

Az MSc képzés programja

a villamosmérnöki szakon

(V 3.15)

Érvényes: a 2014 szeptemberében,
vagy korábban kezdett évfolyamok számára

2015. február 1-től
felmenő rendszerben felváltja a V4.7 verzió

BUDAPEST, 2019



Tartalom

I. BEVEZETÉS.....	4
II. TANTERVI KERET	5
II.1 A villamosmérnöki mesterszak tantervi hálója	7
III. TERMÉSZETTUDOMÁNYOS ALAPISMERETEK.....	9
III.1 Felsőbb matematika villamosmérnököknek	9
III.2 Elágazó tantárgy	13
III.3 Választható természettudományos ismeretek	15
III.4 Közös tantárgyak	17
IV. GAZDASÁGI ÉS HUMÁN ISMERETEK	21
V. SZAKMAI TÖRZSANYAG.....	22
V.1 Beágyazott információs rendszerek specializáció (MIT)	22
V.2 Elektronikai technológia és minőségbiztosítás specializáció (ETT)	27
V.3 Infokommunikációs rendszerek specializáció (TMIT).....	31
V.4 Irányító és robot rendszerek specializáció (IIT)	35
V.5 Média-technológiák és -kommunikáció specializáció (HIT)	40
V.6 Mikro- és nanoelektronika specializáció (EET)	44
V.7 Számítógép-alapú rendszerek specializáció (AUT).....	48
V.8 Szélessávú és vezeték nélküli kommunikáció specializáció (HVT).....	52
V.9 Újgenerációs hálózatok specializáció (HIT).....	57
V.10 Villamos gépek és hajtások specializáció (VET).....	61
V.11 Villamosenergia-rendszerek specializáció (VET).....	65
VI. SZAKMAI TÖRZSANYAG KÖTELEZŐEN VÁLASZTHATÓ ISMERETEI	69
VI.1 Specializáció ismeretek elmélyítését szolgáló tantárgyak	70
VI.1.1 Beágyazott információs rendszerek specializáció (MIT)	70
VI.1.2 Elektronikai technológia és minőségbiztosítás specializáció (ETT).....	71
VI.1.3 Infokommunikációs rendszerek specializáció (TMIT).....	72
VI.2 Mellékspecializáció tantárgyak	75
VI.2.1 Akusztika-hangtechnika mellékspecializáció (HIT)	75
VI.2.2 Épületenergetika mellékspecializáció (VET)	77
VI.2.3 Hálózatok fejlesztése és tervezése mellékspecializáció (HIT)	79
VI.2.4 Integrált hardvertervezés mellékspecializáció (EET)	81
VI.2.5 Járműirányító rendszerek mellékspecializáció (IIT)	84
VI.2.6 Kognitív infokommunikáció mellékspecializáció (TMIT)	86
VI.2.7 Nagyfrekvenciás eszközök számítógépes analízise és tervezése m.sz. (HVT)	88
VI.2.8 Nukleáris rendszertechnika mellékspecializáció (VIK)	90
VI.2.9 Optikai hírközlés mellékspecializáció (HVT)	94
VI.2.10 Orvostechika mellékspecializáció (IIT, MIT).....	96

VI.2.11	Programozható logikai eszközök alkalmazástechnikája mellékspecializáció (MIT)	98
VI.2.12	Rendszer szintű szintézis mellékspecializáció (IIT)	101
VI.2.13	Szervo- és robothajtások mellékspecializáció (VET)	103
VI.2.14	Villamosenergia-rendszer informatika és menedzsment m.sz. (VET)	105
VI.2.15	Virtuális valóság rendszerek és számítógépes játékok m.s. (IIT).....	107
VI.3	Szakmai ismeretbővítő tantárgyak	109
VII.	SZABADON VÁLASZTHATÓ TANTÁRGYAK	110

I. Bevezetés

A villamosmérnöki mesterképzés célja olyan mérnökök képzése, akik a villamos, elektronikus és számítástechnikai eszközökhöz, berendezésekhez és rendszerekhez kapcsolódó magas szintű természettudományos és specifikus műszaki ismeretek birtokában képesek új villamos, elektronikus és számítástechnikai rendszerek, berendezések és eszközök tervezésére, fejlesztésére és integrálására, a szakterületen kutatási-fejlesztési feladatok ellátására, koordinálására, alap- és alkalmazott kutatási feladatok kidolgozásában való részvételre, tanulmányaik PhD képzés keretében való folytatására.

Az MSc képzés alappilléreit a specializációk képezik. A specializációs programok értelmét az adja, hogy a hallgatók tanulmányaikat egy-egy tanszék „munkatársaiként” végzik, tanulmányaik szerves része a tanszék szakmai tevékenységeiben, projektjeiben való részvétel.

A specializációkra történő besorolás a felvételi eljárás része. A hallgató a felvételi eljárás keretében kérvényezhet egyéni tanulmányi rend mellett ettől eltérő specializációbesorolást (amennyiben a választott specializáció tantárgyainak szakmai tartalma megfelel a választott szakra vonatkozó KKK előírásainak). A specializációk felvételi keretszámának megállapítása kari hatáskör.

Felvétel a villamosmérnöki mesterszakra: a mesterképzésbe történő belépés előzményeként elfogadott szak a villamosmérnöki (BSc) alapszak. A mesterfokú diplomához a mintatantervben szereplő kreditek megszerzésén felül szükséges, hogy a hallgatónak a kredit megállapításának alapjául szolgáló ismeretek – felsőoktatási törvényben meghatározott – összevetése alapján elismerhető legyen legalább 80 kredit a korábbi tanulmányai szerint az alábbi ismeretkörökben:

<i>természettudományos ismeretek</i> matematika (min. 12 kredit), fizika, villamos ipari anyagismeret;	20 kredit
<i>gazdasági és humán ismeretek</i> közgazdaságtan, környezetvédelem, minőségbiztosítás, szaknyelv, társadalomtudomány;	10 kredit
<i>elektrotechnikai, elektronikai és informatikai ismeretek</i> elektrotechnika, jelek és rendszerek, elektronika, digitális technika, informatika, programozás;	30 kredit
<i>villamosmérnöki szakmai alapismeretek</i> méréstechnika, szabályozástechnika/automatika, mikroelektronika, elektronikai technológia, villamos energetika, laboratórium.	20 kredit

A táblázat szerinti ismeretkörökben korábban megszerzett kreditek elismerése az előzményként elfogadott szak esetében automatikusan teljesül. Más szakokról történő jelentkezés esetében az elismerés elsősorban a következő alapidiplomával rendelkezők esetében lehetséges: a gépészmérnöki, a közlekedésmérnöki, a mechatronikai mérnöki, a had- és biztonságtechnikai mérnöki, az energetikai mérnöki és a mérnökinformatikus alapszak.

A mesterképzésbe való felvétel feltétele, hogy a felsorolt ismeretkörökben legalább 50 kredittel rendelkezzen a hallgató. A hiányzó krediteket a mesterfokozat megszerzésére irányuló képzéssel párhuzamosan, a felvételtől számított két féleven belül, a felsőoktatási intézmény tanulmányi és vizsgaszabályzatában meghatározottak szerint meg kell szerezni.

A mesterképzés során megszerzendő ismeretek (120 kredit):

<i>természettudományos alapismeretek</i> matematika, fizika, számítástudomány, rendszerelmélet, valamint szakmaspecifikus alaptárgyak;	20-30 kredit
<i>gazdasági és humán ismeretek</i> gazdasági, vezetési és menedzsment ismeretek, minőségbiztosítás, ergonómia, kommunikációelmélet, műszaki tudományok kultúrtörténete, környezetvédelem;	10-15 kredit
<i>a szakmai törzsanyag kötelező ismeretkörei</i> mindazon, a villamos, elektronikus és számítástechnikai eszközök, berendezések, továbbá összetett rendszerek fejlesztéséhez, tervezéséhez, kivitelezéséhez, gyártásához és minőségellenőrzéséhez, és az ezekkel létrehozott komplex szolgáltatásokhoz kapcsolódó, a szakterületi mesterképzést megalapozó, átfogó elméleti ismeret, amely a villamosmérnöki szakma képzésben reprezentált szakterületei valamelyikének műveléséhez szükségesek;	15-30 kredit
<i>a szakmai törzsanyag kötelezően választható ismeretkörei</i> minden olyan anyag-, eszköz-, készülék-, berendezés-, rendszer-, technológiai és tervezési ismeret, amely a villamosmérnöki szakma képzésben reprezentált szakterületei valamelyikének műveléséhez szükségesek; diplomamunka (30 kredit);	50-60 kredit
<i>szabadon választható tantárgyak ismeretkörei</i>	min. 6 kredit

A gyakorlati ismeretek aránya: az intézményi tanterv szerint legalább 30 %.

Előtanulmányi rend:

A kar által kötelezően előírt MSc előtanulmányi rend szerint

- Az egyes specializáció-tantárgyak adatlapjai előtanulmányi rend előírásokat tartalmazhatnak, elsősorban természettudományos, közös és korábbi specializáció-tantárgyakra vonatkozóan.
- Az Önálló labor 1, Önálló labor 2, Diplomatervezés 1 és Diplomatervezés 2 tantárgyak
 - csak az adott szak MSc képzésének hallgatói számára vehetők fel,
 - csak a felsorolás sorrendjében vehetők fel, a felsorolásban őket megelőző tantárgyak kreditjeinek teljesítése után.
- A Diplomatervezés 2 tantárgy felvételének feltétele
 - a mintatantervnek megfelelően 84 kredit teljesítése,
 - a „Felsőbb matematika”, az egyik „Közös tantárgy”, a „Választható természettudományos tantárgy” és a Diplomatervezés 1 tantárgy kreditjeinek megléte.
- További előírásokat a „BME VIK MSc diplomaterv, záróvizsga, oklevél szabályzata” tartalmazhat.

Szakmai gyakorlat: A képzés hallgatói számára a diploma megszerzésének feltétele egy legalább 4 hetes szakmai gyakorlat sikeres teljesítése is. A szakmai gyakorlat lehetséges időpontjait, helyszíneit, tartalmát és lebonyolításának rendjét, a kar szabályzatai határozzák meg.

II. Tantervi keret

A mesterszak tantervi hálóját két változatban készült el annak érdekében, hogy a tanulmányok a tavaszi és az őszi félévben is megkezdhetőek legyenek, de a tantárgyakat – kevés kivétellel – ne kelljen mindkét félévben meghirdetni. Ezzel biztosítani tudjuk, hogy a BSc képzést 7 (ill. páratlan számú) félév alatt teljesítő hallgatók félévkihagyás nélkül megkezdjék MSc tanulmányaikat.

A tanulmányaikat a tavaszi félévben megkezdő hallgatók mintatantervének féléveit 1-től 4-ig sorszámoztuk. Ugyanez a számozás az őszi félévben induló képzésnél 0-tól 3-ig terjed, ily módon valamennyi tavaszi félévet páratlan, valamennyi őszi félévet páros szám jelöl. A tantárgyakat igyekeztünk a különböző félévekben induló, de egyébként azonos szakon zajló képzések esetében úgy elhelyezni, hogy egy-egy tantárgy lehetőleg csak páros vagy csak páratlan félévben forduljon elő. Ezzel elérhető lett

az a racionális cél, hogy az adott tantárgyat mindkét képzés számára csak évente egyetlen alkalommal (vagy tavasszal, vagy ősszel) kelljen meghirdetni. Amennyiben ugyanaz a tantárgy nem azonos sorszámú, de azonos párosságú félévben fordul elő a két mintatantervben (pl. 0 és 2), a fentiek alapján azt jelenti, hogy a tantárgynak a többi tantárgyhoz viszonyított helyzete („a tantárgyak sorrendje”) megváltozik ugyan a kétféle kezdés szerinti képzés mintatanterveiben, a tantárgy mégis közösen tartható meg a kétféle képzés (eltérő évfolyamai) számára.

A következő alfejezetben a mesterképzési szak mintatanterveit (ún. tantervi kereteit) mutatjuk be áttekintő jelleggel. Az egyes tantárgycsoportokban kötelező, kötelezően választható és szabadon választható tantárgyak is előfordulnak, ezek számát és kreditkorlátait az MSc képzés Képzési és kimeneti követelményei szabályozzák.

