

A BSc képzés programja

a mérnökinformatikus és a villamosmérnöki szakokon

Érvényes: 2014. szeptember 1-től felmenő rendszerben

(V 2.2)

BUDAPEST, 2016



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	23
II.3 Szakmai törzsanyag	27
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	53
II.6.1.1.3 Médiaalkalmazások és - hálózatok a gyakorlatban	54
II.6.1.1.4 Hálózatba kapcsolt erőforrásplatformok és alkalmazásai.....	54
II.6.1.1.5 Infokommunikáció laboratórium 1	55
II.6.1.1.6 Infokommunikáció laboratórium 2	55
II.6.2 Rendszertervezés specializáció (AUT, IIT, MIT)	56
II.6.2.1 A specializáció tantárgyai	56
II.6.2.1.1 Informatikai rendszertervezés	56
II.6.2.1.2 Ipari informatika.....	56
II.6.2.1.3 Alkalmazásfejlesztési környezetek.....	57
II.6.2.1.4 Intelligens elosztott rendszerek.....	57
II.6.2.1.5 Rendszertervezés laboratórium 1	57
II.6.2.1.6 Rendszertervezés laboratórium 2	58
II.6.3 Szoftverfejlesztés specializáció (AUT, IIT, MIT).....	59
II.6.3.1 A specializáció tantárgyai	59
II.6.3.1.1 Adatvezérelt rendszerek	59
II.6.3.1.2 Objektumorientált szoftvertervezés.....	59
II.6.3.1.3 Integrációs és ellenőrzési technikák	60
II.6.3.1.4 Kliens oldali technológiák.....	60
II.6.3.1.5 3D grafikus rendszerek	60
II.6.3.1.6 Szoftverfejlesztés laboratórium 1	61
II.6.3.1.7 Szoftverfejlesztés laboratórium 2	61

II.6.4 Vállalati információs rendszerek specializáció (ETT, SZIT, TMIT)	62
II.6.4.1 A specializáció tantárgyai	62
II.6.4.1.1 Vállalatirányítási rendszerek	62
II.6.4.1.2 Termelésinformatika	63
II.6.4.1.3 Gazdálkodási információmenedzsment	63
II.6.4.1.4 Adatelemzés	63
II.6.4.1.5 Vállalati rendszerek programozása laboratórium	64
II.6.4.1.6 Vállalati jelentéskészítés laboratórium	64
II.7 Projektantárgyak	66
II.8 Szabadon választható tantárgyak	70
III. VILLAMOSMÉRNÖKI ALAPSZAK	71
III.1 Természettudományos alapismeretek	73
III.2 Gazdasági és humán ismeretek	84
III.3 Szakmai törzsanyag	88
III.4 Specializáció-előkészítő tantárgy	105
III.5 A villamosmérnöki alapszak specializációi és tantárgyai	112
III.5.1 Beágyazott és irányító rendszerek specializáció (MIT, IIT, AUT)	113
III.5.1.1 A specializáció tantárgyai	113
III.5.1.1.1 Beágyazott és ambiens rendszerek	113
III.5.1.1.2 Ipari irányítástechnika	114
III.5.1.1.3 Mikrokontroller alapú rendszerek	114
III.5.1.2 Beágyazott információs rendszerek ágazat (MIT)	115
III.5.1.2.1 Párhuzamos és eseményvezérelt programozás beágyazott rendszereken	115
III.5.1.2.2 Beágyazott és ambiens rendszerek laboratórium	115
III.5.1.3 Irányítórendszerek ágazat (IIT)	116
III.5.1.3.1 Ipari képfeldolgozás és képmegjelenítés	116
III.5.1.3.2 Irányítórendszerek laboratórium	116
III.5.1.4 Számítógép-alapú rendszerek ágazat (AUT)	117
III.5.1.4.1 Beágyazott operációs rendszerek és kliens alkalmazások	117
III.5.1.4.2 Mikrokontroller laboratórium	117
III.5.2 Infokommunikációs rendszerek specializáció (HIT, TMIT, HVT)	119
III.5.2.1 A specializáció tantárgyai	119
III.5.2.1.1 Mobil kommunikációs rendszerek	119
III.5.2.1.2 Hálózati technológiák és alkalmazások	120
III.5.2.1.3 Nagyfrekvenciás rendszerek	120
III.5.2.2 Multimédia technológiák és rendszerek ágazat (HIT)	120
III.5.2.2.1 Multimédia technológiák és rendszerek	120
III.5.2.2.2 Multimédia technológiák és rendszerek laboratórium	121
III.5.2.3 Infokommunikációs hálózatok és alkalmazások ágazat (TMIT)	121
III.5.2.3.1 Hálózatok építése, konfigurálása és működtetése	121
III.5.2.3.2 Infokommunikáció laboratórium	122

III.5.2.4 Nagyfrekvenciás rendszerek és alkalmazások ágazat (HVT).....	122
III.5.2.4.1 Űrtechnológia	122
III.5.2.4.2 Nagyfrekvenciás rendszerek és alkalmazások laboratórium	122
III.5.3 Mikroelektronikai tervezés és gyártás specializáció (EET, ETT)	124
III.5.3.1 A specializáció tantárgyai	124
III.5.3.1.1 Moduláramkörök és készülékek.....	124
III.5.3.1.2 Mikroelektronikai tervezés.....	125
III.5.3.1.3 Félvezető technológia	125
III.5.3.1.4 Elektronikai gyártás és minőségbiztosítás	126
III.5.3.2 Mikroelektronikai tervezés ágazat (EET).....	126
III.5.3.2.1 Mikroelektronikai laboratórium	126
III.5.3.3 Mikroelektronikai gyártás ágazat (ETT).....	127
III.5.3.3.1 Technológiai folyamatok és minőségellenőrzésük laboratórium	127
III.5.4 Fenntartható villamos energetika specializáció (VET)	128
III.5.4.1 A specializáció tantárgyai	128
III.5.4.1.1 Villamosenergia-átvitel	128
III.5.4.1.2 Villamos gépek és alkalmazások	128
III.5.4.1.3 Villamos berendezések és szigetelések	129
III.5.4.2 Smart grid ágazat	129
III.5.4.2.1 Smart elosztóhálózatok tervezése és üzemeltetése	129
III.5.4.2.2 Smart grid laboratórium.....	129
III.5.4.3 Villamos gépek és hajtások ágazat	130
III.5.4.3.1 Villamos hajtások szabályozása	130
III.5.4.3.2 Villamos gépek és hajtások laboratórium	130
III.5.4.4 Villamos szigetelési rendszerek ágazat	130
III.5.4.4.1 Szigetelési rendszerek kiválasztása és ellenőrzése	130
III.5.4.4.2 Szigetelési rendszerek laboratórium	131
III.6 Projektantárgyak	132
III.7 Szabadon választható tantárgyak.....	136

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 a 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 hálót, előtanulmányi rendjét, majd szakok szerinti bontásban a képzésben szereplő főbb tantárgycsoportok elemeit, a specializációkat és az ágazatokat.

A kar képzéseiről, a tanszékeken folyó kutatás-fejlesztési és innovációs tevékenységről, a továbbképzési lehetőségekről, a hallgatói szakmai és közösségi életéről 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)
Írányítástechnika 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, 2016. január 4.

Dr. Vajta László
dékán

Összeállította: Kalmusné Mihók Zsuzsa, Tevesz Gábor

I.1 A mérnökinformatikus alapszak tantervi hálójája

Tárgykód	Tárgynév	Szemeszter						
		1	2	3	4	5	6	7
Természettudományos alapismeretek (40 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	VISZAB00	Valószínűségszámítás			2/2/0/v/4			
5	VISZAA00	Bevezetés a számításelméletbe 1	2/2/0/v/4					
6	VISZAA01	Bevezetés a számításelméletbe 2		2/2/0/v/4				
7	VIHIAB00	Kódolástechnika			3/0/0/v/4			
8	VISZAB01	Algoritmuselmélet				2/2/0/v/4		
9	TE11AX23	Fizika 1i	3/1/0/v/4					
10	TE11AX24	Fizika 2i		3/1/0/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 lesznek	2/0/0/f/2					
15	Id. honlap	Köt. vál. gazd. és hum. 1					2/0/0/f/2	
16	Id. honlap	Köt. vál. gazd. és hum. 2					2/0/0/f/2	
17	Id. honlap	Köt. vál. gazd. és hum. 3						2/0/0/f/2
18	Id. honlap	Köt. vál. gazd. és hum. 4						2/0/0/f/2
Szakmai törzsanyag (97 kreditpont)								
19	VIHVB00	Rendszerelmélet			3/1/0/f/4			
20	VIEEAC00	IT eszközök technológiája				3/0/1/f/4		
21	VIMIAA01	Digitális technika	3/1/2/v/7					
22	VIMIAA00	Rendszermodellezés		2/1/0/f/4				
23	VIHIAA00	Számítógép-architektúrák		3/1/0/v/5				
24	VIHIAB01	Kommunikációs hálózatok 1			3/0/1/f/4			
25	VITMAB01	Kommunikációs hálózatok 2				3/0/1/v/4		
26	VIMIAB00	Operációs rendszerek				3/0/1/v/5		
27	VIEEAA00	A programozás alapjai 1	2/2/2/f/7					
28	VIIIAA00	A programozás alapjai 2		2/2/2/f/7				
29	VIIIAB00	A programozás alapjai 3			2/0/2/f/5			
30	VITMAB00	Adatbázisok			3/1/0/v/5			
31	VITMAB02	Adatbázisok laboratórium				0/0/2/f/2		
32	VIIIAB01	Szoftvertchnológia			3/0/0/v/4			
33	VIAUAB00	Szoftvertchnikák				2/0/2/v/5		

	Tárgykód	Tárgynév	Szemeszter						
			1	2	3	4	5	6	7
34	VIIIAB02	Szoftver projekt laboratórium				0/0/2/f/2			
35	VIAUAC00	Webes és mobil szoftverek					3/0/1/v/5		
36	VIIIAB03	Számítógépes grafika				3/0/0/f/4			
37	VIMIAC00	Mesterséges intelligencia					3/0/0/f/4		
38	VIHIAC01	IT biztonság						3/0/0/f/3	
39	VITMAC02	Információs rendszerek üzemeltetése						3/0/1/f/4	
40	↓	Elágazó tantárgy ¹							3/0/0/f/3
Differenciált szakmai ismeretek (43 kreditpont)									
41	↓	Specializáció-tantárgy 1					3/1/0/v/4		
42	↓	Specializáció-tantárgy 2					3/1/0/v/4		
43	↓	Specializáció-tantárgy 3						3/1/0/v/4	
44	↓	Specializáció-tantárgy 4						3/1/0/v/4	
45	↓	Specializációlaboratórium 1, 2						0/0/2/f/2	0/0/2/f/2
46	generikus	Témalaboratórium					0/0/2/f/3		
47	generikus	Önálló laboratórium						0/0/4/f/5	
48	generikus	Szakdolgozat-készítés							0/10/0/f/15
Szabadon választható tantárgyak (10 kreditpont)²									
49	Id. honlap	Szabadon választható tantárgy 1, 2						4/0/0/v/4	2/0/0/f/2
50	Id. honlap	Szabadon választható tantárgy 3							2/0/0/f/2
51	Id. honlap	Szabadon választható tantárgy 4							2/0/0/f/2
Kritériumtárgyak									
52	Id. honlap	Testnevelés	0/2/0/a/0	0/2/0/a/0					
53	generikus	Szakmai gyakorlat ³							8 hét/a/0
Ajánlott tantárgy									
54	generikus	Tanköri foglalkozás	0/2/0/a/0	0/2/0/a/0					
Összesítés									
Összes heti óra bontva (krit. tantárgyak nélkül)			16/8/4/30	16/9/2/30	19/4/3/30	17/2/8/30	21/2/4/30	20/2/7/30	13/10/2/30
Összes heti óra (krit. tantárgyak nélkül)			28	27	26	27	27	29	25
Összes óra a képzésben			189	122/37/30					
Összes kredit pontszám			30	30	30	30	30	30	30
Vizsgaszám ⁴			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 Elágazó tantárgyként a tantervben ezen blokk számára előírt tantárgyak egyike teljesítendő

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

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

⁴ 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
40	VIMIAD00	Beágyazott információs rendszerek							3/0/0/f/3
40	VITMAD00	Beszédinformációs rendszerek							3/0/0/f/3
40	VISZAD00	Deklaratív programozás							3/0/0/f/3
40	VIIIAD00	Képfeldolgozás							3/0/0/f/3

Specializációk

	Tárgykód	Tárgynév	Szemeszter						
			1	2	3	4	5	6	7
Infokommunikáció specializáció									
41	VIHIAC00	Mobil kommunikációs hálózatok					3/1/0/v/4		
42	VITMAC00	Hálózatok építése és üzemeltetése					3/1/0/v/4		
43	VIHIAC02	Médiaalkalmazások és –hálózatok a gyakorlatban						3/1/0/v/4	
44	VITMAC03	Hálózatba kapcsolt erőforrás platformok és alkalmazásaik						3/1/0/v/4	
45	VITMAC04	Infokommunikáció laboratórium 1						0/0/2/f/2	
45	VIHIAD01	Infokommunikáció laboratórium 2							0/0/2/f/2
Rendszertervezés specializáció									
41	VIMIAC01	Informatikai rendszertervezés					3/1/0/v/4		
42	VIIIAC02	Ipari informatika					3/1/0/v/4		
43	VIAUAC04	Alkalmazásfejlesztési környezetek						3/1/0/v/4	
44	VIMIAC02	Intelligens elosztott rendszerek						3/1/0/v/4	
45	VIMIAC03	Rendszertervezés laboratórium 1						0/0/2/f/2	
45	VIMIAD01	Rendszertervezés laboratórium 2							0/0/2/f/2
Szoftverfejlesztés specializáció									
41	VIAUAC01	Adatvezérelt rendszerek					3/1/0/v/4		
42	VIIIAC00	Objektumorientált szoftvertervezés					3/1/0/v/4		
43	VIMIAC04	Integrációs és ellenőrzési technikák						3/1/0/v/4	
44	VIAUAC02	Kliens oldali technológiák						3/1/0/v/4	
44	VIIIAC01	3D grafikus rendszerek						3/1/0/v/4	
45	VIAUAC03	Szoftverfejlesztés laboratórium 1						0/0/2/f/2	
45	VIAUAD00	Szoftverfejlesztés laboratórium 2							0/0/2/f/2
Vállalati információs rendszerek specializáció									
41	VIETAC00	Vállalatirányítási rendszerek					3/1/0/v/4		
42	VIETAC01	Termelésinformatika					3/1/0/v/4		
43	VITMAC01	Gazdálkodási információmenedzsment						3/1/0/v/4	
44	VISZAC00	Adatelemzés						3/1/0/v/4	
45	VIETAC02	Vállalati rendszerek programozása laboratórium						0/0/2/f/2	
45	VIETAC03	Vállalati jelentéskészítés laboratórium							0/0/2/f/2

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			2/2/0/v/4				
5	TE90AX51	Matematika A4			2/2/0/v/4				
6	TE11AX21	Fizika 1	3/1/0/v/4						
7	TE11AX22	Fizika 2		3/1/0/v/4					
8	VISZAA02	A számítástudomány alapjai	2/2/0/v/4						
9	VIIIAB04	Informatika 1				4/1/0/f/5			
10	VIAUAB01	Informatika 2				4/0/1/v/5			
11	VIETAB00	Elektronikai technológia és anyagismeret			4/0/2/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	2/0/0/f/2						
16	Id. honlap	Köt. vál. gazd. és hum. 1, 2	2/0/0/f/2						2/0/0/f/2
17	Id. 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	VIAUAA00	A programozás alapjai 2		2/2/2/f/7					
20	VIIIAA01	Digitális technika 1	3/1/1/v/5						
21	VIIIAA02	Digitális technika 2		4/1/0/v/5					
22	VIHVAA00	Jelek és rendszerek 1		4/2/0/v/6					
23	VIHVAB01	Jelek és rendszerek 2			3/3/0/v/6				
24	VIVEAB00	Elektrotechnika			4/0/1/f/5				
25	VIHVAC03	Elektromágneses terek alapjai					3/1/0/v/4		
26	VIHIAB02	Elektronika 1			3/2/0/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				3/a/b/v/5			
30	↓	Specializáció-előkészítő tantárgy 2 ¹				3/a/b/v/5			
31	↓	Specializáció-előkészítő tantárgy 3 ¹				3/a/b/v/5			
32	↓	Specializáció-előkészítő tantárgy 4 ¹						3/a/b/v/5	
33	VIMIAC05	Laboratórium 1					0/0/4/f/5		

	Tárgykód	Tárgynév	Szemeszter						
			1	2	3	4	5	6	7
34	VIMIAC07	Laboratórium 2						0/0/3/f/4	
Differenciált szakmai ismeretek (43 kreditpont)									
35	↓	Specializáció-tantárgy 1					3/1/0/v/4		
36	↓	Specializáció-tantárgy 2					3/1/0/v/4		
37	↓	Specializáció-tantárgy 3					3/1/0/v/4		
38	↓	Specializáció-tantárgy 4						3/1/0/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	Id. honlap	Szabadon választható tantárgy 1, 2						2/0/0/v/2	2/0/0/f/2
44	Id. honlap	Szabadon választható tantárgy 3							2/0/0/f/2
45	Id. honlap	Szabadon választható tantárgy 4							2/0/0/f/2
46	Id. honlap	Szabadon választható tantárgy 5							2/0/0/f/2
Kritériumtárgyak									
47	Id. 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)		18/8/3/30	19/8/2/30	18/9/3/30	20/6/4/30	20/5/6/33	14/2/11/30	12/10/0/27
	Összes heti óra (krit. tantárgyak nélkül)		29	29	30	30	31	27	22
	Összes óra a képzésben		198	121/48/ 29					
	Összes kredit pontszám		30	30	30	30	33	30	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				3/1/1/v/5			
29-32	VITMAB03	Infokommunikáció				3/2/0/v/5			
29-32	VIEEAB00	Mikroelektronika				3/0/2/v/5			
29-32	VIVEAB01	Villamos energetika				3/1/1/v/5			

Specializációk

	Tárgykód	Tárgynév	Szemeszter						
			1	2	3	4	5	6	7
Beágyazott és irányító rendszerek specializáció									
35	VIMIAC06	Beágyazott és ambiens rendszerek					3/1/0/v/4		
36	VIIIAC03	Ipari irányítástechnika					3/1/0/v/4		
37	VIAUAC06	Mikrokontroller alapú rendszerek					3/1/0/v/4		
- Beágyazott információs rendszerek ágazat (MIT)									
38	VIMIAC08	Párhuzamos és eseményvez. programozás beágyazott rendsz.						3/1/0/v/4	
39	VIMIAC09	Beágyazott és ambiens rendszerek laboratórium						0/0/3/f/4	
- Irányítórendszerek ágazat (IIT)									
38	VIIIAC04	Ipari képfeldolgozás és képmegjelenítés						3/1/0/v/4	
39	VIIIAC05	Irányítórendszerek laboratórium						0/0/3/f/4	
- Számítógép-alapú rendszerek ágazat (AUT)									
38	VIAUAC07	Beágyazott operációs rendszerek és kliens alkalmazások						3/1/0/v/4	
39	VIAUAC08	Mikrokontroller laboratórium						0/0/3/f/4	
Infokommunikációs rendszerek specializáció									
35	VIHIAC04	Mobil kommunikációs rendszerek					3/1/0/v/4		
36	VITMAC05	Hálózati technológiák és alkalmazások					3/1/0/v/4		
37	VIHVAC04	Nagyfrekvenciás rendszerek					3/1/0/v/4		
- Multimédia technológiák és rendszerek ágazat (HIT)									
38	VIHIAC05	Multimédia technológiák és rendszerek						3/1/0/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						3/1/0/v/4	
39	VITMAC07	Infokommunikáció laboratórium						0/0/3/f/4	
- Nagyfrekvenciás rendszerek és alkalmazások ágazat (HVT)									
38	VIHVAC05	Űrtechnológia						3/1/0/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				3/1/0/v/4		
36	VIEEAC01	Mikroelektronikai tervezés				3/1/0/v/4		
37	VIEEAC02	Félvezető technológia				3/1/0/v/4		
38	VIETAC05	Elektronikai gyártás és minőségbiztosítás					3/1/0/v/4	
- Mikroelektronikai tervezés ágazat								
39	VIEEAC03	Mikroelektronikai laboratórium					0/0/3/f/4	
- Mikroelektronikai gyártás ágazat								
39	VIETAC06	Technológiai folyamatok és minőségellenőrzés laboratórium					0/0/3/f/4	
Fenntartható villamos energetika specializáció								
35	VIVEAC00	Villamosenergia-átvitel				3/1/0/v/4		
36	VIVEAC01	Villamos gépek és alkalmazások				3/1/0/v/4		
37	VIVEAC02	Villamos berendezések és szigetelések				3/1/0/v/4		
- Smart grid ágazat								
38	VIVEAC03	Smart elosztóhálózatok tervezése és üzemeltet.					3/1/0/v/4	
39	VIVEAC06	Smart grid laboratórium					0/0/3/f/4	
- Villamos gépek és hajtások ágazat								
38	VIVEAC04	Villamos hajtások szabályozása					3/1/0/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					3/1/0/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)
 Szelessávú 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 programrendszeinek 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.

