén nyert és kompenzáció nélküli paraméterekkel.

5. mérés – Pneumatikus beavatkozó szervek vezérlése:

A mérés keretében a hallgatók megismerkednek a pneumatikus beavatkozó szervek felépítésével, az azokhoz tartozó érzékelő és végrehajtó szervekkel. A mérés során megismerik a TWIDO PLC-k fejlesztői környezetét valamint a PLC-programozás alapjait, és egyszerű vezérlési feladatokat valósítanak meg PLC használatával.

6. mérés – Folyamatmodell-irányítása PLC-vel:

A mérés során a hallgatók komplex folyamatmodellek irányítását valósítják meg PLC-k segítségével. Ennek során mélyebb ismereteket szereznek az állapotgép-alapú vezérlések tervezéséről és megvalósításáról, a különféle időzítő és számláló funkciók használatáról.

7. mérés – Irányítás és felhasználói felület megvalósítása Siemens eszközökkel:

A mérés során a hallgatók egy egyszerű irányítási feladatot oldanak meg, és az irányított technológia felügyeletéhez egy felhasználói felületet is megvalósítanak. A feladat megoldása során megismerkednek a Simatic család Step7 fejlesztőkörnyezetével, illetve az ember-gép interfészek tervezési alapelveivel és azok megvalósításával.

8. mérés – ipari robot programozása:

A mérés során a hallgatók megismerkednek egy ipari robottal és annak robotprogramozási nyelvéhez tartozó fontosabb utasításokkal. Erre alapozva megírnak egy 2x3 komponenst tartalmazó anyagmozgatási robotprogramot. Betanítják a fontosabb pozíciókat a robot betanítópultjának bevonásával, elvégzik a programtesztelést és demonstrálják az anyagmozgatási feladat helyes robotizált megoldását.

9. mérés – LabVIEW alapú virtuális műszerezés:

A mérésen a hallgatók megismerkednek a LabVIEW grafikus programozási környezettel, amellyel hatékonyan oldhatók meg mérési folyamatok adatgyűjtési, feldolgozási és beavatkozási problémái a prototípus fejlesztéstől a végleges rendszerig. Egyszerűbb feladatokon keresztül a hallgatók fokozatosan eljutnak összetettebb problémák megoldásáig.

10. mérés - mobilis robot érzékelői és irányítása:
A mérés során a hallgatók egy mobilis robotot irányítanak és egy egyszerű navigációs feladatot oldanak meg. A feladaton keresztül a hallgatók megismerkednek a mobilis robotok fontosabb érzékelőivel, valamint ezek alkalmazási lehetőségeivel. A mérés során használt robot az National Instruments DANI platformja.

III.5.1.4 Számítógép-alapú rendszerek ágazat (AUT)

III.5.1.4.1 Beágyazott operációs rendszerek és kliens alkalmazások

(VIAUAC07, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A hallgatók alkalmasak lesznek arra, hogy megértsék és alkalmazzák a beágyazott operációs rendszerek alkalmazásával kapcsolatos alapkoncepciókat. A tantárgy bemutatja azokat a platformokat, technikákat és eszközöket, amelyek szükségesek a beágyazott rendszerek alkalmazás- és rendszer szintű szoftverének megírására és futtatására. Egy célorientált hardvereszköz elkészítése és felprogramozása után természetes egy megszokott, PC-ről elérhető felhasználói felület, amely akár egy vastag vagy webes alkalmazáson keresztül teszi lehetővé az új hardvereszköz monitorozását és tulajdonságainak beállítását. Napjainkban egyre inkább teret hódítanak a mobil eszközök, mint kliensoldali megoldások. A tantárgy a vastag és a vékony kliensek programozását mutatja be, különös tekintettel a felhasználói felületek tervezésére, a grafikus megjelenítésre és a hálózati kommunikációra. Ezen túlmenően bepillantást nyújt a mobil kliensek fejlesztési lehetőségeibe. Szinte valamennyi korszerű, kliensalkalmazások fejlesztését támogató fejlesztői platform az objektumorientált szemléletet követi. Ennek megfelelően a tantárgy ismerteti az objektumorientált szoftvertervezés és modellezés alapjait is (UML alapok, néhány fontosabb architekturális és tervezési minta). Elsajátítják az elkészített és felprogramozott célhardverekhez PC-s vékony illetve vastag klienseket készítését, valamint az eszközt mobil eszközökről is elérhetővé tételét. A tantárgy alkalmassá teszi a hallgatókat arra, hogy gyorsan és hatékonyan kényelmes felhasználói felületet tervezzenek a három klienstípusra. A hálózati kommunikáció programozása szintén súlyponti kérdés: a tantárgy végére a főbb kommunikációs módszerekre kész megoldások állnak a hallgatók rendelkezésére. A témakörök bemutatását illusztratív esettanulmányok kísérik.
Rövid tematika:
Egyszerű beágyazott operációs rendszerek
Idő- és eseményvezérelt rendszerek legfontosabb tulajdonságai, szinkronizációs elvek, vezérlési szerkezetek. Ütemezés, taszkkezelés, kontextusváltás. Taszkok szinkronizációja: kritikus szakasz, szemaforok, mutexek és üzenetek kezelése, prioritási kérdések. A µC/OS-II operációs rendszer főbb jellemzői (felépítés, konfigurációs lehetőségek, legfőbb szolgáltatások, 8 és 32 bites rendszerek közötti különbségek). Esettanulmányok: komplett irányító rendszer megvalósítása µC/OS-II operációs rendszer használatával.
Objektumorientált ismétlés, C#, vastagkliens alkalmazásfejlesztés alapok
Objektumorientált fogalmak átismétlése (objektum, osztály, tagfüggvény, öröklés, virtuális függvény), ennek során ismerkedés a C# nyelv alapjaival. Egy egyszerű, területszámítós konzol alkalmazás elkészítése közösen, ennek kapcsán kerülnek átismétlésre/bemutatásra a fenti fogalmak.
A .NET keretrendszer architektúrája röviden. További C# nyelvi elemek (property, delegate, event, attribútum) ismertetése, melyek szükségesek az alkalmazásfejlesztéshez. Eseményvezérelt alkalmazások .NET környezetben. Win32 API üzenetkezelése, .NET Windows Forms alkalmazások architektúrája, Windows Forms alkalmazásfejlesztés alapok. Eseményvezérelt alkalmazások: vezérlők, dialógusablakok. Eseményvezérelt alkalmazások: GDI+ (rajzolás). Többszálú alkalmazások fejlesztése. Hálózati kommunikáció (socketek)
Szoftvertervezés és architektúrák alapok
Objektumorientált szoftvertervezés alapjai, UML alapok (fontosabb diagramok). Document-view architektúra (plusz rétegek, singleton és composite). Document-view architektúra esettanulmány .NET környezetben

III.5.1.4.2 Mikrokontroller laboratórium

(VIAUAC08, 6. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja, hogy bemutassa a korszerű mikrokontrollerekkel történő hardver tervezési és hardverközeli programozási lépéseit, a folyamatszabályozáshoz nélkülözhetetlen PLC-k alkalmazási lehetőségeit, valamint a beágyazott rendszerekben alkalmazott operációs rendszerek és a kapcsolódó kliensalkalmazások fejlesztésének alapvető fogásait.
Rövid tematika: A hallgatók fentieket a következő mérések elvégzésével sajátítják el:
1-2. Mikrokontrollerek kommunikációjának vizsgálata
A méréseken a hallgatók egyszerű programozási feladatok megoldásával vizsgálatokat végeznek a mikrokontrolleres alkalmazások tipikus belső (SPI, I2C) és külső (RS232, RS485, CAN) kommunikációs csatornáinak vizsgálatára.
3. Illesztési feladatok mikrokontrollerekre
A mérés célja egyrészt gyakorlati tapasztalatok szerzése az inkrementális szöghelyzet adó és hídkapcsolású DC/DC átalakító mikrokontrollerhez való illesztésével kapcsolatban. Másrészt a hallgatók megismertetése az állandó mágneses egyenáramú motor fordulatszám változatási és pozicionálási módszereivel.
4. PLC programozási alapismeretek
A technológiai folyamatok felügyelete, vezérlése napjainkra szinte kivétel nélkül PLC-k alkalmazásával történik. A mérés célja a PLC-k működésének és programozási lehetőségeinek megismertetése a hallgatókkal egyszerű feladatokon keresztül.
5. Desztillációs oszlop irányítása PLC-vel
A technológiai folyamatok irányítására ma már elsősorban számítógépes rendszereket alkalmaznak. A mérés során a hallgatók megismerkednek egy gyakran alkalmazott ipari technológia laboratóriumban megépített félüzemi modelljével és annak korszerű irányítási rendszerével. Tanulmányozzák az ipari folyamatok irányítására alkalmazott legfontosabb érzékelőket, az intelligens távadókat, az irányítást végző, hálózatban működő PLC-ket (Simatic S7). Megismerik egy modern kezelői felület használatát. Az ipari gyakorlatban jól alkalmazható közelítő módszerekkel elvégzik a rendszer legfontosabb szabályozási köreinek behangolását.
6. Beágyazott operációs rendszerek használata
A komplex beágyazott ipari rendszerek – szinte kivétel nélkül – valamilyen beágyazott operációs rendszer felhasználásával készülnek. Minden beágyazott eszközökkel foglalkozó mérnökkel szemben alapvető elvárás, hogy alap szinten tisztában legyen a beágyazott operációs rendszerek működésével, az általuk nyújtott alap és kiegészítő szolgáltatásokkal. A laboratórium keretében a hallgatók megismerkednek egy méltán népszerű beágyazott operációs rendszerrel, egy egyszerű alkalmazás elkészítésén keresztül betekintést nyernek a beágyazott operációs rendszeren alapuló szoftverfejlesztés gyakorlatába. A mérésen a hallgatók az oktatási célra ingyenesen használható, minden fontos komponenst tartalmazó jól dokumentált, és széles körben használt µC/OS-II operációs rendszert használják a rendszer elkészítéséhez.
7. Document-View architektúra alkalmazása vastagkliens alkalmazásokban
A kliensalkalmazások fejlesztése során az egyik leggyakrabban alkalmazott tervezési minta a Document-View architektúra. A Document-View architektúrát alkalmazva a mérés során a hallgatók elkészítenek egy naplózott mérési adatokat többféle nézetben megjelenítő kliensalkalmazást.
8. Többszálú alkalmazások fejlesztése
A korszerű grafikus felhasználói felületekkel szemben alapvető elvárás, hogy folyamatosan reszponzívak (alkalmazkodók, engedékenyek) legyenek. Azokat a feladatokat, melyek a felhasználói felületet blokkolnák, másik szálon kell megvalósítani. A mérés keretében a hallgatók megismerkednek a többszálú alkalmazások fejlesztésének alapvető fogásaival, a szálak szinkronizálásának lehetőségeivel egy vastagkliens alkalmazás kifejlesztésén keresztül.
9. Hálózatkezelés megvalósítása vastagkliens alkalmazásokban
A beágyazott eszközök egyre nagyobb arányban tartalmaznak internethez történő kapcsolódást lehetővé tevő hardver/szoftver elemeket, melyek segítségével az eszközök távfelügyelete az internet használatával lehetővé válik. A mérés során egy ilyen internetre csatlakoztatott beágyazott eszköz távfelügyeletét

megvalósító vastagkliens alkalmazás (mért adatok megjelenítése, vezérlés) elkészítése a hallgatók feladata.

10. Önálló tervezési feladat

A félév elején a hallgatók egy STM32Nucleo mikrokontrolleres kitet és ehhez egy önálló tervezési feladatot kapnak, amely során egy adott illesztési/irányítási feladatot kell megoldaniuk. Ezen a mérésen az általuk elkészített hardver-szoftver megoldást mutatják be a mérésvezetőnek, és átadják a munkához tartozó tervezési dokumentációt.

III.5.2 Infokommunikációs rendszerek specializáció (HIT, TMIT, HVT)

(Infocommunication Systems)

A specializáció gazdatanszéke: HIT

Ágazatok:	Ágazatfelelős:
Infokommunikációs hálózatok és alkalmazások (TMIT)	Dr. Bíró József
Multimédia technológiák és rendszerek (HIT)	Dr. Huszák Árpád
Nagyfrekvenciás rendszerek és alkalmazások (HVT)	Dr. Nagy Lajos

1. Célkitűzés:

Az IT-alkalmazások szinte mindegyike hálózatos. Nemsokára a kommunikáló embereknél és az általuk használt alkalmazásoknál sokkal több kommunikáló gép lesz hálózatba kapcsolva (Internet of Things – a "Tárgyak Internete"). Az infokommunikáció szakterület a hálózatokat és a rajtuk megvalósítható szolgáltatásokat és alkalmazásokat foglalja magában. A specializáció ennek a szakterületnek a rendszertechnikáit és technológiáit mutatja be. Gyakorlatias megközelítésben foglalkozunk a hálózati rendszerek és szolgáltatások kialakításával, konfigurációjával és üzemeltetésével, a rendszerek működésében alapvető szerepet játszó vezetékes és vezeték nélküli technológiákkal, a médiatartalom-terjesztés és -feldolgozás technológiáival, a nagyfrekvenciás és műholdas rendszerek elemeivel, továbbá rádiós mérőrendszerekkel és alkalmazásokkal. Magyarországon az infokommunikációs rendszereknek jelentős szolgáltatási, gyártási és kutatás-fejlesztési háttere van. Ezért a specializáción végzett hallgatóknak sok elhelyezkedési lehetőség kínálkozik: a szolgáltatóknál, a gyártóknál, az elektronikus gazdaság és kormányzat infokommunikációs rendszereit működtető, valamint értéknövelt szolgáltatásokat előállító kis- és középvállalkozásoknál egyaránt.

III.5.2.1 A specializáció tantárgyai

III.5.2.1.1 Mobil kommunikációs rendszerek

(VIHIAC04, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerjék napjaink korszerű mobil és vezeték nélküli rendszereinek működését és lehetőségeit, elsősorban a villamosmérnöki szempontból érdekes és gyakorlatias szempontok alapján, mint a rádiós interfészek alapvető működése és folyamatai, berendezések hardveres felépítése és működése. Hangsúlyt fektetünk az eszközökben/berendezésekben megtestesülő gyártói megvalósítások ismertetésére és ezek alkalmazására.