II.1 A villamosmérnöki mesterszak tantervi hálója

a) Kezdés a tavaszi félévben (1)

	Tárgynév	Szemeszter			
		1	2	3	4
Természettudományos alapismeretek (24 kredit)					
1	Felsőbb matematika vill.m.-nek		4/2/0/v/6		
2	Elágazó tantárgy ¹	3/1/0/v/5			
2a	Fizika 3				
2b	Elektromágneses terek				
3	Választható term. tud. tantárgy		4/0/0/f/5		
4	Közös tantárgyak	3/0/0/f/4			
5		3/0/0/f/4			
Gazdasági és humán ismeretek (10 kredit)					
6	Gazdasági és humán ismeretek			6/0/0/f/6	4/0/0/v/4
Szakmai törzsanyag kötelező ismeretkörei (28 kredit)					
7	Specializáció-tantárgyak	2/1/0/v/4	2/1/0/v/4		
8		2/1/0/v/4	2/1/0/v/4		
9		2/1/0/v/4			
10	Specializációlaboratórium		0/0/3/f/4	0/0/3/f/4	
Szakmai törzsanyag kötelezően választható ismeretkörei (52 kredit)					
11	Köt. választható tantárgyak		2/1/0/v/4	2/1/0/v/4	
12				2/1/0/v/4	
13	Önálló laboratórium	0/0/5/f/5	0/0/5/f/5		
14	Diplomatervezés			0/5/0/f/10	0/10/0/f/20
Szabadon választható tantárgyak (6 kredit)					
15	Szabadon választható tantárgy				6/0/0/f/6
Kritérium tantárgy (0 kredit)					
16	Szakmai gyakorlat		4 hét/a/0		
	Összes heti óra	24	27	20	20
	Összes kredit-pontszám	30	32	28	30
	Vizsgaszám	4	4	2	1

Jelmagyarázat: előadás/gyakorlat/laboratórium/v=vizsga, f=félévközi jegy, a=aláírás/kreditpont

¹ A Fizika 3 c. tantárgy a tavaszi, az Elektromágneses terek c. tantárgy az őszi félévben kerül felkínálásra

b) Kezdés az őszi félévben (0)

	Tárgynév	Szemeszter			
		0	1	2	3
Természettudományos alapismeretek (24 kredit)					
1	Felsőbb matematika vill.m.-nek	4/2/0/v/6			
2	Elágazó tantárgy ¹		3/1/0/v/5		
2a	Fizika 3				
2b	Elektromágneses terek				
3	Választható term. tud. tantárgy	4/0/0/f/5			
4	Közös tantárgyak		3/0/0/f/4		
5			3/0/0/f/4		
Gazdasági és humán ismeretek (10 kredit)					
6	Gazdasági és humán ismeretek	6/0/0/f/6		4/0/0/v/4	
Szakmai törzsanyag kötelező ismeretkörei (28 kredit)					
7	Specializáció-tantárgyak		2/1/0/v/4	2/1/0/v/4	
8			2/1/0/v/4	2/1/0/v/4	
9			2/1/0/v/4		
10	Specializációlaboratórium			0/0/3/f/4	0/0/3/f/4
Szakmai törzsanyag kötelezően választható ismeretkörei (52 kredit)					
11	Köt. választható tantárgyak			2/1/0/v/4	2/1/0/v/4
12					2/1/0/v/4
13	Önálló laboratórium	0/0/5/f/5	0/0/5/f/5		
14	Diplomatervezés			0/5/0/f/10	0/10/0/f/20
Szabadon választható tantárgyak (6 kredit)					
15	Szabadon választható tantárgy	6/0/0/f/6			
Kritérium tantárgy (0 kredit)					
16	Szakmai gyakorlat		4 hét/a/0		
	Összes heti óra	27	24	21	19
	Összes kredit-pontszám	28	30	30	32
	Vizsgaszám	1	4	4	2

Jelmagyarázat: előadás/gyakorlat/laboratórium/v=vizsga, f=félévközi jegy, a=aláírás/kreditpont

¹ A Fizika 3 c. tantárgy a tavaszi, az Elektromágneses terek c. tantárgy az őszi félévben kerül felkínálásra

III. Természettudományos alapismeretek

III.1 Felsőbb matematika villamosmérnököknek

A természettudományos alapismereteken belül 4 felsőbb matematika tantárgy jelenik meg villamosmérnök MSc képzés kínálatában. Ezek a matematika tantárgyak a következők:

- (1) Analízis (TTK)
- (2) Haladó lineáris algebra (TTK)
- (3) Kombinatorikus optimalizálás (SzIT)
- (4) Sztochasztika (TTK)

A felsorolt tantárgyak fél félévnyi kiméretűek, így egy teljes felsőbb matematika tantárgy minden esetben két félblokkból épülő tantárgypárosként jelenik meg. A blokkok a szemeszter első és második felében elkülönülve kerülnek előadásra, a szemeszter végén közös vizsgával.

Mindegyik specializáció meghatározza, hogy a négy tantárgy közül melyek alapozzák meg leginkább a szakmai programjukat, így a hallgatóknak (kötelező jelleggel) a specializációjukhoz rendelt 1 teljes szemeszternyi felsőbb matematika tantárgyat kell felvenniük a mellékelt táblázat szerint.

Specializáció	Őszi szemeszter	
	1. félblokk	2. félblokk
Beágyazott információs rendszerek (MIT)	Haladó lineáris algebra	Sztochasztika
Elektronikai technológia és minőségbiztosítás (ETT)	Haladó lineáris algebra	Sztochasztika
Infokommunikációs rendszerek (TMIT)	Kombinatorikus optimalizálás	Sztochasztika
Irányító és robot rendszerek (IIT)	Haladó lineáris algebra	Analízis
Média-technológiák és –kommunikáció (HIT)	Haladó lineáris algebra	Sztochasztika
Mikro- és nanoelektronika (EET)	Haladó lineáris algebra	Analízis
Számítógép alapú rendszerek (AUT)	Haladó lineáris algebra	Sztochasztika
Szélessávú és vezeték nélküli kommunikáció (HVT)	Haladó lineáris algebra	Sztochasztika
Újgenerációs hálózatok (HIT)	Haladó lineáris algebra	Sztochasztika
Villamos gépek és hajtások (VET)	Haladó lineáris algebra	Analízis
Villamosenergia-rendszerek (VET)	Haladó lineáris algebra	Sztochasztika

A tavaszi félévvel kezdődő mintatanterv szerint haladó hallgatók számára a tantárgyak két félblokkja a második (őszi) szemeszterben vehetők fel. Az őszi félévvel kezdődő mintatantervben a tantárgyak két félblokkja a 0. (szintén őszi) szemeszterben jelenik meg, azaz mindkét képzés hallgatói egyszerre, a mintatanterv szerinti 1. évfolyamon hallgatják a tantárgyakat. A félblokkok sorrendje kötött, az 1. félblokk a félév első felében (1-7.hét), a 2. félblokk a félév második felében (8.-14.hét) kerül előadásra.

A tantárgyak kódjai:

Felsőbb matematika villamosmérnököknek A (Haladó lineáris algebra és Sztochasztika)	TE90MX30
Felsőbb matematika villamosmérnököknek B (Kombinatorikus optimalizálás és Sztochasztika)	TE90MX38
Felsőbb matematika villamosmérnököknek C (Haladó lineáris algebra és Analízis)	TE90MX39

Analízis

(2. vagy 0. szemeszter, 4/2/0/v/6 kredites tantárgy egyik félblokkja, TTK MI Analízis Tanszék)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a villamosmérnöki MSc képzésben felmerülő analízis jellegű matematikai ismeretek széles körét mutatja be, alapvetően feladat- és alkalmazás-centrikus tárgyalásban. A következő témákat dolgozzuk fel: numerikus optimalizálás (elmélet és algoritmusok), a félsíkon analitikus korlátos függvények struktúrája (Hardy-terek), a waveletek elméletének alapfogalmai, integrálható disztribúciók sokaságok érintőterén, fixponttételek, varációs számítás alapjai, Pontrjagin maximumelv.

A tantárgy részletes tematikája: Numerikus gyökkeresés nemlineáris egyenletek és egyenletrendszerek esetén. Minimalizálás egy- és többdimenzióban. A SVD szerepe az optimalizálásban. Hardy-terek a jobb és bal félsíkon, norma. Nemtangenciális limesz a számegyenesen. A függvény visszaállítása a határfüggvényből Poisson- és Cauchy-integrállal. A H^2 Hardy-tér jellemzése Fourier-transzformációval. Projekció H^2 -re, Toeplitz operátor, Hankel operátor. Nehari tétele a Hankel-operátor normájáról. Fourier-transzformált és inverze. Ablak Fourier-transzformáció. Alkalmazás az időbeli frekvencia lokalizációjára. Rekonstruálási formula. Jelfeldolgozás az idő-frekvencia tartományban. Folytonos wavelet-transzformációk: waveletek transzformálásának célja és definíciója. Rekonstruálási formulák. Frekvencia lokalizációja. Diszkrét idő-frekvencia analízisének és mintavételezése. Shannon-féle mintavételi tétel. Mintavételezés az idő-frekvencia tartományon. Vektormezők fogalma, Lie-derivált, vektormezők Lie-algebrája. k -dimenziós részsokaság, érintő tér, k -dimenziós disztribúció, teljesen integrálható disztribúció, involutív disztribúció. Frobenius-tétel: Egy disztribúció teljesen integrálható akkor és csak akkor, ha involutív. Banach fixponttétele, Brouwer- és Schauder-fixponttétel. Euler-Lagrange egyenletek. Pontrjagin-féle maximumelv, alkalmazási példák. Diszkrét vezérlési feladatok, Bellman-egyenletek. Tyihonov-funkcionál.

Haladó lineáris algebra

(2. vagy 0. szemeszter, 4/2/0/v/6 kredites tantárgy egyik félblokkja, TTK MI Algebra Tanszék)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a lineáris algebra azon fejezeteibe nyújt bevezetést, amelyek fontosak a haladó mérnöki tanulmányok szempontjából. Fontos cél, hogy a hallgatók alkalmazni tudják a lineáris algebra módszereit, eszközeit a felmerülő szakmai problémák megoldása során.

A tantárgy részletes tematikája: Vektortér, mátrix, lineáris egyenletrendszer megoldása. Mátrix determinánsa, rangja, sajátérték, sajátvektor, karakterisztikus polinom, Cayley–Hamilton-tétel, hasonlóság. Bilineáris formák, euklideszi terek. Speciális mátrixok. Jordan-normálforma, főtengety-tétel. Projekciók. Az általánosított inverz mátrix fogalma, a Moore–Penrose-tétel. Inkonzisztens lineáris egyenletrendszerek közelítő megoldása. Nevezetes lineáris mátrixegyenletek és megoldásuk az MP-inverz segítségével. A spektrális és az euklideszi (Frobenius-) mátrixnorma, p -normák, kapcsolatuk, egyenlőtlenségek. Sajátértékekre vonatkozó egyenlőtlenségek. Mátrixfüggvények, előállításuk polinomokkal, a mátrix-exponenciális. Mátrixfüggvények differenciálása, lineáris differenciál-egyenletrendszerek. A Lax-egyenlet. Pozitív, reducibilis és irreducibilis mátrixok. Frobenius és Perron tételei (irreducibilis nemnegatív mátrixokra). Egyenlőtlenségek a spektrálsugárra. Sztochasztikus és duplán sztochasztikus mátrixok. Kapcsolat a Markov-láncokkal. Birkhoff tétele, kapcsolat a párosítási feladattal, a Frobenius–König-tétel. Létezése, egyértelműsége, kapcsolata a poláris felbontással. SVD és alacsony

rangú közelítések, Eckart–Young-tétel. Az SVD számítása. A módszer néhány alkalmazása (pszeudo inverz számítása, homogén lineáris egyenletrendszer megoldása, legkisebb négyzetek módszere). A QR-felbontás fogalma. Householder-tükrözések, alkalmazásuk a QR-felbontás számítására. Konvex halmazok, konvex függvények, konvex optimalizálás, konvex programok, dualitás, a Karush–Kuhn–Tucker-tétel. Az ellipszoid algoritmus. Lineáris mátrix egyenlőtlenségek, alkalmazási példák (stabilitás, SV-minimalizálás, Leontyev-modell). Megoldásuk az ellipszoid-módszerrel és belső pontos algoritmusokkal. A lineáris algebra néhány nevezetes alkalmazása: nemnegatív és szimmetrikus mátrixok az internetes lapokat rangsoroló algoritmusokban; SVD az információkeresés gyakorlatában (vektorterjesztés, a mögöttes szemantikájú indexelés lineáris algebrai vonatkozásai); hibajavító kódok; titokmegosztás.

Kombinatorikus optimalizálás

(2. vagy 0. szemeszter, 4/2/0/v/6 kredites tantárgy egyik félblokkja, SzIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy az operációkutatás és a kombinatorikus optimalizálás néhány területére nyújt bevezetést. A téma legfontosabb algoritmusainak, módszereinek és korlátainak ismertetése mellett célul tűzi ki, hogy ezek műszaki alkalmazásaiba is betekintést nyújtson. A szemeszter első felében olyan átfogó, általános módszereket mutat be, amelyek a gyakorlati élet számtalan területén eredményesen alkalmazhatónak bizonyultak. Így terítékre kerül a lineáris programozás, a matroidelmélet, a közelítő algoritmusok, valamint az ütemezési algoritmusok témaköre. A félév második felében betekintést nyújt a megbízható hálózatok tervezése, a villamos hálózatok klasszikus elmélete és a nagy bonyolultságú hálózatok huzalozása kapcsán felmerülő kombinatorikus jellegű feladatokba.

A tantárgy részletes tematikája: A lineáris programozás alapfeladata. Farkas-lemma, a lineáris programozás dualitástétele. Egészértékű programozás, a feladat bonyolultsága, korlátozás és szétválasztás. Totálisan unimoduláris mátrixok és alkalmazásuk páros gráfokra, illetve hálózati folyamokra. Matroidelméleti alapfogalmak. Mohó algoritmus matroidon. Dualitás, minorok, direkt összeg, összeg. Matroidelméleti algoritmusok. Additív és relatív hibával közelítő algoritmus fogalma. Halmazfedési feladat, a Steiner-fa probléma, utazó ügynök probléma. Ütemezési feladatok típusai. Egygépes ütemezések, listás ütemező algoritmus párhuzamos gépek esetén. Lokális élősszefüggőség és élősszefüggőségi szám fogalma. Minimális méretű 2-élösszefüggő, illetve 2-összefüggő részgráfok keresése, Khuller és Vishkin algoritmus, Cheriyan és Thurimella algoritmus. Gráfok 2-élösszefüggővé növelése, Plesnik algoritmus. A részletes huzalozás feladata. Egyetlen pontsor huzalozása a Manhattan modellben, Gallai algoritmus. Csatornahuzalozás 2 rétegen a megszorítás nélküli, illetve több rétegen a Manhattan modellben. Switchboxhuzalozás több rétegen. Éldiszjunkt huzalozás. Klasszikus villamos hálózatok egyértelmű megoldhatósága, Kirchhoff tételei. Általánosítás a transzformátorokat vagy girátorokat is tartalmazó hálózatokra, algoritmusok a feltételek ellenőrzésére. Általánosítás lineáris sokkapukat tartalmazó hálózatokra. Villamos hálózatok duálisa.