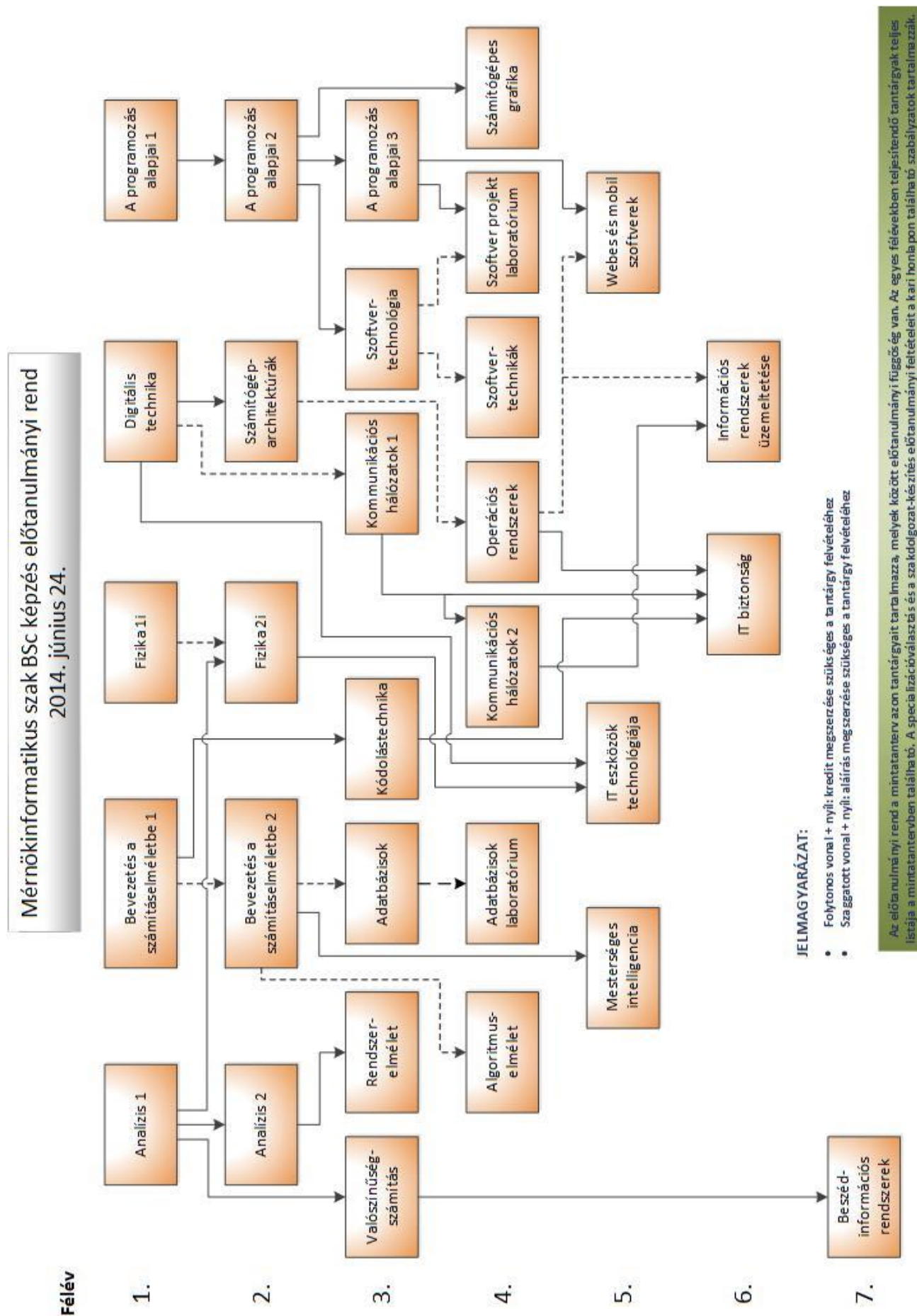
Az alapképzés során megszerzendő ismeretek (210 kredit):

<i>Természettudományos alapismeretek</i>	<i>40 kreditpont</i>
<i>Gazdasági és humán ismeretek</i>	<i>20 kreditpont</i>
<i>Szakmai törzsanyag</i>	<i>97 kreditpont</i>
<i>Differenciált szakmai ismeretek</i>	<i>43 kreditpont</i>
<i>Szabadon választható tantárgyak ismeretkörei</i>	<i>10 kreditpont</i>
<i>Kritériumtárgyak</i>	<i>0 kreditpont</i>

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.



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:

Valós számok axiómái. Komplex szám fogalma, alapműveletek, Euler formula, egységgyökök, gyökvonás.

Valós számsorozatok:

Nevezetes határértékek, az e szám. Műveletek konvergens sorozatokkal. Monoton és korlátos sorozatok.

Egyváltozós függvények folytonossága és differenciálhatósága:

Elemi függvények és inverzeik

Differenciálható függvények tulajdonságai, középértéktételek, L'Hospital szabály

Függvényvizsgálat, paraméteresen és polárkoordinátákban adott függvények

Egyváltozós függvények integrálása:

Az integrálás technikája, Newton-Leibniz formula, az integrálszámítás alkalmazása, improprius integrál.

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

szétválasztható változójú, lineáris elsőrendű, magasabb rendű lineáris állandó együtthatós differenciálegyenletek.

Lineáris rekurzió

Numerikus- és függvényysorok

Numerikus sor összege, alaptulajdonságok. Leibniz-típusú sor. Abszolút és feltételes konvergencia. Konvergenciakritériumok.

Függvényysorok, egyenletes konvergencia és következményei. Hatványsorok, Taylor sor, binomiális sor.

Többváltozós függvények

Határérték, folytonosság.

Differenciálhatóság, iránymenti derivált, parciális derivált, totális derivált. Lláncszabály.

Magasabbrendű parciális deriváltak és differenciálok. Szélsőérték.

Kettős és hármasintegrál kiszámítása. Integrál transzformáció, Jacobi mátrix.

Fourier-analízis

Trigonometrikus rendszer, Fourier-sor.

Fourier-transzformáció és alaptulajdonságai.

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.

Valószínűesszámitás
([VISZAB00](#), 3. szemeszter, 2/2/0/v/4 kredit, SZIT)

1. A tantárgy célkitűzése

A sztochasztikus modellalkotás alapjainak elsajátítása

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
([VISZAA00](#), 1. szemeszter, 2/2/0/v/4 kredit, SZIT)

1. A tantárgy célkitűzése

A műszaki informatika tanulmányokhoz szükséges és a mérnöki alapképalkotásához tartozó egyes alapvető matematikai ismeretek elsajátítása, azok szemléletmódjának kialakítása.

2. A tantárgy tematikája

Térbeli koordináta geometria: vektorok a térben, koordinátarendszer, skaláris szorzat. A sík egyenlete. Az egyenes (paraméteres és kanonikus egyenletrendszere). R^n fogalma, műveletek oszlopvektorokkal.

R^n alterének fogalma, műveleti zárttság. 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 sorokvivalens 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. $(n \times n)$ -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, alaplóműveletek 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 logaritmusai között, alaplóműveletek, hatványozás modulo m , prímtesztelés. Nyilvános kulcsú titkosítás, 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

([VISZAA01](#), 2. szemeszter, 2/2/0/v/4 kredit, SZIT)

1. A tantárgy célkitűzése

A műszaki informatika tanulmányokhoz szükséges és a mérnöki alaplóműveltséghez tartozó egyes alapvető matematikai ismeretek elsajátítása, azok szemléletmódjának kialakítása.

2. A tantárgy tematikája

Kombinatorikai alapismeretek: permutációk, variációk, kombinációk ismétlés nélkül és ismétléssel. Összefüggések a binomiális együtthatók között, Pascal-háromszög, binomiális tétel.

Gráfelméleti alapgfogalmak: gráf, egyszerű gráf, foksám, 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 K_5 és $K_{3,3}$ 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 foksám 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. König tétele a maximális párosítás és a minimális lefogó ponthalmaz méretének egyenlőségéről. Tutte tétele.

Élkromatikus szám fogalma, reláció a maximális fokszámmal, Vizing tétele, König 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 fogalmi, 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

([VIHAB00](#), 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 tárokon 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, kód rövidítés. Multi-user rendszerek és kódolás. Hibavalószínűség számítás.

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

Biztonsági kódolás: Alapfogalmak: érzékeny információ és támadása, rejtjelezés (szimmetrikus, aszimmetrikus). Rejtjelezési technikák, kulcsfolyam és blokk rejtjelezők. Shift rejtjelzés, polialafabetikus rejtjelzés, affín 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

(VISZAB01 4. szemeszter, 2/2/0/v/4 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 (nagy részt 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, beszűrös, 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.

Biztonsági kódolás: Alapfogalmak: érzékeny információ és támadása, rejtjelezés (szimmetrikus, aszimmetrikus). Rejtjelezési technikák, kulcsfolyam és blokk rejtjelezők. Shift rejtjelzés, polialfabetikus rejtjelzés, affín 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.

Fizika 1i

(TE11AX23, 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 korbéli 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, koordináta-rendszerek, 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. Koordináta-rendszerek. 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 erő-törvények: 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 hétköznapiakban a bolygók és műholdak mozgásától a mikromechanikai rendszerekig.

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

Rezgések a hétköznapiakban időmérésre használt kvarcoszcillátoroktól a rezonanciakatasztrófiáig.

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, 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 korbéli 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 alapkursusnak 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

Sztatikus 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 rúd mágnes 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 hétköznapi életben 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 kvantummechanika 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 lesznek, 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	Érzelmelek logikája	2	VIK
VITMAK49	Digitális életmód	2	VIK

Mérnök lesznek

([GT52A400](#), 1. szemeszter, 2/0/0f/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 idővesztései, 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, igény szint. 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, diáor szerkezete, felépítése. Vizualizáció, vetítésdizájn, diáor tervezés. Hatásos prezentációkészítés. Klasszikus stílus vs. új szemlélet. PowerPoint mesterképző, ezen belül képek háttérének 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 menedzséri 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 makroszfájának 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, fizetéseképtelenség 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 kötelelem 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 kötelek
eredménykötelek, vállalkozási szerződés, fuvarozás és szállítmányozás, a gazdasági forgalom egyéb szerződése.

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; Fizetéseképtelenségi jog – csőd- és felszámolás.

Versenyjog – tisztességtelen verseny elleni szabályok és a versenykorlátozások tilalma.

II.3 Szakmai törzsanyag

Rendszerelmélet

([VIHVAB00](#), 3. szemeszter, 3/1/0/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 vizsgáló 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 stabilitás fogalma.

Hálózatok fogalma. Analízis időtartományban. Az impulzusválasz, ugrásválasz fogalma és kapcsolata. A lineáris rendszer válaszáinak kifejezése. Konvolúció. (FI és DI rendszerek)

A rendszer állapotváltozós leírása, az állapotegyenlet megoldása az idő-tartományban (mátrixfüggvények) (FI és DI rendszerek) A rendszer válaszáinak 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.

Modellalkotási eljárások. Modellezés és szimuláció lépései és feladatai. Modell és ellenőrzése.

Beavatkozó szervek, érzékelők – elvárások, szabványos jeltartományok.

Hatásvázlat: tömbvázlat, jelfolyam gráf. Jelfolyam hálózat komponensei, összekapcsolási kényszerek, az állapotváltozós leírás, az átviteli karakterisztika előállítás, 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, sávzélesség 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, válaszáinak megadása a komplex frekvencia-tartományban. Bode, Nyquist diagram.

Stabilitás. Gerjesztés-válasz stabilitás, aszimptotikus stabilitás. Stabilitásvizsgálati módszerek: időtartományi (Routh-Hurwitz), Jury.

Stabilitásvizsgálati módszerek: frekvencia (operátor) tartományi (Nyquist, Bode), geometriai (gyökhelygörbe) stabilitás kritériumok. Strukturális és feltételes stabilitás. Pólus-zérus elrendezés.

Ideális alaptagok (arányos, integráló, kétszeresen integráló, differenciáló, holtidős tag) jellemzői: impulzus-, ugrásválasz, Nyquist, Bode diagram. Tárolós tagok jellemzői: egy-, és kéttárolós tagok.

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

Mintavételes szabályozási rendszerek alapjai: zárt mintavételes szabályozási kör felépítése, FI, DI jelek, mintavétel, tartás. Mintavételes rendszer és tipikus tagok impulzusválasza.

IT eszközök technológiája

([VIEEAC00](#), 5. szemeszter, 3/0/1/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. Nyomatatási technológiák: lézer és tintasugaras nyomatatók 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. Nyomatott 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

([VIMIAA01](#), 1. szemeszter, 3/1/2/v/7 kredit, MIT)

1. A tantárgy célkitűzése

A Digitális technika tantárgy egy fontos alapozótárgy a műszaki informatikai szakirány 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. alacsony szintű 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 alkapuk 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, címezési 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, szinkronizálás/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. Együttal 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 alapl műveletei, modellfinomítás. Többaspektusú modellezés. Hierarchia, taxonómia fogalma, szerepe a rendszertervezésben. Bonyolultságkezelés (Hierarchikus modellezés, absztrakció). Eszköz: MindMap modellező.

Strukturális modellek, adatmodellezés

Meta-modellek és modellek kapcsolata. Konceptió/példány kérdése, öröklés, polimorfizmus. Modellstruktúrák vizualizációja, Modellhelyesség kritériumai, típushelyesség, példányosítás/alosztályok, tranzitív kapcsolatok. Eszköz: MindMap + Táblázatkezelő.

Állapotmodellezés

Állapotgráfok, állapotterképek. Hierarchia modellezése, konkurencia kezelése. Üzenetkezelés és várakozási sor fogalma. Determinisztikus/nemdeterminisztikus modellezés. Eszköz: Egyszerű állapotgráf-állapotter eszköz.

Viselkedésmo dellek (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

Teljesítménymo dellek fogalmi. 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
([VIHIAA00](#), 2. szemeszter, 3/1/0/v/5 kredit, HIT)

1. A tantárgy célkitűzése

A tantárgy célja, hogy a hallgatók megismerjék legfőbb munkaeszközüket, 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. Utasításkészletek jellemzői, CISC-RISC stratégiák.

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. Tárbbővítés: tömbkapcsolás, indexelt leképzés. Virtuális tárkezelés: címfordítás, TLB, laptábla implementációk, egyszintű, hierarchikus, és inverz laptáblák. Cache memória: lokalitási elvek szerepe, cache szervezés, cache szervezés és a virtuális tárkezelés viszonya. Cache tartalom menedzsment: cache szemeteelés megelőzése, idő előtti betöltés, blokk csere algoritmusok.

Processzor

Pipeline utasításfeldolgozás. Egymásrahatások fogalma és kezelése. Egyszerű 5 fokozatú pipeline implementációja. Kivételek, megszakítások kezelése, pontos kivételkezelés. 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 sorrendviassaállító buffer szerepe és megvalósítása. A Tomasulo algoritmus. A pipeline szélesítése: superskalár, VLIW és EPIC architektúrák. Hatékonyságot javító technikák: cikluskifejtés, szoftver pipeline. Elágazásbecslés: jelentősége, ugrási feltétel kimenetelének becslése, ugrási cím becslése. Védelem: védelmi szintek fogalma és szerepe, tárvédelem.

Párhuzamos feldolgozás

Adatpárhuzamosság: vektorprocesszorok, SIMD utasításkészlet kiegészítések, tömbprocesszorok. Multiprocesszoros rendszerek: explicit párhuzamosság fogalma, több szálát kezelő processzorok, multiprocesszoros rendszerek osztályozása, összeköttetés hálózatok. Osztott tárkezelés: cache koherencia protokollok, memória konzisztencia problémák és megoldások. Szinkronizáció: kölcsönös kizárás, barrier fogalma, tranzakcionális memória. SPMD feldolgozás: GPU-k és APU-k jellegzetes felépítése és programozási modellje, feldolgozóegységek szervezése, szálak/szálcsoportok ütemezése.

Kommunikációs hálózatok 1
([VIHAB01](#), 3. szemeszter, 3/0/1/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

Bevezető előadás: hálózatok és rendszerek bevezetése példákon.

A tantárgy felépítésének áttekintése.

Alkalmazások és szolgáltatások.

Követelmények a hálózattal szemben.

Protokollarchitektúrák, referenciamodellek: ISO OSI referenciamodell, TCP/IP protokoll-architektúra, az IEEE szerinti LAN-architektúra, a gyakorlatban jól használható kombinált referenciamodell.

A fizikai szintű kommunikáció alapjai: szimbólumok átvitele hírközlő csatornán, vonali kódolások, digitális moduláció (ASK, FSK, PSK, QAM), multiplexelés, gyakorlati számítási példák.

Hírközlő csatornák a gyakorlatban: vezetékes csatornák, fényvezetős csatornák, vezeték nélküli csatornák.

Többszörös hozzáférés: véletlenszerű hozzáférési módszerek (Aloha, réselt Aloha, helyfoglaló Aloha, vivőérzékeléses többszörös hozzáférés– CSMA/CD, CSMA/CA), versenymentes MAC protokollok, MAC protokollok korlátozott versennyel, központi vezérelt többszörös hozzáférési módszerek (lekérdezés, csoportos lekérdezés, foglalás).

LAN-ok, LAN-ok összekapcsolása: Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Ethernet MAC protokollja, Kapcsolt Ethernet (hub, bridge, switch).

Szélessávú vezeték nélküli hozzáférés (WLAN): 802.11-es szabványok, működési módok, WLAN-ok topológiája, keretformátum, 802.11 MAC réteg (DCF, PCF), rejtett terminál probléma, mesh hálózatok, gyakorlati számítási példák.

Szélessávú vezeték nélküli hozzáférés (WPAN, WMAN): Bluetooth (alkalmazások, rádiós interfész, hálózatszervezés), UWB, WiMAX (alkalmazási területei, fizikai réteg, MAC, összehasonlítás a WLAN-al).

Áramkörkapcsolás, csomagkapcsolás, hívásvezérlés, 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), Adress 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, gyakorlati számítási példák.

Mobil IP: mobilitás kezelése IPv4-ben, útvonal optimalizálás, Mobil IPv6, biztonság Mobil IPv6-ban, Mobil IP alkalmazási területei.

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, forgalomszabályozás, torlódásvezérlés, AIMD, Slow Start), néhány gyakori alkalmazás és a használt transzportprotokollok, gyakorlati számítási példák.

TCP/IP Socket programozás.