Rövid tematika:

Bevezetés, mobil hálózati alapismeretek

Motivációk, információk a szakirányról, a szakirány logikai felépítése, a tárgyak közti összefüggés. A szakma elhelyezése a palettán: országos, EU, (-> világ) adatok a szakmára vonatkozóan: cégek száma, alkalmazott mérnökök száma, árbevétel, részesedés a GDP-ből, stb., a közeljövőre vonatkozó kilátások. A tárgy féléves tematikájának áttekintése, a tantárgy logikai keretének elmagyarázása.

Mobil hálózatok általános felépítése, frekvenciaújrafelhasználás elve, cellás elv. Hálózatok tipikus felépítése, logikai és fizikai architektúra közti különbség szemléltetése valós hálózati példán.

Mobil és vezetéknélküli alapismeretek

Felhasználói mobilitásból eredő problémák és vázlatos megoldások. Szükséges legalapvetőbb fogalmak a rádiós csatornáról és rádiós átvitelről bevezetés/átismétlés szintjén: jelek komplex alapsávi leírása, sávszélesség, vivőfrekvencia jelentése, zaj/interferencia jelentése, hatása; Shannon kapacitás; csillapítás, fading; moduláció; középfrekvencia; feljkeverés; szűrés; digitális szűrés; hibavédő kódolás; erősítés, stb.

3G

3G hálózat felépítése és a berendezések szerepe, működése. 3G rádiós interfész működése: új rádiós paradigma: szórt spektrumú rendszerek. A szórt spektrumú rendszerek működése, fajtái általában. Kódosztás a 3G-ben: ortogonális és zagyváló kódok használata. 3G rádiós interfész működése: moduláció,

kódolás, fizikai jelfeldolgozás, csatornák, logikai csatornák, transzport csatornák, időrés és keretszerkezet, elérhető bitsebességek
3G, 3G továbbfejlesztések
3G rádiós interfész továbbfejlesztései: HSDPA, HSUPA, HSPA+: átviteli sebesség növelésének módjai, a rádiós megoldások újdonságai. Korábbi paradigmák: AMC, QoS, kódosztás, ütemezés alkalmazása a 3G továbbfejlesztésében. Új rádiós paradigma: MIMO. MIMO működésének alapelvei. A HSPA –beli használat és paraméterek alapján elmagyarázva.
LTE rendszer
LTE hálózat: új eszközök, ezek felépítése, működése, LTE hálózati interfészek és működésük. Az LTE és a korábbi rendszerek közötti együttműködés módjai. Korábbi speciális, vagy gyártói megoldások megjelenése az LTE rendszerben. Újdonság a rádióhálózati architektúrában: távoli rádiós fejegységek használata (RRU). CPRI interfész, OBSAI bázisállomás architektúra.
LTE rádiós interfész
Áttekintés: FDM, OFDMA alapelve, működése. LTE rádiós interfész paramétereivel, mint példával bemutatva: letöltési irány, feltöltési irány. AMC, ütemezés, QoS, MIMO az LTE rádiós interfészen
LTE-Advanced: az igazi 4G
Új paradigma: vivőaggregáció. Megvalósítása a bázisállomás hardveren, jelfeldolgozási nehézségek, hardveres korlátok. Visszatekintés: dual-carrier HSPA megoldás a 3G fejlesztéseknél. Új MIMO működési módok és hatásuk. Relézési módok és várható teljesítőképességük. Keskenysávú átvitel (NB-IoT) és D2D átvitel az LTE rádiós interfészen.
Helyi hálózatok: a 802.11 szabványcsalád (WiFi)
A szabványok áttekintése: a számos betűjelzés melyike mit takar, a szabvány hatásköre (mit definiál). A 802.11 b,g,a,n,ac -> fejlődési vonalon a fizikai átvitel jellemzése. Frekvenciasáv, moduláció, kódolás, szükséges jelfeldolgozás, elérhető átviteli sebességek.
Helyi hálózatok: Bluetooth
Bluetooth rádiós interfész működése: moduláció, keretszerkezet, frekvencia-ugratás, hálózatszervezés. különbségek a Bluetooth szabványverziókban. Elérhető átviteli sebességek hogyan adódnak.
Személyes hálózatok
RFID. Alapvető működés, RFID használata, lehetőségei, különböző működési módok. Elérhető fejlesztői környezetek. NFC. Alapvető működés, NFC használata, lehetőségei, átviteli sebességek. Elérhető fejlesztői környezetek.
Energiahatékonyság a mobil hálózatokban, LTE/LTE-Advanced példán keresztül
Aktuális adatok a mobil hálózatok energiafogyasztásáról. Mobil bázisállomás fogyasztásának modellje, mobil állomás telephely fogyasztásának modellje. Mobil hálózati energiahatékonysági metrikák. Fogyasztás csökkentésének módjai és hatékonysága
A közeljövő mobil/vezetéknélküli hálózati jövője
5G hálózatok: 3GPP Release 15 pillanatnyi állása. Forgalom növekedés, “kapacitás-kocka”: a kiszolgálás lehetséges módjai. „Internet of Things” paradigmából adódód speciális forgalmi és felhasználói körülmények: gép-gép kommunikáció, tömeges számú végpontból álló hálózatok (szenzor), stb; ezek követelményei, hatása a vezetéknélküli hálózatra. Masszív MIMO rendszerek; koordinált multipont átvitel; lehetőségek, korlátok. Felhő alapú rádiós hozzáférési hálózat (cloud RAN) koncepció. Kvantum-kommunikáció: lehetőségek és kurrens fejlesztések

III.5.2.1.2 Hálózati technológiák és alkalmazások

(VITMAC05, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése egyfelől megismertetni a hallgatókat a különböző aktuálisan használt és jövőbe mutató vezetékes hozzáférési technológiák működési elveivel, leginkább az adatkapcsolati rétegre koncentrálva. Másfelől cél a hálózati rétegbeli kommunikáció alapelveinek bemutatása, mind a vezetékes, mind a vezeték nélküli hálózatokra kiterjedően, különös hangsúlyt fektetve az útvonalválasztási algoritmusokra fix és ad hoc környezetben, a csoportos kommunikációra (multicast), illetve az IP hálózatok feletti mobilitás kezelésére. A tantárgy ezután bemutatja a hálózati alkalmazások

különböző architektúráit, a kliens-szerver és a peer-to-peer kommunikációs modelleket, illetve a felhő alapú kommunikáció alapelveit. Végül kitér néhány konkrét alkalmazási lehetőségre, majd kitekintésként röviden érinti a Jövő Internetének illetve a Tárgyak Internetének kérdéskörét.
Rövid tematika:
Vezetékes hozzáférési hálózati technológiák – bevezető. Különböző DSL megoldások: ADSL(2+), VDSL(2), Gigabit DSL.
Kábelnet – architektúra, spektrumkiosztás, versenyhelyzetes feltöltés szabályozása, szabványosítás. DOCSIS (1.0 – 3.1).
Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Terabit Ethernet, Metro Ethernet.
Spanning Tree Protocol, RSTP, MSTP.
Optikai hálózatok: FTTC, FTTH, passzív ás aktív architektúra.
Kommunikáció a hálózati rétegben. IPv4 címzés, subnetting, virtuális magánhálózatok.
IPv6 címzés, fejlécek, áttérési stratégiák.
Útvonalválasztás: távolság-vektor alapú (RIP). kapcsolat-állapot alapú (OSPF).
Tartományok közötti útvonalválasztás, a BGP protokoll. Az MPLS protokoll.
Csoportos kommunikáció – IP Multicast. Csoportmenedzsment protokollok (IGMP, MLD).
Multicast útválasztó protokollok (DVMRP, MOSPF, PIM). IP Multicast vs Applications Layer Multicast – előnyök, hátrányok. Anycast.
A szállítási réteg. A TCP protokoll működése, megbízható átvitel, torlódás-vezérlés.
Különböző TCP változatok. Az UDP protokoll és alkalmazásai.
Kitekintés a kommunikációs hálózatok jövőbeni megoldásaira (SDN, cloud communication, fog networking, a jövő internete, tárgyak internete).

III.5.2.1.3 Nagyfrekvenciás rendszerek

(VIHVAC04, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a nagysebességű vezeték nélküli és vezetékes hálózatok rendszer-elvű tárgyalását tűzi ki célként.
Rövid tematika:
A rádiórendszerek felosztása és az alkalmazott rádióspektrum (ITU – rádió szolgálatok, műsorszóró szolgálatok, állandóhelyű szolgálatok, mozgó szolgálatok, műholdas szolgálatok, hiteles frekvencia és órajel szolgálatok, rádiónavigációs szolgálatok, radar szolgálatok, rádiócsillagászati szolgálatok, amatőr szolgálatok, ipari, tudományos és orvosi szolgálatok). Antenna alapfogalmak ismétlés.
Mikrohullámú pont-pont összeköttetések – alkalmazási terület, felépítés, a rádiócsatorna. Rendelkezésre állási valószínűség.
Sztochasztikus folyamatok. Zaj eredete, Planck sugárzási törvénye, GWN és leírása. Zajtényező, redukált zajhőmérséklet, antennák ekvivalens zajhőmérséklete. Sorbakapcsolt blokkok eredő zajtényezője. Csillapító zajtényezője, LNA.
Pont-pont összeköttetés számítása, jel-zaj mérleg.
Optimális vevő digitális moduláció esetében. Ismert jel keresése zajban, illesztett szűrő, korrelációs vevő.
Impulzuskompresszió szerepe a mikrohullámú távérzékelésben.
Antennarendszerek szerepe a korszerű hírközlésben. Adaptív antennarendszerek alapjai, Elektronikus nyalábformálás, pásztázás. Fázisvezérelt antennarács.
Interferenciák és szűrési módszerek a hírközlésben és a távérzékelésben. Konvencionális iránybecslés és kapcsolata a spektrumbecsléssel.
Adaptív iránybecslés. Antenna realizációk, MRA.
A rádiós rendszerek frekvencia erőforrásának tervezése. Frekvenciagazdálkodás (NMHH szerepe a frekvencia gazdálkodásban). Az EM tér élettani hatásai, egészségügyi szabványok.
A sugárzott hullámok EMC emisszió és immunitás tervezési szempontjai, mérési módszerei. (Látogatás a HVT antenna-EMC mérőszobájában.)
Radar mérés alapjai.

III.5.2.2 Multimédia technológiák és rendszerek ágazat (HIT)

III.5.2.2.1 Multimédia technológiák és rendszerek

(VIHIAC05, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése:A tantárgy átfogó képet nyújt a korszerű médiakommunikációs rendszerek rendszertechnikai felépítéséről, a kódolási és modulációs technikákról, a vevőkről és a megvalósítható szolgáltatásokról, annak érdekében, hogy a hallgatók az egyes megoldásokat szakszerűen pozícionálni tudják, és tisztában legyenek azok alkalmazási lehetőségeivel és korlátaival. A hallgatók képessé válnak a dedikált hálózatokon működő és az IP feletti médiakommunikációs rendszerek és szolgáltatások üzemeltetésére és fejlesztésére.

Rövid tematika:

Média, multimédia alapfogalmak. Multimédia rendszerek általános felépítése és követelményei.

Hallás és audiórendszerek. Az emberi hallás. Hangrögzítés, hangrögzítő rendszerek. Sztereó és többcsatornás hangrendszerek felépítése, működése.

Látás és képmegjelenítés. Az emberi látás jellemzői, sajátosságai. Radiometria fogalmak (sugárerősség, sugársűrűség, stb.) Fotometria (etalon fényforrás, színhőmérséklet, fotometriai mennyiségek). Kolorometria (színingerek, színmérő, spektrális színösszetevő függvények).

Képalkotás. Fényképezés műszaki alapjai (blende, fókusztávolság, mélységélesség, záridő, stb.)

Analóg és digitális megjelenítő eszközök. Házimozi rendszerek (csatlakozók, felvevők, tárolók). 3D képalkotás és virtuális valóság.

Forráskódololási eljárások. Mintavételezés, kvantálás, adattömörítési eljárások. Audió-forráskódolás. Alapelvek, gyakori megoldások (részsávokra bontás, kódoló és dekódoló sematikus felépítése, predikciós megoldások). Képtömörítés. Veszteségmenetes (BMP, GIF, PNG, JPEG) és veszteséges képtömörítés (JPEG). Videó-forráskódolás. Kép- és videóformátum szabványok. MPEG alapok (rétegszerkezet, képtípusok, mozgásbecslés és -kompenzáció). MPEG-1, MPEG-2 és H.264/MPEG-4 (AVC, SVC, 3D videó: MVC)

Médiatárolás, adathordozók. Médiaformátumok (AVI, MKV, MOV, stb.). Adathordozók (mágnes, elektronikus, optikai).

Médiatovábbító rendszerek. Híradástechnikai alapok. Analóg és digitális modulációk (AM, FM, BPSK, QPSK, QAM).

Műsorszóró rendszerek. Hagyományos hangműsorszórás (rádió) (AM, FM). Hagyományos földfelszíni, kábeles és műholdas műsorszórás. Digitális műsorszóró rendszerek. DVB-C/T (megoldások, formátumok, rendszertechnika). DVB-S/H (megoldások, formátumok, rendszertechnika). MBMS.

Médiaátvitel best effort hálózatokon. Hálózati technológiák és protokollok, IP és IPv6 (unicast, multicast, broadcast, anycast). Szállítási réteg (UDP, UDP-lite, TCP, SCTP, DCCP). RTP, RTCP, RTSP.

Quality of Service. QoS, QoE alapfogalmak. Adaptív megoldások (szabályozás, hibakezelés, szinkronizálás, pufferelés, stb.).

Alkalmazások és rendszerek. Hívásvezérlés (SIP, H.323). Voice over IP (VoIP) és telefonkonferencia rendszerek felépítése, működtetése. Kamerarendszerek a gyakorlatban

IPTV rendszer felépítése, működése. Video on Demand (VoD). Internet TV.

Médiatároló és elosztó rendszerek. Gyorsítótárazás (caching), felhő (cloud) megoldások, tartalomelosztó hálózatok. Multimédia platform, IMS.

Multimédia-biztonság (AAA, DRM, vízjelezés).

III.5.2.2.2 Multimédia technológiák és rendszerek laboratórium

(VIHIAC06, 6.szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a specializációt alapozó „Mobil és vezeték nélküli hálózati technológiák” és az ágazati „Multimédia technológiák és rendszerek” tantárgyak alátámasztása gyakorlati ismeretekkel, a mobil és médiakommunikációs rendszerekkel kapcsolatos műszaki problémák és azok megoldási lehetőségeinek vizsgálatával.

Rövid tematika:

Digitális képrögzítés

Digitális fényképezés és videózás műszaki alapjainak (objektívek, szenzorok) és a kapcsolódó fogalmak (záridő, fókusztávolság, mélységélesség) megismerése és gyakorlati vizsgálata.