Sztochasztika

(2. vagy 0. szemeszter, 4/2/0/v/6 kredites tantárgy egyik fele, TTK MI Sztochasztika Tanszék)

A tantárgy célkitűzése: A valószínűségszámítás és sztochasztikus folyamatok elmélete néhány haladóbb témakörének bemutatása a villamosmérnöki mesterképzésben résztvevő hallgatóknak. A hangsúlyokat a jelenségek megértetésére és az alkalmazásokra helyezzük. Széles körben alkalmazható technikákat prezentálunk, rávilágítunk más matematikai és matematikán kívüli természettudományos és műszaki területekkel való összefüggésekre. Mminden egyes témához sok konkrét példát, számolást, konkrét alkalmazást mutatunk be. Bizonyításokat többnyire csak vázlatosan prezentálunk, viszont hangsúlyt helyezünk a szemléletre és a (matematikai és egyéb) jelenségekre.

A tantárgy részletes tematikája: Valószínűségi változó, eloszlásfüggvény, sűrűségfüggvény. Várható érték, szórásnégyzet, magasabb momentumok. Nevezetes eloszlások. Együttesen értelmezett valószínűségi változók, együttes eloszlás- és sűrűségfüggvény. Várható érték vektor, kovariancia mátrix és alaptulajdonságai. Nevezetes többdimenziós eloszlások. Generátor függvény. Alkalmazások: elágazó

folyamatok, bolyongások. Karakterisztikus függvény, alaptulajdonságai. Fourier-analízis elemei, inverzió, momentum-probléma. Folytonossági tétel, következménye: határeloszlás-tételek. Nagy számok törvényei és centrális határeloszlás tétel karakterisztikus függvény módszerével. Stabilitás, stabilis eloszlások, gyenge konvergencia stabilishoz. Nagy eltérések elemei. Mintavétel, becslések, hipotézisek, statisztikai próbák: u-próba, t-próba, F-próba, khi-négyszet-próba. Maximum likelihood becslés. Lineáris és nemlineáris regresszió. Véges állapotterű Markov-láncok. Sztochasztikus mátrixok. Stacionárius mérték, hosszú idejű viselkedés, ergodicitás. Reverzibilis Markov-láncok, MCMC elemei. Megszámítható állapotterű Markov-láncok. Alkalmazás születési-halálozási folyamatokra, bolyongásokra. Folytonos idejű Markov-láncok elemei. Sztochasztikus mátrixok egy-paraméteres félcsoportja. Gyengén stacionárius folyamatok Z -n, R -en, jellemzésük a kovariancia-függvénnyel, realizációjuk Gauss-folyamatként. Sztochasztikus integrálás ortogonális növekményű folyamat szerint. Mozgó átlag folyamatok. Hilbert-tér módszerek. Példák és alkalmazások. Interpoláció, predikció, szűrés.

III.2 Elágazó tantárgy

A természettudományos alapismereteken belül 2 felsőbb fizikai ismereteket tárgyaló tantárgy közül választhatnak a hallgatók. A képzéshez egy tantárgyat kell kötelező jelleggel teljesíteniük, érdeklődés esetén a másik szabadon választható tantárgyként vehető fel.

Fizika 3

([TE11MX01](#), 1. szemeszter, 3/1/0/v/5 kredit, TTK Fizika Tanszék)

1. A tantárgy célkitűzése

A modern fizikai alapismeretek elsajátítása és olyan természettudományos szemlélet kialakítása, amely alkalmassá tesz a korszerű villamosmérnöki (tervezői és felhasználói) munka végzésére. Képesé tesz megérteni a rohamosan fejlődő elektronikai ipar által bevezetésre kerülő alapeszközökben használt fizikai (zömmel kvantummechanikai) effektusokat.

Elméleti alapozausként a hallgatóságnak meg kell ismernie a Kvantummechanika deduktív felépítését és legfontosabb matematikai módszereit. Alkalmazásként a tantárgy megismerteti a szilárd testek termikus, elektromos, optikai és mágneses tulajdonságainak mikrofizikai hátterével.

A tantárgy követelményeit teljesítő hallgatóktól elvárható, hogy:

- képesek legyenek az alapvető kvantummechanikai (kvantumoptikai) folyamatok lényegét megérteni.
- képesek legyenek a majdani elektronikus eszközökben használandó mikrofizikai effektusok jelentőségét értékelni.
- alkalmasak legyenek az alaputatásban dolgozó fizikusokkal és mérnökökkel folytatott szakmai diszkusszióra.
- alkalmasak legyenek a majdan felmerülő technikai igények realitásának a megítélésére.
- alkalmasak legyenek ezen reális igények megfogalmazására és közvetítésére.

2. A tantárgy részletes tematikája

A Kvantummechanikában használt matematikai eszközök rövid összefoglalása: Az (absztrakt) Hilbert tér és fontosabb jellemzői. Kötött és nem kötött állapotok tárgyalása. A klasszikus mechanika és a kvantummechanika kapcsolata.

Az atomok elektronszerkezete. Az elektron-spin és leírása Pauli mátrixokkal. Atomok mágneses térben. Az „egyrészecske” közelítés.

Kötéstípusok. Molekulapályák. A kvantumstatisztikák, Fermion- és Bozon- rendszerek. A „fotongáz”. Rugalmas hullámok és a fononok. Szilárd testek fajhője alacsony hőmérsékleten. Kristályos anyagok sáv szerkezete, vezetők, szigetelők, félvezetők. „Kristályelektronok” fogalma és azok viselkedése külső tér hatására. Az Ehrenfest tétel alkalmazása. A Boltzmann egyenlet stacionárius esetben. A relaxációs idő és a lineáris közelítés.

Az elektromos vezetőképesség meghatározása kvantummechanikai modellben: A szilárd anyagok optikai tulajdonságainak atomi elmélete, az oszcillátor-modell. Fémek optikai tulajdonságai. A Plazmafrekvencia. Elektromágneses hullám terjedése vezetőkben. Transzmissziós tényező. Atomok dia-mágnesessége, a szabad elektrongáz paramágnessége. A paramágneses szuszceptibilitás, a ferromágnesség átlagtér elmélete.

A szupravezetés kísérleti alapjai, a Meissner effektus. Fenomenológikus elmélet

A BCS elmélet alap gondolata és kísérleti igazolása, fluxuskvantálás.

Kvantum-interferometria. A kvantum-optika és a lézerfizika alapjai.

Elektromágneses terek

([VIHVM108](#), 1. szemeszter, 3/1/0/v/5 kredit, HVT)

1. A tantárgy célkitűzése

- A tárgy fő célkitűzése az elektromágneses jelenségek kvalitatív és kvantitatív tárgyalása deduktív módon, a Maxwell-egyenletekből kiindulva.

- Az elektromágneses terek elméletének magasabb szintű tárgyalása, az alapképzésben megszerzett ismeretek elmélyítése.
- Az elektromágneses mezők számítógépes szimulációjára alkalmazott módszerek megismertetése, egyes modellezési kérdések tárgyalása. A modellezés alapján történő eszköz tervezési folyamat megismertetése.
- Néhány elektromágneses eszköz működési elvének, ill. térelméleti alapjainak bemutatása az alacsony frekvenciás, villamosenergetikai alkalmazásoktól a nagyfrekvenciás, mikrohullámú eszközökön keresztül egyes optikai és nanoelektronikai alkalmazásokig bezárólag.

2. A tantárgy részletes tematikája

Bevezető rész

- A Maxwell-egyenletek rendszere. Erőhatások és energia-átalakulások az elektromágneses térben.
- Elektromágneses tér anyag jelenlétében. Elektromos és mágneses polarizáció, komplex permittivitás és permeabilitás. Szigetelők és fémek optikai tulajdonságai. Anizotrop, nemlineáris és aktív anyagmodellek. Az anyagparaméterek változása a nanométeres tartományban.
- A Maxwell-egyenletek megoldása potenciálok bevezetésével: elektromos és mágneses skalárpotenciál, mágneses vektorpotenciál, áram-vektorpotenciál, dualitás, a vektoriális Poisson-egyenlet, mértékválasztás. Kvázi-stacionárius közelítés. Homogén és inhomogén hullámegyenlet, retardált potenciálok.
- Peremérték-feladatok, peremfeltételek, a megoldás egyértelműsége, a peremfeltételek értelmezése. A sugárzási feltétel.

Numerikus módszerek

- Az időbeli véges differenciák módszere (FDTD)
- Green-függvények, az integrálegyenletek módszere.
- Súlyozott maradék-elv, a Laplace-Poisson-egyenlet gyenge alakja, a végeelem-módszer (FEM).
- Térszámító szoftverek tipikus kezelőfelülete. A diszkrétizálás kérdései. Skalár- és vektormezők, hullámterek megjelenítése. Periodikus struktúrák modellezése. Térszámítási és hálózati modellek összekapcsolása. Optimalizálási és inverz feladatok.

Vegyes alkalmazások

- Mágneses körök. Indukálási jelenségek. Örvényáramok, áramkiszorítás. Örvényáramú anyagvizsgálat.
- Gerjesztett hullámok: a Hertz-dipólus, közel- és távotér, iránykarakterisztika, sugárzási ellenállás, irányhatás, nyereség.
- Vezetett hullámok: csőtápvonal, TE és TM módusok, határfrekvencia, fázis- és csoportsebesség, téglalap keresztmetszetű csőtápvonal módusai.
- Üregrezonátorok, jósági tényező.
- Nyitott hullámvezetők: mikroszalag-vonalak, dielektromos hullámvezetők.
- Metaanyagok: vékony fémes nanohuzalok, rezonáns struktúrák. Elektromágneses hullámok negatív törésmutatójú metaanyagokban.
- Fotonikus kristályok: két- és háromdimenziós periodikus szerkezetek, diszperziós egyenletek, optikai tiltott sávok. Fotonikus kristály alapú optikai kábelek, hullámvezetők, üregrezonátorok és modulátorok.

III.3 Választható természettudományos ismeretek

A választható természettudományos ismeretek témakör tantárgyai a következők:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Fotonikai eszközök	VIETM113
Nanotudomány	VIETM114
Relativisztikus elektrodinamika	VIHVM115
Villamos szigetelések és kisülések	VIVEM116

Fotonikai eszközök

([VIETM113](#), 2. vagy 0. szemeszter, 4/0/0/f/5 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a fotonika anyagaival, eszközeivel és alkalmazásaival kívánja megismertetni a hallgatókat

A tantárgy részletes tematikája: A fotonika fizikai és technológiai alapjai. Optikai adatátvitel és jelfeldolgozás. Passzív elemek fizikája. Aktív elemek fizikája. Kritikus technológiák. Fényforrások és érzékelők. Nem koherens fénnel működő szerkezetek. Izzók, lumineszcens elemek, fotóvezetők. LED, PD, PT napelemek. Koherens fénnel működő eszközök. Szilárdtest lézerek. Lézer diódák. Szuperrácsok. Passzív elemek anyagai és tulajdonságai. Üvegek. Kristályok. Polimerek. Aktív optikai elemek anyagai és tulajdonságai. Modulátorok, deflektorok. Polarizátorok, szűrők. Frekvenciaváltoztatók. Bistabil elemek, kapcsolók. Szolitonok az adatátvitelben. Folyadék-kristályos eszközök. Fényérzékeny anyagok és optikai memória. Az adatrögzítési paraméterei. Ezüst-halogenid alapú rendszerek. Ezüstmentes anyagok. Magnetooptika. Optikai adatátviteli és adatfeldolgozó rendszerek. Fényszál-optika és adatátvitel. Képfeldolgozás. Optikai szenzorok. Összegzés, kitekintés.

Nanotudomány

([VIETM114](#), 2. vagy 0. szemeszter, 4/0/0/f/5 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése: A nanotechnológia elméleti megalapozása. A 0,2...100 nm-es tartományba tartozó rendszerek vizsgálata. Jelenségek szerves és szervetlen rendszerekben. Ezek a rendszerek néhány száztól néhány millió atomból állhatnak. E rendszerek új, a tömbi anyagtól gyökeresen különböző tulajdonságai vannak.

A tantárgy részletes tematikája: A szén allotrop módosulatai. A grafén felépítése, tulajdonságai. Egy és többfalú nanocsövek felépítése, tulajdonságai. Elektromos, mechanikus és termikus paraméterek. Szén és egyéb anyagú szigetelő és félvezető nanocsövek. Egy és kétdimenziós nanoobjektumok. Többretegű nanoszerkezetek. Diffúzió nanoméretben. Fénykeltés nanoobjektumokkal. Elektronikai alapelemek működése. Szerves és szervetlen nanorendszerek együttműködése.

Relativisztikus elektrodinamika

([VIHVM115](#), 2. vagy 0. szemeszter, 4/0/0/f/5 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: Az elektrodinamika alaptörvényeinek relativisztikus megfogalmazása.