Médiakezelés: multimédia alkalmazások, médiastreaming fogalma, médiakezelő protokollok, Real-time Transport Protocol (szolgáltatásai, csomagfejrész-formátum, "profile"-ok, multiplexelés, RTP Mixer, alkalmazások), Real-time Transport Control Protocol, fejrésztömörítés, Voice over IP, Real Time Streaming Protocol.

Szolgáltatásminőség IP-hálózatokban: QoS biztosításának módszerei, Integrated Services (alkalmazások igényei, a forgalom és a kért szolgáltatásminőség leírása-Flowspec, token bucket, beengedés-szabályozás, erőforrás-foglalás jelzésátvitellel-RSVP, csomagkezelés, IntServ skálázhatóság, bővíthetőség), Differentiated Services (csomagok megjelölése, csomópontok viselkedése, DiffServ Code Points), DiffServ és IntServ: IntServ szolgáltatás DiffServ hálózaton.

Hálózati alkalmazások.

Infrastrukturális 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.

Levelező rendszerek: Simple Mail Transfer Protocol, Post Office Protocol, Internet Message Protocol.

Webes rendszerek: HyperText Transfer Protocol, perzisztens és nem perzisztens kapcsolat, üzenetformátumok, parancsok, fejlécek.

Hálózatbiztonság: támadástípusok, példák támadásokra, biztonsági problémák: FT

Kitekintés: kvantumkommunikáció és más jövőbe mutató témák

Kommunikációs hálózatok 2

([VITMAB01](#), 4. szemeszter, 3/1/0/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 a 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

Bevezetés a tantárgyhoz

Alapismeretek (távbeszélő hálózatok áttekintése, analóg és digitális beszédátvitel, kapcsolóközpontok felépítése).

Vezetékes IP hozzáférési hálózatok (digitális előfizetői vonalak (xDSL), kábeltelevíziós Internet elérés, optikai hozzáférési hálózatok)

IP feletti beszédátvitel (VoIP) (beszédkódolók, SIP és H.323 protokollok)

3play szolgáltatások: Video on Demand, IPTV, stb.

Mobiltelefon-hálózatok (áttekintés, GSM, UMTS, HSPA, LTE, műholdas távbeszélő rendszerek)

Jelzésátvitel

Gerinchálózati technikák (MPLS és kiterjesztései, optikai hullámhossz- és hullámsávkapcsolás)

Kitekintés: Peer-to-peer, AdHoc hálózatok, Machine to machine kommunikáció – Internet of Things

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, készség szintű elsajátításához is.

2. A tantárgy tematikája

Bevezetés, az operációs rendszerek rövid története, fejlődése. Operációs rendszerek általános ismertetése, operációs rendszer típusok, elvárások és tulajdonságok, operációs rendszerek általános felépítése. Monolitikus, moduláris és mikrokernel. Az operációs rendszer kapcsolata a hardverrel és a felhasználóval. Virtuális gép koncepció.

A Windows és a UNIX/Linux operációs rendszerek fejlődése, felépítése, alapvető tulajdonságai. Operációs rendszer szintű hibakeresés eszközei Windows és UNIX környezetben.

Multiprogramozott rendszerek. Processzor ütemezés elmélete és gyakorlata. Egyszerű ütemezési algoritmusok és azok összehasonlítása, összetett ütemezési algoritmusok. Többprocesszoros ütemezés alapjai, processzor affinitás és következményei. Windows és Linux ütemező algoritmusok. Feladatok megvalósítása és azok hardver háttere, folyamat és szál.

Erőforrás, közös erőforrás. Függvények és metódusok újrachívhatósága. Kölcsönös kizárás és kritikus szakasz. Szinkronizáció és kommunikáció. Feladatok együttműködése közös memórián keresztül. Kölcsönös kizárás megoldásának eszközei. Erőforrások védelme azok elzárásával (locking). Spinlock és sleeplock közötti különbségek. Lock bit, mutex, szemafor (bináris és számláló típusú). Kölcsönös kizárás megvalósításával kapcsolatos tipikus hibák, és azok elkerülésére alkalmazható fogások. Alternatívák: lockless programozás, tranzakciós memória megoldások. Monitor koncepció.

Folyamatok együttműködése üzenettovábbítással (IPC). Az üzenettovábbítás műveletei, megnevezési módok, pufferek és implicit szinkronizáció, beépített nyugtázások, adatok illetve referenciák átadása, szemantikai konzisztencia. Posta láda, üzenetsor, jelzések, távoli eljárás hívás. UNIX System V IPC.

Holtpont és kezelése. Definíció, holtpont erőforrásokért versengő rendszerekben, szükséges feltételek, strucc algoritmus, bankár algoritmus, megelőzés. Megelőzés eszközei, modell/kód analízis (demonstráció).

Időkezelés modern operációs rendszerekben, az idő kezelésének hardware és szoftver elemei, időkezelés problémái és megoldásai elosztott rendszerekben. Az NTP és az IEEE 1588 protokollok operációs rendszer specifikus aspektusai.

Tárhierarchia és memóriakezelés. Hierarchiaszintek és jellemzőik, gyorsítótárak (cache, cache koherencia), a memória szervezése. Virtuális tárkezelés alapkoncepciója és működés, igény szerinti lapozás, előretekintő lapozás, hardver feltételek, lappcsere algoritmusok. Globális, lokális memóriagazdálkodás, vergődés, munkahalmaz, egyensúly fenntartása, dinamikus lokális gazdálkodás. Windows memóriakezelés.

Beágyazott operációs rendszerek. Beágyazott operációs rendszerek. Beágyazott operációs rendszerek típusai a hardver lehetőségeinek függvényeiben. Beágyazott operációs rendszerek konfigurálása, az operációs rendszer és az alkalmazás viszonya. A uC/OS alapvető tulajdonságai.

Virtualizáció. A virtualizációs technológiák osztályozása. A platform virtualizáció. CPU, memória és I/O virtualizáció és HW háttere, különös tekintettel az x86 architektúrára. Hosted and Bare-metal virtualizáció. Virtualizációs megoldások és tulajdonságainak bemutatása.

Fájlkezelés, adatelérési és allokációs módszerek. Fájl, fájlrendszer, szekvenciális, direkt, indexelt elérés, szabad helyek nyilvántartása, folytonos, láncolt, indexelt allokáció, könyvtárszerkezet, katalógus adatok. RAID, SAN, NAS technológiák szerepe az operációs rendszer diszk alrendszerében. Unix VFS felépítése, tulajdonságai, működése, alkalmazása.

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, prímtenyezős 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.

Többel 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. Programsegmentálás. 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. Rekurzio.

Állapotgépek tervezése példákon keresztül; részletek implementálása.

Dinamikus memóriakezelés. Dinamikus tömbök. Dinamikus sztring kódolása. Memóriakezelés rendszerező tárgyalása.

Rekurzív problémák; a rekurzio tervezésének gyakorlása.

Dinamikus adatszerkezet: láncolt listák. Listák használata. Bejárás, törlés, beszúrás. Egyszeres és többszörös láncolás.

Munka dinamikus tömbbel. Komplet 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

([VIII AA00](#), 2. szemeszter, 2/2/2/f/7 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, egységbezáras, láthatóság és információrejtés fogalma. Tagváltozók és tagfüggvények. Getterek és setterek. A this pointer. Konstruktor, destruktork.

Konstruktorok és destruktork. 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 destruktork. Heterogén gyűjtemények.

Többszörös öröklés, virtuális alaposztályok. Konstruktorok és destruktork 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 hallgatókkal 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.. Kollekcio-keretrendszer. Collection, Iterator, List, ListIterator, Set, SortedSet, Map, SortedMap. Kollekcio-ek kezelése (java.util.Collections).

UML és Java kapcsolata. Asszociációk, aggregációk megvalósítása, jelölése. C++ visszatekintés (kompozíció, destruktork, 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, dialogbox, 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 lekérdezés JPA-ban, hálózati kommunikáció, RMI.

Adatbázisok

([VITMAB00](#), 3. szemeszter, 3/1/0/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. Az adatbázis fogalma, fontosabb összetevői, felhasználási módjai (meghatározás, rendszerkomponensek, rétegmodellek, nyelvi felületek, adatfüggetlenség, felhasználói szintek).

Strukturált adatok modellezése, adatmodell, előmodell. Az egyed-kapcsolat (ER) modell, tervezés ER diagramok segítségével.

Relációs adatmodell, reláció, séma, attribútum. Relációs algebra. Codd-féle alpműveletek, származtatott műveletek, illesztések, zártság, relációs teljesség. Relációs séma előállítás ER diagramból.

Sor- és oszlopkalkulus. Megengedett szimbólumok, atomok, formulák, kifejezések. Kapcsolat az SQL nyelvvel. Biztonságosság. Relációalgebra és kalkulusok kifejező ereje.

Relációs sémák tervezése. Módosítás-, ill. lekérdezőorientált megközelítés. Adatbázis kényszerek szerepe. Reláció redundanciája. Anomáliák. Eseti és érdemi funkcionális függések.

Normálformák és jelentőségük. 1NF, 2NF, 3NF, BCNF.

Igazság és levezethetőség. Armstrong axiómák. Függéshalmaz és attribútumhalmaz lezárása, kapcsolatuk. Veszteségmentes sémafelbontások és jelentőségük.

Függőségőrző sémafelbontások. Relációs sémafelbontások tervezése megadott kritériumrendszernek megfelelően.

Fizikai adatszervezés. Diszk-rezidens és memória-rezidens adatbázisok. Heap szervezés, Hash szervezés Indexelt állományszervezés. Ritka index, sűrű index. Többszintes ritka index: B*-fák. Több kulcs szerinti keresés támogatása.

Objektum-orientált adatbáziskezelés (önálló feldolgozásra), Relációs lekérdezések optimalizálása és kiértékelése. Relációalgebrai fa alapú optimalizálás. Költségalapú optimalizálás. Illesztések fajtái, algoritmusai. Legfontosabb műveletek költségének becslései. Kiértékelési terv.

Többfelhasználós működés elemei I: ACID tulajdonságok, zárok, éhezés, patt, sorosíthatóság, tranzakció modellek, 2PL, fa protokoll, figyelmeztető protokoll.

Többfelhasználós működés elemei II: Időbélyegek, verziók, tranzakcióhibák kezelése, piszkos adat, lavina, rendszerhibák kezelése, naplózási technikák, visszaállítás, ellenőrzési pontok.

Adatbázis-tranzakciók elosztott környezetben (elosztott zárkezelés, globális sorosíthatóság, 2PC, 3PC).

Elosztott időbélyeges tranzakciókezelés.

Adatbázisok laboratórium

([VITMAB02](#), 4. szemeszter, 0/0/2/f/2 kredit, TMIT)

1. A tantárgy célkitűzése

Gyakorlati és technológiai ismeretek nyújtása az adatbázis-kezelés egyes témaköreiből.

2. A tantárgy tematikája

Az Oracle rendszer Az Oracle adatbázisának logikai-fizikai felépítése. Kapcsolat a logikai és fizikai felépítés között. A rendszer működése. Az Oracle biztonsága és üzemeltetése. Az SQL Developer. A szerverpéldány beállításai. Az adatbázis tartalmának kezelése. Alapvető biztonsági beállítások. Fizikai tárolási paraméterek.

Az SQL nyelv A nyelv definíciója. Táblák létrehozása, törlése. Adatok bevitele, törlése, módosítása. Lekérdezések. Indexek. Jogosultságok definiálása. Tábladefiníciók módosítása. Tranzakciók. Párhuzamos hozzáférés szabályozása. Konzisztenciafeltételek.

Kliens-szerver architektúrájú alkalmazásfejlesztés Adatbázis-kezelés kliens-szerver architektúrában. A JDBC API. A programozói felület felépítése. Adatbázis kapcsolatok menedzsmentje. SQL utasítások végrehajtása. Eredménytáblák kezelése. Hibakezelés. Tranzakciókezelés. Adatbázis információk.

XML alapú alkalmazásfejlesztés XML dokumentumok felépítése. Elemek és címkék. Szerkezet. Attribútumok. Helyettesítő szekvenciák. Névterek. XML dokumentumok létrehozása XSQL sablonokkal. Paraméterkezelés XSQL sablonokban. Az XSL transzformáció. Xpath kifejezések. XSL stíluslapok hozzárendelése XML dokumentumokhoz. Elágazások és változók XSL stíluslapokon. XSLT sablonok. Sablonok rekurzív feldolgozása. Többször felhasználható nevesített sablonok. Stíluslapok tagolása.

Adatbázis-alkalmazások készítése SOA szemlélettel REST architektúrában, Python es AJAX környezetben. A REST fő követelményei, komponens-típusai. Kliensek és szerverek lehetséges implementálási környezetei. Szerver, mint másik szolgáltatás fogyasztója. Kérdés- és

válaszdokumentumok JSON formában. A Python nyelv alapjai: szintaxis, vezérlési és program-strukturálási szerkezetek. A Python adatbázis-elérési API főbb elemei.

Dinamikus weboldalak előállítása PHP-vel A PHP működése, PHP alapismeretek, PHP szkriptek. Típusok, változók, operátorok, tömbök. Kiírás. Vezérlési szerkezetek. Függvénydefiníciók. Előre definiált változók. A fontosabb Oracle függvények.

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 kiegészítse 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.

Többyszálú alkalmazások fejlesztése .NET környezetben: alapok.

Többyszálú 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.

Architektúrális 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 ([VIIIAB02](#), 4. szemeszter, 0/0/2/f/2 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 fős csoportokban projektet valósítanak meg. A csapatok saját belső felépítésüket és vezetőjüket maguk választják meg. Minden csapat 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.

Skeleton 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.

Webes és mobil szoftverek ([VIAUAC00](#), 5. szemeszter, 3/0/1/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

A tantárgy elvégzése során a hallgatók áttekintést nyernek a jelenleg használatos, legelterjedtebb mobil platformokról és képességeikről. Az ismeretek elsajátításával képesek lesznek az adott feladatra legalkalmasabb platformot kiválasztani, a fejlesztés nagyságát megbecsülni. Ezen kívül elsajátítják egyszerűbb mobil alkalmazások elkészítését Java ME platformon, megismerik az Android platform alapjait, az emulátor használatát illetve gyors prototípus-készítést Python környezetben. Ezekhez ismertetésre kerülnek az alábbi technikák: az alkalmazások felépítése, egyszerű felhasználói felületi elemek használata, fordítási, telepítési ismeretek.

A mobil szoftverfejlesztési kompetencián túl megismerkednek a korszerű webes kliensek technológiai alapjaival, illetve a mobil webes felületekkel, és web alapú multiplatform mobil fejlesztői rendszerekkel. Webes és mobilos kliensek a korszerű szoftver rendszerek architektúrájában. Mobil készülékek általános jellemzői. Újszerű mobil készülékek speciális hardverei: Touch screen, gyorsulásmérő, közelség mérő, kamera, különféle kommunikációs technológiák stb. Mobil szoftverfejlesztés fogalma: a PC-s fejlesztéstől eltérő szemléletmód. A mobil piac szereplőinek jellemzése. Mobil hálózatok fejlődése. Mobil készülékek számításkapacitásának vizsgálata

A mobilszoftver-fejlesztés első lépései. Szoftverfejlesztési eszközök mobil készülékekre általánosságban: programozási nyelvek, kódkönyvtárak, fejlesztőeszközök (SDK, Emulátor).

A Java ME platform alapjainak bemutatása, mobil alkalmazás életciklus modell. Állapot átmenetek, előtér és háttér állapot szerepe és helyes kezelése.

Mobil alkalmazások felhasználói felületének tervezése és megvalósítása Java ME alatt. A felhasználói felület tervezés és megvalósítás lépéseinek bemutatása.

Perzisztens adattárolás elveinek bemutatása Java ME környezetben. Kulcs-érték alapú adattárolási lehetőségek. Adat szűrés, keresés és rendezés. Állománykezelés JavaME környezetben.

Hálózati kommunikáció alapismeretek Java ME környezetben. A Generic Connection Framework ismertetése, rövid távú és hosszú távú hálózati kommunikációs alapismeretek. HTTP kapcsolatok kezelése.

Az Android platform ismertetése, a platform szerkezete és felépítése. A fordítás mechanizmusának bemutatása. Android projekt felépítése, egyszerű felhasználói felület kezelés.

Modern mobil alkalmazások életciklusa az Android szemszögéből. Android alkalmazás komponensek és ezek szerepe, valamint tipikus használati esetek: Activity, Service, Content Provider, Broadcast Receiver.

Hálózati kommunikáció és helymeghatározás alapok Android környezetben, aszinkron feladatok kezelése. Az Android által támogatott hálózati kommunikációs technológiák áttekintése. Tesztelési alapismeretek.

A mobil prototípus fejlesztés alapkoncepcióinak ismertetése. Az alapkoncepciók kipróbálása Python nyelven. A Python nyelv elemei. Elkészített szoftver telepítése mobil eszközre.

Multimédiás lehetőségek mobil eszközökön. Felhasználói felület készítése mobil eszközökre. Alapelvek a felhasználói felület tervezéshez. Felhasználói felület készítése Python nyelven. Felületi elemek tanulmányozása.

Adat és hálózatkezelés Python környezetben. Mobil eszközökbe épített multimédiás hardverek. Általános multimédia funkciók megvalósításának elvei. Képek kezelése Python nyelven. Kamera használata mobil alkalmazásokban. Hangok felvétele és lejátszása Python nyelven.

Adatcsere Bluetooth segítségével. webes szolgáltatások elérése. Adatletöltés távoli helyről. Komplex prototípus alkalmazás készítése.

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. A CSS stílus leíró nyelv bemutatása és alkalmazhatósága.

A JavaScript nyelv alapjainak bemutatása, Form-ok használata, validáció.

A HTML DOM ismertetése, gyakran használt HTML és JavaScript megoldások áttekintése, a jQuery alapjainak bemutatása. Mobil Web.

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 környezetben (IaaS, PaaS, BaaS, SaaS).

A cross platform megoldások elveinek bemutatása, cross platform alkalmazás életciklus modell vizsgálata.

Számítógépes grafika

([VIIIAB03](#), 4. szemeszter, 3/0/0/f/4 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 ismételés. Geometriák. 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. Catmull-Clark felosztott felület. Poligon modellezés Euler operátorokkal.

Geometriai transzformációk: Elemi transzformációk és mátrixos formalizmusuk. Homogén koordináták. Projektív geometria (ideális pont, Descartes és homogén koordináták viszonya). Átfordulási probléma.

2D képsztízis: Görbék vektorizációja. Modellezési transzformáció. Nézeti transzformáció. Szakaszok és területek vágása. Szakaszrajzolás. Területkitöltés.

GLUT/OpenGL: Szintaktika, kapcsolat az ablakozó rendszerrel. Ablak megnyitása, eseménykezelő függvények regisztrálása. 2D-s rajzolóprogram megvalósítása OpenGL környezetben.

3D képsztízis optikai alapmodellje: Sugársűrűség, BRDF. Optikailag sima anyagok, geometriai optika visszaverődési és törési törvénye, Fresnel egyenletek. Rűcskös felületek, diffúz és csillanó felület. Irány és pont fényforrás. Színek fogalma, színillesztés, RGB, CMY és HLS színrendszer.

Sugárkövetés: Láthatósági probléma megoldása, felületek normálvektora, árnyékszámítás. Rekurzív sugárkövetés: visszaverődés és törés.

Inkrementális 3D képsztízis. 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. OpenGL primitívek, transzformációk, árnyalás, fényforrások. OpenGL textúrázás. OpenGL csővezeték vezérlése.

A grafikus hardver felépítése és közvetlen programozása. Csúcspont, geometria és pixel árnyalók. Példa: Phong árnyalás megvalósítása. GPGPU, CUDA.

Számítógépes animáció. Mozgás definíciója. Valószerű mozgás. Key-frame animáció. Mechanikai alapok. Diszkrét idő szimuláció. Ütközésetektálás 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.

Tudományos és orvosi vizualizáció. Direkt módszerek (térfogat vetítés és térfogati sugárkövetés). Indirekt módszerek: masírozó kockák. Térfogati sugárkövetés GPGPU megvalósítása. Az orvosi képalkotás alapjai: tomográfia.