Digitális képkódolási eljárások I.

Bitsebesség-csökkentési eljárásokban alkalmazott legfontosabb elvek (kvantálás, DPCM, alul-mintavételezés, DCT) megismerése. A képkódolási eljárások gyakorlati alkalmazása, és a kialakított grafikus felhasználói felületen a kódolási paramétereket változtatva szubjektíven és objektíven is értékelik azok képminőségre gyakorolt hatását.

Digitális képkódolási eljárások II.

MPEG kódolás során alkalmazott eljárások (mozgáskompenzáció, mozgásbecslés, rétegszerkezet, prediktív kódolás, makroblokk predikció) megismerése. CBR és VBR kódolási módok.

Hangstúdió-technikai ismeretek

Alapfogalmak (hangkeltés, -érzékelés, hangerő, frekvencia-, dinamikatartomány), hangstúdió alapismeretek (felvételi-, technikai helyiség, rendszertechnika), a hangkeverés alapjainak (felvételi, keverési technikák, effektezés hangszínszabályozás) elsajátítása.

IP streaming

IP alapú videó továbbítás módszereinek (IPTV, Internet TV) megismerése, médiaszerverek működése. Kamerarendszerek alkalmazása.

Médiakreálás

Otthoni feladatként egy 3 perces videó elkészítése az előírt követelményrendszer alapján (vágás, effektek, animáció, felirat, hangsávok), melyek értékelése és kielemzése közösen történik.

GSM rádiós átvitel mérése

A GSM rendszerek rádiós működési alapjainak mérés alapú megismertetése, gyakorlati prezentálása a labor eszközeinek felhasználásával: logikai és fizikai csatornák, alapvető rádiós folymatok.

4G rádiós interfész működése

A hallgatók valósághű szimulációs vizsgálatokkal megtapasztalják az OFDM alapú átvitel 4G rádiós interfészek működésének részleteit: alapvető modulációs és kódolási eljárások, keretszerkezet, teljesítőképesség.

Wi-Fi (802.11) átviteli teljesítőképesség

A hallgatók méréses úton megismerik a WiFi hálózatokkal elérhető lefedettség, átviteli minőség, kapacitás jellegű jellemzőket különböző valóságos környezetben, valóságos forgalmi- és interferenciaviszonyos esetén.

Hálózatfelügyeleti központ működése

Egy valós hálózat felügyeleti központjának felépítésének, működésének elemzése és vizsgálata.

III.5.2.3 Infokommunikációs hálózatok és alkalmazások ágazat (TMIT)

III.5.2.3.1 Hálózatok építése, konfigurálása és működtetése

(VITMAC06, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy elméleti és gyakorlati ismereteket nyújt a kis és nagy IT hálózatok valamint a Tárgyak Internete (Internet of Things - IoT) és a hozzá közvetlenül kapcsolódó szolgáltatások kialakítása, konfigurációja és üzemeltetése terén.
Rövid tematika:
Linux és kriptográfiai bevezetés. Interfészek, fizikai korlátok. Router és switch architektúrák, platformok.
Nagyvállalati hálózatok felépítése. Moduláris és hierarchikus felépítés. A nagyvállalati hálózatok architektúrájának elemei. Belső területek és határfelületek.
Hálózati funkciók a gyakorlatban: Konfiguráció (DHCP), Zero-konfiguráció és protokolljai, NAT, NAT átjárás. Átjárók konfigurálása és használata.
Kapcsolódás az Internetszolgáltató felé. Multihoming. Névfeloldás (DNS) kezelése. Routing protokoll kiválasztása, routing beállítások. Szolgáltatási szerződések (Service Level Agreement - SLA).
Vezetéknélküli WiFi hozzáférési pontok felépítése. WiFi hozzáférési pontokból épített hálózatok. Nagy kiterjedésű WiFi hálózatok. Központosított vékony és vastag WiFi architektúra. Sűrűn telepített WiFi hálózatok. Antennák irányítása, jelalakítás.
Nagyvállalati WiFi hálózatok biztonsága. 802.11i és 802.1X. Otthoni WiFi hálózatok biztonsága. WPA2, WPS. WiFi menedzsment.
Hitelesítés a nagyvállalati hálózatban. RADIUS kapcsolat a hitelesítéshez. Az EAP protokoll és a hitelesítési eljárások.
Single Sign On: Kerberos. Tanúsítványok beszerzése, saját PKI felállítás és üzemeltetés. Címtár szolgáltatás, LDAP.
Telephelyek összekapcsolása. Bérelt vonal. VPN megoldások: L2VPN, IPSec.
Távmunkások bekapcsolódása a hálózatba (VPN), SSL VPN. Távoli hozzáférés biztosítása, SSH, SSH VPN. Kapcsolatok biztonsága: TLS és DTLS.
Hálózatok szegmentálása. Tűzfalak. Demilitarizált övezetek (DMZ). Kiszolgálók optimális elhelyezése, tartalékolása, védelme. Hálózati incidensek felderítése.

Forgalom monitorozás és management. Hálózati menedzsment eszközök és szoftverek használata, SNMP, MIB struktúra és objektumok. NetConf, RMON. Forgalom analízis. NetFlow, IPFIX.
Tárgyak internete (Internet of Things - IoT) és technológiai konvergenciák. IoT architektúra és infrastruktúra.
IoT hálózatok működtetése. Alkalmazási példák: ipari, meteorológiai, agrár, intelligens otthon, egészségügy, sport és fitnessz, intelligens város.

III.5.2.3.2 Infokommunikáció laboratórium

(VITMAC07, 6. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a specializáció tantárgyaiban tanított elméleti ismeretek alátámasztása és kiegészítése gyakorlati ismeretekkel, mérési feladatok megoldásával.
Rövid tematika:
Bevezetés a távközlési labor használatába
A mérés bevezeti a hallgatót a távközlési laboratórium használati rendjébe, valamint ismerteti az eszközparkot a mérési utasításban megadott feladatsor végrehajtásán keresztül. A mérés során megismerik a "Baleset elhárítási és Tűzvédelmi Szabályzat" távközlési laborra vonatkozó kiegészítését is.
Programfejlesztő eszközök
A mérés során a hallgató elsajátítja a hardver közeli, alacsony szintű programfejlesztés eszközeit. Megismeri a fordításhoz használt GNU eszközláncot, és egy egyszerű de moduláris program előállításához szükséges tehnológiai láncot. Sor kerül az elkészült szoftver szerkezetének statikus, illetve

futás közbeni dinamikus vizsgálatára is. A hallgató megismerkedik a platform független (cross-platform) fordítással és annak technológiai hátterével. Egy mikrokontroller alapú kommunikációs modul illesztésén és programozásán keresztül megismeri a beágyazott rendszerek moduljainak fejlesztését.

Adatátvitel hozzáférési hálózaton

A mérésen a hallgatók megismerkednek a klasszikus, előfizetői hálózat réz érpárjait felhasználó, digitális előfizetői átviteli rendszerek működésével és vizsgálati módszereivel. A méréseket a hallgatók xDSL mintahálózatban végzik..

Mérések lokális számítógéphálózaton

A mérés magába foglalja egy helyi hálózat Ethernet szegmenseinek fizikai rétegbeli oszcilloszkópos vizsgálatát, valamint a hálózati forgalom monitorozó (WireShark, tcpdump) eszközök használatának készség szintű elsajátítását. A hallgatók menedzselt Ethernet kapcsolók (switch) segítségével alhálózatokat konfigurálnak, ahol a már tanult eszközökkel megfigyelik a konfigurációs és menedzsment forgalmat.

IP telefónia

A mérés célja megismertetni a hallgatókat a VoIP hálózatok tipikus építőelemeivel, a VoIP kapcsolatok vezérlésével, beszédkódoló típusokkal, átjárókkal. A mérés alkalmával VoIP mintahálózatot építenek fel és konfigurálnak, méréseket végeznek a VoIP hálózaton átvitt beszélgetéseken.

Médiakódolás és átvitel

A mérés célja, hogy mozgókép- és hangkódolási eljárások segítségével megismertesse a hallgatókat a QoS és QoE fogalmakkal. A mérés keretében többféle mozgókép- és hangkódolót vizsgálnak meg és megfigyelik a kódolás paraméterei közötti összefüggéseket, a tipikus kódolási hatásokat. A mérés második felében videó és hang folyamok átvitelét vizsgálják a hálózati elemek és más forgalmak hatásainak kitéve. Megtanulják miként működnek a hálózati eszközökön beállítható QoS paraméterek.

G-PON - Gigabites Passzív Optikai Hálózatok

A mérés célja hogy megismertesse a hallgatókat a laboratórium G-PON hálózatának felépítésével, és működtetésével a mérési utasításban megadott feladatsor végrehajtásán keresztül, amely egy minimális 3Play (gyors internet, telefónia, televízió) szolgáltatást hivatott kiépíteni az előfizetői oldal számára.

III.5.2.4 Nagyfrekvenciás rendszerek és alkalmazások ágazat (HVT)

III.5.2.4.1 Űrtechnológia

(VIHVAC05, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy áttekintést nyújt a hallgatók számára azokról a mérnöki ismeretekről, amelyek a világűrben alkalmazásra kerülő elektronikus eszközök tervezéséhez, konstrukciójához, teszteléséhez és üzemeltetéséhez kapcsolódnak. Az itt tanultak mindamellett jól hasznosíthatóak a nagy megbízhatóságú, szélsőséges körülmények között üzemelő földi berendezések tervezése során is. A műholdas kommunikáció elméleti és gyakorlati megvalósítása, a nagy megbízhatóságú elektronikák tervezési és alkatrész választási problémái, az űrkörnyezetbeli konstrukciós követelmények és számos, az űrtechnológiával kapcsolatos analóg és digitális áramkör tervezési probléma kerül ismertetésre. Önálló munka keretében lehetőség van a tantárgy témakörébe illeszkedő egyszerűbb áramkörök elkészítésére és bemérésére is.

Rövid tematika:

Magyarországi űrkutatási műhelyek múltja és jelene; történeti áttekintés és napjaink kutatóhelyei. Mesterséges holdak és űrszondák fontosabb alapegységei és payloadok.

Konstrukciós megfontolások, termikus és mechanikus igénybevétel, tesztelés.

Űreszközök pályái, kommunikációs problémák, telemetria rendszerek. Antennák, gyakran használt modulációk (OOK, AM, PSK, BPSK, QPSK, FM, FSK), hibadetektálás és hibajavítás. Az adatátviteli csatorna minősítése.

A földi vevőállomás felépítése, feladatai. Adatátvitel a földi állomásra és a fedélzeti adattárolás kérdései.

Rádiótelemetria rendszerek alacsonypályás és geostacionárius műholdakon. A fedélzeti energiaellátás kérdései; energia egyensúly, architektúrák.
Digitális áramkörök űrbeli alkalmazása. A fedélzeti számítógép feladatai űreszközökön. Központi mérés-adatgyűjtő rendszerek.
Programfejlesztés űreszközök fedélzeti rendszereihez. Programozható digitális áramkörök tervezése és megbízhatósági kérdései. FPGA áramkörök mesterséges holdakon.
Műholdfedélzeti energiatárolás és generálás. Az energia elosztó és védő hálózatok, a fogyasztás optimalizálásának lehetőségei.
A sugárzás hatásai elektronikus eszközökre, sugárzásállósági tesztek. Alkatrészek kiválasztásának elvei űreszközök esetében.
Tartalékolás és megbízhatósági kérdések; minőségbiztosítás. Az űr-projektek szervezésének folyamata az ESA "műhelyekben".
Földi ellenőrző műszerek, automatizált mérő rendszerek. Nap-Föld fizikai kapcsolatok.
Interkozmosz projektek: IK-15-től IK-24-ig.
A Tranzit rendszer ismertetése és a rendszerhez fejlesztett vevő bemutatása. Ázsiai űrkutatási koncepciók (India, Kína, Korea).
Fotobiológia – asztrobiológia

III.5.2.4.2 Nagyfrekvenciás rendszerek és alkalmazások laboratórium

(VIHVAC06, 6. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja az alapozó és specializáció-tantárgyakban tanított nagyfrekvenciás elméleti ismeretek alátámasztása és kiegészítése gyakorlati ismeretekkel, betekintés biztosítása a nagyfrekvenciás technika néhány fontos rész- és kapcsolódó területére, rádiófrekvenciás és optikai mérési alapok bemutatása számítási és mérési feladatok megoldása révén.
Rövid tematika:
Az 1. laborfoglalkozás alkalmával a félévközi teendők és a laborbeosztás megbeszélésén túl a hallgatók részt vesznek azon a bemutatón, ahol a kutatólaborok rövid bemutatkozása révén képet kapnak a tanszék szakterületeiről, oktatási és kutatási munkájáról.
Csőtápvonalas mérések elosztott paraméterű hálózat demonstrálására, haladó és reflektált hullám, eredő térerősség eloszlás; feszültség reflexiótényező, állóhullámarány definiálása és mérése.
Optikai szál, mint átviteli közeg, valamint a hozzá kapcsolódó forrás- és vevőeszközök vizsgálata.
Antennás alapfogalmak gyakorlati megerősítése, bemeneti impedancia, nyereség, iránykarakterisztika mérése.
Nagy sebességű nyomtatott áramköri vonalak tulajdonságainak (késleltetés, torzítás, áthallás, stb) vizsgálata számítógépes szimulációval és méréssel.
CUBESAT típusú piko-műholdak napelemes energiaellátó rendszerének vizsgálata, napelemtábla U/I/P karakterisztikája, napelem illesztő áramkör /MPPT/ követési és teljesítményátviteli hatásfoka, energia tárolás, napelem illesztés, stb..
Kábeltelevízió fejállomás vizsgálata; műsorszóró műhold pozíciójának és csatornakiosztásának megállapítása, fejállomás programozása földi analóg és műholdas digitális adások vételére, analóg és digitális csatornák és alapsávi jelek spektrumának mérése.
ISM sávokban működő FSK átviteltechnikai rendszer jellemző tulajdonságainak vizsgálata, tipikus áramköri megoldások tanulmányozása kétchipes (adó és vevő) áramkörökön, a használatos antennatípusok áttekintése.
ESD és vezetett rádiófrekvenciás zavarok vizsgálata járműipari szabványok alapján.
Mobil rádiócsatorna szimulációs vizsgálata MATLAB környezetben; csatornamodellek a különféle zajok és fadingek hatásának kezelésére mozgó vételi pont esetén. Időjárási paraméterek hatása a hullámterjedésre; a hallgatók a V2/702 labor kutatócsoportjának közreműködésével üzemeltetett mikrohullámú összeköttetések időjárási és szakaszcsillapítási adatai alapján elemzik a légköri meteorológiai jelenségek hatását a rádióösszeköttetésekben.