A tantárgy részletes tematikája: A Fizika és az Elektromágneses terek tantárgyban tanultak felelevenítése. A speciális relativitáselmélet alapjai, Lorentz-transzformáció és kinematikai alkalmazásai. Az elektromágneses tér hagyományos leírása, Maxwell-egyenletek. Elektromágneses tér vákuumban. Négyes áramsűrűség, térintenzitás tenzor, a térintenzitások és a gerjesztések kapcsolata, négyes potenciál, négyes erő-sűrűség és erő, energia-impulzus tenzor, példák és alkalmazások. Elektromágneses tér közegekben. Gerjesztettségi tenzor, polarizációs tenzor, differenciális Ohm-törvény, energia-impulzus

tenzor, példák és alkalmazások. Relativisztikus dinamika. Négyes impulzus, kinetikus energia, töltött részecske mozgásegyenlete, példák és alkalmazások.

Villamos szigetelések és kisülések

([VIVEM116](#), 2. vagy 0. szemeszter, 4/0/0/f/5 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a levegőtől az olajon, fán, papíron keresztül, a PVC-n, a polietilénen, teflonon át a legmodernebb technológiai szigetelőknél, az intelligens anyagokig, a mikro- és nanotechnológiák szigeteléséig, valamint az élő szövetekig mutatja be a szigeteléseket és a bennük kialakuló villamos kisüléseket. Megismerteti a hallgatóságot az ipari villamos szigetelések alapvető feladataival, a szigetelések igénybevételeivel, a szigetelőanyagok legfontosabb tulajdonságaival, a szigetelések roncsolásos és roncsolásmentes diagnosztikájával kapcsolatos nélkülözhetetlen ismeretekkel. Bemutatja a különböző kisüléstípusokat, kialakulásukat, az általuk okozott problémákat azok megoldási lehetőségeit. A tantárgy bemutatja és megtanítja a villamos szigetelőanyagok és szigetelések (szigetelők), mint a villamosmérnöki és a műszaki informatikai tudományok és a villamosipari módszerek egyik (második) legfontosabbikának a szigetelőanyagoknak elméleti és gyakorlati ismereteit.

A tantárgy részletes tematikája: Szigeteléstechnikai alapfogalmak, alapvető szigetelőtípusok. A szigetelőket érő igénybevételek (környezeti, mechanikai, kémiai, villamos). Az igénybevételek hatására kialakuló folyamatok, polarizáció, vezetés. Szigetelők nedvesedése, sérülése és öregedése. Bevezetés a modern szigetelésdiagnosztikába. Szigetelők kiválasztásának szempontjai. Szigetelések és szigetelők kiválasztása és cseréje, feszültség alatti munkavégzés (FAM). A töltéshordozókat termelő és fogyasztó fizikai folyamatok. A villamos kisülések kialakulása (az ütközési, foto- és hőionozás kialakulása, törvényszerűségei), villamos ív. Részleges kisülések: koronakisülések (elektronlavina, pamatos kisülés, csatorna kisülés), üregkisülések, kúszókisülések, villámszerű kisülések. Teljes kisülések: átütés és átívelés, szikrakisülés, villamos ív. Az elektrosztatikus kisülések. A kisülések okozta káros hatások (tűzek, robbanások, ESD). A kisülések ipari alkalmazása.

III.4 Közös tantárgyak

A természettudományos alapismereteken belül 5 közös tantárgy jelenik meg villamosmérnöki MSc képzés kínálatában. A közös tantárgyak a következők:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Hírközléelmélet	VIHVM107
Méréselmélet	VIMIM108
Szoftvertervezés	VIIIIM110
Minőségbiztosítás a mikroelektronikában	VIETM109
Váltakozó áramú rendszerek	VIVEM111

Az öt tantárgy közül mindegyik specializációhoz tartozik egy, amelyet a hallgatóknak kötelező jelleggel fel kell venniük a specializáció szakmai programjának megalapozása érdekében. A kötelezően választandó tantárgyat az alábbi táblázat tartalmazza specializációk szerint, a másik tantárgyat a hallgatók szabadon választhatják ki a felsorolásban szereplő másik 4 közül.

Specializáció	Tavaszi szemeszter
	Kötelezően választandó közös tantárgy
Beágyazott információs rendszerek (MIT)	Méréselmélet
Elektronikai technológia és minőségbiztosítás (ETT)	Minőségbiztosítás a mikroelektronikában
Infokommunikációs rendszerek (TMIT)	Hírközléelmélet
Irányító és robot rendszerek (IIT)	Szoftver tervezés
Média-technológiák és –kommunikáció (HIT)	Hírközléelmélet
Mikro- és nanoelektronika (EET)	Minőségbiztosítás a mikroelektronikában
Számítógép alapú rendszerek (AUT)	Méréselmélet
Szélessávú és vezeték nélküli kommunikáció (HVT)	Hírközléelmélet
Újgenerációs hálózatok (HIT)	Hírközléelmélet
Villamos gépek és hajtások (VET)	Váltakozó áramú rendszerek
Villamosenergia-rendszerek (VET)	Váltakozó áramú rendszerek

A közös tantárgyak a mintatantervek szerint mind tavaszi, mind őszi kezdés esetén a tavaszi szemeszterekben kerülnek meghirdetésre.

Hírközléelmélet

([VIHVM107](#), 1. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A híradástechnika, hírközlés, infokommunikáció szerteágazó fogalmai és feladatai többé-kevésbé egységes elmélet segítségével írhatók le. A tantárgy célkitűzése bemutatni ennek az elméletnek az alapfogalmait, alapjait és gondolkozásmódját. Ennek keretében a hallgatók megismerkednek fontos fogalmakkal. A fogalmak alkalmazását a rádióhírközlésből és az optikai hírközlésből vett gyakorlati példák elég részletes tárgyalásával mutatjuk be. A tantárgy arra törekszik, hogy a hallgatók a megismert elemeket, módszereket és eljárásokat egyrészt alkotó módon tudják alkalmazni, másrészt elegendően sok fix pontot kapjanak ahhoz, hogy a számukra újdonságnak tűnő vagy ténylegesen új hírközlő rendszereket kevés utánolvasással, utánjárással megértsék.

Részletes tematika: A sztochasztikus folyamatok legalapvetőbb fogalmai; modulált jelek leírása és a komplex burkoló, szűrés hatása. A döntéelmélet és a becsléelmélet alapjai: döntési modellek; Bayes-féle döntés; Neyman-Pearson-féle döntés; döntési feladatok kettőnél több hipotézis esetén, paraméterbecslés. A döntéelmélet alkalmazása: digitális jelek átvitele analóg csatornán; egyedülálló jelek átvitele. Jelsorozatok átvitele: lineáris torzítás; zaj és lineáris torzítás egyidejű hatása. A (lényegesen egyszerűsített) becsléelmélet alkalmazása: analóg modulációk. Speciális csatornák: a rádiócsatorna

tulajdonságai és az optikai csatorna tulajdonságai. Információelméleti alapok: információ fogalma, entrópia, feltételes entrópia, kölcsönös információ, elvi határok az információközlésben, csatorna kapacitás, Shannon tételek. Kép- és hangátviteli eljárások: redundancia fogalma, forráskódolás elve, tömörítés, alkalmazási példák. A kódelmélet alapjai: hibakorlátozó kódolás, lineáris blokk kódolás, konvolúciós kódolás, kódkonstrukciós szabályok, korlátok. Dekódolási algoritmusok ismertetése kemény és lágy dekódolás esetére, a Viterbi algoritmus megértése, alkalmazása. A hibajavító képesség meghatározása, felső becslése. Az átviteli minőség/spektrális hatékonyság javítására szolgáló eljárások: adaptív moduláció/kódolás elmélete, adaptív kiegyenlítés, diverziti technikák alapjainak ismertetése, többfelhasználós vételi eljárások elve, tér-idő kódolás.

Méréselmélet

([VIMIM108](#), 1. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a környező anyagi világ megismerését, valamint kvantitatív és kvalitatív jellemzését segítő mérnöki módszerek elméleti hátterét mutatja be. Jel- és rendszerelméleti, becslés- és döntéseméleti, továbbá adat- és jelfeldolgozási módszereket tekint át azzal az igénnyel, hogy elősegítse komplex mérési, modellezési és információfeldolgozási feladatok megoldását. Elsősorban folytonos és hibrid rendszerekhez kapcsolódóan jelentős mértékben fejleszti a tudatos modellalkotási és problémamegoldó készséget. A tantárgy keretében elsajátított módszerek megalapozásként és háttérként szolgálnak kutatási és fejlesztési feladatok megoldásához.

A tantárgy részletes tematikája: A mérés és a modellezés kapcsolata. Adaptív rendszerek, hibrid, és hierarchikus modellel jellemzett rendszerek. Autonóm és beágyazott rendszerek mérési feladatai. A jeltér fogalma, determinisztikus és sztochasztikus jelek leírása, jelreprezentációk. Időtartomány, transzformált tartomány. Jeltranszponálás, sávselektív feldolgozás. A megfigyelőelmélet alapjai. Megfigyelők állapotbecslésre. A jelreprezentációs technikák és a megfigyelők kapcsolata. Rekurzív transzformációk megvalósítása. Transzformált tartománybeli jelfeldolgozás. A regressziós feladat általánosítása. Illesztési kritériumok, illesztési eljárások globális, ill. lokális információ alapján: a Gauss-Newton-eljárás, gradiens alapú, ill. közelítőleg gradiens eljárások. Az eljárások stabilitása, a konvergencia sebessége. Adaptív FIR és IIR szűrők és rendszerek. Becslések és döntések jellemzői, minősítésük. A döntésemélet alapjai. Analitikus jel fogalma, determinisztikus és sztochasztikus jelek leírása komplex amplitúdók segítségével, sáváteresztő típusú rendszerek alapsávi ekvivalens modelljei. Hibadetektálás, hibaarány. Identifikáció és szabályozás nemlineáris, dinamikus rendszerekben. Szakaszosan lineáris, dinamikus rendszerek. Kvalitatív modellezés és szabályozás. Jelfeldolgozás újrakonfigurálható rendszerekben. Átkapcsolások tranziens jelenségei. Folyamatfelügyeleti rendszerek jelfeldolgozási feladatai. A változásdetektálás módszerei. A detektált változás okának feltárása: hibadiagnózis, hibalokalizálás. Döntési eljárások a hiba következményeinek elhárítására. Tesztelés, diagnosztika. Intelligens mérő- és információfeldolgozó rendszerek.

Szoftvertervezés

([VIIM110](#), 1. szemeszter 3/0/0/f/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a szoftverfejlesztés elméleti és gyakorlati vonatkozásainak bemutatása. A fejlesztési folyamat vizsgálatakor mindazon eljárásokat, módszereket, lépéseket, termékeket, dokumentációkat, erőforrásokat, szervezeteket és személyeket számba kell venni, amelyek a termék létrehozásához, üzembe állításához és karbantartásához szükségesek. A tervezés, fejlesztés során látni és ismerni kell a megoldási lehetőségeket és döntések sorozatát kell meghozni, amíg eljutunk a kész rendszerig. Az elméletet tekintve a hallgatók megtanulják a szoftvertechnológia alapelveit és korszerű módszereit, kitérve az elosztott és beágyazott rendszerekre is.

A tantárgy részletes tematikája: Számítógépes rendszerek, a rendszer különböző modelljei. A rendszer komponensei, azok kapcsolatai. A szoftver és a technológia definíciója. A szoftver életciklusa. A különböző életciklus modellek és azok összehasonlítása. Követelmények kezelése. Felhasználói követelmények transzformálása rendszer illetve szoftver követelményekké. Követelmények menedzselése.

Objektumorientált modellezés. Use-case diagramok. Objektum-modellek. Csomagok, alrendszerek, interakciós diagram. Szolgáltatások, a szolgáltatás szemantikája. Objektumok implementálása: osztályok. Az objektumorientált fejlesztés életciklus modellje. Viselkedési modell építése: A use-case-ek megvalósítása. Szekvencia diagramok, objektumok élettörténete, üzenettípusok. Állapotgép modell. Az objektum-modell finomítása az állapotok figyelembe vételével. Metódusok leírása aktivitás diagrammal. Objektumorientált tervezés. Ütemezés objektumon belül. Rendszer szintű tervezés. Telepítés és komponensek. Perzisztencia kezelése. Rendszer szintű ütemezés. Konkurens, elosztott objektumok. Tervezési minták. Viselkedési és szerkezeti minták. Web alkalmazások fejlesztése. Az alkalmazások többrétegű architektúrái. Szerver oldali szkript technikák. XML és XML sémák. Servlet-alapú felületfejlesztés. Java Web alkalmazások. Adatbázis elérése servletből. Verifikálás és validálás. Statikus verifikáció. Felülvizsgálatok, áttekintések, inspekciók. Dinamikus ellenőrzés. Tesztelés, célja, típusa, módszerei. Konfigurációs menedzsment. Változáskezelés, programépítés és változatok menedzselése. Valós idejű rendszerek fejlesztése. Méretezési elvek. Valós idejű ütemezés. Fokozott megbízhatósági követelmények. Hibatűrő architektúrák. Elosztott valós idejű rendszerek.