Mesterséges intelligencia**([VIMIAC00](#), 5. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, MIT)****1. A tantárgy célkitűzése**

A tantárgy célkitűzése a mesterséges intelligencia területének rövid, ám igényes bemutatása. A fellevezetés 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 az információval. Mire van szükség, ha a feladat sem triviális, sem lehetetlen. A helyes absztrakció lépései. Mit nyertünk, mit adtunk fel érte? Mik a megoldás buktatói?

Intelligens rendszerek tervezése: ágensek, komponenseik, környezetek, architektúra és program kérdése, keresési tér és az alapvető ágenstípusok (viselkedése), 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 formálizálása logikával. Mit jelent logikában következtetni. Több logika 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 hálókból.

Más eszközök is vannak - fuzzy, evidencia, ... A temporális tudás kezelése. Racionalitás és hasznosság. Intelligencia, mint racionális döntés képessége.

Intelligencia alapvető mechanizmusa - a tanulás: alapvető fogalmak, alapvető feladatok. Döntési fák tanítása. Logikai hipotézisek tanítása. Neurális hálók tanítása.

Valószínűségi hálók tanítása, kernel gépek. Megerősítéses tanulás.

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, architektúrais 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 mechanizmusok 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 privilege 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 nyomkövetési 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, 3/0/1/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 rendszergazdákval kapcsolatos etikai elvárásokat.

2. A tantárgy tematikája

Bevezetés: az információs rendszerek kialakulásának fő lépései, az üzemeltetés feladatai. Rendszer-adminisztrátori feladatok. Esettanulmány áttekintés: telefonos ügyfélközpontok migrálása nagyvállalati környezetben. A tantárgyhoz kapcsolódó laborgyakorlattal kapcsolatos tudnivalók áttekintése. .

Az üzemeltetési feladatok és a hálózati ismeretek összefüggései. A hálózat üzemeltetése. Szabványos réteg-szemlélet. Protokollok. IT hálózati elemek, hálózatba illesztés, (IP címek, címosztályok, DHCP, ARP, RARP, NAT(P), DNS), hálózati topológiák, demarkációs pontok, hálózati térképek.

Az informatikai infrastruktúra és üzemeltetési feladatai. Gépcsaládok. Szerverek jellemzői és üzemeltetési feladatai. Homogén és heterogén rendszerek. Szerverek energia ellátása. Redundancia. Szerviz szerződések. SLA. Szerver frissítés, upgrade. Frissítések tervezése, ütemezése. Frissítések tesztelése. Tesztelési típusok, tesztkörnyezetek, teszteszközök. Példák, karbantartási ablak, méretezés. Asztali (desktop) elemek üzemeltetési feladatai vállalati környezetben. Desktop menedzsment, automatizálás. Távoli felügyelet, leltár.

Adatok vállalati környezetben. Adatok típusai, értéke.. Adatgazdálkodás, adattárolás, tárolók. Diszk-tárolás megbízhatósága. Adattároló architektúrák (Internal/external DAS, adattárolók konszolidációja, SAN, Fibre Channel, NAS, NAS protokollok, IP SAN). Volume copy, flash copy. Tárhely virtualizáció (Blok- és fájl-szítú virtualizáció). Tároló menedzsment és feladatai.

Adatmentés és helyreállítás. Mentőrendszerek. Adatmentési stratégiák. Inkrementális, differenciális és progresszív mentési stratégia. Kollokáció. Házirend menedzsment. LAN-free és zero-down-time mentés. Felügyelet és riportok. Hierarchikus tároló kezelés. Archiválás. Biztonságos tárolás. Mentés tervezése, méretezési feladatok.

Virtualizáció és felhő IT. A virtuális szerver koncepció. A felhő IT alapelvei. IaaS, PaaS, SaaS. Felhő-IT modell. Nyilvános, magán és hibrid felhő. A migráció kérdései. Együttműködethezőség. Szabványosítási irányok (UCI, OCCI). Előnyök és kockázatok, Monitoring. Hozzáférés-szabályozás.

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

Szolgáltatások üzemeltetése: távoli hozzáférés szolgáltatás. Vállalati internet hozzáférés. VNC. RAS.

Szolgáltatások üzemeltetés: nyomtatás. Hálózati nyomtatás protokollok, formátumok, elterjedt megoldások. Szinkronizációs problémák, Cloud office.

Felügyeleti rendszerek, TMN. End-to-end nézet. QoS, QoE. Hálózatfelügyeleti módszerek. Forgalm-monitorozás, forgalmi adatok feldolgozása, szolgáltatás-szintű elemzés, hibamenedzsment.

Távközlési Menedzselő Hálózat (Telecommunications Management Network, TMN). TMN FCAPS. Hálózati eszközök használata. Monitorozás. SNMP. Linux rendszerek adminisztrációja.-

Az adatbázis-üzemeltetés specifikus körülményei és feladatai.

Szabványok IT eszközök üzemeltetéséhez (IPMI, DMI, WBEM). Az IT infrastruktúra elemeinek közös információs modellje. (CIM: szabvány, specifikációk, sémák, elemek. MOF, menedzsment séma.) Szolgáltatási szintű üzemeltetés. Szolgáltatási igény felmérése. Szolgáltatás bevezetése. SLA követelmények és szempontok. ITIL folyamat menedzsment, ITIL keretrendszer ITSM.Üzemeltetési politika és etika. Névtér-politika, névtér megoldások alkalmazása az IT üzemeltetésben.

IT üzemeltetés biztonsága és biztonsági szabályozása, szabványai. Biztonság és megbízhatóság-politika. Internet és e-levelezés biztonsága. Hozzáférés kezelése, infrastruktúra biztonság. Incidenskezelés. A rendkívüli helyzetek teendői. Szolgáltatás-átalakítás. Központosított és decentralizált rendszerek.

II.4 Elágazó tantárgyak

Beágyazott információs rendszerek ([VIMIAD00](#), 7. szemeszter, 3/0/0/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

Beágyazott/kiberfizikai rendszerek definíciója, tipikus alkalmazások, követelmények.

Valós idejű alkalmazások, időkezelés valós idejű rendszerekben.

Puha és kemény, eseményvezérelt és idővezérelt valós idejű rendszerek.

Erőforrás allokáció, ütemezés, kommunikáció, szinkronizáció

Ütemezés: prioritásos ütemezés, válaszidő számítás; nem független taszkok esete; prioritás felső-határ protokollok.

Időkezelés: órák megvalósítása; szinkronizálás és időmérés elosztott rendszerekben.

A memória menedzsment és a válaszidő.

Eseményvezérelt és idővezérelt kommunikáció.

Esemény megfigyelés, állapot megfigyelés. A valós-idejű változók és képük, az időbeni pontosság.

Periodikus frissítés, akció-késleltetés.

Beágyazott operációs rendszerek, kernelek, futtató-rendszerek.

Érzékelő hálózatok

Az érzékelő hálózatok feladata, kialakítása és hardver megoldásai.

Az érzékelő hálózatokban alkalmazott ad hoc topológiák, kiépítésük módszerei.

Kommunikáció és szinkronizáció vezeték-nélküli hálózatokban.

A beágyazott rendszer és a befogadó környezet modellezése

Valós idejű számítógépes rendszerek modellezése és modellezési eszközei.

A befogadó környezet folytonos, diszkrét, hibrid és heterogén modelljei, valamint modellezési eszközei

Az időben változó követelmények figyelembe vétele: adaptivitás és evolúció

Beágyazott rendszerek tervezése

Példák a fizikai és az információs folyamatok integrálására, követelményanalízis

Példák valós idejű információ feldolgozásra, követelményanalízis

Hardver-szoftver együttes tervezés

Példák, esettanulmányok a járműipar területéről

Beszédinformációs rendszerek

(VITMAD00, 7. szemeszter, 3/0/0/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, beszéd-szintézis, 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, hívasközpontok, 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 beszéd-specifikusak. 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**

A nyelv és a beszéd 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 beszéd-tárolás, 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).

Kötött szókészletű 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 a felismerésben

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.

Beszéd-felismeréssel és beszélőazonosítással növelt biztonságú hozzáférési rendszerek

Beszélőfelismerés és azonosítás kötött és kötetlen szöveggel. Inter- és intraindividuális jellemzők, azok függése az akusztikus környezettől és az időponttól. Kulcsszó felismerés. A beszéd további biometria lehetőségei.

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.

Széleskörű használatra való tervezés (design-for-all). 10Típusos alkalmazási környezetek, meghatározó alkalmazói rendszerek. A vállalati akusztikai arculat fogalma és színvonalas biztosításának módszerei.

Esettanulmány: alkalmazási mintarendszer tervezése

Deklaratív programozás

([VISZAD00](#), 7. szemeszter, 3/0/0/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 korláthalapú 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 keresztül. Típusok, Erlang szintaxis alapjai. Mintaillesztés, term, kifejezés.

Listanézet és alkalmazásai. Magasabbrendű függvények, függvényérték. Műveletek, beépített függvények.

Őr, őrkifejezés, helye a mintaillesztésben. Típuspecifikáció, 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, 3/0/0/f/3 kredit, IIT)

1. A tantárgy célkitűzése

A gépi látás alapjainak: a képek rögzítésének, tárolásának, feldolgozásának megismerése.

2. A tantárgy tematikája

A kép, mint 2D folytonos és diszkrét függvény. Véges elem reprezentáció: konstans bázisfüggvények, bi-lineáris interpoláció, wavelet, harmonikus bázisfüggvények. Fourier transzformáció. Mintavételezés és rekonstrukció. A spektrum és a szín, színrendszerek alapjai. Kvantálás és dither.

Képfarmátumok és képtömörítés. Adattárolás. Nyomtatás, színekalibráció.

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. Szeparabilitás. 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. Videótömörítés.

Sztereolátás, epipoláris geometria. Pontmegfeleltetés: SIFT, RANSAC.

Képleírók, bevezetés az alakfelismerésbe és osztályozásba, template matching.

Képek regisztrációja.

Gyakorlati példák, mintaalkalmazások.

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)
Kliens oldali 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

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 támogató 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, 3/1/0/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 fókusz a különböző mobil kommunikációs rendszerek hálózati működésén, folyamatainak tulajdonságain, üzemeltetési és felügyeleti, valamint szoftveres szempontból releváns részein van, nem részletezzük a fizikai réteg működését.

II.6.1.1.2 Hálózatok építése és üzemeltetése

([VITMAC00](#), 5. szemeszter, 3/1/0/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. terheléelosztás, 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.

II.6.1.1.3 Médiaalkalmazások és - hálózatok a gyakorlatban

([VIHIAC02](#), 6. szemeszter, 3/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy átfogó képet nyújt a korszerű médiakommunikációs rendszerekben alkalmazott kódolási és modulációs technikákról, azok rendszerteknikai felépítéséről, a vevőkről és a megvalósítható szolgáltatásokról. A hallgatók megszerzik az alapokat ahhoz, hogy médiaalkalmazásokat 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, videófelvevételek 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 rendszerteknikái 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.

II.6.1.1.4 Hálózatba kapcsolt erőforrásplatformok és alkalmazásai

([VITMAC03](#), 6. szemeszter, 3/1/0/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.

II.6.1.1.5 Infokommunikáció laboratórium 1

([VITMAC04](#), 6. szemeszter, 0/0/2/f/2 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.

II.6.1.1.6 Infokommunikáció laboratórium 2

([VIHIAD01](#), 7. szemeszter, 0/0/2/f/2 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.

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

(IT System Design)

A specializáció gazdatanszéke: MIT

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, 3/1/0/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. .

II.6.2.1.2 Ipari informatika

([VIIIAC02](#), 5. szemeszter, 3/1/0/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.

II.6.2.1.3 Alkalmazásfejlesztési környezetek

([VIAUAC04](#), 6. szemeszter, 3/1/0/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.

II.6.2.1.4 Intelligens elosztott rendszerek

([VIMIAC02](#), 6. szemeszter, 3/1/0/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 képességeiről 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 architektúrák 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.

II.6.2.1.5 Rendszertervezés laboratórium 1

([VIMIAC03](#), 6. szemeszter, 0/0/2/f/2 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).

II.6.2.1.6 Rendszertervezés laboratórium 2

([VIMIAD01](#), 7. szemeszter, 0/0/2/f/2 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).

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

(Software Engineering)

A specializáció gazdatanszéke: AUT

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 lentiében 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, 3/1/0/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.

II.6.3.1.2 Objektumorientált szoftvertervezés

([VIIIAC00](#), 5. szemeszter, 3/1/0/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 tranzien্স 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.

II.6.3.1.3 Integrációs és ellenőrzési technikák

([VIMIAC04](#), 6. szemeszter, 3/1/0/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.

II.6.3.1.4 Kliens oldali technológiák

([VIAUAC02](#), 6. szemeszter, 3/1/0/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.

II.6.3.1.5 3D grafikus rendszerek

([VIIIAC01](#), 6. szemeszter, 3/1/0/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.

II.6.3.1.6 Szoftverfejlesztés laboratórium 1

([VIAUAC03](#), 6. szemeszter, 0/0/2/f/2 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, többretegű alkalmazások fejlesztése WCF alapon).

II.6.3.1.7 Szoftverfejlesztés laboratórium 2

([VIAUAD00](#), 7. szemeszter, 0/0/2/f/2 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja az Kliens oldali 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).

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

(Enterprise Information Systems)

A specializáció gazdatszéke: ETT

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 szervezeti 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 információvagyoni 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. Termelés-tervezés és -irányítás feladatai, informatikai támogatása a vezetés szempontjából. Törzsadatok és azok meghatározási módszerei, a mozgásmek, 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 folyamatszempelés. Megtanítja a tipikus vállalati folyamatokat, átvéve a klasszikus funkcionális területek határait. 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, 3/1/0/v/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése, hogy bemutassa a vállalatok értékteremtő folyamatait, ezek informatikai oldalát, a vállalatirányítási informatikai rendszerek típusait, legfontosabb feladatait. Ismeretet adni a működtetés és a továbbfejlesztés végrehajtásához.

A tantárgy kialakítja a hallgatókban a folyamatszempelési szemléletet. Megismerik a legfontosabb vállalati információs folyamatokat. Képesek lesznek a folyamatok között eligazodni, a releváns törzsadatokat kiválasztani, a rendszer bevezetésében részt venni, a bevezetett rendszert üzemeltetni, kiegészítő fejlesztéseket elvégezni, más rendszerekkel való kapcsolatot kiépíteni.

A vállalatirányítási rendszerek kialakulása a számítógéppel integrált gyártás és a döntéstámogatás nézetéből. Fő információs folyamatok. Használt fogalmi rendszerek. Törzsadatok és meghatározási módszereik. Tranzakciós adatok. A vállalatok folyamat és adatmodelljei. Folyamatok algoritmusai. Mozgásmek, tranzakciók, modulok egymásra épülése. Rendszerarchitektúrák. Tipikusan telepített konfigurációk. Eltérő vállalati követelmények hatása a rendszer komponenseire, az adatbázis-kezelőre, az alkalmazáslogikára, a kliensek konfigurációjára. Információ és adatintegráció módszerei.

II.6.4.1.2 Termelésinformatika

([VIETAC01](#), 5. szemeszter, 3/1/0/v/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése, hogy bemutassa a tipikus termelési folyamatokat, ezek informatikai oldalát, a számítógépes termelésirányítási rendszerek típusait, legfontosabb tulajdonságait, valamint a számítógépes irányítás és üzemeltetésének feladatait.

A tantárgyat elsajátító hallgatók megszerzik azt a képességet, hogy eligazodjanak egy vállalat termelési rendszerében, azonosítani tudják az anyagellátás, az anyagáramlás és –megmunkálás folyamatait, ezek információs és irányítási igényeit. Képesek lesznek a folyamatok implementálására számítógépes termelésirányítási rendszerben, ilyen rendszerek üzemeltetésére, kiegészítő fejlesztésére.

A termelési rendszerek modelljei, alapvető információs folyamatai, funkcionális egységei és ezek integrálása. Gyártott késztermékek strukturális modelljei: darabjegyzék modellek és receptura modellek. Tipikus termelési rendszerek, műhelyrendszerű és a szalagrendszerű gyártás. A gyártás folyamat- és adatmodelljei, metaadatok, adatszótár. Az adatok műszaki, gazdasági, informatikai rendszere. Nagyvonalú és részletes termeléstervezés, finomprogramozás és algoritmusai. Készlet-, kapacitás-, és időgazdálkodás elvei, módszerei. Anyagszükséglet, kapacitásszükséglet és elosztási erőforrás szükségletszámítás. Ütemezési algoritmusok.

II.6.4.1.3 Gazdálkodási információmenedzsment

([VITMAC01](#), 6. szemeszter, 3/1/0/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 alapon túlmenően, esetpéldákon keresztül terveznek információ-áramlási folyamatokat, használnak gazdálkodási adatbázisokat és elemeznek terv-tény eltéréseket.

Gazdálkodó szervezetek típusai, vagyoni-, pénzügyi-, és jövedelmi helyzete. A gazdálkodási információ-áramlást meghatározó folyamatok. Gazdasági események számbavétele. Kettős könyvvizetés, analitikus és szintetikus nyilvántartások, mérleg- és eredmény-kimutatás, Cash Flow, amortizáció.

Gazdálkodás információ folyamatai: tranzakciók összefüggései, idősorok, gyűjtések.

A gazdálkodás adatbázisai. A nehezen mérhető jellemzők mérhetővé tétele operáció-analizálással, mutatószám rendszerek, eltérés-elemzés. Üzleti tervezés, terv-tény összehasonlítás információ folyamatai, üzleti elemzés.

Vezetői jelentésrendszer. Termékek ráfordítás számításai. Tevékenység alapú költség számítások. A vállalati vagyon értékelése, értékelési eljárások. Kontrolling alapelve és gyakorlata.

II.6.4.1.4 Adatelemzés

([VISZAC00](#), 6. szemeszter, 3/1/0/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.

A hipotéziselmélet alapfogalmai. A normális eloszlás paramétereire megfogalmazott szignifikancia próbák.

Nemparaméteres próbák - A Chi-négyzet próbák alaptétele. Tiszta és becsléses illeszkedésvizsgálat. Rendstatisztikák, rendpróbák. Illeszkedésvizsgálat és homogenitás-vizsgálat. Kétváltozós regressziós módszerek. Többváltozós lineáris regresszió. Modellépítési technikák. Korrelációs együtthatók.

Gépi tanulás alapvető feladatai, diszkriminatív és generatív modellek, attribútum típusok, legközelebbi szomszéd keresés: normalizáció, távolság.

Döntési fák: faépítés modelljei, tisztasági mértékek, vágások, early- és post-pruning, folytonos változók kezelése.

Klaszterezés: középpontos, sűrűség alapú módszerek, hierarchikus klaszterezés (linkage).

Ajánló rendszerek: collaborative filtering (Mátrix faktorizáció, legközelebbi szomszéd módszerek), tartalom alapú ajánlás.

Support vector machines (SVM): maximal margin, kernel függvények és Principal Component Analysis (PCA).

Mesterséges Neurális hálózatok (ANN): felügyelet nélküli és felügyelt esetben.

II.6.4.1.5 Vállalati rendszerek programozása laboratórium

([VIETAC02](#), 6. szemeszter, 0/0/2/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.

Bevezetés: A fejlesztő környezet, a grafikus felület és az alapvető adminisztrációs tranzakciók használatának megismerése. Felhasználói beállítások, kezelőfelület testreszabása, menü konfiguráció.

Adatmodellezés és az adatszótár használata: A fejlesztések és változtatások átvezetésének eszközei, módszere, végrehajtása. Domének, adatelemek fogalma, adatbázistáblák létrehozása és beállítása a vállalati rendszerekben.

Interaktív alkalmazás készítése: A vállalati információs rendszer programozásának alapjai. Többnyelvű beviteli felület és környezetfüggő súgó fejlesztése.