III.5.3 Mikroelektronikai tervezés és gyártás specializáció (EET, ETT)

(Microelectronics Design and Technology)

A specializáció gazdatanszéke: EET

Ágazatok:	Ágazatfelelős:
Mikroelektronikai tervezés(EET)	Dr. Bognár György
Mikroelektronikai gyártás (ETT)	Dr. Krammer Olivér

1. Célkitűzés

A mikroelektronika és az elektronikai ipar egyre szélesebb térnyerése a hazai ipar elmúlt évtizedének egyik örvendetes jelensége. A mikroelektronikai tervező cégek megjelenése az egyik legmagasabban kvalifikált mérnöki munkában teremtett hazai munkalehetőségeket, ugyanakkor a multinacionális elektronikai szerelőipar megjelenése magas színvonalú elektronikai technológiai kultúrát teremtett Magyarországon. A Mikroelektronikai tervezés és gyártás specializációval BSc diplomát szerző mérnökök multinacionális elektronikai szerelőipari vállalatoknál, illetve mikroelektronikai tervező cégeknél helyezkedhetnek el vagy kisvállalkozási formában áramkörtervező, gyártó és szolgáltató tevékenységet végezhetnek. A specializáció kompetenciákat biztosít a mikroelektronikai eszközök (integrált áramkörök, érzékelők, integrált mikrorendszerek), valamint az azok és a belőlük felépülő elektronikai egységek (nyomtatott huzalozási áramkörök, áramköri modulok, részegységek, készülékek) tervezési módszerei, gyártástechnológiája és minőségbiztosítása területén. A specializáción belül a „mikroelektronikai tervezés" hallgatói a mikroelektronikai eszközök, a „mikroelektronikai gyártás" ágazat hallgatói pedig az eszközökből felépülő részegységek, valamint gyártás technológiai folyamataik tervezéséhez és megvalósításához (gyárthatóságra tervezés, a gyártás fizikai és kémiai folyamatainak optimalizálása, automatizált gyártósorok tervezése) szerezhetnek mélyebb elméleti és gyakorlati ismereteket. Az ezt a specializációt választó hallgatók széleskörű nemzetközi és hazai kooperációban végzett munkákba kapcsolódhatnak be.

III.5.3.1 A specializáció tantárgyai

III.5.3.1.1 Moduláramkörök és készülékek

(VIETAC04, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése, hogy megtanítsa azt a tervezési folyamatot, amelynek során elektronikai szempontból funkcionálisan definiált, meghatározott körülmények között üzemeltethető részegységek és rendszerek alkothatók, és gyakorlati példákon keresztül szemléltesse a tervezést befolyásoló gyárthatósági, tesztelhetőségi, ergonómiai, zavarvédelmi, termikus, védelmi, biztonságtechnikai szempontok érvényesítését.

Megszerezhető készségek, képességek: A hallgatók képesek lesznek elektronikai és mikroelektronikai alkatrészekből, részegységekből összetett, a kor műszaki technológiai színvonalának megfelelő, elektronikai termékeket (moduláramköröket, készülékeket, rendszereket) tervezni, valamint folyamatmérnökként a termékfejlesztéssel való kommunikációra. Készségszintű ismereteket szereznek a számítógépes tervezőrendszerek és szimulációs szoftverek kezelését és alkalmazását illetően.

Rövid tematika: Rendszerterv és folyamatábra készítése, részfeladatokra bontás. Elektromos és elektronikus részegységek áramköri tervezése. A jel átalakítók, a jelátvitel módszerei, a tápellátás megvalósítása. Programozható áramkörök. A gyárthatóságra, szerelhetőségre, tesztelhetőségre tervezés. Nagysűrűségű és nagysebességű áramkörök. Deszkamodell készítés és szimuláció lehetőségei, alkalmazásai. Számítógéppel segített tervezés. Elvi kapcsolási rajz szerkesztése. Az elrendezés tervezés gépi lehetőségei. Automatikus huzalozás-tervezés és ellenőrzés. Elektronikus készülékek áramköri és szerkezeti tervezése. Elektromágneses zavarok, védelmi technikák Elektromágneses kompatibilitás szimuláció. Hőtranszport folyamatok a készülékek belsejében, a termikus tervezés eszközei. Ergonómia. Üzembiztonság, érintésvédelem. Készülékek megbízhatósági vizsgálatai és számításai, a várható élettartam-becslés. Üzemeltetés és szerviz.

III.5.3.1.2 Mikroelektronikai tervezés

(VIEEAC01, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET)

A tantárgy célkitűzése, hogy megismertesse a hallgatókkal a modern digitális áramkörök tervezésének eszközeit, realizálásának és ellenőrzésének módjait és módszereit. Tárgyalja a kisebb sorozatszámú gyártásban vagy prototípus készítésekor használt programozható eszközök és integrált áramkörök jellemzőit, ismerteti a korszerű számítógépes tervezőrendszerek felépítését és funkcióit. Ismereteket ad az ezen rendszerekben alkalmazott tervezési, szimulációs és szintézis lépések algoritmusairól, részletesen bemutatja a standard cellás IC tervezés menetét a specifikációtól a részletes layout kialakításáig, megismerteti a digitális rendszerek magas szintű leírására és tervezésére szolgáló nyelveket, a programozható eszközök típusait, a hozzájuk kapcsolódó fejlesztő rendszereket.
Megszerezhető készségek, képességek: A hallgatók képesek lesznek egy adott feladatot megoldó áramkör magas szintű leírásban való megtervezésére és ebből a számítógépes tervezőprogramok segítségével olyan fájlok előállítására, amelyek vagy egy IC tervező céghez küldhetők az IC legyártására, vagy közvetlenül egy programozható áramkörbe töltve a várt elektronikai funkció létrehozására.
Rövid tematika: A tantárgy bemutatja az integrált áramkörök megvalósításának lehetőségeit, a közös előre tervezés és gyártást, a full custom tervezéstől az FPGA-ig. Részletesen megismertet a tervezés és a gyártás egyes lépéseivel. Részletesen tárgyalja a számítógéppel segített áramkörtervezés különböző lépcsőit. Bemutatja a korszerű mikroelektronikai áramkörök legfontosabb építőelemeinek működését. Kitér a fogyasztás-minimalizálás lehetőségeire. Tárgyalja a digitalis áramkörök tesztelésének és tesztelhetőre való tervezésének kérdéseit. ódszereit. A tantárgyhoz tantermi gyakorlatok is csatlakoznak, amelyek során tervezési esettanulmányok csatlakoznak a következő tématerületekről: tervezési feladat specifikációja, alkalmazás specifikus integrált áramkör leírása Verilog nyelven, tesztelhetőre tervezés módszerei konkrét példákkal (pl. scan path alkalmazása), hardverszintézis, fizikai megvalósítási alternatívák választása, IC floorplan készítése

III.5.3.1.3 Félvezető technológia

(VIEEAC02, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET)

A tantárgy célkitűzése, hogy áttekintést adjonása a félvezető ipari gyártástechnológiákról, részint az alkalmazás, részint a megvalósítás szemszögéből: az integrált áramkörök szerkezetének ismerete segít a megfelelő eszközök kiválasztásában, gyártási lépéseinek ismerete pedig segít a fejlesztési igények megfogalmazásában. Ezen belül cél, hogy megismertesse a hallgatókkal a monolit integrált áramkörök gyártási technológiájának alaplépéseit az alapanyag minősítésétől kezdve a szerelési műveletekig. A laboratóriumi gyakorlatok célja, hogy a hallgatók elsajátítsák a tiszta terekben végzett műveletek sajátosságait és képessé váljanak önállóan egyszerű IC és érzékelő struktúrák tiszta térben történő fizikai megvalósítására.
Rövid tematika:
Bevezető: félvezető technológia alapok, félvezető eszközök típusai (diszkrét kontra integrált áramkör, teljesítményelektronika, PV, érzékelők), az egyes irányzatok jellegzetességei, gyártástechnológiai lépések csoportosítása, gyártástechnológiai processzfelépítés alapvető elvei, korszerű CMOS eszközök felépítésének és gyártástechnológiájának rövid áttekintése.
Félvezető alapanyagok (gyakran használt félvezető anyagok: szilícium, gallium-arzenid, szilícium-karbid, germánium) és paramétereik (élettartam, adalékolási szint, diffúziós hossz, alapvető tulajdonságok).
Si egykristály alapanyag előállítása: kristályhúzási eljárások, fűrészelés, polírozás, SIO alapanyag, Smart-cut, epitaxiális rétegek.
Szilárd fázisú diffúzió félvezetőkben, adalékolás diffúzióval, adalékatomok diffúziója a gyártási folyamat során, thermal budget.
Ionimplantáció. Rétegnövesztési eljárások: szilícium-dioxid, szilícium-nitrid, LOCOS, STI, rétegleválasztási eljárások (PVD és CVD).

Litográfia: fotoreziszt típusok, litográfiai eljárások, maszktípusok, DUV, EUV, direktírás, elektronsugaras litográfia, multi-patterning, spacer patterning, nano-imprint.
Fémezés kialakítása, többrétegű fémezések, fém-félvezető kontaktusok, szilicedek, önillesztő szilicidek (salicide), barrier rétegek, damaszkuszi technológia, CMP, poliszilícium.
Posztprocessz megmunkálás (vékonyítás, fűrészelés, lézeres vágás, stb.) és huzalkötés, multichip integrálási technológiák (TSV, BGA fémezés, stacked die).
Teljesítményeszközök (IGBT, szilícium karbid, bipoláris eszközök).
Memóriák (ROM, PROM, EPROM, SRAM, DRAM, trench kapacitás).
MEMS technológiák, felületi és tömbi mikromechanika, nedves és szárazkémia marási eljárások, RIE, feláldozandó rétegek használata.
Félvezetők méréstechnikája, alapanyag-minősítés, érintésmentes eljárások, gyártásközi ellenőrzés, C-V mérés.
Kitekintés a félvezető technológiák fejlesztési trendjeiről, integrált áramkörök fejlődési irányzatai, méretcsökkentés lehetőségei és korlátai, beyond CMOS technológiák.

III.5.3.1.4 Elektronikai gyártás és minőségbiztosítás

(VIETAC05, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése, hogy bemutassa és megismertesse az összetett funkciókat megvalósító áramköri modulok gyártási eljárásait, a minőséget meghatározó tényezőket, a minőség ellenőrzési módszereit, eszközeit és berendezéseit, továbbá a gyártásban való gyakorlati alkalmazási tipikus példáit.
Megszerezhető készségek, képességek: Elektronikus alkatrészek, összeköttetési rendszerek és készülékek tervezése és gyártásba vitele, szerelési és kötési eljárások optimalizálása és ellenőrzése, automatizált gyártósorok tervezése, felépítése és üzemeltetése, a gyártási folyamat irányítása, a gyártásközi vizsgáló berendezések, a minőség-ellenőrzési és minőség-menedzsment módszerek alkalmazása, megbízhatósági és élettartam vizsgálatok tervezése és kiviteleztetése.
Rövid tematika:
Bevezetés. A tárgy célkitűzése, tematikája és követelményei; a nyomtatott huzalozású lemezek rajzolatkialakításának tervezési irányelvei; hajlékony hordozójú nyomtatott huzalozású lemezek tulajdonságai és tervezési irányelvei.
Chipbeültetés gyártósora; alkatrészek rögzítése, plazmatisztítás, előmelegítés.
Ultrahangos és termoszonikus huzalkötési technológiák.
Forraszpaszták reológiai tulajdonságai; stencilek készítési technológiái.
Pin-in-paste technológia, stencilek tervezési irányelvei.
Alkatrészek gépesített beültetése, és a beültetőgépek képességi mutatói.
Újraömlesztéses forrasztás, folyadékok nedvesítési alapjai, intermetallikus vegyületképződés forraszokban; package-on-package technológia; szelektív hullámforrasztás.
Az elektronikai gyártás ellenőrző berendezései (AOI, X-RAY).
Kötési technológiák minősítő módszerei; ICT, FP, nedvesítési erőmérleg; forraszanyagok-, forrasztott kötések és mikrohuzalkötések mechanikai minősítő vizsgálatai.
A minőségügyi rendszerek kialakulása, az ISO 9000 minőségügyi rendszer szerinti minőségbiztosítás; az elektronikai gyártás környezetének kialakítása; elektrosztatikus védelem; az „5S” követelmények; teljeskörű minőségbiztosítási rendszerek, minőségbiztosítási technikák.
A megbízhatóság elméleti alapjai; elektronikai alkatrészek és készülékek megbízhatósági jellemzői, élettartam modellek.
Klímaállósági vizsgálatok, élettartam vizsgálatok, megbízhatósági vizsgálatok berendezései.
Elektronikai gyártósorok kiszolgálás menedzsmentje.
A gyártórendszerek működtetésének környezetvédelmi feladatai; veszélyes munkafolyamatok, egészség- és életvédelmi rendszerek.

III.5.3.2 Mikroelektronikai tervezés ágazat (EET)

III.5.3.2.1 Mikroelektronikai laboratórium

(VIEEAC03, 6. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, EET)

A tantárgy célkitűzése, hogy részben az integrált áramkörtervezés, részben az integrált áramkörök megvalósítása iránt érdeklődő hallgatók számára biztosítson gyakorlati megvalósítási lehetőséget. Ezért a laboratóriumban a hallgatók választhatnak, hogy az IC tervezési gyakorlatsort vagy az IC előállítási gyakorlatsort szeretnék elvégezni.
Megszerezhető készségek, képességek: A tantárgy elágazó jellegéből fakadóan a megszerezhető készségek ill. képességek is kétirányúak. Az IC tervezési gyakorlatsort választók képesek lesznek egy egyszerű integrált áramkör megtervezésére az ötlettől a kész áramkör prototípusának beméréséig, az IC technológiai gyakorlatsort választók képesek lesznek egy egyszerű IC vagy érzékelő fizikai megvalósítására és minősítésére, tiszta terekben végzendő munkára.
Rövid tematika:
Áramkör tervezési ág
- Hardver környezet és az operációs rendszer megismerése
- A nyílt IC tervezőrendszerek jellemzőinek megismerése Egy modern, iparban alkalmazott tervezőrendszer (Mentor/Cadence) használatának elsajátítása egy mintapélda segítségével
- Digitális áramkörök tervezése top-down módszerrel
- Ismerkedés a szintézishez használt programokkal
- Az áramkör bevitele és működésének leírása hardver leíró nyelv segítségével
- Az áramkör működésének ellenőrzése logikai szimulátorral.
- Az áramkör szintézise, technológia függő optimalizálása, futási idő analízis
- ASIC áramkör layout rajzának automatikus generálása
- Az elkészült eszköz FPGA áramkörben való implementálása

Félvezető technológiai ág
- Integrált áramkör készítése:
- Si szelet előkészítés,
- termikus oxidálás,
- fotolitográfia,
- adalékolás diffúzióval,
- fémréteg felvitele,
- hőkezelések,
- tokba szerelés,
- minősítő mérések: az eszközök karakterisztikáinak felvétele.
- videofilmen ipari kitekintés.