Minőségbiztosítás a mikroelektronikában

([VIETM109](#), 1. szemeszter, 3/0/0/f/4, EET&ETT)

A tantárgy célkitűzése: megismertetni a hallgatókat a minőségbiztosítás, minőségirányítás fogalmával, eszmerendszerével és szükséges eljárásaival. Bemutatja az elektronikai anyagok villamos jellemzőinek, mikromechanikai tulajdonságainak vizsgálatára alkalmas villamos és nem villamos módszereket. Foglalkozik az elektronikai alkatrész ipar és az elektronikai szerelőipar jellegzetes minőségbiztosítási feladataival, módszereivel. A minőségbiztosítás általános fogalmainak és módszereinek megismerése után a tantárgy kitér a mikroelektronika speciális minősítési módszereinek tárgyalására. Tárgyalja a legfontosabb eszközvizsgálati módszereket, és azok eszközeit. Bemutatja a mikroelektronikai tesztelhetőre való tervezés fontosságát ill. annak elemeit. A hallgatók megismerkednek a megbízhatóság előrejelzésének matematikai módszereivel és a hibamechanizmusok felderítésére alkalmas legfontosabb vizsgálatokkal.

A tantárgy részletes tematikája: Minőségügyi alapfogalmak. Teljes körű minőségbiztosítási rendszerek. Statisztikai termék- és folyamatellenőrzés, hiba és hatás analízis, minőségmenedzsment. Az ISO minőségbiztosítási rendszer elvei és legfontosabb elemei. Az európai szabályozás főbb jellemzői. Roncsolás mentes tesztelési és hibaanalitikai módszerek. Automatizált gyártás és minőségbiztosítás. Passzív elektronikai alkatrészek minősítési módszerei. Szeretlen áramköri hordozók vizsgálata. Tokozások, kötések minősítése. Automatikus szerelő berendezések optimalizálása és ellenőrzése. Alkatrész adagolási, helyezési problémák. A mikroelektronikai eszközök jellegzetes vizsgálati módszerei. Felületi potenciál térképezés. Sztatikus karakterisztika és paraméterek mérése. Dinamikus jellemzők mérése. Hőmérséklet-függés mérése, impulzusmérés. Áramkörök tesztelhetőre tervezése. A legfontosabb módszerek a gyártás utáni tesztelhetőség biztosítására: beépített ön-teszt, on-line teszt, a boundary-scan áramkör alapjai. A technológia tesztelésére szolgáló legfontosabb módszerek. A tesztáramkörök szerepe és fontosabb megvalósításai. Az integrált áramköri tervek ellenőrzési módszerei. Formális verifikációs módszerek. Tervezési szabály ellenőrzés. A gyártás utáni tesztelés módszerei. A funkcionális, sztatikus és dinamikus mérőautomaták, a tesztgenerálás problémája. A termikus tesztelés módszerei. A termék megbízhatóságát jellemző tulajdonságok. A hibák okai és fajtái. A legfontosabb megbízhatósági függvények és összefüggéseik. Javítható és nem javítható rendszerek megbízhatósága, a készenlét fogalma és jellegzetességei. Nem független elemekből álló rendszerek megbízhatósága. Megbízhatósági vizsgálatok osztályozása, névleges és gyorsított vizsgálatok. Megbízhatósági vizsgálatok és alkalmazásuk a termékek élettartamának meghatározásában.

Váltakozó áramú rendszerek

([VIVEM111](#), 1. szemeszter, 3/0/0/f/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a váltakozó áramú áramkörök és hálózatok, valamint a villamos-energia átalakítók állandósult és átmeneti állapotaira vonatkozó alapismeretek rendszerezése, célirányos, magas szintű bővítése annak érdekében, hogy a hallgatók az adott tárgykörben rendelkezzenek az elméleti alapokon nyugvó alkalmazási készséggel.

A tantárgy részletes tematikája: Az egyfázisú és a háromfázisú fogyasztói esetek összevetése áram, feszültségesés, veszteség szempontjából. A vezetési R/X paraméter-arány, a fogyasztói teljesítmény felvétel, a teljesítménytényező hatása. Háromfázisú rendszer áram-feszültség-teljesítmény viszonyainak vizsgálata fázisonként kiegyenlített és nem kiegyenlített fogyasztói terhelés esetén, a csillagpont feszültség-eltolódásának számítása fázismennyiségekkel. A fázisteljesítmények és a háromfázisú teljesítmény, az áramok szimmetrikus összetevői. A delta/csillag kapcsolású transzformátor kiegyenlítő hatása a csillag oldali aszimmetria esetében. Áramok és teljesítmények számítása lineáris RLC elemeket és vezérelt áramirányítót tartalmazó áramkörben. Induktív és kapacitív csatolások, rezonanciák, be- és kikapcsolási alapjelenségek. A Park-vektoros számítási módszer. Többfázisú rendszerek leírása. A Park-vektor definíciója, alkalmazása feszültség, áram és fluxus leírására. A teljesítmény pillanatértéke, a hatásos- és a meddőteljesítmény számítása, pozitív- és negatív sorrendű üzem. Állandósult szinuszos aszimmetrikus üzem számítása. A villamos gépek Park-vektoros leírása, számítása. Áramirányító kapcsolások hálózati visszahatása. A mágneses tér jellemzői, anyagi közeg jelenléte, elektromágneses alaptörvények és alkalmazásuk. Ön- és kölcsönös indukció, erőhatások, nyomaték-képzés, energia. A mágneses tér számítási módszerei, mágneses körök, numerikus módszerek. A villamos gépek mágneses tere és körei, aszimmetrikus állapotok vizsgálata. Erőhatások villamos erőterekben. A váltakozó villamos terek analitikus és numerikus számítása. Villamos szigetelőanyagok változó erőterben, vezetés és polarizáció. A szigetelők villamos anyagjellemzői, azok frekvencia- és hőmérsékletfüggése. Villamos veszteségek. Váltakozó villamos erőterek előállítása és mérése. Nagyfeszültségű kábelek és távvezetékek erőtere.

IV. Gazdasági és humán ismeretek

A villamosmérnöki MSc képzésben a gazdasági és humán ismeretek tantárgyblokkja két részből tevődik össze: egy kötelező tantárgyból (ez a 4/0/0/v/4 kiméretű Mérnöki menedzsment c. tantárgy) és a hallgatók által kötelezően választható tantárgylista további 3 x 2/0/0/f/2 kiméretű tantárgyából. A kötelezően felveendő tantárgy kari tanszék (TMIT) gondozásában van, a választható tantárgyak a Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar (GTK) által kerülnek felkínálásra.

Mind a BSc, mind az MSc képzésben szerepelnek kötelezően választható tantárgyak a gazdasági és humán ismeretek témakörében. A két tantárgylista különböző tantárgyakat tartalmaz, a hallgatók csak a saját képzési formájuknak megfelelő listából választhatnak. Egyedi kérelem esetén van lehetőség csak arra, hogy MSc-s hallgató a BSc-s tantárgylistából is választhasson.

Az MSc képzésben a hallgatók kötelezően felveendő a következő gazdasági és humán ismeretek tantárgyak közül választhatnak:

(1) Befektetések	GT35M004 (Pénzügyek Tanszék)
(2) Érvelés, tárgyalás, meggyőzés	GT41MS01 (Filozófia- és Tudománytörténeti Tanszék)
(3) Információs társadalom joga	GT55M005 (Üzleti Jog Tanszék)
(4) Minőségmenedzsment	GT20M002 (Menedzsment és Vállalatgazd.tan Tanszék)
(5) Projektmenedzsment	GT20M400 (Menedzsment és Vállalatgazd.tan Tanszék)
(6) Vállalati jog	GT55M002 (Üzleti Jog Tanszék)
(7) Vezetői számvitel	GT35M005 (Pénzügyek Tanszék)

A felsorolt tantárgyak tematikái a GTK honlapján megtalálhatók

Mérnöki menedzsment

([VITMM112](#), 4/0/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy az őszi félévekben magyar, a tavaszi félévekben angol nyelven indul.

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a villamosmérnök és mérnökinformatikus hallgatók számára technológia- és innovációmenedzsment módszerek, üzleti stratégiák, döntési modellek ismertetése, a jellemző mérnöki vezetői szerepek, feladatok, helyzetek és eszközök bemutatása, valamint a sajátos technológiák és piac szabályozási elveinek és modelljeinek tárgyalása, életszerű példák felsorakoztatása, mindezekkel a sikeres pályakezdés elősegítése.

A tantárgy részletes tematikája: A mérnöki menedzsment helye, szerepe, területei. Az információs, kommunikációs és elektronikus média technológia sajátosságai, átfogó trendjei, mérnöki menedzsmentje. A stratégiai menedzsment szerepe, üzleti stratégiák tervezésének és követésének módszerei. Összetett mérnöki döntési problémák megoldása. Szervezetek vezetése, mérnöki vezetői szerepek és feladatok, vezetési helyzetek és módszerek. Szervezetek életciklusa, döntési kultúrája, változtatások menedzselése. Tudásmenedzsment folyamatok. Szellemi vagyon védelmének alapelvei. Technológia- és innovációmenedzsment. A technológia előrejelzés, tervezés, bevezetés és váltás módszerei. A termékfejlesztés és piaci elfogadás folyamata, szervezeti és finanszírozási formái, eszközei. Technológiai, üzleti és innovációs stratégiák, döntési modellek, termékciklus menedzsment módszerek. Üzleti folyamatok menedzselése. Az információs-, kommunikációs és média szektor technológia és piac szabályozásának céljai, elvei és modelljei. A verseny és a konvergencia kibontakoztatásának szabályozási feladatai. Az elektronikus és energetikai hálózatok és szolgáltatások, az informatika és a média közösségi és hazai keretszabályozása. Spektrum- és azonosító-menedzsment szolgáltatók együttműködésének szabályozása, alkalmazások biztonság- és tartalomszabályozása.

V. Szakmai törzsanyag

V.1 Beágyazott információs rendszerek specializáció (MIT)

- 1. A specializáció megnevezése:** **Beágyazott információs rendszerek**
(*Embedded Information Systems*)
- 2. MSc szak:** villamosmérnöki
- 3. A specializációfelelős tanszék:** Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék
- 4. A specializációfelelős oktató:** Dr. Dabóczi Tamás egyetemi docens

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

A hagyományos informatikai rendszerektől jól elkülöníthetők a beágyazott információs rendszerek, vagyis azok a processzoralapú informatikai eszközök, ill. az ezekből alkotott rendszerek, amelyek képesek a befogadó fizikai/kémiai/biológiai környezetüket érzékelők/beavatkozók segítségével autonóm módon megfigyelni/befolyásolni. A statisztikák szerint piacuk az asztali számítógépek piacának mintegy 100-szorosa. Az autópári fejlesztések mintegy 90%-a beágyazott számítástechnika. Egészségünk, élet- és vagyonbiztonságunk érdekében ugyancsak egyre több ilyen rendszer üzemel. Rendeltetésüknél fogva mindezek többnyire intelligens szolgáltatásokkal és nagyfokú szolgáltatásbiztonsággal jellemezhetők. 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, kritikus infrastruktúráiban.

6. A megszerezhető kompetenciák:

Az MIT megalakulása óta folyamatosan beágyazott rendszerek kérdéseivel foglalkozik: méréstechnikával, jelfeldolgozással, műszerttechnikával, elektronikával, digitális technikával, mikroprocesszoros műszerek és rendszerek fejlesztésével, rendszeren belüli és rendszerek közötti kommunikációval, intelligens rendszerek problémáival, nagy megbízhatóságú rendszerekkel, teszteléssel, hardver-szoftver együttes tervezéssel. A megszerezhető kompetenciák is ezekhez a témakörökhöz kapcsolódnak:

- Az analóg és a digitális jelfeldolgozás elmélete, tervezésük módszertana
- Intelligens érzékelők és érzékelő hálózatok alkalmazástechnikája
- Elosztott, valós-idejű, beágyazott rendszerek és hálózati eszközeik rendszerttechnikája
- A nagy megbízhatóságú hardver-szoftver együttes tervezés módszertana
- A verifikálás és a validálás, továbbá a tesztelés és a diagnosztika módszertana
- Beágyazott rendszerek szoftvertechnológiája
- Speciális berendezések és -rendszerek tervezése (nagy pontosságú, orvosi, stb.)

A tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Rendszerarchitektúrák	VIMIM149
Szoftvertechnológia	VIMIM150
Valós idejű és biztonságkritikus rendszerek	VIMIM151
Információfeldolgozás	VIMIM237
Rendszertervezés	VIMIM238
Rendszerarchitektúrák laboratórium	VIMIM239
Információfeldolgozás laboratórium	VIMIM322
Önálló laboratórium 1	VIMIM802
Önálló laboratórium 2	VIMIM852
Diplomatervezés 1	VIMIM902
Diplomatervezés 2	VIMIM952

Rendszerarchitektúrák

([VIMIM149](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy elsődleges célja, hogy bemutassa a beágyazott rendszerek (BR-ek) tervezési platformját képező rendszerkomponenseket, és így megalapozza a később sorra kerülő Rendszertervezés c. tantárgy oktatását. A tantárgy alkalmazásorientált módon áttekinti a BR komponenseit, azok összehasonlításának és kiválasztásának szempontjait. A fő hangsúly az egyes komponensek fizikai folyamatokhoz és egymáshoz való illesztésén, valamint a kommunikációs feladatok megoldásán van. Ismerteti azokat a módszereket is, amelyek szükségesek egy specifikált megbízhatóságú BR megtervezéséhez.