Képernyő-orientált programok készítése - példaprogramok írása pl. ügyfelek törzsadatainak karbantartására. A nyomkövető használata. Interaktív képernyős program készítéséhez szükséges eszközök megismerése és alkalmazása. Automatikus sorszám-hozzárendelés. Jogosultságkezelés megvalósítása, ügyfél adatlapjának testreszabása és fejlesztése. A nyomkövető használata komplex rendszerek fejlesztése esetén.

Teljesítményelemzés: Eszközök és funkciók. A teljesítménymérés tranzakciói, alkalmazásai

II.6.4.1.6 Vállalati jelentéskészítés laboratórium

([VIETAC03](#), 7. szemeszter, 0/0/2/f/2 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.

Kezelendő adatok köre a vállalati logisztika, pénzügy, termelésirányítás területein: adatminőség és tárolási struktúrák standard vállalati rendszerekben.

Adatelérési módszerek, egyszerű és összetett listák. Szűrések és aggregációk a lekérdezésekben.

Vállalati adatmodellek: Objektum orientált adatmodellek, relációs és 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, teljesítési jelentések, pénzügyi jelentések, audit előkészítés.

Lekérdezések hatékonysága: teljesítmény tervezés, lekérdezések memóriába töltött adatokból, lekérdezések a felhőben.

Lekérdezések eredményeinek prezentálása: standard kimenet, megjelenítés mobil eszközökön, nyomtatási formátumok. Dashboard képernyők tervezése és megvalósítása.

II.7 Projektantárgyak

A specializációk keretein belül a hallgatók ún. projektantárgyakat 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 projektantárgyakat a hallgatók kizárólag valamelyik specializációra való besorolásukat követően vehetik fel, a felvétel szabályait részletesen a BSc specializáció- és ágazatválasztási szabályzat tartalmazza.

Témalaboratórium (5. szemeszter, 0/0/2/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
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, az oktatási intézményen kívül 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

Szakedolgozat-készítés

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

A tantárgy célkitűzése: A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez BSc szinten szakedolgozatot kell készítenie. A szakedolgozattal 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 szakedolgozat 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 konzulenszt biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mester (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A szakedolgozat témáját úgy kell kiválasztani, illetve a dolgozatot úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a szakedolgozat készítőjének tevékenysége.

A szakedolgozat 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 konzulensről 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
BMEVIH VAT00	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.

A felvett tantárgyak egy része több-kevesebb átfedést is tartalmazhat más tantárgyakkal. Figyelem: ha a mintatantervben szereplő kötelező, illetve a tantervi követelmények teljesítéséhez már figyelembe vet egyéb tantárgyak együttesen egy tantárgy tananyagának több mint 25%-át tartalmazzák, úgy a tantárgy felvehető, de a tantervhez kapcsolódó követelmények teljesítéséhez nem vehető figyelembe (BME TVSz 18. § (2))

A kar által ajánlott szabadon választható tantárgyak kínálata évről évre változik. Lévéen ezen tantárgyak célja az ismeretek bővítése, mind az alapképzés és a mesterképzés szabadon választható tantárgyainak listái, mind a különböző szakok hasonló listái átfedhetik egymást. A jelenleg érvényes listák a kar honlapján megtalálhatók (<https://www.vik.bme.hu/page/530/>).

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.

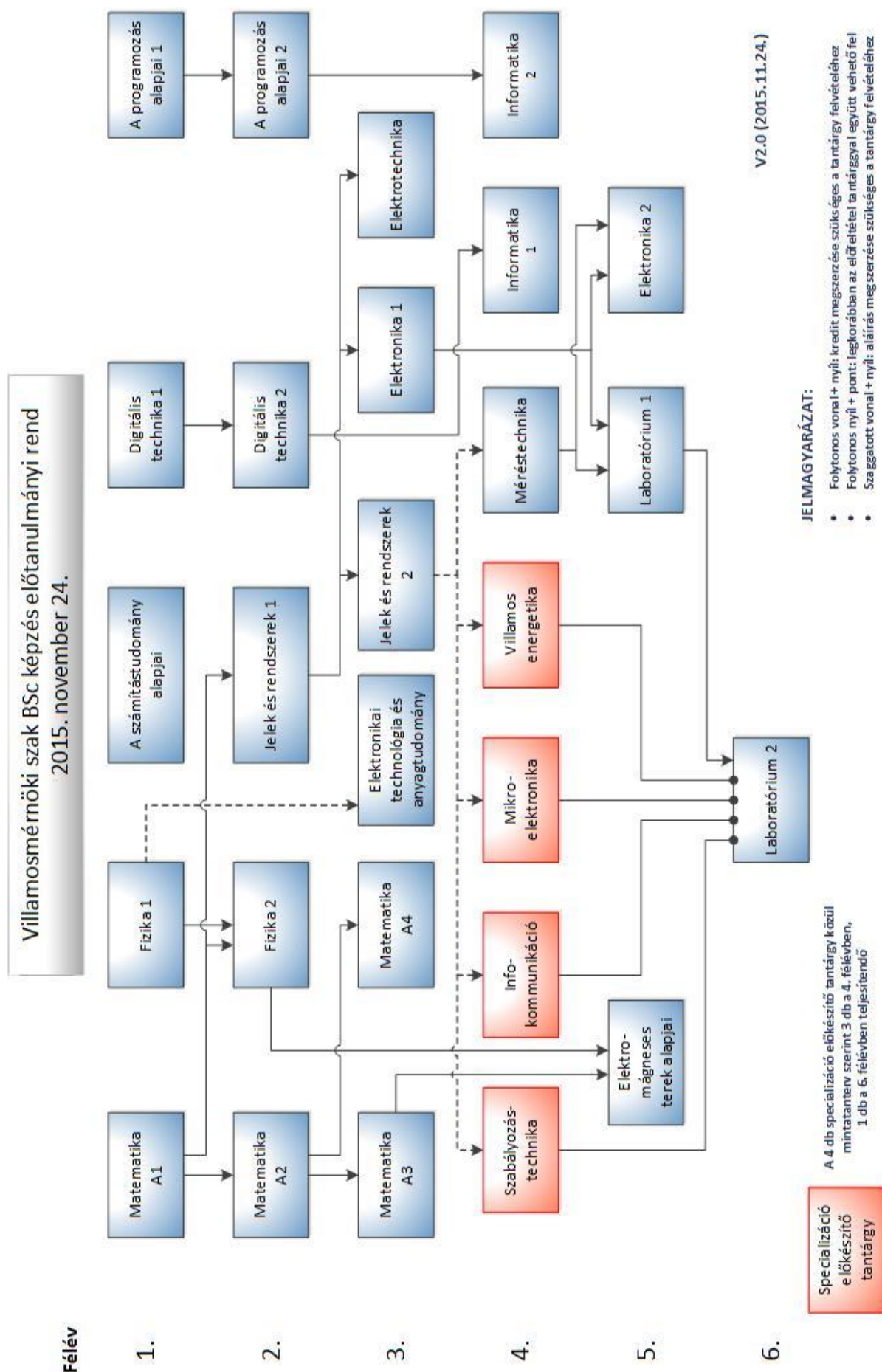
Az alapképzés során megszerzendő ismeretek (210 kredit):

<i>Természettudományos alapismeretek</i>	<i>48 kreditpont</i>
<i>Gazdasági és humán ismeretek</i>	<i>20 kreditpont</i>
<i>Szakmai törzsanyag</i>	<i>89 kreditpont</i>
<i>Differenciált szakmai ismeretek</i>	<i>43 kreditpont</i>
<i>Szabadon választható tantárgyak ismeretkörei</i>	<i>10 kreditpont</i>
<i>Kritériumtárgyak</i>	<i>0 kreditpont</i>

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.



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

Sík- és térvektorok algebrája. Komplex számok. Számsorozatok. Függvényhatárérték, nevezetes határértékek. Folytonosság. Differenciálszámítás: Derivált, differenciálási szabályok. Elemi függvények deriváltjai. Középértéktételek, L'Hospital szabály. Taylor-Tétel. Függvényvizsgálat: lokális és globális szélsőértékek. Integrálszámítás: Riemann integrál tulajdonságai, Newton-Leibniz formula, primitív függvény meghatározása, parciális és helyettesítéses integrálás. Speciális integrálok kiszámítása. Impropius integrál. Az integrálszámítás alkalmazásai.

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

Lineáris algebra

A lineáris egyenletrendszerek megoldása

Együttható- és kibővített mátrix. Elemi sorműveletek. Gauss-Jordan és Gauss-kiküszöbölés. Az általános megoldás, mint az oszlopvektorok lineáris kombinációja. Lineáris egyenletrendszer megoldásának egzisztenciája és unicitása. A megoldáshalmaz geometriai szemléltetése. Homogén lineáris egyenletrendszer. Alkalmazások.

Mátrixaritmetika

Speciális mátrixok, sor- és oszlopvektorok. Mátrixműveletek és tulajdonságaik. A mátrixszorzás, mint lineáris kombináció. Transzponált, nyom. Mátrix rangja. Mátrix inverze és ennek meghatározása. Egyenletrendszer megoldása mátrixinvertálással. Az egyenletek számának szerepe.

Determinánsok

Determináns. Kifejtés 2×2 -es és 3×3 -as esetben. A determináns geometriai jelentése. Speciális alakú determinánsok értéke. A determináns kifejtése. Determinánsok tulajdonságai. Determináns kiszámítása Gauss-kiküszöböléssel. Formula mátrix inverzére. Cramer-szabály. Polinom-interpoláció és Vandermonde-determináns.

Lineáris tér

Lineáris tér axiómái és geometriai jelentésük. Mátrixterek, függvényterek. Lineáris függetlenség, altér, kifeszített altér, generátorrendszer, bázis. Báziscsere, az áttérés mátrixa. Nem véges dimenziós lineáris tér létezése. Euklideszi terek. Metrikus és normált tér. Normált tér szerkezete és geometriája. Ortogonális és ortonormált bázis. Cauchy-Bunyakovszkij egyenlőtlenség, Pithagorász-tétel. Alkalmazások.

Lineáris operátorok és mátrixok

Lineáris operátor és transzformáció definíciója. Operátor mátrixa. Geometriai transzformációk (forgatás, tükrözés, vetítés) és mátrixuk. Limesz, deriválás, integrálás, mint lineáris operátorok. Magtér, képtér. Dimenziótétel. Inverz. Mátrixtranszformáció. Lineáris transzformáció és lineáris egyenletrendszer kapcsolata. Sajátérték, sajátvektor. Speciális mátrixok sajátértékei és sajátvektorai. Hasonlóság. Diagonalizálhatóság. Jordan-alak és Gram-Schmidt ortogonalizáció. Alkalmazások.

Végtelen sorok

Numerikus sorok

Konvergenca, divergenca, maradéktag, abszolút- és feltételes konvergenca. Összefésülés. Konvergenciakritériumok. Speciális sorok. Zárójelzés, zárójelfelbontás. Sorok átrendezése, Riemann tétel. Hibabecslés. Alkalmazások.

Függvénysorozatok, függvénysorok

Pontonkénti és egyenletes konvergenca. (Egyenletes) konvergenciatartomány és meghatározása. Az egyenletesen konvergens sorozatok és sorok alapvető tulajdonságainak invarianciája a limeszre ill. a sorösszegzésre. Kritériumok egyenletes és nem egyenletes konvergenciára.

Hatványsorok

Konvergenciaintervallum. Taylor-sorok. Sorfejtés fogalma. Formális Taylor-sor. Hatványsor és Taylor-sor. Taylor polinom, Lagrange maradéktag. Függvény és Taylor-sora: formális Taylor-sor konvergenciája, függvény előállítása Taylor-sorával. Taylor-sor egyértelműsége. Elemi függvények Taylor-sora. Taylor-sorfejtés technikája.

Alkalmazások: Taylor-sor a közelítő számításokban.

Fourier-sorok

Trigonometrikus és Fourier-sor fogalma. Elégséges feltétel arra, hogy Fourier-sora előállítsa a függvényt. Páros és páratlan függvény Fourier-sora. Sorfejtés technikája. Fourier-sor n -edik szelete, mint a négyzetesen legjobban közelítő trigonometrikus polinom. Nevezetes numerikus sorok összegének kiszámítása. Alkalmazások.

Többváltozós függvények

Alapfogalmak

Távolság, környezet, nyílt halmaz, zárt halmaz, korlátos halmaz, összefüggő halmaz. Konvergenca. Koordinátánkénti konvergenca. Bolzano-Weierstrass tétel több dimenzióban. Vektorfüggvények és megadásuk. Többváltozós függvény fogalma és szemléltetése. Többváltozós függvények és vektorfüggvények határértéke és folytonossága. Alkalmazások.

Differenciálszámítás

Vektorfüggvények differenciálhatósága. Speciális esetek: gradiens, deriváltvektor. A Jacobi mátrix, Jacobi determináns. Többváltozós függvények deriválása. Gradiens és parciális deriváltak kapcsolata. Geometriai szemléltetés. Szintfelületek. Másodrendű felületek szemléltetése szintvonalakkal. Folytonos deriválhatóság. Láncszabály, középértéktétel, Young tétel. Differenciál, függvény lineáris közelítése. Függvény közelítése adott rendben. Iránymenti derivált fogalma, kiszámítása, a parciális deriváltakkal és a gradienssel való kapcsolata, geometriai jelentése. Lokális és tartományi szélsőérték. Létezésükre vonatkozó szükséges, illetve elégséges feltételek. Nyeregpont. Inverz függvény és implicit függvény tétel. Alkalmazások.

Integrálszámítás

Jordan mérhetőség és terület, tulajdonságaik. Területi és térfogati integrál. Integrálhatóság elégséges feltételei. Kettős és hármas integrál kiszámítása: kétszeres és háromszoros integrál. Integrálási sorrend megváltoztatása. Integráltranszformáció. Fontosabb transzformációk: polárkoordinátákra való áttérés. Jacobi-determináns.

Alkalmazások: Alakzatok területének, testek térfogatának kiszámítása. Tömeg kiszámítása nem egyenletes anyagsűrűség esetén. Nyomaték, tömegközéppont, súlypont.

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, 2/2/0/v/4 kredit, Algebra Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése

A VIK Villamosmérnök szakának kötelező alaptárgya.

2. A tantárgy tematikája

Görbék és felületek differenciálgeometriája. Sík- és térgörbék megadása. Érintővektor, normálvektor, görbület. Görze ívhossza. Felületek megadása, érintősík. Felület felszíne.

Skaláris- és vektormezők. Vektormezők differenciálása, divergencia és rotáció. Görbementi integrálok, erőter munkája. Integrálok felület mentén, a fluxus.

Potenciálemélet. Konzervatív vektormezők, potenciál. Rotációtól mentes terek, görbementi integrál (munka) függetlensége az úttól.

Integrál átalakító tételek. Gauss és Stokes tételei, Green formulái. Példák és alkalmazások.

Komplex függvények. Elemi függvények, határérték és folytonosság. Komplex függvények differenciálása, Cauchy – Riemann egyenletek, harmonikus függvények Komplex vonalmenti integrálok.

A függvénytan alaptétele. Reguláris függvények, vonalintegrál függetlensége az úttól. Cauchy formulái. Liouville tétele.

Komplex hatványsorok. Analitikus függvények, Taylor sor. Szingularitások osztályozása, meromorf függvények Laurent sora. Argumentum elv. Reziduum, nevezetes integrálok kiszámítása.

A Laplace transzformáció. Definíció, műveleti szabályok. Derivált Laplace transzformáltja. Elemi függvények transzformáltjai. Inverziós formula. Lineáris rendszerek átviteli függvénye.

Differenciálegyenletek osztályozása. Explicit és implicit differenciálegyenletek. Picard-Lindelöf tétel.

Az elsőrendű inhomogén lineáris egyenlet megoldása. Közönséges differenciálegyenletekre vezető feladatok. Magasabbrendű egyenletek és rendszerek redukálása elsőrendű rendszerre.

A másodrendű lineáris differenciálegyenlet. A harmonikus oszcillátor egyenlete, a homogén egyenlet általános megoldása. Csillapított rezgések, kényszerrezgés. Az inhomogén egyenlet partikuláris megoldásának keresése, az állandók variálása. Általános megoldás konvolúcióval, utalás a Laplace transzformáció módszerére.

Nemlineáris differenciálegyenletek. Autonóm egyenletek, a megoldás megszakadásának feltétele. A változók szétválasztásának módszere. A numerikus megoldás elvei.

Lineáris differenciálegyenlet rendszerek. Állandó együtthatós homogén lineáris rendszerek megoldása különböző sajátértékek esetén. A mátrix exponens fogalma és szerepe az állandó együtthatós lineáris (homogén és inhomogén) differenciálegyenlet-rendszerek megoldásában. Laplace transzformáció alkalmazása. A stabilitás fogalma, kritériumai.

Matematika A4

(TE90AX51, 3. szemeszter, 2/2/0/v/4 kredit, ? 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 definíció-tétel-bizonyítás hármasa, a példakon 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, kimenetek, 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 növekvő 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 hiba-valószínűség 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 korbéli 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 keresztül 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, koordináta-rendszerek, 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. Koordináta-rendszerek. 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 erő-törvények: 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 hétköznapiakban 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 hétköznapiakban 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, hőszugárzás.

Hétköznapi hőtan: hőháztartás lakásokban és számítógépekben.

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

Fizika 2

([TE11AX22](#), 2. 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 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 statikus mágneses térben. A mágneses tér fogalma. Lorentz-erő. Áramra ható erő mágneses térben. Hall-effektus. A rúd-mágnes 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 hétköznapiakban 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 keresztül megvilágítása és elmélyítése.

A számítástudomány alapjai

([VISZAA02](#), 1. szemeszter, 2/2/0/v/4 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), példakkal, kiszámításuk, binomiális együtthatók közti egyszerű összefüggések, a binomiális tétel

Gráfelméleti alapfogalmak. Gráfok foksámösszege, 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 algoritmusai.

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 folyamatok, Ford-Fulkerson tétel, algoritmus maximális folyam keresése, egészértékűség lemmája.

Többtermelés, többfogyasztós hálózatok, csúskapacitások és irányítatlan élek visszavezetése szokásos hálózatra. Él- és pontidegen utak, minden st utat lefoglaló él- ill. pontthalmaz. Menger négy tétele, gráfok többszörös él- ill. pontösszefüggősége, kapcsolata a Menger tételekkel.

Páros gráfok, párosítások, Hall-tétel, Algoritmus maximális párosítás keresésére páros gráfban. Független/lefoglaló pont-/élhalmazok, König és Gallai tételei. Síkbarajzolhatóság, gömbre rajzolhatóság.

Az Euler-féle poliédertétel és következményei egyszerű, síkbarajzolható gráfokra. Kuratowski gráfok, topologikus izomorfia, Kuratowski tétele. Síkbarajzolt gráf duális. 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

Osztthatóság, 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: alapl műveletek, (modulo m) hatványozás és az euklideszi algoritmus lépésszáma. Prímtesztelés, Fermat-teszt. Nyilvános kulcsú titkosítás, digitális aláírás. Az RSA titkosítási módszer.

Informatika 1

([VIIIAB04](#), 4. szemeszter, 4/1/0/f/5 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. Privilegium szintek, privilegizált utasítások, rendszerhívások megvalósítása, taskváltás, kontextuscsere, oszthatatlan utasítások.

I/O kezelés. Elvek összefoglalása: programozott/megszakításos lekezelés, DMA, I/O processzorok, intelligens I/O kezelés, szabványosítás. Periféria típusok és tulajdonságaik. Mágneslemez-tárak: tárolás elve, kódolás adattárolás szervezése, track, szektor, szoftvszektor szervezés, adatelérés. Egyéb jellegzetes perifériatípusok.

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-preemptív és preemptív ütemezési algoritmusok, időszeleteléses ütemezés. Több szintű ütemezési sorok. Az ütemezési algoritmusok értékelése.