III.5.3.3 Mikroelektronikai gyártás ágazat (ETT)

III.5.3.3.1 Technológiai folyamatok és minőségellenőrzésük laboratórium

(VIETAC06, 6. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése: Laboratóriumi gyakorlatokon az elektronikai, mikroelektronikai gyártási és szerelési eljárások tanulmányozása, a gyártás és szerelés során lejátszódó fizikai-kémiai folyamatok tanulmányozása, a kapott félkész vagy végtermék anyagtulajdonságainak elemzése, szerkezeti és funkcionális paramétereinek ellenőrzése, a minőségellenőrzés kiértékelési módszereinek gyakorlati megismerése.
Megszerezhető készségek, képességek: Hordozólemezek rétegfelviteli és rajzolatkialakítási technológiái és vizsgálatai, elektronikai szerelési eljárások: stencilnyomtatás, alkatrész-beültetés, forrasztás anyagtulajdonságok vizsgálati módszereinek alkalmazása, szerkezeti tulajdonságok optikai, akusztikus,

illetve röntgen mikroszkópos vizsgálata, áramköri hordozók és összeköttetés rendszerek számítógéppel segített tervezése, gyártás-előkészítése és ellenőrzése

Rövid tematika:

Nyomtatott huzalozások rajzolatfinomságának vizsgálata

A nyomtatott huzalozású hordozókon megvalósítható rajzolatfinomság és az alkalmazott technológia közötti összefüggések vizsgálata. Különböző technológiákkal teszt-rajzolatok készítése. A teszt-rajzolat különböző (0,05…0,30 mm) vezeték- és szigetelő-szélességű, a lemez szélével 0°-os, 45°-os és 90°-os szöget bezáró vezetékeket tartalmaz.

Nyomtatott huzalozások rajzolatfinomságának ellenőrzése

Nyomtatott huzalozású lemezeken a rajzolat és a csíkszélesség pontosságának valamint a vezetősávok keresztmetszeti alakjának mérése, keresztmetszeti csiszolatok készítése, mérések felületi profilmérővel és digitális mikroszkóppal.

Nyomtatott huzalozású lemezek rétegfelviteli technológiái és felületi bevonatai

A direkt galvanizálási technológia tanulmányozása, tesztlemez készítése és a furatfalon lévő vezető bevonat ellenállásának mérése, az eredmények értékelése. Az immerziós ezüstözési eljárás vizsgálata, a kötési vizsgálatokhoz kísérleti lemezek készítése. Immerziós ezüst, galvanizált ón és védőfém nélküli rézfelülettel rendelkező tesztábrákat tartalmazó rajzolat kialakítása.

Forraszthatósági vizsgálatok, forrasztott- és mikrohuzal-kötések készítése és vizsgálata

Forrasztási vizsgálatok a nedvesítési erő mérésével, kísérleti lemezeken forrasztott kötések és mikrohuzal-kötések készítése és a kötések ellenőrzése villamos ellenállás és a mechanikai szilárdság mérésével. Felületi szigetelési ellenállás mérése.

Finom raszterosztású alkatrészek szereléstechnológiája

Forraszpasztafelvitel nyomtatási hatékonyságának mérése, finom raszterosztású BGA tokozású alkatrészek elhelyezése, chipméretű alkatrészek forrasztott kötéseinek létrehozása újraömlesztéses forrasztással.

Röntgenes és akusztikus mikroszkópos vizsgálatok

Röntgenes és akusztikus mikroszkópiai vizsgálatok tokozott alkatrészeken, forrasz és huzalkötéseken, illetve többrétegű hordozókon, mechanikai szerkezeteken.

A beültetési folyamat vizsgálata, alkatrészek automatikus beültetése

A beültető automata programozása, a beültetési folyamat vizsgálata, ellenőrzése, alkatrészek automatikus beültetése és újraömlesztéses beforrasztása.

Automatikus optikai ellenőrzés

Automatikus optikai ellenőrzéssel a beültetés pontosságának és az alkatrészek önigazodásának tanulmányozása. Az automatikus optikai ellenőrzés algoritmusainak megismerése.

Hajlékony nyomtatott huzalozású hordozók fedőrétegének lézeres szelektív megmunkálása

Hajlékony nyomtatott huzalozású hordozók fedőrétegén forrasztási és csatlakozó felületekhez ablak nyitása valamint hajlítási vágatok kialakítása frekvenciaháromszorozott Nd:YAG lézerrel.

Háromdimenziós, hajlékony hordozójú áramkörök lézeres forrasztása

Felületszerelt alkatrészek lézeres forrasztása hajlékony hordozóra. Háromdimenziós merev-hajlékony hordozó rendszer megvalósítása lézeres forrasztással. Az elkészült áramkör kötéseinek villamos ellenőrzése.

Számítógéppel segített elrendezés- és huzalozás-tervezés és gyártás-előkészítés

Kiadott kapcsolási rajzon lévő áramkör nyomtatott huzalozású lemezének elrendezés- és huzalozás tervezése. A tervezés után a gyártófile-ok elkészítése és bemutatása (rétegrajzolatok, CNC fúrógép, beültetőautomata és mérő automata vezérlőfile-ok).

Áramkörépítés: hordozólemez készítése, automatikus szerelés és ellenőrzés

Az előző mérésen elkészült gyártó fájlok gyakorlati ellenőrzése kísérleti gyártással. A tervezés eredményeként kapott huzalozástervet előkészítve, azon kell ellenőrizni a felületszerelt alkatrészek automatikus beültetését, a fúrófájl és a mérőautomata vezérlő fájl helyes működését.

III.5.4 Fenntartható villamos energetika specializáció (VET)

(Sustainable Electric Energetics)

A specializáció gazdatanszéke: VET

Ágazatok:	Ágazatfelelős:
Smart grid (VET)	Dr. Raisz Dávid
Villamos gépek és hajtások (VET)	Dr. Veszprémi Károly
Villamos szigetelési rendszerek (VET)	Dr. Tamus Ádám

1. Célkitűzés:

A specializáció célja a villamos energetika területén belül elméleti és gyakorlati szakmai ismeretek oktatása az üzemszerű villamosenergia-átvitel és -elosztás, a villamosenergia-hálózatok kialakítása, működése és rendellenes állapotai témakörben; a villamos gépekkel, hajtásokkal, a villamosgépes-rendszerekkel kapcsolatos átfogó szakmai és gyakorlati ismeretek, alkalmazott számítási módszerek oktatása; a villamosenergia-hálózatokban alkalmazott kis- és nagyfeszültségű kapcsolókészülékek működési alapjainak, a kapcsolókészülékek és a hálózatok között fellépő kölcsönhatások elméletének és gyakorlati vonatkozásainak, valamint a szigeteléstechnika/diagnosztika alapjainak megismertetése. Az elméleti és gyakorlati ismeretek szélesíthetők az érdeklődési körnek megfelelően választott szakterületeken (ágazaton). A specializáció a Tanszék alkalmazásorientált oktatási és kutatási tevékenységére támaszkodva lehetőséget teremt az energetikai, elektrotechnikai technológiák és vizsgálati módszerek modern ismeretanyagának elsajátítására és alapot nyújt a további mérnöki tudás megszerzéséhez.

III.5.4.1 A specializáció tantárgyai.

III.5.4.1.1 Villamosenergia-átvitel

(VIVEAC00, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy képzési célja elméleti ismeretek és gyakorlati alkalmazási készség elsajátítása az alábbi tématerületeken:

- a villamosenergia-rendszer struktúrája, hálózati transzformációk, az energiaátvitel és energiaelosztás folyama, hálózati elemek az átviteli és elosztási feladatokhoz
- villamosenergia-hálózat átviteli elemek számítási célokra vonatkozó paramétereinek értelmezése, meghatározása, az elemek leképezése,
- távvezetékek és transzformátorok üzeme
- az állandósult üzemállapotok teljesítmény és feszültségviszonyai, hálózati veszteségek
- a szimmetrikus összetevők módszerének alkalmazása,
- a zárlatok és kikapcsolások alapharmonikus hatásai, ezek számítási módszerei,
- csillagpontföldelési megoldások elve és a kapcsolatos alapharmonikus jelenségek,
- gyűjtősín kialakítások, alállomás kapcsolások
- hálózati zárlatvédelmi alapok.

Rövid tematika:

Transzformátor. Kapcsolások, „fázisforgató” hatás. Tekercs teljesítmény, átmenő teljesítmény. Transzformátortípusok Magyarországon. Takarék kapcsolású transzformátor NAF/NAF takarék kapcsolású tr.kialakítása, terhelés alatti szabályozhatósága. Paraméterek, számítási modell szimmetrikus üzemhez. 22/0.42 kV-os transzformátor a hálózatban. Transzformátor-paraméterek, számítási modell, szimmetrikus terhelésű üzemállapotok elemzése.

Szabadvezeték (soros) impedanciái, kapacitásai, 4 vezetős modell. Ön- és kölcsönös impedanciák, kapacitások. Szimmetrikus összetevő impedanciák, kapacitások. Vezeték aszimmetriák, szimmetrizálás. Szabadvezeték soros impedanciák, kapacitások számítása. Szabadvezeték oszlopképek, konstrukciók. Szabadvezeték induktivitásainak, soros impedanciáinak számítása. A védővezető áramköri szerepe, hatása. Kétrendszerű távvezeték jellemzői, csatolás zérus sorrendben.

Erősáramú kábelek. Kábelek szerkezeti felépítése, villamos paraméterek. Kábelek melegedése. NF távvezeték üzeme. Elosztott paraméterű modell, vezetékállandók. Töltő teljesítmény, természetes teljesítmény. Jellemző villamos paraméterek. Koncentrált elemű Pi és T modell, U-I fazorábrák. Q-áramlás közelítő számítása. NF távvezeték üzemállapotok elemzése: (1) üresjárás, feszültségprofil; (2) hatásos teljesítmény áramlása, szögelfordulás. Veszteségek az átviteli hálózaton:értelmezések, veszteség-összetevők.
A teljesítményátvitel korlátai. Áramterhelés, feszültség stabilitás, szinkronstabilitás. Az átvivőképesség növelése, FACTS eszközök. Határkeresztező átviteli kapacitások: értelmezések, meghatározások. HVDC átvitel. Egyenáramú betét Átvitel nagyfeszültségű AC és DC rendszeren. HVDC kialakítása, alkalmazások. A HVDC előnyei, hátrányai. Egyenáramú betét üzeme, szabályozása.
Szabályozások NF transzformátorral. Söntfojtók kapcsolása. NF transzformátor hossz és keresztszabályozás hatása hurkolt hálózatban. Fázistoló transzformátor: Söntfojtók ki/bekapcsolásának hatása.
KÖF és KIF hálózatok, feszültségszabályozás, veszteségek. Elosztó hálózat szerepkörök. Tipizált tr-ek, vezető keresztmetszetek, jellemző villamos paraméterek KÖF,KIF hálózatok kialakítása, feszültségviszonyok, előírások, feszültségesés. Feszültségszabályozás. KÖF és KIF veszteségek.
NF hurkolt hálózatok számítása. Hálózatszámítási modellek, alapösszefüggések. A csomóponti I=Y*U és U=Z*I egyenlet értelmezése, alkalmazása. Az Y és Z meghatározása, „mérése”. Egyenértékű modellek Z alapján. Hálózatredukció.
Teljesítményáramlás számítása NF hurkolt hálózaton. A feladat nemlineáris jellege, iterációs megoldások elve. A feladat megfogalmazása, adatok, paraméterek, csomóponti típusmodellek. Alapegyenletek, megoldó alapeljárások. Eredményábrázolás.
Zárlatok, kikapcsolások szimmetrikus összetevőkkel. Leképezés és számítás szimmetrikus összetevőkkel. Zárlatok összehasonlítása. A zárlati áram korlátozásának elvei. Kikapcsolások leképezése szimmetrikus. összetevőkkel. Szimultán hibák számítási elve. Aszimmetrikus terhelés 0.4 kV-on. Megoldások abc fázismennyiségekkel, 012 szimmetrikus. összetevőkkel. Értelmezések, elemzések. Transzformátor kapocszárlata. Áramerősségek, az Yd, Dy kapcsolás hatása az áramképre. Csillagpontképző transzformátor. Kialakítása, szerepe. Távvezetéki zárlat áram- és feszültségképe. Áramok és feszültségek négyvezetős modell alkalmazásával. Fazorábrák, szimmetrikus összetevők.
Hálózati csillagpontföldelés. A csillagpontföldelés alapharmonikus hatása fázis-föld zárlatkor, áram-feszültség fazorábrák. Hálózati csillagpontföldelések gyakorlata.
Feszültségletörés, fáziskimaradás 120/KF/0.4 kV sugaras hálózaton. Fázis-föld zárlat, 1f kikapcsolás feszültségtorzító hatása, a hatások „terjedése”., az Yd és Dy transzformátorok szerepe. Sántaüzem, földzárlatos üzem. 3F rövidzárlati áram, zárlati teljesítmény, feszültségletörés.
Gyűjtősín-kialakítások, alállomások kapcsolási képe. A kialakítás szempontjai. Gyűjtősínek, leágazások készülékek, mérőváltók. Kettős gyűjtősínek, másfél megszakítós gyűjtősín, egyéb kapcsolások. Alállomás típus-kialakítások.
Hálózati védelmek. Védelmekkel kapcsolatos alapfogalmak. Védelmek feladata, követelmények. Védelmek felépítése, szerepköre. Érzékelési elvek. Középfeszültségű gyűjtősín és leágazások védelme. Sugaras hálózat védelmei. Árambeállítások koordinálása. Késleltetett túláramvédelem. Megszakító beragadás védelem. Gyűjtősín védelem. A védelmi rendszer villamos távolság – idő karakterisztikája.
Hálózatfejlesztés. Tervezési előírások (ENTSO-E, Üzemi Szabályzat, Elosztói Szabályzat), módszertan, számítások. Az európai villamosenergia-rendszer hálózata. Fő jellemzők, térképes ábrázolások, a magyar VER-től eltérő jellegzetességek. Hálózatra csatlakozás. Előírások, szerződések, díjtételek. A nagyvasúti villamos vontatás áramellátása Vasúti áramkörök, feszültségek, áramnemek, táprendszerek tápállomások.