Rövid tematika: A beágyazott rendszerek (BR-ek) felépítése, azok rendszerkomponensei. A BR-ek I/O eszközei, az analóg jelkondicionálás; információ-feldolgozó eszközei: mikrovezérlők és mikroprocesszorok, FPGA áramkörök és jelfeldolgozó processzorok. Ezen eszközök összehasonlítása, az optimális megoldás kiválasztása, az eszközök rendszerbe való integrálása. A BR-ek kommunikációs eszközei. A hálózati kategóriák áttekintése, a kommunikációs rendszerek felépítésének ismertetése. A kommunikációs eszközök működésének bemutatása a legtipikusabb hálózati alkalmazások segítségével: (1) Ethernet (LAN) és az internet protokolljai, (2) CAN és TTCAN field-bus eszközök, és (3) a ZigBee (PAN) rádiós hálózati eszköz. A hálózati eszközök megvalósítása, a médiumvezérlő és a fizikai rétegek feladatai, azok kialakítása. A BR-ek kommunikációs rendszerének felépítése, az optimális eszközök kiválasztásának szempontjai. Az érzékelő hálózatok feladata, kialakítása és hardver megoldásai. Az érzékelő hálózatok optimális partícionálása a fogyasztás, lokális számítási kapacitás, kommunikációs sáv szélesség-igény és ár szempontjából. Az érzékelő hálózatokban alkalmazott ad hoc topológiák, azok dinamikus kiépítésének módszerei. BR-ekben alkalmazott számítógépes rendszerek megbízhatósága, a hibátűrő rendszerek kialakításának elvei, a hiba felfedése és javítása.

Szoftvertechnológia

([VIMIM150](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a beágyazott szoftverek fejlesztése során alkalmazandó modern technológiák ismertetésével foglalkozik. A tárgy épít az alapvető általános szoftveres ismeretek, mint például C programozás, operációs rendszerek, objektum-orientált programozás, meglétére. Ezen ismeretek kibővítését célozza meg a beágyazott rendszerek szoftvereinek elkészítéséhez szükséges speciális ismeretekkel, valamint felkészít a tudatos szoftver fejlesztésre. Ennek megfelelően a tárgy részletesen bemutatja a szoftverrendszerek bonyolultságának okait és következményeit, mint a szoftverfejlesztési folyamat alapproblémáit. Ezen után ismerteti azokat a módszereket és technológiákat, amelyek lehetővé teszik, hogy a nehézségek ellenére jó minőségű beágyazott szoftverek készülhessenek. Az ismertetett technológiák lefedik a beágyazott rendszerekben alkalmazott modern technológiákat, mint például tervezési minták, párhuzamos, esemény- és idővezérelt programozás, szoftver architektúrák, objektum-orientált szoftver fejlesztés, modell alapú szoftver fejlesztés, beágyazott adatbázisok, deklaratív rendszerek, 4GL fejlesztőeszközök.

Rövid tematika: A szoftverrendszerek bonyolultsága okai, és a szoftverfejlesztési folyamat nehézségei. A bonyolultság kezelésének eszközei. A szoftver technológia és programozási nyelvek fejlődése, procedurális és deklaratív programozás összevetése. A jellegzetes szoftver architektúrák bemutatása és elemzése. Beágyazott operációs rendszer alkalmazási kérdései, annak előnyei és hátrányai. Alacsonyszintű, procedurális és objektumorientált szoftverfejlesztés beágyazott rendszerekben. A párhuzamos esemény- és idővezérelt programozás alapötletének bemutatása, alapfogalmak ismertetése. Konkurens és valós idejű ütemezők, idővezérelt architektúra. Folyamat és szál, a folyamatok leírásának eszközei. Erőforrások kezelése, közös erőforrások. Kölcsönös kizárás, szinkronizáció, kommunikáció megoldása konkurens rendszerekben. Függvények újrahívhatósága, blokkoló és nem blokkoló (aszinkron) függvényhívás. Beágyazott szoftver architektúrák bemutatása tervezési mintákon keresztül. A modell szerepe a szoftverfejlesztési folyamatban, a modell alapú megközelítés, az alapfogalmak

bemutatása. Az UML nyelv, azon belül az osztály diagram, állapottérkép, szekvencia diagram részletes ismertetése a beágyazott rendszerek nézőpontjából. Az UML nyelv helye a beágyazott fejlesztési folyamatban. UML profile-ok, követelmény leírás, erőforrás modellezés. Domén-specifikus nyelvek ismertetése példákkal. A modellvezérelt architektúra (MDA). Kódgenerálás modellből, az állapottérkép alapú kódgenerálás megvalósítási mintái. A SysML nyelv és szerepe a beágyazott rendszerek fejlesztése során. A relációs és objektum alapú adatbázis kezelés lehetőségeinek bemutatása beágyazott rendszerekben. A deklaratív rendszerek alapelvei, rendszerarchitektúrájuk. Produkciós rendszerek, keresési stratégiák. A 4GL fejlesztőrendszerek jellegzetességei, az azokban fejlesztett alkalmazások tipikus architektúrája, a jellegzetes komponensek bemutatása. A modell alapú szoftverfejlesztés és a 4GL koncepció kapcsolata. NI Labview mint 4GL fejlesztőrendszer példa.

Valós idejű és biztonságkritikus rendszerek

([VIMIM151](#) 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy első fele azon beágyazott rendszerekkel foglalkozik, ahol a külső eseményre való garantált idejű reakció elvárás (valós idejű rendszerek). A tantárgy megismerteti a valós idejű rendszerek sajátosságaival, tervezési szempontjaival. A tantárgy második fele azokkal a beágyazott rendszerekkel foglalkozik, amelyek működése hozzájárulhat veszély, illetve adott környezeti feltételek mellett baleset vagy anyagi kár kialakulásához.

Rövid tematika: *Valós idejű rendszerek.* Ütemezés: prioritásos szoftver struktúrák, ütemezési algoritmusok, ütemezhetőségi analízis. Óraszinkronizálás: az idő kezelése elosztott rendszerekben, lokális órák együttjárásának vagy a globális idővel való egyezésének biztosítása. Memóriamenedzsment: a különböző memóriakezelési módszerek analízise valós idejű rendszerek követelményeinek szempontjából. Valós idejű futtatórendszerek, kernelek, operációs rendszerek.

Biztonságkritikus rendszerek alapfogalmai. Szabványok szerinti tervezés. Biztonságkritikus rendszerek architektúrája. Biztonsági és megbízhatósági analízis: a rendszervizsgálat alapvető módszerei, veszély- és megbízhatósági analízis technikák Formális verifikáció: specifikáció biztonsági analízisének kritériumai, a modellalapú formális verifikáció. A korszerű integrált fejlesztőrendszerek lehetőségei. Tesztelés és diagnosztika: funkcionális tesztelési módszerek, a modellalapú tesztervezés lehetőségei, objektumorientált rendszerek tesztelésének specialitásai. Monitorozás és hibakeresés.

Információfeldolgozás

([VIMIM237](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a környező anyagi világból származó információ (mérési eredmények, mért jelek stb.) jellemzésével, kinyerésével, és komplex feldolgozásával foglalkozik. A jelenségek fizikai jellemzőit összekapcsolja a számítógépben ábrázolható diszkrét mennyiségekkel, értelmezi a rendelkezésre álló információt, ennek mennyiségét és formáját, valamint felhasználhatóságát, ismerteti legfontosabb kinyerési módjait.

Rövid tematika: *Az információkinyerés és rendszermodellezés alapjai.* Modellillesztés, modelltípusok. Sztochasztikus folyamatok. A DFT. Mintavételezés, kvantálás, kerekítés, dither. Elvi tételek és gyakorlati közelítések. Változó sűrűségű mintavételezett sorozatok illesztése, rendszertervezés. Átlagolás. Az analóg és diszkrét feldolgozás kapcsolata. Additív zajszűrés és mozgó átlagolás. Alapvető jellemzők értelmezése és mérése. Tömörítés. Szűrőbankok. Valós és komplex keverés. Beágyazott rendszerek modellezése, rendszeridentifikáció, hálózatanalízis. Mérés és kísérlettervezés, gerjesztő-jelek.

Információfeldolgozás kvalitatív - tudásintenzív módszerei. A gépi tanulás elemei: tanulás és adaptivitás, tanulás példák alapján, felügyelt logikai tanulás (döntési fák). A mesterséges neurális háló alapjai: visszaterjesztéses tanulás, a megerősítéses tanulás. Valószínűségi háló: a valószínűségi információfeldolgozás hálós ábrázolása, alapvető feldolgozási módszerek hálóban. Szabályalapú rendszerek: információ tényszerű ábrázolása és manipulálása, szabályalapú rendszerek felépítése, előre-

és hátrakövetkeztetés. Fuzzy logikai módszerek. Tipikus fuzzy információfeldolgozási sémák: fuzzy jelfeldolgozás, szabályozók, radiális függvények.

Szenzorfüzió: információfüzió szintjei, tipikus feldolgozási feladatok, jelfeldolgozás szintű füzió problémái. Kvalitatív információ füziója. Füzió neurális és valószínűségi hálókkal.

Rendszertervezés

([VIMIM238](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a komplett rendszertervezés módszereit tárgyalja. Megismertet a leggyakrabban alkalmazott szisztematikus tervezési módszerekkel. Tárgyalja a hardver-szoftver együttes tervezést (HW/SW codesign). Bemutatja az EMC zavarok elleni védelem és a zavarkibocsátás mérséklésének lehetőségeit. A tervezési lépéseket külön tárgyalja a beágyazott rendszerekre jellemző specialitásokkal, kitérve az energiatudatos tervezésre is. A tantárgyat egy komplett rendszer részletes vizsgálata zárja, amelyben a rendszertervezés elméleti és gyakorlati kérdéseit szerves egységben mutatjuk be.

Rövid tematika: Rendszertervezési módszerek: vízesés, spirál, V modell. Követelményanalízis módszerek. Konfiguráció-menedzsment és verziókontroll. Hardver-szoftver együttes tervezés. Speciálisan a beágyazott rendszerekre jellemző hardver és szoftver felépítésének, tervezési szempontjainak bemutatása: tipikus hardver felépítése, HW eszközválasztás, egybeintegrálás, SW környezet választás, energiatudatos tervezés. Elektromágneses kompatibilitás: emisszió és immunitás, hálózati és I/O szűrők, passzív és aktív árnyékolások, tranzienst védelem, nyomtatott huzalozás tervezése stb. A beágyazott rendszerekben használt alkatrészek és egységek konstrukciós kérdései. Biztonsági és életvédelmi szabványok: a kockázat felmérése, a prEN 954-1 szabvány szerinti vezérlési kategóriák, specifikált biztonsági és életvédelmi előírásokat teljesítő berendezés tervezési módszerei. A beágyazott mérő, adatgyűjtő és folyamatvezérlő rendszerek analízisének bemutatása egy, valószínűleg is létező rendszer analízise kapcsán. A rendszertervezés elméleti és gyakorlati lépéseinek ismertetése.

Rendszerarchitektúrák laboratórium

([VIMIM239](#), 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A laboratóriumi mérések célja a jelfeldolgozó processzorok és FPGA áramkörök működésének és programozásának megismertetése, a velük megoldható feladatok körének bemutatása. A mérési feladatok lényege ismert, egyszerű algoritmusok implementálása, illetve rendszerbe szervezése. A hallgatók a tantárgy teljesítése során 3+3, egymásra épülő mérést végeznek el a jelprocesszorok és FPGA áramkörök témában. A bevezető jellegű mérések után a hallgatók egy előre megadott feladatkészletből saját feladatot választanak.

Rövid tematika: *DSP feladatok:* A mérés során használt Analog Devices BF537-es 16 bites DSP-re épülő hardver megismerése. A programozáshoz használt Visual DSP szoftverfejlesztő-rendszer megismerése. A jelfeldolgozó programok általános struktúrájának és a fejlesztés menetének megismerése. Több perifériát és eseményt kiszolgáló rendszer építése.

FPGA feladatok: Megismerkedés az FPGA eszközök fejlesztési környezetével, a mérésben használt tesztártya felépítésével, alkalmazásával. Egy egyszerű ALU egység tervezése, mely a rendelkezésre álló interfész eszközök használatával elemi aritmetikai/logikai műveleteket képes végrehajtani. Rendszertervezés és megvalósítás.

Információfeldolgozás laboratórium

([VIMIM322](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A laboratóriumi mérések célja a beágyazott rendszerekben előforduló információfeldolgozási algoritmusok és a hozzájuk tartozó, illetve azokat kiegészítő szoftver eszközök ismeretének elmélyítése. A mérések során a hallgatók felhasználják az elemi jelfeldolgozási ismereteket, de a mérések célja összetett rendszerek létrehozása és vizsgálata. A mérések hardver bázisát jelfeldolgozó kártyák, valamint a MIT saját fejlesztésű moduláris mikrokontrolleres platformja, a „mitmót” adja. A szoftver hátteret főként a LabView és a Matlab programcsomag, valamint DSP-s fejlesztőrendszer adja.

Rövid tematika: Virtuális műszerek fejlesztése: A LabView programcsomag; a virtuális műszer kialakításának lépései. Időzítés, jelgenerálás, kijelzés, majd egy adott virtuális műszer megvalósítása.

Magasszintű kódgenerálás „mitmót”-ra: Kódgenerálás LabView segítségével. Az adott hardver kínálja VI-készlet megismerése, egy konkrét beágyazott rendszer megvalósítása.

Adaptív szűrők vizsgálata: Adaptív algoritmusok vizsgálata. Adaptív visszhangcsökkentés (echo cancellation) megvalósítása elektronikus és akusztikus csatornában.

Neurális és fuzzy rendszerek vizsgálata: Rezgés- és hangjelek osztályozása, zenei hangfelismerés neurális és fuzzy rendszerekkel.

Elosztott rendszerek vizsgálata: Akusztikus jel mintavételezése „mitmót”-ok segítségével, fúzió DSP-n. Jelfeldolgozási feladatok megosztása a „mitmót”-ok és a DSP között.