Memóriakezelés. Címek kialakítása, áthelyezhetőség, újrachívhatóság. 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, 4/0/1/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), nyálábolás, nyálábbontás, 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-c, 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, 4/0/2/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, alkatrészecskék 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, szereléstecnológiai, 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 újraörmlesztési forrasztási technológia, szelektív forrasztási technológiák

Félvezető chippek 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 lesznek, 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	Érzelmelek logikája	2	VIK
VITMAK49	Digitális életmód	2	VIK

Mérnök lesznek

([GT52A400](#), 1. szemeszter, 2/0/0f/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 idővesztései, 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, igény szint. 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, diásor szerkezete, felépítése. Vizualizáció, vetítésdizájn, diásor tervezés. Hatásos prezentációkészítés. Klasszikus stílus vs. új szemlélet. PowerPoint mesterképző, ezen belül képek háttérének 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 menedzséri 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 makroszfájának 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, fizetéseképtelenség 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 kötelelem 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 kötelek eredménykötelek, vállalkozási szerződés, fuvarozás és szállítmányozás, a gazdasági forgalom egyéb szerződése.

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; Fizetéseképtelenségi 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 pszeudokód, 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, kiírása, indexelés.

A C nyelv típusai. A véges számaábrázolás fogalma. Belső ábrázolás, bitműveletek. Lebegőpontos számaábrázolás. 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, struktúrákban végzett műveletek. Struktúrák és függvények kapcsolata.

Struktúrák használata, struktúrákat kezelő függvények.

Felsorolt típus. Az indirekció fogalma, pointerok bevezetése. Cím szerinti paraméterátadás. Pointerok és tömbök kapcsolata, pointer aritmetika. Sztring mint karaktertömb, sztring mint végjeles sorozat. Sztringkezelés beépített függvényekkel.

Felsorolt típus használat. Függvények és pointerok, 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 pointerok. Keresések: lineáris és bináris keresés. Algoritmusok lépésszámának bevezetése. Union és bitmező típusok. Bitszintű operátorok. Hibakezelés és tesztelés jelentősége.

Bitműveletes feladatok, maszkolás. Függvénypointerok. 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

([VIAUAA00](#), 2. szemeszter, 2/2/2/f/7 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, egységbezáras, láthatóság és információrejtés fogalma. Tagváltozók és tagfüggvények. Getterek és setterek. A this pointer. Konstruktor, destruktork.

Konstruktorok és destruktork. 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 destruktorkok. Heterogén gyűjtemények.
Többszörös öröklés, virtuális alaposztályok. Konstruktorkok és destruktorkok 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

([VIIIAA01](#), 1 szemeszter, 3/1/1/v/5 kredit, IIT)

1. A tantárgy célkitűzése

A tantárgy rendeltetése, hogy egyszerű példákon keresztül megadja mindazokat az alapfogalmi és rendszertechnikai alapismereteket, amelyek a 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 házárjelenségek 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. Számábrázolási módok és az aritmetikai műveletekre gyakorolt hatásuk.

A kombinációs és a sorrendi logikai rendszerek ill. hálózatok lényege, a működés modellje és az alapvető leképezések tulajdonságai. A kombinációs rendszerek leírása igazságtáblával, logikai függvény fogalmának bevezetése, diszjunktív és konjunktív normálalakok felírása az igazságtábla alapján.

Elemi kombinációs hálózatok, kapuk, építőelemek működésének leírása logikai függvényekkel. Az elvi logikai rajz és a kapcsolási terv bemutatása. A legegyszerűbb kétszintű felépítés és a logikai függvények minimalizálásának kapcsolata. A diszjunktív és konjunktív, valamint az algebrai minimálalakok fogalma.

A Verilog hardver leíró nyelv alapfogalmainak és használatának összefoglalása.

Logikai függvények grafikus minimalizálása Karnaugh-tábla segítségével. A prímisszimplikáns fogalma. A diszjunktív és a konjunktív minimálalakok felírása a Karnaugh-táblából közvetlenül. Megkülönböztetett mintermek és lényeges prímisszimplikánsok bemutatása.

Az optimális lefedés szükségességének bemutatása. Az optimális lefedés algoritmusai logikai segédfüggvény felírása révén (Petrick-módszer). A közömbös (don't care) értékek kezelése. Többkimenetű kombinációs hálózatok minimalizálásának alapfogalmainak.

A szimmetrikus logikai függvények tulajdonságainak bemutatása. A minimalizálás nehézségeinek és néhány gyakorlati megoldásnak a szemléltetése. Kanonikus szimmetrikus függvények.

A kombinációs rendszerek tranzienst viselkedése. A jelkésleltetések okai és összetevői. Statikus, dinamikus és funkcionális házárjelenségek és kiküszöbölési módjaik. A legegyszerűbb kétszintű házármentes felépítés tervezése.

Többszintű kombinációs hálózatok esetén a tervezés nehézségeinek bemutatása. Adott funkciójú építőelem alkalmazástechnikája.

A sorrendi rendszerek csoportosítása működési elv (aszinkron, szinkron) és modell (Mealy és Moore) szerint. A sorrendi leképezések leírása állapottábla és állapotgráf segítségével. A működés kiolvasása az állapottáblából adott bemeneti kombináció sorozat esetén. Az elemi sorrendi hálózatok (flip-flopok) jellemzése állapottáblával és állapotgráffal. A karakterisztikus egyenletek képzése SR, JK, T, DG és D flip-flop esetén. Adott flip-flop felépítése más típusú flip-flop felhasználásával. A vezérlési tábla kitöltésének módszere. A szinkronizációs feltételek biztosításához szükséges követelmények.

A szinkron sorrendi hálózatok tervezési lépéseinek bemutatása a soros összeadó példáján (állapotok definíciója előzetes, összevont és kódolt állapot tábla, vezérlési tábla). A vezérlő kombinációs hálózat egyenleteinek felírása. Moore-modell tervezése. Szinkron sorrendi hálózatok állapotkódolásának hatása a kombinációs rész bonyolultságára.

Az aszinkron sorrendi hálózatok tervezési lépéseinek és hazárdjelenségeinek (metastabil állapot, gerjedés, kritikus versenyhelyzet, lényeges hazárd) bemutatása a D flip-flopot megvalósító aszinkron hálózat példáján.

Az órajel-elcsúszás (rendszer hazárd) jelenségének bemutatása szinkron hálózatokban egyszerű elvezérelt D flip-flopok alkalmazása esetén. A master-slave működésű flip-flop bemutatása. Az órajel-elcsúszás hatásának kiküszöbölése céljából szükséges data-lock-out működésű flip-flop bemutatása és felépítése két egyszerű elvezérelt flip-flop felhasználásával.

Állapotösszevonási eljárás teljesen határozott állapottábla esetén. Az állapotekvivalencia tulajdonságai, az ekvivalencia tábla (lépcsős tábla) kitöltése és kifejtési algoritmus. A maximális ekvivalencia osztályok alapján a minimális számú állapottal rendelkező összevont állapottábla képzése.

Állapotösszevonási eljárás nem teljesen határozott állapot tábla esetén. Az állapotkompatibilitás tulajdonságai. A maximális kompatibilitási osztályok alapján az optimális zárt lefedés keresése. A minimális számú állapottal rendelkező összevont állapot tábla szisztematikus meghatározhatóságának elvi akadályai.

A sorrendi hálózatok analízisének lépései, a szinkron flip-flopként való értelmezhetőség vizsgálata.

Multiplexerek, demultiplexerek, kódolók átkódolók, komparátorok, funkcionális leírása és alkalmazásuk kombinációs hálózatok megvalósítására.

Számlálók, léptető regiszterek főbb típusai és funkciói.

Digitális technika 2

([VIII/A/02](#), 2. szemeszter, 4/1/0/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

MSI áramkörök gyakorlati alkalmazása (számlálók, komparátorok, multiplexerek, dekódolók, dekóderek, léptető regiszterek).

Bináris aritmetikai alpműveletek. Teljes összeadókból felépülő összeadó/kivonó. Az átvitelképzés gyorsítása: carry-look-ahead típusú összegző.

ALU megvalósítása összegző felhasználásával. BCD számok összeadása, szorzás megvalósítása összeadó áramkörökkel.

Alkalmazás-specifikus (ASIC) áramkörök, fontosabb csoportok. Memória, PLA és FPGA építőelemek felépítése és alkalmazásuk módszerei kombinációs és sorrendi feladatok megoldására. FPGA áramkörök. RAM bázisú FPGA áramkör felépítése, erőforrásai, konfigurálása. Digitális rendszerek definiálása hardverleíró nyelven (Verilog).

Memória-áramkörök: írható és olvasható memóriák. Statikus RAM felépítése. ROM jellegű memóriák. A digitális rendszerek tervezésének lépései, adatstruktúra vezérlés. Sínrendszerek definíciója, kialakulása, osztályozása. Szinkron és aszinkron működésű sínrendszerek. Vezetékek csoportosítása, az egyes vezetékcsoportok feladata.

A digitális számítógép felépítése, működése. Az utasítás-szervezés fejlődése. Mikroprocesszoros rendszerek kialakulása, fejlődése.

A mikroszámítógépek általános felépítése, blokkvázlata, a funkcionális egységek jellemzői, a működés modellje. Egy egyszerű mikroprocesszor sínrendszerének felépítése. Alaphelyzetbe állítás, órajel generálás, READY kezelés.

Memóriák illesztése sínrendszerekhez. EPROM, RAM memória elemek. Időztítési viszonyok a memóriák szempontjából. Az adatszélesség növelése. Flash memóriák alkalmazástechnikája.

Az assembly programozás alapfogalmai. Egyszerű mikroprocesszor utasításkészlete. Adatmozgató utasítások, ugró utasítások, aritmetikai és logikai utasítások. Címzési módok, makrók és direktívák.

Egyszerű mikroprocesszor utasításkészlete. FIFO, FILO memóriaszervezés. Stack memória, hardver szoftver megvalósítás. Szubrutin fogalma, feltétel nélküli és feltételes szubrutinhívó és RET utasítások.

A mikroszámítógépek megszakítási rendszerének általános ismertetése. A megszakítás fogalma (egyszintű, többszintű, programvezérelt megszakítások). A megszakítási szubrutin felépítése, automatikus és programozható mentések, prioritási megoldások.

Egyszerű mikroprocesszorokban lévő speciális egységek. Maszkolható- és nem maszkolható megszakítások alkalmazása, teszt bemenetek és közvetlen kimenetek mikroprocesszorokban. Speciális utasítások.

Sínrendszerre csatlakoztatható, programozható megszakítás-kezelő egységek felépítése, működése, alkalmazása.

Programozható I/O egységek. A soros adatátvitel szervezése, megoldási változatok. Aszinkron és szinkron adatátvitel. Soros adatátviteli egység felépítése, működése, programozása.

Programozható I/O egységek. A párhuzamos adatátvitel szervezése. Programozható párhuzamos adatátviteli egység felépítése, működése, programozása.

A DMA működés fogalma, megvalósítása. Egy és kétciklusú DMA átvitel. A processzor sínjére csatlakoztatható DMA vezérlő működése, programozása.

Egyszerű periféria elemek (LCD kijelző modul, kapcsolók, nyomógombok) illesztése a mikroprocesszor sínrendszerére. A periféria elemeket működtető szoftverek tervezése.

Korszerű memóriatípusok ismertetése (NVRAM, FRAM, MRAM, SDRAM, FLASH, stb.). Nagy kapacitású memóriák belső szervezési kérdései, interfészük felépítése.

Mikrokontrollerek: generációk, családok, irányzatok, alkalmazási lehetőségek. Mikrokontrollerek felépítése: egy elterjedt architektúra bemutatása.

Jelek és rendszerek 1

([VIHVAA00](#), 2. szemeszter, 4/2/0/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 analizésére alkalmazható módszerek megismertetése. A tantárgy első részében (Jelek és rendszerek 1) az időtartományban alkalmazott rendszerleírásokat tárgyaljuk, és ezt követően foglalkozunk 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, fázor, 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. Fázorábrák. Teljesítmények szinuszos áramú hálózatokban: hatásos, meddő, komplex, látszólagos teljesítmény, teljesítménytényező. Teljesítményillesztés.

Átviteli karakterisztika fogalma és ábrázolása. Logaritmikus mértékegységek és mennyiségek. 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 analizésére 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. Négyes- és Dirac-impulzus, egységugrás, exponenciális, és periodikus jelek spektruma. Fourier-transzformáció alkalmazása rendszer-analízisre: jel és rendszer sávszélessége, alakhú átviteli 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-törtékre 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: mindentáneresztő 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 kapcsolataik. Speciális rendszerek: mindentáneresztő, 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, 4/0/1/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 fázorokkal. 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 vasvesztés. 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. Fázorábra. Üresjárási, terhelési és rövidzárási állapot. A drop fogalma. A transzformátor terhelési fázorábrája. Háromfázisú transzformátorok felépítése, a tekercsek kapcsolása, óraszám, párhuzamos kapcsolat. Példamegoldás.

Az elektromechanikai átalakítók mágneses tere

Villamos gépek mágneses mezői: állandó, lüktető és forgó mezők. Forgó mező létrehozása többfázisú tekercsrendszerrel. Nyomatékképzés elektromechanikai átalakítóknál. 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 kapcsolat 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, 3/1/0/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 vektormező: 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, fázor-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 fázor-reprezentációja. Síkhullám fogalma, TEM módusú terjedés. A Poynting-vektor kifejezése. Síkhullám-távvezeték analógia.

Síkhullám ideális és veszteséges szigetelőben. Polarizáció. Síkhullámok visszaverődése és törése. Síkhullám vezetőkben, behatolási mélység, áramkiszorítás.

Gerjesztett hullámok

A Hertz-dipólus tere, közel- és távoltér, síkhullám-közelítés, teljesítményáramlás. Antennajellemzők. Többutas terjedés.

Hullámvezetők

Négyszög keresztmetszetű csőtápvonal, módusok, diszperziós egyenlet. Kitekintés: dielektromos hullámvezetők, optikai szál.

Elektronika 1

([VIHAB02](#), 3. szemeszter, 3/2/0/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, aszimmetrikus és szimmetrikus erősítők paraméterei, üzemi jellemzői

Dióda, bipoláris tranzisztor, karakterisztikák, modellek, helyettesítő képek, alapkapsolások

FET, karakterisztikák, modellek, helyettesítő képek, alapkapsolások

Tranzisztoros kapcsolások nagyjelű jellemzői: munkapont, kivezérlés

Tranzisztoros kapcsolások teljesítmény jellemzői

Tranzisztoros áramkörök érzékenysége, munkapont stabilitása

Aszimmetrikus erősítők, erősítő láncok frekvencia független vizsgálata.

Erősítők kis frekvenciás vizsgálata.

Erősítők nagy frekvenciás vizsgálata.

Analóg integrált áramkörök alapelemei

Differenciál erősítő nagyjelű és kisjelű jellemzői

Műveleti erősítők felépítése, paraméterei

Egyenáramú erősítők és nullpont hibák

Mérőerősítő

Visszacsatolás Kirchoff hálózatban: típusok, következmények

Negatív visszacsatolás, lineáris erősítők stabilitása (Hurwitz, Nyquist, Bode), műveleti erősítők kompenzálása

Pozitív visszacsatolás, kétállapotú áramkörök, hiszterézises komparátorok, bistabil, monostabil, astabil multivibrátorok.

Elektronikus kapcsolók és alkalmazásai: glitch, mintavevő, kapcsolt kapacitású áramkörök

Digitális elektronikus áramkörök alapjai.

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 módok, 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 szinkronizálás, 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: vezérelt 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, mérés technikai 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 mérés technika 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: ofsztet-, 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 kis pontosságú módszerek, soros és párhuzamos ohmmérő. AC mérés: helyettesítőképek. A helyettesítőkép és a fizikai felépítés kapcsolata. AC kis pontosságú 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 kompenzáciási 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 fázisszög mérés.

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

([VIMIAC05](#), 5. szemeszter, 0/0/4/f/5 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

ismereteket 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 frekvenciatarománybeli leírást, mérési módszert sajátítanak el a Bode-diagram meghatározására, példákat látnak a mérés technika 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.

Négy-pólusok 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 paraméterek 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 (oszilloszkópos) 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

([VIMIAC07](#), 6. szemeszter, 0/0/3/f/4 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 ismereteket szereznek, ill. mélyítenek el a szakmájuk szempontjából fontos anyagokra, alkatrészekre, berendezésekre, rendszerekre, ill. fejlesztő-, valamint mérőeszközökre 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 mellett, 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 alkatrészecskék, 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 eltérési lehetőségek 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, alkatrészecskék paramétereinek megváltoztatása által okozott hatások vizsgálata), (3) elkészítik az áramkör nyomtatott áramköri tervét Layout Plus alkalmazásával (kétoldalas NYÁK megtervezése, SMD és furatszerelt alkatrészecskék 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 teljesítményméréséről 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 mérnek 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 alapkapsolások 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 kapcsolat 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) jellemzőinek 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 kapcsolat közös jel elnyomásának beállítását, (4) a szimmetrikus kapcsolat 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 jellemzők 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 állapotterezs 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 állapotterezs 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 karakterisztikaival, 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 kislökötű FSK esetén, mérés nagylökötű FSK esetén (a hurok szétejtése, befogási tranzienst 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 alapelveivel. 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, 3/1/1/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, állapotter. 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

Írányíthatóság és megfigyelhetőség folytonosidejű lineáris rendszer esetén, a teljes irányíthatóság és megfigyelhetőség kritériumai, stabilizálhatóság és detektálhatóság. LTI rendszer Kalman-féle felbontása. Pólusát helyezés állapotvisszacsatolással, Ackermann-képlet. Teljesrendű állapotmegfigyelő tervezése, algebrai hasonlóság a pólusát helyezési 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. Pólusát helyezés 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 témákon 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 témakör elhelyezése, az infokommunikáció elemei, infokommunikációs rendszerek és hálózatok jellemzése, jelelméleti összefoglaló.

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 és vezetékes összeköttetések. Vezetett hullámú összeköttetések (fémvezeték és üvegszál). Fémvezeték alapú összeköttetés modellparaméterei. Átviteli zavarok, áthallás, diszperzió szimmetrikus és koaxiális kábelekben. Rádiócsatorna, rádiós összeköttetések jellemzése, rádióspektrum felosztása. Antennák irányítottága, nyeresége és hatásos felülete, antennák alkalmazásai. Rádióhullámok direkt és kétutas terjedése, a rádiócsatorna szakaszcillapítása.

Kódolás. Forráskódolás, nem-fix szóhosszú kódok, egyértelmű megfejthetőség, prefix tulajdonság, forráskódolás entrópiája. Hibakorlátozó kódolás, lineáris, bináris, szisztematikus kódok, vonali kódolás. Tömörítés a gyakorlatban, hibavédelem blokk kóddal, hibajavítás lineáris kóddal, hibajelzés polinom kóddal.

Analóg modulációs eljárások. Amplitúdó moduláció, előállítás, spektrumábrái, időfüggvénye, demodulálása. Szögmodulációk, frekvencia és fázismoduláció, előállítás, spektrumábrái, időfüggvénye, demodulálása.

Digitális alapsávi átvitel. A PAM jel spektrális viselkedése, a szimbólumközi áthallásmentesség feltétele, a zaj hatása, szemábra vizsgálata, a szimbólumközi áthallás elkerülése, a hibavalószínűség számítása.

Digitális modulációs eljárások. Frekvencia billentyűzés (FSK), amplitúdó billentyűzés (ASK), QAM változatok, a differenciális FSK demodulátor, QAM jelek érzékenysége, teljesítmény igénye.

Többszörös csatornahozzáférés. Időosztásos nyalábolás (TDM), frekvenciaosztásos nyalábolás (FDM), ortogonális frekvenciaosztásos nyalábolás (OFDM). Többszörös hozzáférés a csatornához időosztással, frekvenciaosztással, 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 görbék, hangerőszabályozás, a zaj pszofometrikus értékelése, a színezet és telítettség pszichofizikai értelmezése.