III.5.4.1.2 Villamos gépek és alkalmazások

(VIVEAC01, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a villamos gépek és hajtások témakörével kapcsolatos azon lényeges szakmai ismeretek oktatása, amelyek a Villamos Energetika specializáción tanuló és a

későbbiekben ezen a szakterületen elhelyezkedni szándékozó villamosmérnök hallgatóknak szükségesek. Bemutatja a gyakorlatban alkalmazott számítási módszereket, a villamos gépes rendszerek üzemeltetésével kapcsolatos átfogó szakmai ismereteket. Tárgyalja a jellegzetes és korszerű valamint a jövőben várható alkalmazásokat. Elméleti és gyakorlati megalapozást nyújt azok részére, akik MSc képzésben e területen folytatják tanulmányaikat. Célja továbbá az elektromechanikus villamos energiaátalakítás alapelveinek, a legfontosabb villamosgép-típusok felépítésének és működésének, helyettesítő áramkörének, villamos és mechanikai jelleggörbéinek megismerése; háromfázisú gépek állandósult üzemállapotának vizsgálata szimmetrikus és aszimmetrikus táplálás esetén; a térvektoros módszerek alapjainak és a villamos hajtástechnika alapjainak és jellegzetes alkalmazásainak bemutatása.

Rövid tematika:

Transzformátorok

Egyfázisú és háromfázisú transzformátor felépítése, állandósult és tranziens üzeme. Háromfázisú transzformátor egyenlőtlen terhelése. Különleges transzformátorok.

Forgógépek tekercselései, erőhatás és nyomaték számítása

Forgó villamos gépek koncentrált és hornyokban elosztott tekercseinek kialakítása, a tekercsekben indukálódó feszültség, illetve a tekercsekben folyó áram által létesített légrésmező (főmező) és szórási mező meghatározása. Erőhatás, illetve nyomaték számítása elektromágneses rendszerekben.

Aszinkron gépek

Az indukciós gép helyettesítő vázlata és nyomatéka. Mélyhornyú és kétkalickás forgórészű gépek. A térbeli felharmonikusok hatása. Indítási és fordulatszám változtatási módszerek. Aszimmetrikus üzem, álló- és forgórész aszimmetriák hatása. Egyfázisú és segédfázisos gépek.

Szinkron gépek

A hengeres forgórészű szinkron gép helyettesítő áramköre és nyomatéka. Motoros és generátoros üzemállapot. Stabilitás. A kiálló pólus hatása. Reluktancia motorok és állandó mágneses gépek. Szinkron és aszinkron lineáris motorok.

Egyenáramú gépek

Egyenáramú gép armatúra tekercselései. A segédpólus és a kompenzáló tekercselés szerepe. Külső, párhuzamos és vegyes gerjesztésű generátorok és motorok jelleggörbéi állandósult üzemállapotban. Motorok indítása és a fordulatszám változtatása.

Korszerű számítási módszerek alkalmazása

A végeselem módszer (FEM) alapjai, hálózási módszerek, Poisson egyenlet levezetése, Lagrange interpolációs polinomok, Dirichlet és Neumann határfeltételek, egyszerű 2D példa megoldása. A QuickField, a Flux2D valamint a Motorpro és MotorCad nevű szoftverek bemutatása.

Villamos gépek alkalmazásai

Háztartási villamos gépek. A szórakoztató elektronika villamos gépei. Járművek villamos gépei. Mágnesesen lebegtetett vonatok. Szupravezetős generátorok és motorok. Szervomotorok.

Villamos hajtások kinetikája

Nyomatékok és tömegek átszámítása közös tengelyre. A villamos hajtások mozgásegyenlete. A hajtás stabilitásának feltétele. Időállandók definíciója.

Villamos hajtások tervezése

Védettségi módozatok. Villamos motorok üzemviszonyai. Villamos motorok melegedése. Villamos motorok kiválasztása különféle üzemekre.

Villamos hajtások alkalmazásai

Egyenáramú városi villamos járművek sebességváltoztatási és fékezési módjai. Félvezetős egyenáramú vasuti járműhajtások megoldási módjai.

Feszültséginverteres aszinkron motoros trolibusz hajtás. Félvezetős frekvenciaváltós vasúti járműhajtások megoldási módjai.

Az energiaátalakítás folyamata szélerőművekben. Szélgenerátorok megoldási módjai, összehasonlításuk. Kalickás forgórészű aszinkron szélgenerátor.

III.5.4.1.3 Villamos berendezések és szigetelések

(VIVEAC02, 5. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja: megismertetni a hallgatókat a villamosenergia-hálózatban alkalmazott kis és nagyfeszültségű kapcsolókészülékek működésekor a kapcsolókészülékek és a hálózatok között fellépő kölcsönhatások alapjaival (főként a kapcsolókészülékek szempontjából), valamint a mechanikus kapcsolókészülékek és olvadó biztosítók szerkezeti felépítésének, működésének és kiválasztásának alapjaival, a különböző berendezésekben, készülékekben alkalmazott szigetelésekkel.
Rövid tematika:
Villamos kapcsolókészülékek és berendezések csoportosítása és feladata a kis-, közép- és nagyfeszültségű hálózatokban és szerepük az alállomások működtetésében. A berendezésekben lévő szigetelések feladata és igénybevételeik. A kapcsolókészülékek működésének fázisai és készülékeket érő igénybevételek számítása.
Kisülési jelenségek gázszigetelőkben. A villamos ív alapvető fizikai tulajdonságai, oltása és viselkedése, mint áramköri elem. A villamos ívvédelem célja és módszerei. A kén-hexafluorid gáz tulajdonságai, mint ívoltó közeg.
Nagyfeszültségű SF_6-gázos megszakítók és fémtokozott kapcsolóberendezések szerkezeti felépítése és működése. Közép- és kisfeszültségű megszakítók és olvadóbiztosítók felépítése és működése. A középfeszültségű szabadvezetéki elosztóhálózat készülékei.
Villamos berendezések kiválasztásának szempontjai. Kisfeszültségű kapcsolókészülék típusok és szerepük a lakóházak, irodák és ipari létesítmények villamosenergia-ellátásában Épületvillamosítási szabványok.
A villamos tervezés alapfogalmai. A tervezés szakaszai és a szükséges dokumentáció tartalma. Szabványos rajzjelek.
A szigetelésekben végbemenő fizikai folyamatok kis térerősségek esetén: vezetés, polarizáció.
A folyékony és szilárd szigetelésekben végbemenő fizikai folyamatok nagy térerősségek esetén: átütés, átívelés.
Szigetelések feladatai, igénybevételei. Szigetelési szintek koordinálása.
Túlfeszültség-levezetők és korlátozók felépítése és működése.
A villamos igénybevételre méretezés alapjai. Szigetelések gazdaságos kihasználása. Potenciálvezérlés.
Transzformátorok szigetelése, felhasznált szigetelőanyagok. Forgógépek szigetelései, felhasznált szigetelőanyagok, Nagyfeszültségű mérőváltók felépítése, szigetelési rendszere.
Távvezetékek és szigeteléseik, felhasznált szigetelőanyagok. Kábelek felépítése és szigetelései, felhasznált szigetelőanyagok.
Nagyfeszültség előállítása és mérése – egyen, váltakozó, aperiodikus feszültséghullám, nagyfrekvenciás, csillapodó feszültséghullám.
Berendezések szabványos átadás-átvételi vizsgálatának alapjai, villamos átvételi próbák.

III.5.4.2 Smart grid ágazat

III.5.4.2.1 Smart elosztóhálózatok tervezése és üzemeltetése

(VIVEAC03, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit)

A tantárgy célkitűzése: Az ágazati tantárgy azon hallgatók érdeklődésére épít, akik az intelligens elosztóhálózatok üzemeltetésével, a közcélú hálózatok tervezésével, a megújuló energiaforrások hálózati integrációjával, az energiatermelés-elosztás-felhasználás értéklánc műszaki, szabályozási- és döntéstámogató rendszereivel kapcsolatos ismereteket kívánnak szerezni. A tantárgy célja a jövő intelligens villamosenergia elosztó hálózatának (smart grid) tervezésével, üzemeltetésével, védelmi, beavatkozó és üzemirányítási rendszereivel, a hagyományos és megújuló energiákkal kapcsolatos tervezési- és vizsgálati módszerek bemutatása, valamint a tervezéshez nélkülözhetetlen rendszerszemlélet kialakítása.

Rövid tematika:
A VER számítógépi modellezésének elvei, rendszer elemek modellezése és paraméterezése, rendszermodell, szimuláció.
Megbízhatóság, rendelkezésreállás és szolgáltatás-minőség követelményei, szabályozása.
Hálózati és alállomási topológiák rendelkezésre állása.
Feszültség minőség. Zárlati áram korlátozása.
A zárlati áram befolyásolása, a csillagpont földelés megválasztásának kérdésköre: nemzetközi áttekintés, esettanulmányok, ívelő fz. hatása, csillagpont-kezelési alternatívák közötti választás gyakorlati, üzemeltetési, gazdasági szempontjai.
Hibahely behatárolás gyakorlata (TMOK-k, recloser-ek alkalmazásai, egyéb intelligens módszerek).
Kiserőművek és HKME hálózati csatlakoztatása ill. hatásai a feszültség minőségre.
Energiatárolás és elektromobilitás hálózati integrációja.
Elosztóhálózatok tervezésének szempontjai, követelményrendszere, lépései. Hosszú távú prognózisok és hálózatfejlesztési tervek.
Szabvány- és engedélyeztetési környezet, követelmények.
Köf/kif üzemirányítás, hibaelhárítás, üzemelőkészítéssel és üzemeltetéssel kapcsolatos feladatok.
Villamosenergia – management. Irányítás és információ-technológia alkalmazások és fejlesztések.
Intelligens elosztóhálózatok érzékelő és beavatkozó elemei.
A fogyasztói és termelői viselkedés befolyásolása.

III.5.4.2.2 Smart grid laboratórium

(VIVEAC06, 6. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit)

A tantárgy célkitűzése: az ágazati labor azon hallgatók érdeklődésére épít, akik az intelligens elosztóhálózatok üzemeltetésével, tervezésével, a megújulók hálózati integrációjával, az energia felhasználás és tárolás kérdéseivel kapcsolatos ismereteiket a gyakorlatban is alkalmazható mérési, számítási, tervezési módszerek készségszintű elsajátításával szeretnék elmélyíteni. A laboratóriumi mérések és a számítógépes tervezési gyakorlatok célja a gyakorlati alkalmazás fejlesztésén túlmenően a fizikai összefüggések és a számítási modellek összhangjának megértése.
A tantárgyhoz tartozó mérések betekintést adnak az elosztóhálózatok üzemirányító rendszereinek működésébe és üzemzavar érzékelési és elhárítási módszerek sajátosságaiba. Bemutatják az elosztott energiatermelés és felhasználás modern eszközeit, az energiatárolás és az elektromobilitás hálózati hatásait, az elosztóhálózatokon alkalmazott kapcsolókészülékek és a hálózatok között fellépő kölcsönhatásokat. A hallgatók megismerkednek a villamosenergia-termelésben és felhasználásban jelentős részarányt képviselő statikus és forgógépes energia-átalakítók és villamos hajtások működésével, villamos és mechanikai jellemzőinek mérésével.
Rövid tematika:
12 laboratóriumi / számítógéptermi foglalkozás az alábbiak közül:
Laboratóriumi mérések:
- A fogyasztók hálózati visszahatása, villamos energia minőségi jellemzők mérése.
- Áramirányítók hálózati visszahatása, háztartási fogyasztók harmonikusainak mérése, meddőkompenzálás, szűrőtervezés.
- PV inverter hálózati csatlakozási feltételeinek ellenőrző mérése.
- AC/DC átalakító kapcsolások vizsgálata
- Digitális túláramvédelem működése elosztott energiatermelés, kétirányú energiaáramlás esetén.
- Alállomási EMC vizsgálata – külső helyszíni mérés.
- Mikrogrid management, inverter szigetüzem, megújuló termelés és fogyasztók egyensúlya.
- Smart mérők vizsgálata: felparaméterezés, pontosság ellenőrzése, lopás-detektálás, HKV/RKV vizsgálata.
- Villamos hálózati jelátvitel (PLC/BPL) vizsgálata: hálózati impedancia mérés, átviteli jellemző mérés, spektrum vizsgálat (Smart mérő kommunikáció)

- Egyen és váltakozó áramú zárlatok ideális kikapcsolása koncentrált paraméterű hálózatmodellen. A kapcsolás során fellépő független visszaszökő feszültség mérése és számítása. A hálózati paraméterek hatásának elemzése.
- Kábelszigetelések és kábelszerelvények meghibásodására utaló jellemzők detektálása. Kábelvonal szigetelésdiagnosztikai vizsgálata a dielektromos jellemzőinek mérésével. Kábelvonal lokális hibahelyeinek meghatározása részleges kisülések vizsgálatával és reflexiós méréssel.
- Aszinkron gép vizsgálata, üresjárási és rövidzárási jelleggörbék felvétele, terhelési mérés.
- Szinkrongép vizsgálata, üresjárási és rövidzárási jelleggörbéinek felvétele, szinkron gép hálózatra kapcsolása. Áram-munkadiagram és a V görbék felvétele.

Számítógépes tervezési laborgyakorlatok, szoftver-alkalmazások:

- Kisfeszültségű fogyasztói körzet terhelés- és feszültségviszonyainak elemzése, méretezése különböző mértékű napelemes HMKE penetráció eseteire.
- Nagy/középfeszültségű (120/20 kV-os) transzformátorállomás terhelési és szabályozási viszonyainak vizsgálata, kiserőművek hálózati csatlakozási feltételeinek ellenőrzése, a feszültség minőségre gyakorolt hatásainak elemzése számítógépi modellhálózaton.
- Középfeszültségű hálózat létesítésének műszaki-gazdasági vizsgálata: beruházási/üzemeltetési költségek, kábel / burkolt szabadvezeték / szabadvezeték alternatívák vizsgálata, bontási pontok optimális megválasztása, kiserőművek csatlakozásának hatása.