Szenzorhálózatok vizsgálata: Hangforrás irányának meghatározása „mitmót”-ok és DSP alkotta rendszerben. Visszacatolás szenzorhálózatban.

Önálló laboratórium 1

([VIMIM802](#), 1. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, MIT)

Önálló laboratórium 2

([VIMIM852](#), 2. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, MIT)

Specializációhoz kötődő, adott választékból a hallgató által választott témán végzett önálló munka. A tantárgy két féléve során a hallgatók egy komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként egy önálló műszaki alkotás jön létre. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Tematikáját tekintve valamennyi specializációra azonos, generikus adatlappal rendelkező tantárgy.

Diplomatervezés 1

([VIMIM902](#), 3. szemeszter, 0/5/0/f/10 kredit, MIT)

Diplomatervezés 2

([VIMIM952](#), 4. szemeszter, 0/10/0/f/20 kredit, MIT)

A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.

Az első félév programja irodalomkutatás, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás. A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.

V.2 Elektronikai technológia és minőségbiztosítás specializáció (ETT)

1. A specializáció megnevezése: Elektronikai technológia és minőségbiztosítás

(*Electronics Technology and Quality Assurance*)

2. MSc szak: villamosmérnöki

3. A specializációfelelős tanszék: Elektronikai Technológia Tanszék

4. A specializációfelelős oktató: Dr. Harsányi Gábor egyetemi tanár

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

A nemzetközi és hazai elektronikai ipar legújabbkori történetének egyik fontos jellegzetessége a multinacionális elektronikai szerelőipar megjelenése, nagyarányú piacnyerése, és ezzel egy magas színvonalú elektronikai technológiai kultúra elterjedése. A specializáció azon gyártástechnológiai folyamatokkal, termékekkel és minőségbiztosítási módszerekkel foglalkozik, amelyek célja az információ feldolgozást végző chipék összeépítésének és összeköttetésének fizikai megvalósítása. A mikro- és nanotechnológiai folyamatok és az azokkal létrehozott eszközök középpontba helyezésével, a nagy alkatrész sűrűségű elektronikus rendszerek terméké formálásához szükséges tudományos alapismeretek megismertetésére törekszik.

6. A megszerezhető kompetenciák:

A specializáción mesterdiplomát szerzett mérnökök alkalmasak lesznek az elektronikai termékek gyártásában a technológiai folyamatok magas színvonalú tervezésére, összehangolására, a minőségellenőrzési és minőségbiztosítási módszerek alkalmazására, a gyártásban résztvevő BSc mérnökök és más végzettségű szakemberek munkájának szakmai irányítására, a rendszertervezői-fejlesztő mérnökgárdával való alkotó együttműködésre (pl. új termék gyártásba viteléhez), valamint a felsorolt területeken az új tudományos eredmények naprakész alkalmazására, valamint a doktori képzésbe való bekapcsolódásra.

A tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Fizikai, kémiai és nanotechnológiák	VIETM152
Moduláramkörök rendszertechnikája	VIETM153
Megbízhatósági hibaanalitika	VIETM154
Technológiai folyamatmodellezés	VIETM241
Nagyintegráltságú moduláramkörök	VIETM240
Fizikai, kémiai és nanotechnológiák labor	VIETM242
Minőségbiztosítási és minőségvizsgálati labor	VIETM310
Önálló laboratórium 1	VIETM816
Önálló laboratórium 2	VIETM866
Diplomatervezés 1	VIETM916
Diplomatervezés 2	VIETM966

Fizikai, kémiai és nanotechnológiák

([VIETM152](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése: Az elektronikai gyártástechnológiában alkalmazott folyamatok fizikai és kémiai alapjainak megismertetése, az alkalmazott anyagtudományi alapok technológia orientált elmélyítése, a nanoméreték speciális megközelítése és leírási módja a technológiában, a természeti törvények innovatív felhasználásának bemutatása a technológiában

A tantárgy rövid tematikája: Elektronikai és szerkezeti anyagok leírása. Elektromágneses sugárforrások (lézerek, röntgen) valamint ion, atom- és molekulaforrások. Anyagi részek és sugárzások kölcsönhatása.

Irányított és szabályozott anyag- és energiateranszport. Vékonyréteg és vastagréteg technológiák fizikai alapjai, jellemzőik és alkalmazásai. Litográfiai módszerek. Maratási módszerek: plazma és nedves maratás. Anizotrop maratási technológiák. Kerámia és kompozit szerkezetek, polimerek technológiája. Rétegek létrehozása nedves kémiai leválasztási módszerekkel. Rétegmódosítások diffúzióval, termikus és elektrokémiai oxidációval, ion-implantációval. A nanométeres mérettartományban hasznosítható technológiák: szén nanocsövek előállítása, nanostruktúrált vékonyrétegek technológiája önszerveződő molekulák, funkcionizálás szerves molekulák megkötésével.

Moduláramkörök rendszertechnikája

([VIETM153](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése, hogy a gyártással és minőségbiztosítással foglalkozó leendő mérnökök számára szükséges mértékben ismertesse a moduláramkörti technológiai realizációk tipikus rendszertechnikai alkalmazásait, az egyes alkalmazási területek villamos rendszertechnikai alapjait, a funkcionalitás és gyárthatóságra tervezés egyeztetésének módszereit, a gyártás és tesztelés által támasztott rendszertervezési követelményeket.

Rövid tematika: Az elektronikai rendszer fogalma, felépítése, részegységek és rendszerek közötti kommunikáció. Moduláramkörök telekommunikációs, orvostechinikai, autóelektronikai, szenzorikai (mérés és szabályozástechnikai) alkalmazásokban. Vezetékes és vezeték nélküli kommunikáció, átviteli szabványok. CAN-BUS, LIN-BUS, RS-232, RS-422, RS-485, USB, Bluetooth, Zigbee, IrDA. Orvosi műszerek: oximéterek, vérnyomásmérők, vércukorszint mérők, EKG, EEG. Autóelektronika: energiaellátó rendszer, gazdaságos és biztonságos üzemeltetést elősegítő elektronikus rendszerek, felfüggesztés elektronikus szabályozása, kormányzási és stabilitásnövelő elektronikus rendszerek, olajsint, hőmérséklet mérő-távadó egység. A gépjárművek jelzőberendezései, gépjármű adatátviteli technikák, fedélzeti számítógép. A háztartási elektronika rendszertechnikai megoldásai. Automatizált gyártóberendezések és gyártósorok mérés-technikai, szabályozástechnikai alapjai. Gyárthatósági szempontok a technológizálás orientált rendszerszemléletű tervezésben.

Megbízhatósági hibaanalitika

([VIETM154](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése: A vizsgálati és hibaanalitikai módszerek olyan spektrumának ismertetése, amely lefedi ez elektronikai gyártás és minőségellenőrzés területét; a hibaanalitika multidiszciplináris szemléletének kialakítása; a vizsgálati eredmények visszacsatolásának bemutatása a tervezési és gyártási szakaszba.

Rövid tematika: A vizsgálati és hibaanalitikai tevékenység motivációi. Módszerek csoportosítása. Módszerek részletes tárgyalása: röntgenes szerkezetvizsgálatok, akusztikus mikroszkópia, optikai mikroszkópia, metallográfiai-keresztcsiszolati vizsgálatok, elektronmikroszkópos felvételkészítés, anyagösszetétel meghatározása, felületi profilvizsgálat, keménységmérés, gyorsított klimatikus élettartam vizsgálatok, vibrációs és ejtési tesztek, egyéb roncsolásos vizsgálatok, gyorskamerás felvételkészítés, optikai spektroszkópia. Nanovizsgálati módszerek alkalmazása: atomerő ill. alagútáram mikroszkópia (AFM, STM). A módszerek fizikai alapjai és elvei, berendezései, hozzáférhetősége, alkalmazási lehetőségei, korlátai. A módszerek összehasonlító elemzése esettanulmányok segítségével. Hibajelenségek és hatásaik csoportosítása. A vizsgálati és hibaanalitikai módszerek szabványai. A vizsgálatok megtervezésének szempontjai. Speciális felhasználási és működési környezetek által felvetett vizsgálati szempontok. Dokumentálás, szakértői jelentések készítése, értelmezése.

Technológiai folyamatmodellezés ([VIETM241](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése, hogy bemutassa a modellezés és szimuláció szerepét az elektronikai technológiában, a korábban megszerzett elméleti ismeretek modellezés szintű alkalmazását, a számítógépes szimulációs rendszerek technológiai implementációjának gyakorlatát, a modellezés és szimuláció sikeres gyakorlati példáit a folyamatoptimalizálásban.

Rövid tematika: A modellezés alapfogalmai. A matematikai modell, időfüggő differenciál egyenletrendszer, megoldásának folyamata analitikus, numerikus és kísérleti úton definiált esetekben. A matematikai eszközök szerepe a technológiai folyamatok leírásában. Fizikai alapok: fizikai, kémiai, fizikai-kémiai törvények, összefüggések megjelenése a technológiai folyamatokban. Gyártási folyamatok, jelenségek tárgyalása: újraömllesztéses forrasztás, optimalizálás a folyamat ablakra, gázok áramlása újraömllesztéses kemencében, optimalizálás minimális gázmennyiségre, forrasztott kötés kialakulásának mechanizmusa, lézeres megmunkálás modellezése: abláció, forrasztás, hegesztés, vágás. Moduláramkör hőkezelés közbeni viselkedése, deformáció, mechanikai feszültség minimalizálása. Elektrokémiai cella geometriájának optimalizálása. A számítógépes szimuláció alkalmazásának módja. Egyszerű példák megoldása C nyelven, illetve „Matlab” környezetben.

Nagyintegráltságú moduláramkörök ([VIETM240](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése: A nagy alkatrész sűrűségű moduláramkörök alapvető típusainak bemutatása, a szerelőlemezek technológiai és konstrukciós elveinek ismertetése, a kettő és háromdimenziós összekötési rendszerek összehasonlítása, a nagy integráltság szerelés-technológiai, tokozási és minőségbiztosítási elveinek elsajátíttatása.

Rövid tematika: A nagy integráltságú, nagy alkatrész sűrűségű moduláramkörök típusai, szerelőlemezek fajtái: laminált hordozók (laminált multichip modul, MCM-L), a vékonyréteg és polimer technológia kombinálásával kialakított (leválasztott MCM-D) típusok, a többrétegű kerámia technológiák és a vastagréteg technikák kombinációját alkalmazó változatok (MCM-C): magas hőmérsékletű (HTCC) ill. alacsony hőmérsékletű (LTCC) eljárással készülő együttégetett kerámiák. Moduláramkörök két és háromdimenziós kialakítása, flexibilis hordozók alkalmazása. Szerelési és kötési technológiák és ezek eszközei: a chippek kezelése, direkt chip beültetési módszerek, a közvetlen huzalkötési technikák, „chip-on-board”, „chip-in-board”, „flip-chip”, TAB (tape automated bonding), BGA (ball grid array) kiserelésű alkatrészek szerelése nagysűrűségű hordozókon. Tokozás, a kivezetők anyagai, méretezése és kötési technikái, lezárási módszerek, hőtechnikai méretezés, hőelvezetési megoldások. Parazita hatások figyelembe vétele a tervezésben.

Fizikai, kémiai és nanotechnológiák labor ([VIETM242](#), 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése: Az elektronikai gyártástechnológiában alkalmazott eljárások fizikai-kémiai alapjainak demonstrációja, jellegzetes területeken sajátkezü előállítás készségszintű begyakorlása, szembesítés a technológiai problémák és megoldásuk tárházával.

A tantárgy rövid tematikája: A laborgyakorlatok az alábbi területekre terjednek ki:

- Rétegtechnológia I. – Többrétegű kerámia (LTCC) áramköri elemek készítése
- Rétegtechnológia II. - Szélessávú optikai vékonyréteg bevonatok készítése.
- „Nedves” kémiai rétegleválasztási módszerek: elektrokémiai réz és árammentes ezüst bevonat készítése tartalmazó nyomtatott huzalozású lemezre.
- Funkcionális nanorétegek – Biomolekulákkal funkcionizált, nanostruktúrájukban optimalizált szelektív érzékelő rétegek készítése.

- Lézer és más nagy energiasűrűségű technológiák - Nd:YAG lézer, CO₂ lézer, Excimer lézer készülékek és vezérlő egységeik használatának megismerése.
- Mikrofluidika, mikrofúrás, mikromarás, mikrokötés és mikrohegesztés – Vezetőréteg struktúrákat tartalmazó mikrofluidikai szerkezet komponenseinek készítése.

Minőségbiztosítási és minőségvizsgálati labor

([VIETM310](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése: gyakorlati ismeretek nyújtása elektronikai termékek (anyagok, alkatrészek, részegységek, készülékek) minőségi vizsgálatának módszereiről, megbízhatósági analízisének és minőségbiztosításának stratégiáiról és mérési metodikák bemutatása az elektronikai gyártóipar néhány jellegzetes minőségbiztosítási területéről.