Infokommunikációs hálózatok alapjai. Távközlési szolgáltatások, távközlési hálózatok, hálózati funkciók, hálózati topológiák, szabványosítás, a távközlési piac résztvevői. Számítógép-hálózatok és távközlési hálózatok konvergenciája.

Szolgáltatások IP hálózaton, szolgáltatásminőség. 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.

Műsorszóró rendszerek. Analóg és digitális modulációk infokommunikációs alkalmazásai. Analóg AM és FM rádió műsorszórás, analóg televízió műsorszórás alapelvei. Digitális rádió és televízió műsorszórás alapvető jellemzői, tömörítési és modulációs eljárásai. Digitális TV kábeles és földfelszíni átvitel.

Mobil kommunikáció. 1G, 2G, 3G hálózatok. GSM hálózatok, bázisállomás alrendszer, rádiós hozzáférési hálózat, aggregációs hálózat, gerinchálózat. GSM hangkodek, 2G csomagkapcsolt szolgáltatások, GPRS, (Évolved) EDGE. Híváskezdeményezés és hívásfogadás GSM hálózaton, SMS küldés és fogadás. 3. és 4. generációs mobil hálózatok.

IPTV rendszerek, IPTV szereplők, architektúra, IPTV protokollok, IPTV hozzáférési hálózat, IPTV ADSL felett. Az infokommunikáció elemeinek összefoglalása az infokommunikációs rendszerek és hálózatok tükrében.

Mikroelektronika

([VIEEAB00](#), 4. szemeszter, 3/0/2/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 áramkörti technika) bemutatása révén. A tantárgy további célja az analóg integrált áramkörti 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, tranzistor, 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. 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? A félvezető eszközök fizikájának alapjai: sávszerkezet, töltéshordozók a tiszta és az adalékolt félvezetőkben, generáció és rekombináció. Áramok a félvezetőkben. Hőmérsékletfüggés.

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. Záró irányú feléledés Diódák modellezése áramkör-szimuláció (SPICE) számára: modell topológia, modell egyenlet, modell paraméterek. Kis és nagy áramú diódák, LED-ek, organikus LED-ek LED-ek nem elektromos paraméterei. Fotodiódák, napelemek. A pn átmenet hőmérsékletfüggése.

A bipoláris tranzisztor felépítése és működése, hatásfokok, nagyjelű áramerősítési tényezők. Másodlagos hatások figyelembevétele. Modellezés SPICE jellegű áramkör-szimuláció számára. Kisjelű modellek. Diszkrét és integrált kivitelű bipoláris tranzisztorok. A bipoláris tranzisztorok szerepe a mai IC-kben (pl. BiCMOS áramkörök).

Egy IC technológia lépései, maszk készlete, a megvalósítható áramköri elemek készlete. A közel azonos alkatrészek kialakításának szabályai. Esettanulmány: egy műveleti erősítő layoutja. Az áramköri szimmetria és a termikus effektusok. Az elektro-termikus áramkör-szimuláció jelentősége.

Tervezérlésű tranzisztorok fajtái: a záróréteges FET (JFET) és a MOSFET-ek. Az unipoláris működés lényege, a működés fizikai alapja. A tervezérlésű tranzisztorok teljes családja.

A MOS struktúra tulajdonságai. Akkumuláció, kiürítés, inverzió, küszöbfeszültség. A MOS tranzisztor karakterisztikája. A mai méretek. Eltérés a négyzetes karakterisztikától. A küszöb alatti áram. Kapacitások. MOS tranzisztorok SPICE szimulációs modellje (topológia, paraméterek). A legegyszerűbb MOS gyártástechnológia lépései, maszk készlete.

Digitális alappkapuk nMOS kivitele (áramkör, layout). A duális áramkör fogalma, digitális alappkapuk 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, melege, ennek vizsgálata logi-termikus szimulációval.

Dinamikus MOS áramkörök, transzfer kapus kapcsolások. Vonalmeghajtók, 3 állapotú meghajtók. Input-output áramkörök és védelem. Könyvtári cellák. Digitális IC-k tervezési folyamatának bemutatása standard cellás tervezés példáján keresztül.

Integrált áramkörök tervezési módszerei, a design flow fogalma. Nagyobb egységek tervezése magas szintű hardverleíró nyelven (VHDL, Verilog, SystemC), a szoftver/hardver együttes tervezés fogalma. IC tervező rendszerek. Rendszer szintű tervezés, elrendezés (floorplan) tervezés.

Az IP fogalma. IP és layout ügynökségek igénybe vétele. Fejlesztői csoportok együttműködése. Beágyazott rendszerek. A szimuláció szerepe a tervezésben, cellától rendszer szintig. A szimulációs programok fajtái (áramköri, logikai, RTL szintű, viselkedési, fizikai) és szerepük a tervezés folyamatában. Az IC tervezés és gyártás különböző költségfaktorai. Optimális megvalósítási módszer választása. MPW gyártás: az IC gyártás, mint szolgáltatás, az ún. fabless design.

A VLSI áramkörök tesztelési kérdései. Tesztelhetőre tervezés. A teszt üzemmód és a pásztázó út (scan path) fogalma. A beépített önteszt és jellegzetes áramkörei. A peremfigyeléses (boundary scan) tesztelés. A teszt szekvencia generálásának helye a tervezési folyamatban.

Félvezető memóriák. Egy DRAM cella felépítése,. Egyes ROM, EPROM, és EEPROM memóriák felépítése, működése. A CMOS statikus RAM.

A VLSI IC-k tokozása. Modern (More than Moore) technikák: stacked chippek, 3D tokozás. Chip on board, system in package. Tokozott félvezető eszközök termikus karakterisztikái (hőellenállás, termikus impedancia) és ezek mérése, a hővezetési út jellemzése a struktúra függvény segítségével.

Nem elektromos alkatrészek egy integrált áramköri lapkán: az integrált mikrorendszerek. Jellegzetes struktúrák: konzol, híd, membrán. Kapacitív érzékelés és mozgató. Piezorezisztív érzékelés. Felhasználási területek. Hőmérséklet-, nyomás-, gyorsulás- és gázérzékelők. Kombinált mikromechanikai-optikai szerkezetek. Smart szenzorok, szenzor hálózatok. Kitekintés: mit hoz a jövő, mit jelent a nanoelektronika ?

Villamos energetika

(VIVEAB01, 4. szemeszter, 3/1/1/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 erőkterek 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

A villamosenergia szerepe, a villamosenergia-rendszer általános felépítése

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.

Szimmetrikus háromfázisú rendszer elemzése

A hálózati elemek leképezése, egyfázisú helyettesítő kapcsolás: generátor, transzformátor, távvezeték, mögöttes hálózat, zárlati teljesítmény, fogyasztó. Háromfázisú hálózatok elemzése szimmetrikus körülmények között, több feszültségű hálózatok számítása, viszonylagos egységek alkalmazása. Háromfázisú zárlat.

Hálózat aszimmetrikus üzeme

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. Hálózat modellezése felharmonikus frekvenciákra.

Hálózati csillagpont földelési módok

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

Hálózat üzemvitele

Hálózatág feszültségese és teljesítmény viszonyai, terhelhetőség, feszültségprofil. Feszültség-meddőteli teljesítmény kapcsolat, feszültségese 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 meddőteli teljesítmény 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). A szolgáltatás minősége, megbízhatósága.

Védelmi elvek, zárlatérzékelés.

A villamos hálózatok és berendezések villamos és mágneses erőtere.

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 alapgfogalmak.

A villamos energetika aktuális fejlődési irányai

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:

Beágyazott információs rendszerek (MIT)

Irányítórendszerek (IIT)

Számítógép-alapú rendszerek (AUT)

1. Célkitűzés:

Beágyazott rendszereknek azokat a számítógépes alkalmazói rendszereket nevezzük, melyek autonóm működésük és befogadó fizikai-technológiai környezetükkel intenzív kapcsolatban állnak. Életünk szinte minden területén találkozunk velük. Az autóiipari 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 legkülönbözőbb 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-közelítő 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, 3/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy alapvető célja a beágyazott rendszerek tervezéséhez szükséges rendszerintegrációs képességek kifejlesztése (rendszerterv készítés, rendszerkomponensek specifikálása, komponensek közötti kapcsolatok elemzése és specifikálása). A tematika nem csak a jelfeldolgozásra alkalmas hardver és szoftver elemek tervezésével, hanem az információ feldolgozásával is foglalkozik, és megtanítja az alapvető, beágyazott rendszerekben fontos jelfeldolgozási módszereket (szűrések, multirate feldolgozás, hatékony spektrum számítás stb.). A tantárgy egy konkrét alkalmazás architektúrájának és működésének részletes elemzésén keresztül ismerteti a beágyazott rendszerek főbb tulajdonságait, technológiai és alkalmazási jellemzőit, és egyidejűleg példát mutat az emberi (pl. otthoni vagy munkahelyi) környezet részévé váló, elsősorban az életvitel és az életminőség szolgálatában álló beágyazott alkalmazásra, egy ún. ambiens rendszerre.

Rövid tematika: A beágyazott rendszerek felépítése, fő jellemzői, alkalmazási területei. Az ambiens rendszerek sajátosságai. Egy mintaalkalmazás bemutatása: egy több érzékelővel (mikrofonok) és beavatkozó szervvel (hangszórókkal) megvalósított vezeték nélküli aktív zajcsökkentő rendszer bemutatása. A megvalósításhoz felhasznált gyors prototípusfejlesztő platform (mitmót) és fejlesztői környezet bemutatása. Analóg jelkondicionálás. Feldolgozó eszközök: az architektúra választás szempontjai, processzor típusok, tipikus perifériák. A mikrokontrollerek és jelfeldolgozó processzorok (DSP) sajátosságai. Feldolgozóegységek gyorsításának lehetőségei. Újrakonfigurálható architektúrák, FPGA-k. A digitális jelfeldolgozás speciális kérdései beágyazott rendszerekben: multirate jelfeldolgozás, szűrők implementálása, spektrumszámítás hatékony módszere. Digitális jelszintézis (DDS rendszerek). Szoftver architektúra tervezése, döntési szempontok. Tervezhetőség, újratervezhetőség, tesztelhetőség, valós idejű viselkedés. Jelátalakítók (A/D és D/A) és jelkondicionálók típusai és mérés technikai jellemzése, jelátalakító választásának szempontjai. Kommunikáció beágyazott rendszerekben: érzékelők és beavatkozók rendszerbe illesztése, részegységek kommunikációja. Kommunikáció valós idejű és biztonságkritikus rendszerekben (FlexRay). Tápellátás: elemes és akkumulátoros táplálás, tápfeszültség szűrés, túlfeszültség- és tranziensvédelem. Akkumulátorok töltése. Környezet és energiatudatos tervezés. Rendszerintegráció, tesztelés, monitorozás és diagnosztika.

III.5.1.1.2 Ipari irányítástechnika

([VIIIAC03](#), 5. szemeszter, 3/1/0/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: Tárgyalásra kerülnek a folyamatirányítás szintjei, az ipari irányítástechnika fejlődésének szakaszai, a várható fejlődési irányok, az információszerzés eszközei és fogalmai, illetve a folyamirányításhoz szükséges valamennyi építőelem. Bemutatásra kerülnek a távadók működési módjai, a jelkapcsolatok jellemzői, a folyamatirányító rendszerekkel szemben támasztott követelmények és beépített védelmek, a beavatkozó szervek típusai és működésük, a PLC-k hardverfelépítése és programozási módszerei, az elosztott irányítórendszerek, továbbá a HMI és SCADA rendszerek is.

III.5.1.1.3 Mikrokontroller alapú rendszerek

([VIAUAC06](#), 5. szemeszter, 3/1/0/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 alacsony szintű szoftver rendszerének megvalósítására. A kettő közötti elválaszthatatlan kapcsolatot rövid esettanulmányok mutatják be. A létrehozott egység monitorozási és diagnosztikai információs rendszerét gyors alkalmazásfejlesztő módszerek alkalmazásával alakítják ki a legelterjedtebb ipari platformokon.

Rövid tematika: A hallgatók először a mikrokontrollerek architektúráis alapjaival ismerkednek meg: digitális rendszerek központi egységeinek (mikroprocesszoroknak és mikrokontrollereknek) architektúráis összehasonlítása, kiválasztási szempontjai. 8/16/32 bites rendszerek, CISC/RISC és DSP architektúra. Az elterjedtebb mikrokontroller-architektúrák egy-egy neves képviselőjének megismerése (8051, ARM és DSP kontrollerek).

A hardverközeli programok fejlesztése fejezetben az assembly, C és blokkorientált hardver-közeli programfejlesztéssel foglalkozunk. Programozási nyelvek, szoftverfejlesztés PC-re és beágyazott rendszerre. Programozási modell, utasításkészlet tulajdonságai. Tipikus ASM/C fejlesztő környezet

bemutatása (SiLabs, Keil), a firmware szerkezete (konfigurálás, startup kód, megszakítási rendszer, gyors megszakításkezelés bankváltásokkal.) ASM betétek és ASM függvények használata. ASM és C programrészeket egyszerűbb részfeladatok megoldására. Kompletteset tanulmányok.

A tematika a mikrokontrollerek tipikus integrált perifériáinak megismerésével folytatódik: Órajel-generátorok, reset-, watch-dog áramkörök. Memória elemek, időzítő és számláló egységek. Integrált aszinkron és szinkron kommunikációs egységek és protokollok. Digitális be- és kimenetek, a mikrokontroller portok speciális kialakítása. Analóg be- és kimenetek. Megszakítási rendszer, prioritások kezelése. Konfigurálhatóság, crossbar.

A következő fejezetben a tantárgy a mikrokontrollerek kapcsolódását vizsgálja környezetükhöz, bemutatja a tipikus illesztéseket: Külső órajel generátorok, külső memóriák illesztése. Analóg és digitális be- és kimenetek illesztési problémái, speciális perifériák (RTC, programozott logikák, ASIC áramkörök). Jelkonvertálás fizikai rétegre. EMC szempontok, leválasztások. Esettanulmányok.

A tematika a hardver tervezés alapelveinek és lépéseinek összefoglalásával zárul: 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, 3/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy elsődleges célja, hogy megismertesse a hallgatókat a párhuzamos és esemény-vezérelt programozás elméleti alapjaival és gyakorlatával, mivel a beágyazott rendszerek egyre nagyobb szoftver komplexitása, valamint a sokprocesszoros, elosztott, és heterogén rendszer architektúrák elterjedése ezen a területen szinte kizárólagossá teszi ennek a programozási megközelítésnek az alkalmazását. Ennek megfelelően a tantárgy kitér a beágyazott operációs rendszerek (OS) belső működésére, az alkalmazások megvalósításához nyújtott szolgáltatásokra, és azok használatára kernel és felhasználói szinten is. A tantárgy oktatása során bemutatott megoldások demonstrációja FreeRTOS (egy címterű, egyszerű OS) és Linux (több címterű, összetett beágyazott környezetben is alkalmazható OS) alatt történik, kitérve a valós-idejűség, memóriakezelés, megbízhatóság, és az erőforrás virtualizáció összefüggéseire.

Rövid tematika: A párhuzamos és esemény-vezérelt programozás architektúráis háttére, processzor és memória virtualizáció, sokprocesszoros, elosztott és heterogén rendszerek. Operációs rendszerek belső működése, a párhuzamos és eseményvezérelt programozás támogatása kernel és alkalmazás szinten. Feladatok és részfeladatok megvalósítási eszközei. A kölcsönös kizárás, szinkronizáció, kommunikáció eszközei közös memória-, üzenet alapú kommunikáció esetén, hardware támogatása, alternatív megoldások (lockless programming, hardware transactional memory, stb.). Tervezési minták. Tipikus hibák és azok elkerülésének eszközei. Hibakeresés és teljesítmény optimalizáció eszközei és azok használata.

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 autóiipari, jelfeldolgozási és mérés technikai területekről.

Rövid tematika: A laboratóriumi mérések során a hallgatók megismerik a korszerű, nagybonyolultságú programozható logikai áramkörök (FPGA) alkalmazástechnikáját, és ezen eszközök használati lehetőségeit adott tervezési feladatok megvalósítása, optimalizálása, szimulációja és áramkörön belüli logikai analízissal történő ellenőrzése során, közvetlen hardver és egyetlen áramkörön belül megvalósított, lágyprocesszorra épülő szoftver megoldásokat használva. Külön mérések szolgálnak a komplex beágyazott rendszerek autóiipari kommunikációs egységekben, az elosztott érzékelő-jelfeldolgozó hálózatokban illetve a mérés technikai, adatfeldolgozási feladatokban történő alkalmazásainak bemutatására.

III.5.1.3 Irányítórendszerek ágazat (IIT)

III.5.1.3.1 Ipari képfeldolgozás és képmegjelenítés

([VIIIAC04](#), 6. szemeszter, 3/1/0/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: A szakterület tárgyalása az emberi látás működésének bemutatásával indul, majd rendre sorra kerülnek a képi információ feldolgozásának és tárolásának olyan, a gyakorlat szempontjából is fontos eljárásai, mint a 2D Fourier transzformáció, a mintavételezés, egyes szűrési módszerek a tér- és a frekvenciatartományban, a képszegmentálási eljárások, az objektumkövetési és osztályozási módszerek, egyes képmegjelenítési eszközök, képtömörítési és tárolási algoritmusok. A módszerek és eljárások ismertetése mellett bemutatásra kerülnek azok a korszerű képfeldolgozó programkönyvtárak is, amelyek segítségével a képfeldolgozási feladat megoldásának lépései adott alkalmazáson belül hatékonyan implementálhatók.

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: A mérések témái az alábbiak: hőelemek és ellenállás-hőmérők, nyomás távadók, PID szabályozó méretezése, hőmérsékletszabályozás, pneumatikus beavatkozó szervek, folyamatirányítás PLC-vel, ipari robotkar programozása, LabVIEW alapú virtuális műszerezés, mobilis robot érzékelői és irányítása.

III.5.1.4 Számítógép-alapú rendszerek ágazat (AUT)

III.5.1.4.1 Beágyazott operációs rendszerek és kliens alkalmazások

([VIAUAC07](#), 6. szemeszter, 3/1/0/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 kliens oldali 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 architektúráls 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 μ C/OS-II és FreeRTOS operációs rendszerek főbb jellemzői. Esettanulmányok.

Objektumorientált programozás, C#, vastagkliens alkalmazásfejlesztés alapok. A .NET keretrendszer architektúrája röviden. Eseményvezérelt alkalmazások .NET környezetben. Win32 API üzenetkezelése, .NET Windows Forms alkalmazások architektúrája, Windows Forms alkalmazásfejlesztés alapok. Vezérlők, dialógusablakok, GDI+ (rajzolás)

Szoftvertervezés és architektúrák alapok: Objektumorientált szoftvertervezés alapjai, UML alapok. Document-view architektúra, esettanulmány .NET környezetben

Többszálú alkalmazások fejlesztése, hálózati kommunikáció (socketek), webalkalmazás alapok (architektúra, HTML, kliens scriptek, szerver oldali kód ASPX). Mobil áttekintés

III.5.1.4.2 Mikrokontroller laboratórium

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

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy a hallgatókat megismertesse az iparban legelterjedtebben használt mikrokontroller típusok alkalmazástechnikájával. A mérések során a hallgatók megismerkednek a beágyazott rendszerek hardver tervezési és hardverközei programozási lépéseivel, kommunikációs és tesztelési módszereivel, a beágyazott operációs rendszerek alkalmazási problémáival. Egy kisebb (8051) és egy nagyobb (ARM) teljesítőképességű mikrokontroller fejlesztő kit és integrált fejlesztői környezet segítségével kísérik végig a beágyazott rendszerek mikrokontroller alapú fejlesztéseinek minden lépését, ezeken történik a kiadott házi feladatok megoldása is.