III.5.4.3 Villamos gépek és hajtások ágazat

III.5.4.3.1 Villamos hajtások szabályozása

(VIVEAC04, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit)

A tantárgy célkitűzése: Általános valamint különleges célokra alkalmas villamos hajtások modern szabályozási és vezérlési módjainak megismerése, és adott hajtási feladathoz az optimális megoldások kiválasztása és alkalmazása. A gyakorlatok témái: egyenáramú hajtás áram és fordulatszám szabályozójának optimális beállítása, szinuszmezős állandómágneses szinkron és kalickás aszinkron gépes hajtás áramvektor szabályozási megoldásainak vizsgálata és összehasonlítása, hálózati áramirányító áramvektor szabályozásának vizsgálata, közvetlen fluxus, nyomaték és teljesítmény szabályozás vizsgálata. A relatív egységekben végzett számítási gyakorlatok szorosan kapcsolódnak az előadásokhoz.

Rövid tematika:

Hajtás specifikus és feladat specifikus hajtásszabályozások. Alárendelt szabályozási struktúra. Egyenáramú gépek tranziens egyenletei és hatásvázlatai.

Hálózati kommutációs áramirányítós egyenáramú hajtások hatásvázlata folytonos és szaggatott vezetésre, áramszabályozása 1/4-es, 2/4-es és köráramos, ill. körárammentes 4/4-es üzemre. Adaptív áramszabályozás. Mezőgyengítéses üzem szabályozása.

4/4-es szaggatós egyenáramú hajtás hiszterézises és ISZM modulátoros áramszabályozása.

Háromfázisú szinkron és aszinkron gépek tranziens üzemének Park-vektoros egyenletei természetes és tetszőleges koordináta-rendszerben. Helyettesítő vázlatok fluxusokra és feszültségekre. Park-vektoros nyomaték-egyenletek.

Kalickás aszinkron gép mezőorientált szabályozásának sajátosságai feszültség- és áramgenerátoros táplálásкor. Dinamikus és energiatakarékos üzem. Közvetlen és közvetett rotorfluxus szabályozás, rotorfluxust és fordulatszámot előállító gépmodellek.

Feszültséginverteres kalickás aszinkron motoros hajtás mezőorientált hiszterézises és ISZM vezérlős áramvektor szabályozása, közvetlen nyomaték és fluxus szabályozása.

Feszültséginverteres kétoldalról táplált aszinkron gép üzemviszonyai és mezőorientált áramvektor szabályozása.

Feszültséginverter kapcsolású hálózati áramirányító hálózatbarát üzeme és hálózatorientált áramvektor szabályozása.

Áraminverteres aszinkron motoros hajtás mezőorientált áramvektor szabályozása egyszerű és ISZM üzemben.

Áramirányítós szinkronmotoros hajtás üzeme. A motoroldali áramirányító optimális önvezérlése a tengelyről és a fluxusról. Léptetőmotoros üzem. A szabályozókör felépítése.
Állandómágneses szinuszmezős szinkron gépes hajtás normál és mezőgyengítéses üzeme, feszültséginverteres hiszterézises és ISZM modulátoros áramvektor szabályozása.
Kapcsolt reluktanciamotoros hajtások nyomaték számítása és önvezérelt áramszabályozása. Léptetőmotoros hajtások szabályozása.
Alárendelt körös fordulatszám szabályozás és alárendelt körös poziciószabályozás. A szabályozók típusának megválasztása és optimális beállítása.
Szabályozott hajtások néhány gyakorlati alkalmazása: lendítőkerekes energiatároló hajtás, járművek villamos hajtásai, szélgenerátorok, gázturbinás szinkrongenerátor egység indítása.

III.5.4.3.2 Villamos gépek és hajtások laboratórium

(VIVEAC07, 6. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit)

A tantárgy célkitűzése: A laboratórium kiegészítő módon támogatja a Fenntartható villamos energetika specializáció, ill. a Villamos gépek és hajtások ágazat elméleti tantárgyait. Célja a gyakorlati alkalmazóképesség fejlesztése, a fizikai összefüggések és a számítási modellek összhangjának megértése, elméleti ismeretek elmélyítése. A mérések többsége a villamosenergia-átvitel valamint a smart elosztóhálózatok tervezése és üzemeltetése témakörökkel kapcsolatos, de szerepelnek közöttük a villamosenergia-átvitel valamint a villamos berendezések és szigetelések területhez kötődő mérések is. A mérések rövid áttekintése: fogyasztók hálózati visszahatása, túláramvédelem, egyen-és váltakozó áramú zárlatok ideális kikapcsolása, villamos ív tulajdonságainak és megszakításának vizsgálata, olvadó bitosítók és kismegszakítók vizsgálata, aszinkron gép vizsgálata, szinkrongép vizsgálata, egyenáramú gép vizsgálata, háromfázisú transzformátor vizsgálata, egyenáramú szaggatós DC szervo hajtás vizsgálata, négynegyedes egyenáramú hajtás vizsgálata, frekvenciaváltós azinkronmotoros hajtás vizsgálata.
Rövid tematika:
Fogyasztók hálózati visszahatása: Villamos energia minőség egyes jellemzőinek mérése, számítása, szabvány szerinti kiértékelése.
Túláramvédelem: Beállításszámítás, beállítás és tesztelés hálózati modellen, különböző helyeken fellépő különböző zárlattípusok esetén. Visszakapcsoló automatika működés.
Egyen és váltakozóáramú zárlatok ideális kikapcsolása: Koncentrált paraméterű modellben lévő kapcsoló sarkain fellépő feszültség (független visszaszökő feszültség) mérése és számítása. A hálózat paramétereinek hatása.
Villamos ív tulajdonságainak és megszakításának vizsgálata: Feszültség-áram, feszültség-ívhossz karakterisztika mérése, összevetése az ívmodellekből nyert számítási eredményekkel. Váltakozó- és egyenáramú ív megszakítása.
Olvadó biztosítók és kismegszakítók működésének vizsgálata: Biztosító modell, biztosító és kismegszakító működési karakterisztikájának felvétele.
Aszinkron gép vizsgálata: Üresjárási és rövidzárási jelleggörbék felvétele, terhelési mérés.
Szinkrongép vizsgálata: A szinkrongép üresjárási és rövidzárási jelleggörbéinek felvétele, a szinkron gép hálózatra kapcsolása. Áram-munkadiagram és a V görbék felvétele.
Egyenáramú gép vizsgálata: Egyenáramú generátor külső jelleggörbéjének felvétele, üresjárási veszteségek mérése, az egyenáramú motor sebességi (fordulatszám-áram) jelleggörbéjének felvétele.
Háromfázisú transzformátor vizsgálata: A háromfázisú transzformátor helyettesítő kapcsolásának meghatározás, üresjárási,rövidzárási és terhelési mérések. Kapcsolási csoport meghatározása.
Egyenáramú szaggatós DC szervo hajtás vizsgálata: Szabályozott hajtás vizsgálata. A hajtás terhelési tulajdonságainak mérése. Az áramkorlátozás hatásának vizsgálata.
Négynegyedes egyenáramú hajtás vizsgálata: Gyújtásszög vezérlés, hídváltás, fedés vizsgálata. Motoros és generátoros üzem vizsgálata. Hálózatoldali és motoroldali mennyiségek vizsgálata.
Frekvenciaváltós aszinkronmotoros hajtás vizsgálata: Park-vektorok oszcillografálása. U/f karakterisztika mérése. Az impulzusszélesség moduláció vizsgálata. Nyílt hurkú vezérlés és zárt hurkú szabályozás vizsgálata.

III.5.4.4 Villamos szigetelési rendszerek ágazat

III.5.4.4.1 Szigetelési rendszerek kiválasztása és ellenőrzése

(VIVEAC05, 6. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja: megismertetni a hallgatókat a korszerű szigetelőanyagokkal és azok alkalmazási lehetőségeivel. Bemutatni a különböző iparágakban használt szigetelőanyagokkal szemben támasztott elvárásokat, különös tekintettel az elektrosztatikus veszélyekre és a villamosenergia-termelés, elosztás és felhasználás során megjelenő igényekre. Bemutatni a szigetelések és szigetelőanyagok vizsgálatának főbb módszereit.

Rövid tematika:

Bevezetés. Az eszközök, berendezések állapota és a szigetelések, szigetelőanyagok öregedésének hatásai
Vezető, szigetelő és disszipatív anyagok, különböző szigetelőanyagok főbb villamos és nem villamos tulajdonságai.
Szerves és szervetlen szigetelőanyagok, vezetési és polarizációs tulajdonságaik.
Villamos anyagjellemzők méréstechnikája.
Elektrosztatikus feltöltődések. Elektrosztatikus kisülések kialakulása csoportosítása.
Az ESD okozta veszélyek különböző iparágakban. Védekezési ESD okozta veszélyek ellen, Elektrosztatikus mérések.
Szigetelések öregedése, tulajdonságok változása az igénybevételek hatására. Szigetelések meghibásodási folyamatainak alapjai.
Termikus és villamos öregedés alapmodelljei. Nedvesedés hatása.
Szigetelésdiagnosztikai vizsgálatok, dielektromos jellemzők mérése: Egyenfeszültségű vizsgálatok: áram és feszültségmérésen alapuló módszerek. Váltakozófeszültségű vizsgálatok: kapacitás és veszteségi tényező illetve komplex permittivitás mérése.
Részleges kisülések fajtái, kapcsolatuk a berendezés állapotával, mérési módszereik: villamos, nem villamos módszerek. Szigetelésvizsgálat reflektrometriás módszerekkel.
Különböző eszközök, berendezések esetén használt szigetelésdiagnosztikai mérések és azok eredményeinek értékelése.
Kapcsolókészülékek diagnosztikai módszerei: oltó és szigetelőközeg, vezetőképesség (érintkezők állapota), szigetelőképesség, hajtás állapota (statikus és dinamikus mechanikai mutatók), szekunder berendezések állapotfelmérése.
Átviteli hálózati és elosztóhálózati berendezések eszközgazdálkodásának technikái.
Feszültségmentes és feszültség alatti munkavégzés különböző feszültségszinteken. FAM eszközök vizsgálata.

III.5.4.4.2 Szigetelési rendszerek laboratórium

(VIVEAC08, 6. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit)

A tantárgy célkitűzése: A laboratórium kiegészítő módon támogatja a Fenntartható villamos energetika specializáció, ill. a Szigetelési rendszerek ágazat elméleti tantárgyait. Célja a gyakorlati alkalmazóképesség fejlesztése, a fizikai összefüggések és a számítási modellek összhangjának megértése, elméleti ismeretek elmélyítése. A mérések többsége a villamosenergia-átvitel valamint a smart elosztóhálózatok tervezése és üzemeltetése témakörökkel kapcsolatos, de szerepelnek közöttük a villamosenergia-átvitel valamint a villamos gépek és hajtások területhez kötődő mérések is. A mérések rövid áttekintése: fogyasztók hálózati visszahatása, túláramvédelem, aszinkron gép vizsgálata, szinkrongép vizsgálata, egyenáramú gép vizsgálata, egyen-és váltakozó áramú zárlatok ideális kikapcsolása, villamos ív tulajdonságainak és megszakításának vizsgálata, olvadó biztosítók és kismegszakítók vizsgálata, szigetelőanyagok dielektromos és más jellemzőinek vizsgálata, ESD védelem vizsgálata, részletörések vizsgálata, nagyfeszültség előállítása, reflektometrián alapuló szigetelésdiagnosztikai módszerek.

Rövid tematika:
Fogyasztók hálózati visszahatása: Villamos energia minőség egyes jellemzőinek mérése, számítása, szabvány szerinti kiértékelése.
Túláramvédelem : Beállításszámítás, beállítás és tesztelés hálózati modellen, különböző helyeken fellépő különböző zárlattípusok esetén. Visszakapcsoló automatika működés.
Aszinkron gép vizsgálata: Üresjárási és rövidzárási jelleggörbék felvétele, terhelési mérés.
Szinkrongép vizsgálata: A szinkrongép üresjárási és rövidzárási jelleggörbéinek felvétele, a szinkron gép hálózatra kapcsolása. Áram-munkadiagram és a V görbék felvétele.
Egyenáramú gép vizsgálata: Egyenáramú generátor külső jelleggörbéjének felvétele, üresjárási veszteségek mérése, az egyenáramú motor sebességi (fordulatszám-áram) jelleggörbéjének felvétele.
Egyen és váltakozóáramú zárlatok ideális kikapcsolása: Koncentrált paraméterű modellben lévő kapcsoló sarkain fellépő feszültség (független visszaszökő feszültség) mérése és számítása. A hálózat paramétereinek hatása.
Villamos ív tulajdonságainak és megszakításának vizsgálata: Feszültség-áram, feszültség-ívhossz karakterisztika mérése, összevetése az ívmodellekből nyert számítási eredményekkel. Váltakozó- és egyenáramú ív megszakítása.
Olvadó biztosítók és kismegszakítók működésének vizsgálata: Biztosító modell, biztosító és kismegszakító működési karakterisztikájának felvétele.
Szigetelőanyagok jellemzőinek vizsgálata: Átütési szilárdság, fajlagos térfogati- és felületi ellenállás, veszteségi tényező és permittivitás mérése. Szigetelési ellenállás időfüggésének és a dielektromos jellemzők kapcsolatának vizsgálata. Visszatérő feszültség mérése és a polarizációs spektrum.
Elektrosztatikus munkahely kialakítása és vizsgálata: Elektrosztatikus feltöltődés mérése védelem nélküli és védett munkahelyen. A védelem nélkül kialakuló elektrosztatikus kisülés energiájának becslése.
Részkisüléseken és reflektrometrián alapuló szigetelésvizsgálati módszerek: Részleges kisülések és dielektromos jellemzők lokális hibahelyre utaló jellemzőinek vizsgálata reflektrometriás módszerel. Részleges kisülések típusainak azonosítása, villamos és nem-villamos mérések eredményeinek értékelése. Jellemzők kapcsolata az egyes meghibásodásokkal.
Nagyfeszültség előállítása: Lökőgenerátor áramkör vizsgálata a jelalak és a paraméterek kapcsolata, feszültségsokszorozó áramkörök vizsgálata.

III.6 Projekttantárgyak

A specializációk és azok ágazatainak keretein belül a hallgatók ún. projekttantárgyakat vesznek fel, melyek az 5. szemesztertől kezdődően rendre a Témalaboratórium, Önálló laboratórium, Szakmai gyakorlat (kritérium tantárgy) és a Szakdolgozat-készítés. Ezen tantárgyakban a hallgatók néhány fős csoportokban, vagy önállóan oldanak meg nagyobb méretű műszaki feladatokat (projekteket), egy-egy téma akár több tantárgy keretein is átívelhet (minden egyes tantárgy számára konkrét, önállóan értékelhető részfeladatot megfogalmazva). A projekttantárgyakat a hallgatók kizárólag valamelyik specializációra és ágazatra való besorolásukat követően vehetik fel, a felvétel szabályait részletesen a BSc specializáció- és ágazatválasztási szabályzat tartalmazza.

Témalaboratórium
(5. szemeszter,0/0/2/f/3 kredit)

A tantárgy célkitűzése: A témalabor bemutatja a specializáció, illetve ágazat (ha van) adott tanszékéhez tartozó műhelyeket, amelyek később az Önálló laboratórium, illetve a Szakdolgozat-készítés tantárgyakat kiszolgálják. A hallgatók a témalabor foglalkozásai során megismerkednek a műhely munkájával, és elsajátítják a műhely témáinak műveléséhez szükséges speciális szakmai ismereteket. A témalabor tantárgy elvégzése után a hallgatók képesek lesznek az adott szakmai műhelyben választott önálló laboratóriumi feladat további felkészítés nélküli kidolgozására.
Rövid tematika: Az oktatási időszak első hetében (a regisztrációs hetet követően) a hallgatók jelentkeznek a tanszék által meghirdetett szakmai műhelyek valamelyikébe. Célszerű a műhely kiválasztása ügyében a tanszéket a félévet megelőző vizsgaidőszakban felkeresni, amennyiben ez lehetséges. Egy műhely felügyeletét egy vezető konzulens látja el, aki további konzulenseket jelölhet ki.
A 4. hét végéig a hallgató saját feladatot választ, amelyet a szorgalmi időszak végéig ki kell dolgoznia.
A félév végén mindenkinek be kell számolni az elvégzett munkáról. A beszámoló szóbeli és írásbeli részt tartalmaz. A beszámoló konkrét formai követelményeit és ütemezését a felvett tantárgyat gondozó tanszék határozza meg.
A Témalaboratórium csak tanszéki keretek között végezhető.
A névre szóló feladat kidolgozása során a hallgatók általában 2-4 fős csoportokban dolgoznak, úgy, hogy a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. Lehetséges teljes mértékben önálló feladat kidolgozása. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat.

Tantárgykód	Tantárgynév	Tanszék
BMEVIAUAL02	Témalaboratórium	AUT
BMEVIEEAL02	Témalaboratórium	EET
BMEVIETAL02	Témalaboratórium	ETT
BMEVIHIAL02	Témalaboratórium	HIT
BMEVIHVAL02	Témalaboratórium	HVT
BMEVIIIAL02	Témalaboratórium	IIT
BMEVIMIAL02	Témalaboratórium	MIT
BMEVISZAL02	Témalaboratórium	SZIT
BMEVITMAL02	Témalaboratórium	TMIT
BMEVIVEAL02	Témalaboratórium	VET

Önálló laboratórium
(6. szemeszter,0/0/4/f/5 kredit)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a specializációban tanult ismeretek elmélyítése és gyakorlati tapasztalatok megszerzése egy szűkebb, a hallgató egyéni érdeklődésének megfelelő tématerületen. Alapvető célkitűzés, hogy erről a szűkebb szakterületről a hallgató az átlagos hallgatói ismereteket meghaladó felkészültséget szerezzen, és a tantárgy keretében végzett munkáját – megfelelő előrehaladás esetén – a szakdolgozat keretében is hasznosítani, illetve folytatni tudja.
Rövid tematika: Az önálló laboratórium félévét megelőző vizsgaidőszakban a hallgatók a specializáció- és ágazatválasztásuknak megfelelően jelentkeznek a meghirdetett konkrét témákra, vagy témacsoportokra, lehetőleg a leendő konzulenssel egyeztetve a feladatot.
A tantárgy részletes tematikáját, lebonyolításának módját a témavezető az első oktatási héten megtartandó első gyakorlat alkalmával határozza meg. Ennek a témától függő fázisai a következők lehetnek: irodalmazás, rendszertervezés, tervek készítése, kísérletek végzése és kiértékelése, deszkamodell szintű berendezések készítése, ellenőrző mérések végzése, végleges megoldás megtervezése és elkészítése, tesztelés, dokumentálás.
A szorgalmi időszak utolsó hetében mindenkinek be kell számolnia a félév során végzett munkájáról. A beszámoló formája egy 10-15 perces előadás. Az előadásokhoz számítógépes kivetítőhöz előkészített anyagok (prezentációk) használatát várjuk el a hallgatóktól. Az előadásokat úgy szervezzük meg, hogy a hasonló témájú feladatokon dolgozó hallgatók (általában 8-12 fő) lehetőleg egy csoportba kerüljenek. Az adott csoporton belül a hallgatók és a konzulensek az összes előadást meghallgatják.
A szorgalmi időszak utolsó napjáig el kell készíteni, és be kell adni a féléves munkáról szóló írásos beszámolót, illetve a magyar és angol nyelvű (1/2 - 1 oldalas) tartalmi összefoglalót.

Tantárgykód	Tantárgynév	Tanszék
BMEVIAUAL03	Önálló laboratórium	AUT
BMEVIEEAL03	Önálló laboratórium	EET
BMEVIETAL03	Önálló laboratórium	ETT
BMEVIHIAL03	Önálló laboratórium	HIT
BMEVIHVAL03	Önálló laboratórium	HVT
BMEVIIIAL03	Önálló laboratórium	IIT
BMEVIMIAL03	Önálló laboratórium	MIT
BMEVISZAL03	Önálló laboratórium	SZIT
BMEVITMAL03	Önálló laboratórium	TMIT
BMEVIVEAL03	Önálló laboratórium	VET

Szakmai gyakorlat
(6.-7. szemeszter,0/0/0/a/0 kredit)

A tantárgy célkitűzése: A szakmai gyakorlat általános célja, hogy a hallgatók alapvető ismereteket szerezzenek a specializációjuknak megfelelő gyakorlati mérnöki feladatokból, megismerkedjenek egy vállalat szervezeti és szakmai felépítésével, valós körülmények között készüljenek későbbi mérnöki munkájukra. A hat hetes szakmai gyakorlat során a hallgatók a tanszéki és vállalati konzulens által meghatározott feladatot oldanak meg. Feladatuk kapcsolódhat szakdolgozatukhoz, TDK dolgozatukhoz, önálló labor feladatukhoz, de azoktól jól elkülöníthetőnek kell lennie.

Rövid tematika: Hat hét (harminc munkanap) kiméretű szakmai gyakorlóhelyen teljesítendő szakmai gyakorlati munka. A gyakorlat során a gazdálkodó szervezet, illetve a vállalati konzulens által meghatározott, részletesen specifikált feladatot kell megoldani. A lehetséges helyszínekről és időpontokról, valamint a konkrét teendőkről a szakmai gyakorlat lebonyolításra vonatkozó szabályzat rendelkezik.
A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt a vállalati konzulens felügyelete és irányítása mellett dolgoznak. A munkakezdésre, befejezésre a vállalati munkarend előírásai a mértékadók. A hallgatók a szakmai gyakorlat alatt napra lebontott munkanaplót vezetnek. A munkanapló hitelességét a szakmai gyakorlat végén a vállalati konzulens aláírásával igazolja.
A szakmai gyakorlat végén a hallgatók írásos beszámolót készítenek. A beszámoló a BME bármely oktatási nyelvén megírható (magyar, angol, francia, német és orosz nyelven), függetlenül attól, hogy a szakmai gyakorlat mely országban valósult meg, amennyiben a tanszéki/kari felelős ehhez előzetesen hozzájárul. A beszámolót a vállalati konzulens aláírásával igazolja, a munkáról rövid értékelést készít. A munkanaplót, a beszámolót és az értékelést arra a tanszékre kell benyújtani, amely a témát kiírta. A beadási határidőt a tanszéki szakmai gyakorlati felelős határozza meg, figyelembe véve az egyetemi munkarendet (pl. nyári leállás).

Tantárgykód	Tantárgynév	Tanszék
BMEVIAUAS01	Szakmai gyakorlat	AUT
BMEVIEEAS01	Szakmai gyakorlat	EET
BMEVIETAS01	Szakmai gyakorlat	ETT
BMEVIHIAS01	Szakmai gyakorlat	HIT
BMEVIHVAS01	Szakmai gyakorlat	HVT
BMEVIIIAS01	Szakmai gyakorlat	IIT
BMEVIMIAS01	Szakmai gyakorlat	MIT
BMEVISZAS01	Szakmai gyakorlat	SZIT
BMEVITMAS01	Szakmai gyakorlat	TMIT
BMEVIVEAS01	Szakmai gyakorlat	VET

Szakdolgozat-készítés
(7. szemeszter,0/10/0/f/15 kredit)

A tantárgy célkitűzése: A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez BSc szinten szakdolgozatot kell készítenie. A szakdolgozattal azt kell igazolni, hogy jelölt önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.
Rövid tematika: A szakdolgozat témája a kar valamely (lehetőleg a hallgató által felvett specializációnak, és ha van, ágazatának megfelelő) tanszékén a tanszékvezető jóváhagyásával meghirdetett témák közül választható.
Más kar vagy egyetem, illetve külső vállalat (gazdasági szervezet) által adott téma csak akkor fogadható el, ha a kar valamely szakmailag illetékes tanszékének vezetője azt támogatja, és ahhoz tanszéki konzulenst biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mester (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A szakdolgozat témáját úgy kell kiválasztani, illetve a dolgozatot úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a szakdolgozat készítőjének tevékenysége.
A szakdolgozat készíthető a külső konzulens irányításával külső vállalat (gazdasági szervezet) telephelyén is. Amennyiben a hallgatónak szakmai gyakorlatot is kell teljesítenie az oklevél megszerzéséhez, és

szakmai gyakorlatát a szakdolgozat témáját kiíró vállalatnál (gazdasági szervezetnél) teljesíti, a szakdolgozat elkészítésére, illetve a szakmai gyakorlat teljesítésére vonatkozó tevékenységnek elkülöníthetőnek kell lennie.
A szakdolgozat külföldön is készíthető. Ilyen esetben a témát és a teendőket a külső szakdolgozathoz hasonló módon előre egyeztetni kell a kar valamely szakmailag illetékes tanszékével. A szakdolgozatnak meg kell felelnie az itthoni előírásoknak. A jelölt munkájáról és a szakdolgozatról a külföldi konzulenstől rövid írásos véleményt kell kérni, melyet a záróvizsga bizottsághoz kell eljuttatni. A külföldön készült szakdolgozatot ugyanúgy meg kell védeni a záróvizsgán, mint az itthon készült dolgozatokat.
Szakdolgozatot magyar nyelven kívül a BME valamely idegen oktatási nyelvén (angol, francia, német és orosz nyelven) is lehet készíteni, amennyiben a tanszéki konzulens ehhez hozzájárul.
Két vagy több hallgató részére közös témájú szakdolgozatot is lehet kiadni, de csak különválasztva, névre szólóan, ha a tevékenység és a munka eredménye egyértelműen elkülöníthető. A feladatkiírásban egyértelműen meg kell nevezni az önállóan, illetve a közös témán dolgozó többi hallgató által kidolgozandó részfeladatokat.
A szakdolgozatban a hallgatónak nyilatkoznia kell arról, hogy az saját munkájának eredménye. Közös témájú szakdolgozat esetében egyértelműen meg kell jelölni a nem önállóan megoldott részfeladatokat.

Tantárgykód	Tantárgynév	Tanszék
BMEVIAUAT01	Szakdolgozat-készítés	AUT
BMEVIEEAT01	Szakdolgozat-készítés	EET
BMEVIETAT01	Szakdolgozat-készítés	ETT
BMEVIHIAT01	Szakdolgozat-készítés	HIT
BMEVIHVAT01	Szakdolgozat-készítés	HVT
BMEVIIIAT01	Szakdolgozat-készítés	IIT
BMEVIMIAT01	Szakdolgozat-készítés	MIT
BMEVISZAT01	Szakdolgozat-készítés	SZIT
BMEVITMAT01	Szakdolgozat-készítés	TMIT
BMEVIVEAT01	Szakdolgozat-készítés	VET

III.7 Szabadon választható tantárgyak

A szabadon választható tantárgycsoportban a hallgatók ismereteik bővítésére általuk szabadon választott tantárgyakat vesznek fel - minimum 10 kreditpont kiméretben - a Kar, más karok, vagy más egyetemek tantárgyainak kínálatából.

A szabadon választható tantárgyakat a képzések szakbizottságai három kategóriába sorolják: **Ajánlott** egy tantárgy, ha azt a szakbizottság a hallgató szakmai ismereteit bővítő tantárgynak ítéli. **Befogadott** egy tantárgy, ha az a hallgató általános érdeklődésére tarthat számot, de szakmailag kevésbé kapcsolódik a képzéshez. **Tiltott** egy tantárgy, ha az a képzésben szereplő tantárgyakkal a TVSz-ben megengedett mértéknél nagyobb átfedést tartalmaz, így teljesítése kredittel nem elismerhető.

A kari honlapon található, szakonként elkülönülő táblázatok és a Neptun Egységes Tanulmányi Rendszerben található mintatanterv szabadon választható tantárgyi blokkja az ajánlott tantárgyakat tartalmazza. A befogadott tárgyakat a Neptunban az intézményi tantárgyak között találja, a tiltott tantárgyak (egy részének) felvételét a Neptun megakadályozza.

Felhívjuk figyelmét, hogy az összes intézményi tantárgy listájában szereplő tantárgyak több-kevesebb átfedést is tartalmazhatnak más tantárgyakkal. Ha a mintatantervben szereplő kötelező, illetve a tantervi követelmények teljesítéséhez már figyelembe vett egyéb tantárgyak ismeretei együttesen egy tantárgy tananyagának nagyobb hányadát tartalmazzák, úgy a tantárgy felvehető ugyan, de a tantervhez kapcsolódó követelmények teljesítéséhez nem vehető figyelembe [NFTv 49.§ (5)]. Ezt a Neptun nem tudja ellenőrizni, ezért a megfelelő tantárgyfelvétel minden hallgató saját felelőssége: ha a tantárgyi adatlap alapján ez nem egyértelmű, kérjük, hogy felvétel előtt ki-ki konzultáljon közvetlenül a tantárgy előadójával vagy felelősével, szükség esetén a Kari Kreditátviteli Bizottsággal.