Rövid tematika: A hallgatók fentieket a következő mérések elvégzésével sajátítják el:

1. Hardver kapcsolás tervezése CAD támogatással
2. Hardver áramkör tervezése, építése
3. Mikrokontrollerek programozása assembly szinten

4. Szoftverfejlesztés C-ben 8051 alapú rendszeren
5. ARM mikrokontrollerek programozása C nyelven
6. Mikrokontrollerek kommunikációjának vizsgálata
7. Illesztési feladatok mikrokontrollerekre
8. Desztillációs oszlop irányítása PLC-vel
9. Beágyazott operációs rendszerek használata
10. Önálló tervezési feladat

A hallgatók a 3. mérésen egy STM32F4Discovery mikrokontrolleres kitet és ehhez egy önálló tervezési (rész-) 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:

Infokommunikációs hálózatok és alkalmazások (TMIT)

Multimédia technológiák és rendszerek (HIT)

Nagyfrekvenciás rendszerek és alkalmazások (HVT)

1. Célkitűzés:

Az IT-alkalmazások szinte mindegyike hálózatos. Nemsokára a kommunikáló embereknek és az általuk használt alkalmazásoknak 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, 3/1/0/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: Ezen elvek figyelembevételével a tantárgyban bemutatásra kerülnek az általánosan érvényes mobil hálózati ismeretek és alapok, mint a cellás elv, a rádiós csatorna alapvető tulajdonságai és a mobilitáskezelési problémák. A tantárgyban a hallgatók megismerik továbbá a napjainkban legelterjedtebb 2G, 3G és 4G közcélú mobil hálózatok felépítését és működését, illetve a várható 5G fejlesztési irányokat. A tantárgy bemutatja ezenkívül a legfontosabb lokális és kis kiterjedésű vezeték nélküli adathálózatok működését és felépítését, azaz a Wi-Fi (IEEE 802.11 szabványcsalád) különböző verzióit. A tantárgy tartalmazza továbbá az egészen kis kiterjedésű hálózatok közül a legfontosabb technológiák bemutatását (Bluetooth, UWB és testen visel hálózatok), hangsúlyozva az ezekre építhető kommunikációs rendszerek fejlesztési szempontjait. Ismertetésre kerül továbbá az általános célú rádiós fejlesztésre széleskörűen használt szoftver/hardver platform (USRP) és ennek fejlesztési kérdései.

III.5.2.1.2 Hálózati technológiák és alkalmazások

([VITMAC05](#), 5. szemeszter, 3/1/0/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 koncentrálni. 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.

III.5.2.1.3 Nagyfrekvenciás rendszerek

([VIHVAC04](#), 5. szemeszter, 3/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a nagysebességű vezeték nélküli és vezetékes hálózatok rendszerelvű tárgyalását tűzi ki célként.

Rövid tematika: A rendszerek általános bemutatása után a rendszerelemek szerepét és feladatait részletezi a rádiós hálózatok tervezése mélységéig. Ezen túl kiemelten foglalkozunk a rádiós rendszerek frekvencia erőforrásának tervezésével, a frekvenciagazdálkodással; készülékek és rendszerek EMC szemléletű tervezési szempontjaival és a rádióhullámok élettani hatásaival. A hallgatók megismerkednek az EM távérzékelési rendszerek alapjaival, melyeket napjainkra számos területen alkalmaznak, így jármű ütközés elhárítás, geodéziai, térképészeti alkalmazások. A tantárgy főbb témakörei: A rádiórendszerek felosztása és az alkalmazott rádióspektrum (ITU). Antennák és rádióösszeköttetések, rádiócsatorna. Rendszerek zaj leírása, zaj eredete, zajtényező, redukált zajhőmérséklet, antennák ekvivalens zajhőmérséklete. Műholdas távközlő helymeghatározó és navigációs rendszerek. Földi mobil rendszerek hozzáférési hálózatának rádiós elemei. Antennarendszerek szerepe a korszerű hírközlésben. Interferenciák és szűrési módszerek a hírközlésben és a távérzékelésben. Adaptív iránybecslés. A rádiós rendszerek frekvencia erőforrásának tervezése. Az EM tér élettani hatásai, egészségügyi szabványok. Készülékek és rendszerek EMC szemléletű tervezésének szempontjai, mérési módszerek vezetett és sugárzott emisszió és immunitás vizsgálatára. 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, 3/1/0/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 pozicionálni 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: A tantárgyban áttekintjük a hallás és audiórendszerek, a látás és képmegjelenítés, a két- és háromdimenziós képalkotás kérdéseit, a forráskódolás alapelveit és az audió/videótömörítés eljárásait és szabványait (JPEG, MPEG-1, MPEG-2, H.264/MPEG-4). Foglalkozunk a földfelszíni sugárzású, műholdas és kábeles digitális műsorszóró rendszerek (DVB-T/S/C) rendszertechnikai

felépítésével. Áttekintjük a ma egyre inkább terjedő IP-alapú médiaátvitel protokolljait, a szolgáltatásminőség (Quality of Service) nyújtásának lehetőségeit, az IPTV rendszerek felépítését, működését, szolgáltatásait, az Interneten történő tartalomszolgáltatás lehetőségeit. A médiakommunikáció rendszereit gyakorlati megközelítésben, példákkal, esettanulmányokkal kísérve ismerhetik meg a hallgatók.

III.5.2.2.2 Multimédia technológiák és rendszerek laboratórium

([VIHAC06](#), 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: A mérések témakörei a következők. Digitális fényképezés és videózás műszaki alapjainak megismerése és gyakorlati vizsgálata. Digitális képkódolási eljárások, bitsebesség-csökkentési eljárások alkalmazása, a képminőség szubjektív és objektív értékelése. Az MPEG-kódolás során alkalmazott eljárások megismerése. Hangstúdió-technikai ismeretek, a hangkeverés alapjainak elsajátítása. Az IP-alapú videótovábbítás módszereinek megismerése, médiaszerverek működése. Kamerarendszerek alkalmazása. Egyéni feladat: rövid videó elkészítése előírt követelményrendszer alapján (vágás, effektek, animáció, felirat, hangsávok). A GSM rendszerek rádiós működési alapjainak megismerése, gyakorlati bemutatása. A 4G rádiós interfész működése, az OFDM-alapú 4G rádiós interfészek szimulációs vizsgálata. Wi-Fi (802.11) átviteli teljesítőképesség mérése, a Wi-Fi hálózatokkal elérhető lefedettség, átviteli minőség, kapacitás jellegű jellemzőket valóságos környezetben, és valós forgalmi- és interferenciaviszonyok esetén. 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, 3/1/0/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: A hálózati eszközök belső felépítéséből kiindulva mutatja be a legfontosabb lehetőségeket és kényszereket. A tantárgy az alábbi témaköröket tárgyalja: Vezetékes hálózatok építőelemeinek felépítése és működése. Vezetéknélküli WiFi hálózatok és biztonságuk. Szenzorhálózatok és az IoT vezetéknélküli technológiái. Hálózati funkciók és hálózatok kialakítása az igényfelméréstől a szolgáltatási szerződések létrehozásáig. Telephelyek összekapcsolásának és a kapcsolatok biztonságának megoldásai. Hálózatok szegmentálása, incidensek felderítése. Hitelesítés hálózatokon keresztül. Támadások a különböző hálózati rétegekben, sérülékenységek felderítése. Terheléelosztás és minőségbiztosítás megoldásai különféle hálózatokban. Tárgyak internete (Internet of Things - IoT) és technológiai konvergenciák. IoT programozási platformok. IoT hálózatok, szolgáltatások és alkalmazások biztonsága..

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: A tantárgy keretein belül a hallgatók megismerkedhetnek a klasszikus, előfizetői hálózat réz érpárjait felhasználó, digitális előfizetői átviteli rendszerek működésével és vizsgálati módszereivel, helyi hálózatok Ethernet szegmenseinek fizikai rétegbeli oszcilloszkópos vizsgálatával, menedzselt Ethernet kapcsolók (switch) segítségével alhálózatokat konfigurálásával, VoIP hálózatok tipikus építőelemeivel, a VoIP kapcsolatok vezérlésével, beszédkódoló típusokkal, átjárókkal, mozgókép- és hangkódolási eljárások segítségével a kódolás paraméterei közötti összefüggésekkel, a tipikus kódolási hatásokkal, egy laboratóriumi G-PON hálózat felépítésével, és működtetésével, egy minimális 3Play (gyors internet, telefónia, televízió) szolgáltatás előfizetői oldal számára történő kiépítésével.

III.5.2.4 Nagyfrekvenciás rendszerek és alkalmazások ágazat (HVT)

III.5.2.4.1 Űrtechnológia

([VIHVAC05](#), 6. szemeszter, 3/1/0/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 űrkörnyezeti 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: Mesterséges holdak és űrszondák fontosabb alapegységei és payloadok. Űreszközök pályái, telemetria rendszerek. Az adatátviteli csatorna minősítése. A földi vevőállomás felépítése, feladatai. A fedélzeti energiaellátás kérdései. Központi mérés- adatgyűjtő rendszerek. Programfejlesztés űreszközök fedélzeti rendszereihez. Műholdfedélzeti energiatárolás és generálás. Tartalékolás és megbízhatósági kérdések; minőségbiztosítás. Konstrukciós megfontolások, termikus és mechanikus igénybevétel, tesztelés. Konstrukciós megoldások áttekintése az anyagválasztás szempontjából..

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. A laboratóriumi mérések fő témakörei: csőtápvonalas mérések elosztott paraméterű hálózat demonstrálására. Mobil rádiócsatorna szimulációs vizsgálata MATLAB környezetben; csatornamodellek a különféle zajok és fadingek hatásának kezelésére mozgó vételi pont esetén. Az időjárási paraméterek és a légköri meteorológiai jelenségek hullámterjedésre gyakorolt hatásának szimulációs vizsgálata a rádióösszeköttetésekben, a tanszéken gyűjtött időjárási és szakaszcsillapítási adatok alapján. 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 áramkörti vonalak tulajdonságainak (késleltetés, torzítás, áthallás, stb.) vizsgálata számítógépes szimulációval és méréssel. Kábeltelevízió fejállomás vizsgálata. ISM sávokban működő FSK átviteltechnikai rendszer jellemző tulajdonságainak vizsgálata. CUBESAT típusú piko-műholdak napelemes energiaellátó rendszerének vizsgálata. EMC mérések: vezetett rádiófrekvenciás zavarkibocsátás, ESD és impulzus zavarokkal szembeni immunitás vizsgálata járműipari szabványok alapján.

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

(Microelectronics Design and Technology)

A specializáció gazdatanszéke: EET

Ágazatok:

Mikroelektronikai tervezés(EET)

Mikroelektronikai gyártás (ETT)

1. Célkitűzés

AA mikroelektronika és az elektronikai ipar egyre szélesebb térnyerése a hazai ipar elmúlt évtizedének egyik öröndetes 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) szerezhethetnek 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, 3/1/0/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. Készség szintű 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 szervíz.

III.5.3.1.2 Mikroelektronikai tervezés

([VIEEAC01](#), 5. szemeszter, 3/1/0/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 megismerteti a tervezés és a gyártás egyes lépéseivel. Részletesen tárgyalja a számítógéppel segített áramkörtervezés különböző lépéseit. Bemutatja a korszerű mikroelektronikai áramkörök legfontosabb építőelemeinek működését. Kitér a fogyasztás-minimalizálás lehetőségeire. Tárgyalja a digitális 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, 3/1/0/v/4 kredit, EET)

A tantárgy célkitűzése, hogy áttekintést adjon a félvezető ipari gyártástechnológiákról, részint az alkalmazás, részint a megvalósítás szempontjából: 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.

Megszerezhető készségek, képességek: A hallgatók képesek lesznek tiszta szobai alapvető műveletek végzésére és ezáltal egyszerű mikroelektronikai struktúrák önálló előállítására és minősítésére. Megismerkednek az integrált áramkörök és érzékelők gyártásában használatos fizikai, kémiai és fotolitográfiai eljárásokkal. Megismerkednek az alapvető minősítési eljárásokkal.

Rövid tematika: A tantárgy bemutatja a monolit technológia alaplépéseit, a monolit technológiával realizálható eszközök és áramkörtípusok működését és tárgyalja előállításuk speciális kérdéseit. Bemutatja a méretcsökkenés hatásait és annak technológiai vonatkozásait. Bevezetést ad a mikro-elektro-mechanika (MEMS) eszközök világába, megismerteti az érzékelők és beavatkozók működésével, alkalmazási és gyártási kérdéseivel. Foglalkozik az intelligens környezet hardware elemeinek egyedi gyártási kérdéseivel, különös tekintettel a környezetből való energia nyerés kérdéseire. A tantárgyhoz tantermi gyakorlat tartozik és laboratóriumi gyakorlatsor választható.

III.5.3.1.4 Elektronikai gyártás és minőségbiztosítás

([VIETAC05](#), 6. szemeszter, 3/1/0/v/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése, hogy bemutassa és megismertesse az összetett funkciókat megvalósító áramkört 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: A moduláramkörökhöz szükséges alkatrészek specifikálási és kiválasztási módszerei. A szerelőlemezek típusai, integrált elemeket tartalmazó hordozók technológiái. Összeköttetési rendszerek tervezése és realizálása. Két és háromdimenziós áramkörök és készülékelemek. Készüléképítési alapelvek. Szerelési és kötési eljárások, folyamatok, technológiai rendszerek. Az alkatrész-beültetési és kötési technológiák automatizálása. Szerelő- és ellenőrző berendezések, gyártósorok. Környezetvédelmi követelmények. Minőségügyi követelmények. Teljes körű minőségbiztosítási rendszerek, szabványok. Statisztikai folyamatirányítás. Hiba és hatás analízis, minőségmenedzsment. Tesztelési és hibaanalitikai módszerek. Automatikus gyártásközi vizsgáló és minősítő eljárások, berendezések. Megbízhatósági jellemzők. A megbízhatósági és élettartam paraméterek vizsgálata és előrejelzési lehetőségei. A megbízhatóság, a minőségügy és a termelésirányítás kapcsolata.

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 megszerzendő 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: A tervezési laboratóriumi foglalkozások végrehajtása során egy egyszerű funkciójú cella számítógéppel segített megtervezésének egyes lépéseit vezetjük végig a hallgatókat. A megtervezett áramkörök ellenőrzésekor sor kerülhet az áramkör FPGA-ba való beégetésére és tesztelésére is. A technológiai gyakorlatok során egy egyszerű monolit integrált áramkör gyártási lépéseit követi végig a hallgató a félvezető alapanyag minősítésétől a diffúzió, oxidnövesztésen, a különböző fotolitográfiai műveleteken keresztül az elkészített lapka tokba szerelésén keresztül mérésekkel történő ellenőrzéséig.

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 technológiai 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 huzalozású mintázatok készítése, minősítő mérések felületi profilmérővel és digitális mikroszkóppal. Nyomtatott huzalozású lemezek rétegfelviteli technológiai és felületi bevonatai, forraszthatósági vizsgálatok, forrasztások és mikrohuzal-kötések készítése és vizsgálata. Forrasz- vagy ragasztó paszták stencil- vagy szitanyomtatása, automatikus optikai ellenőrzés, röntgenes és akusztikus mikroszkópos vizsgálatok, a beültetési folyamat vizsgálata, alkatrészek automatikus beültetése. Flexibilis nyomtatott huzalozású hordozók készítése lézeres ablaknyitással, háromdimenziós, flexibilis hordozójú áramkörök szerelése, számítógéppel segített elrendezés- és huzalozás-tervezés és gyártás-előkészítés, áramkörépítés: hordozólemez készítése, automatikus szerelés és ellenőrzés.

III.5.4 Fenntartható villamos energetika specializáció (VET)

(Sustainable Electric Energetics)

A specializáció gazdatanszéke: VET

Ágazatok:

Smart grid (VET)

Villamos gépek és hajtások (VET)

Villamos szigetelési rendszerek (VET)

1. Célkritizés:

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 szigeteléstechika/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, 3/1/0/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 energiaeosztás 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 záratok és kikapcsolások alapharmonikus hatásai, ezek számítási módszerei,
- csillagpontföldelési megoldások elve és a kapcsolatos alapharmonikus jelenségek,
- gyűjtősin kialakítások, alállomás kapcsolások
- hálózati zárlatvédelmi alapok.

III.5.4.1.2 Villamos gépek és alkalmazások

([VIVEAC01](#), 5. szemeszter, 3/1/0/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.

III.5.4.1.3 Villamos berendezések és szigetelések

([VIVEAC02](#), 5. szemeszter, 3/1/0/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.

III.5.4.2 Smart grid ágazat

III.5.4.2.1 Smart elosztóhálózatok tervezése és üzemeltetése

([VIVEAC03](#), 6. szemeszter, 3/1/0/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 tantárgy betekintést ad a smart hálózatok, az okos mérés, az elektromobilitás és az elosztott energiátárolás aktuális kérdéseibe. Törekszik a komplex energetikai technológiákhoz kapcsolódó fizikai folyamatok elméleti hátterének megismertetésére, az ismeretek alkalmazására a számítógéppel támogatott tervezésben, valamint a hatékony és biztonságos üzemeltetésben. Bemutatja az állandósult rendszerállapotok és átmeneti folyamatok vizsgálatára alkalmas számítógépi szimulációs technikákat, a modern szoftver eszközök által nyújtott szolgáltatásokat, számítási modelleket és paraméterezési megoldásokat.

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 megújuló hálózati integrációjával, az energia felhasználás és tárolás kérdéseivel kapcsolatos ismereteiket a gyakorlatban is alkalmazható mérési, számítási, tervezési módszerek készség szintű 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 energiátárolás 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.

III.5.4.3 Villamos gépek és hajtások ágazat

III.5.4.3.1 Villamos hajtások szabályozása

([VIVEAC04](#), 6. szemeszter, 3/1/0/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, szinuszmegosztó 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.

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 Fennttartható 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 területéhez 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 szaggató DC szervó hajtás vizsgálata, négynegyedes egyenáramú hajtás vizsgálata, frekvenciaváltós aszinkronmotoros hajtás vizsgálata.

III.5.4.4 Villamos szigetelési rendszerek ágazat

III.5.4.4.1 Szigetelési rendszerek kiválasztása és ellenőrzése

([VIVEAC05](#), 6. szemeszter, 3/1/0/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.

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.

III.6 Projektantárgyak

A specializációk és azok ágazatainak keretein belül a hallgatók ún. projektantárgyakat 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 projektantárgyakat 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 jelentkeznak 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, az oktatási intézményen kívül 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

Szakedolgozat-készítés

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

A tantárgy célkitűzése: A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez BSc szinten szakedolgozatot kell készítenie. A szakedolgozattal 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 szakedolgozat 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 konzulenszt biztosít. A külső konzulens – tanszékvezetői jóváhagyással – egyetemi végzettségű illetve mester (MSc) fokozattal rendelkező szakember lehet. A szakedolgozat témáját úgy kell kiválasztani, illetve a dolgozatot úgy kell elkészíteni, hogy a vállalat (gazdasági szervezet) érdekeit sértő információk dokumentálása nélkül is elbírálható legyen a szakedolgozat készítőjének tevékenysége.

A szakedolgozat 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 konzulensztől 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
BMEVIH VAT01	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.

A felvett tantárgyak egy része több-kevesebb átfedést is tartalmazhat más tantárgyakkal. Figyelem: ha a mintatantervben szereplő kötelező, illetve a tantervi követelmények teljesítéséhez már figyelembe vet egyéb tantárgyak együttesen egy tantárgy tananyagának több mint 25%-át tartalmazzák, úgy a tantárgy felvehető, de a tantervhez kapcsolódó követelmények teljesítéséhez nem vehető figyelembe (BME TVSz 18. § (2))

A kar által ajánlott szabadon választható tantárgyak kínálata évről évre változik. Lévén ezen tantárgyak célja az ismeretek bővítése, mind az alapképzés és a mesterképzés szabadon választható tantárgyainak listái, mind a különböző szakok hasonló listái átfedhetik egymást. A jelenleg érvényes listák a kar honlapján megtalálhatók (<https://www.vik.bme.hu/page/530/>).