Rövid tematika: A tantárgy laborgyakorlatai az elektronikai ipar minőségbiztosítási és minőségvizsgálati módszerei közül az alábbi területekre terjednek ki:

- Elektronikus alkatrészek és rendszerek számítógépes megbízhatósági elemzése
- Elektronikai termékek gyorsított élettartam vizsgálatai
- Automatikus optikai vizsgálati módszerek az elektronikai szereléstechnikában.
- Anyagok, alkatrészek, szerelt részegységek röntgenes és akusztikus analitikai vizsgálatai
- Szenzorok tipikus minősítési-hitelesítési módszerei
- Készülékek, rendszerek vezetett elektromágneses zavarok elleni védelme (leválasztások). ESD védelem

Önálló laboratórium 1

([VIETM816](#), 1. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, ETT)

Önálló laboratórium 2

([VIETM866](#), 2. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, ETT)

Specializációhoz kötődő, adott választékból a hallgató által választott témán végzett önálló munka. A tantárgy két féléve során a hallgatók egy komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként egy önálló műszaki alkotás jön létre. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Tematikáját tekintve valamennyi specializációra azonos, generikus adattal rendelkező tantárgy.

Diplomatervezés 1

([VIETM916](#), 3. szemeszter, 0/5/0/f/10 kredit, ETT)

Diplomatervezés 2

([VIETM966](#), 4. szemeszter, 0/10/0/f/20 kredit, ETT)

A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.

Az első félév programja irodalomkutatás, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás. A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.

V.3 Infokommunikációs rendszerek specializáció (TMIT)

- 1. A specializáció megnevezése:** Infokommunikációs rendszerek
(*Infocommunication Systems*)
- 2. MSc szak:** villamosmérnöki
- 3. A specializációfelelős tanszék:** Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
- 4. A specializációfelelős oktató:** Dr. Vida Rolland egyetemi docens

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

Az infokommunikáció a konvergáló távközlő és számítógép-hálózatok, ezen nyújtható szolgáltatások és segítségükkel megvalósítható – beszéd, adat, kép, videó, multimédia és összetett információs társadalmi – alkalmazásokat foglalja magába. Ezen hálózatok, szolgáltatások és alkalmazások technológiái a hálózat alapú információs társadalom pilléreit képezik. Magyarországon az infokommunikációs rendszereknek és szolgáltatásoknak jelentős kutatási és fejlesztési háttere van, számos olyan hazai és multinacionális szolgáltatónak és gyártónak van K+F részlege hazánkban, akik a globális piacra terveznek termékeket. Ennek köszönhetően az „Infokommunikációs rendszerek” specializáción végzett hallgatóknak számos elhelyezkedési lehetőség kínálkozik, nem csak ezen szolgáltatóknál és gyártóknál, de az elektronikus gazdaság és kormányzat infokommunikációs rendszereit működtető, valamint értéknövelt szolgáltatásokat előállító kis- és középvállalkozásoknál egyaránt.

6. A megszerezhető kompetenciák:

A TMIT oktató-kutatóinak egyik kiemelkedő kompetencia területe az infokommunikációs rendszerek és eljárások kérdésköre: hozzáférési és gerinchálózatok architektúrája, szolgáltatások és protokollok elmélete, modellezése, konfigurálása, tervezése, optimalizálása, méretezése és tesztelése, a forgalom modellezése, az infokommunikációs rendszerek menedzsmentje. A megszerezhető kompetenciák is ezekhez a témakörökhöz kapcsolódnak, különös hangsúllyal a következőkre:

- Vezetékes és vezeték nélküli átviteli technológiák hatékony használata összeköttetések kialakításában
- Infokommunikációs hálózatok kialakítása, eszközeik rendszerbe szervezése
- Alkalmazások hálózatcentrikus követelményeinek megfogalmazása
- Infokommunikációs rendszerek tervezése, méretezése, optimalizálása
- Infokommunikációs rendszerek működtetése, mérése
- Infokommunikációs alkalmazások felhasználói felületeinek tervezése

A tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Vezetékes és vezeték nélküli átviteli hálózati technológiák	VITMM155
Konvergens hálózatok és szolgáltatások	VITMM156
Hálózat- és szolgáltatásmenedzsment	VITMM157
Ember-gép interfész	VITMM224
Hálózatok tervezése	VITMM215
Infokommunikációs laboratórium I.	VITMM245
Infokommunikációs laboratórium II.	VITMM311
Önálló laboratórium 1	VITMM807
Önálló laboratórium 2	VITMM857
Diplomatervezés 1	VITMM907
Diplomatervezés 2	VITMM957

Vezetékes és vezeték nélküli átviteli hálózati technológiák

([VITMM155](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy alapvető célja, hogy ismertesse a különféle átviteli közegek és a ráépülő technológiák azon lehetőségeit, módszereit, korlátait és korlátozó hatásait, amelyek a távközlő és a számítógéphálózatok kialakításában meghatározó jelentőségűek. Foglalkozik a jelenleg széles körben alkalmazott eljárásokkal is, de súlypontjait azokra helyezi, amelyek a közeli jövőben perspektivikusnak látszanak.

Rövid tematika: Terjedési tulajdonságok, zavarforrások, a használat korlátai, szokásai a különféle átviteli közegekben. Fémvezetékek átviteli tulajdonságai, felépítésük. Zavarérzékenység, zavarvédelem. Duplex átvitel, visszhangtörlés. Rádiós átviteli utak szakaszcsillapítása szabadtéri és kétutas terjedésnél. Többutas terjedés, Rayleigh fading. Mozdó adó és/vagy vevő Doppler hatása. Diversity eljárások. Space-time coding. Cellás rendszerek, a frekvencia újrafelhasználás elve és korlátai. Optikai hálózatok felépítése, lézer és működése, optikai szál felépítése, paraméterei. Erősítők, optikai csomópontok, multiplexerek, demultiplexerek. Csillapítás, diszperzió, diszperziós meredekség, zajok, áthallás, polarizációs jelenségek, nemlinearitások. Jelminőséget jellemző mennyiségek, ezeken alapuló tervezés. Diszperziós térképek és ezek tervezése. Jellegzetes modulációs, illesztési eljárások. Soros, szinkron digitális átvitel, sokszintű PAM rendszer. Szimbólumközi áthallás, hatása az átvitel minőségére. Erősítésszabályozás, lineáris és döntésvisszacsatolt kiegyenlítés, időzítéskinyerés. Előkiegyenlítési módszerek. A bitkiosztási probléma megoldása. A hatékony megvalósítás jelfeldolgozási alapjai. Állandó amplitúdójú, folytonos fázisú modulációs módszerek. Hibavédelem kódolással. Konvolúciós kódok. Trellis kód, Viterbi dekódolás.

Konvergens hálózatok és szolgáltatások

([VITMM156](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja átfogó képet adni a szolgáltatások és hálózatok konvergenciájáról, a konvergencia bevezetésének technológiai, architektúrális feltételeiről. A tantárgy bemutatja az infrastruktúrára épülő és az infrastruktúra-mentes hálózatok közötti koncepcionális és működésbeli különbségeket, másrészt a végponton levő eszköz szemszögéből tárgyalja a mobilitás különböző megvalósítási lehetőségeit, a nomaditást és a mobilitás közötti különbségeket, illetve a nomadicitással kapcsolatos kontextus kezelés problematikáját.

Rövid tematika: Hálózati architektúrák: infrastrukturális hálózatok; aggregáció, metró, regionális, szolgáltatói gerinc hálózatok és szerepük; infrastruktúra-mentes hálózatok - vezeték nélküli ad hoc hálózatok, szenzor hálózatok, mesh hálózatok, mozdó hálózatok, járművek közötti hálózatok, időszakos kapcsolatra épülő hálózatok (opportunistic networking). Végpontok és jellemzőik: eszköz-, felhasználói-, szolgáltatás mobilitás, mozgásmodellek, nomaditást vs. mobilitást; felhasználóhoz, eszközhöz, helyhez kötött kontextus. Konvergencia a hálózatokban: fix-mobil konvergencia koncepciója, horizontális és vertikális handover, új generációs hálózatok; konvergencia a végpontokon, eszközökben: több módú terminálok, Generic Access Network; konvergencia a szolgáltatásokban: IMS rendszer, SIP jelzés; Parlay/OSA. Mintarendszerek: IPTV megvalósítása vezetékes és vezeték nélküli hozzáférési hálózatokon, VoIP összeköttetés megvalósítása IMS rendszerekben.

Hálózat- és szolgáltatásmenedzsment

([VITMM157](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése átfogó ismeretet adni a napjaink kommunikációs hálózatait működtető menedzsment rendszerekről (elvek, architektúrák, technológiák, protokollok és megvalósítások) valamint fejlődési irányokról, tervezésük és kialakításuk szempontrendszeréről.

Rövid tematika: Bevezetés a hálózatmenedzsmentbe: motivációk, menedzsment területek, menedzsment szakaszok, menedzsment fórumok. Adatgyűjtés: aktív és passzív módszerek; statisztikus és kimerítő adatgyűjtés; statikus, dinamikus és statisztikus adatok; lekérdezések és jelentések; tárolás és feldolgozás. Beavatkozás: hálózati konfiguráció és biztonság; beavatkozási sorrend. Menedzsment

rendszerek: Telecommunications Management Network, OSI menedzsment rendszerek. Internet menedzsment keretrendszer: menedzsment architektúra, adatgyűjtési módszerek, Internet menedzsment séma, Simple Network Management Protocol. Távoli monitorozás, statisztika gyűjtés. Újabb menedzsment irányok: policy alapú menedzsment, elosztott menedzsment és ön-menedzselő hálózatok. Szolgáltatásmenedzsment: Service Level Agreement és Service Level Specification, többszolgáltatós szolgáltatás menedzsment, Open Access Services / Parlay, Virtual Home Environment.

Ember-gép interfész

([VITMM224](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja megismertetni a hallgatókkal a vizuális és beszéd interfész technológiákat az ember-gép kapcsolatban (HCI). A tantárgy keretén belül részletes bemutatásra kerülnek a felhasználói interfész elemei, a szoftver-ergonómia alapelvei, a szoftverek ergonómiai szempontból történő kiértékeléseinek módszerei. A tantárgy során a hallgatók gyakorlati feladatok megoldásával igazolják a témakörben szerzett jártasságukat. A kurzus végére a hallgatók megtanulják a felhasználói interfész tervezéséhez, teszteléséhez, minősítéséhez szükséges alapelveket, hogy azt majd gyakorlatban is alkalmazhassák a későbbi munkájuk folyamán.

Rövid tematika: Bevezetés, alapfogalmak, definíciók, Ember és környezete közti modalitás típusok: beszéd interfész, vizuális interfész, taktilis interfész, multimédia HCI, interfész modalitások együttes kezelése és szinkronizálása. Beszédinterfész, beszédkommunikáció. Vizuális interfész: iteratív tervezés alapelvei, módszerei. Felhasználói interfész technikák, irányelvek, arany szabályok a tervezésben, Felhasználói interfész alapelvek és példák: menürendszer, szöveg dialógus, grafikus interfész, interfész a weben, dialógus rendszerek. Felhasználói interfész mobil eszközökön. Tervezési irányelvek: fókusz csoport módszer, conjoint analízis, design space analysis, GOMS modell. Honlapok használhatósága: különleges felhasználói felületek, mindenki számára használhatóság. Felhasználói interfész kiértékelés kritériumai, kiértékelési eljárások. Felhasználói interfész esettanulmányok.

Hálózatok tervezése

([VITMM215](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a gerinc- és a vezetékes illetve vezeték nélküli hozzáférési hálózatok tervezésével, kialakításával, konfigurálásával, mérésével és optimalizálásával kapcsolatos feladatok és módszerek ismertetése, különös tekintettel a korszerű irányzatok és gyakorlati ismeretek együttes átadására. A tantárgy figyelmet fordít a hálózatok megbízhatósági, életképességi, védelmi és helyreállítási követelményeire, illetve a rendelkezésre állás növelésének módszereire is.

Rövid tematika: Hálózattervezési alapok: tervezés bemenete, kimenete, tervezési célok, tendenciák, költségfüggvény, forgalom leírása, forgalmi mátrix becslése, hálózati topológia modellek. Tervezési módszerek, eszközök és algoritmusok: lineáris programozás, folyamproblémák, heurisztikus módszerek. Gerinchálózatok tervezése. Hozzáférési hálózatok tervezése: forgalom szétválasztás, skálázhatóság, first mile technológiák együttműködése; védelem és helyreállítás. Vezeték nélküli hozzáférési hálózatok tervezése: RF spektrum menedzsment, fix és dinamikus csatornakiosztás, kapacitás tervezés, stratégiák hozzáférési pontok elhelyezésére, megbízhatósági és roaming követelmények figyelembe vétele, kaotikus hálózatok, önmenedzselő algoritmusok a kaotikus rendszerek javítására, wireless mesh hálózatok, hotspot tervezés. Cellás mobil hálózatok tervezése: cellák, hullámterjedési viszonyok vizsgálata, méretezés, frekvenciaugratás és frekvenciatervezés, spektrum-hatékonyság, teljesítményszabályozás, lefedettséget és kapacitást növelő megoldások.

Infokommunikációs laboratórium I.

([VITMM245](#), 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a specializáció elméleti tantárgyaiban tanított ismeretek gyakorlati ismeretekkel történő kiegészítése. A tantárgy oktatása laboratóriumi foglalkozások keretében történik, melyek a tématerületet bemutató, működő távközlési mintahálózaton végezhető programozott mérésekből állnak.

Rövid tematika: Mérések végzése a következő témakörökben: Alapsávi digitális jelátvitel réz és optikai kábelen, Adatátvitel hozzáférési hálózaton, Digitális vonalszakasz kiegyenlítése, IP átvitel ATM hálózaton, Passzív optikai hálózat vizsgálata, Lokális számítógéphálózat vizsgálata, ISDN-VOIP átjáró vizsgálata.

Infokommunikációs laboratórium II.

([VITMM311](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a specializáció elméleti tantárgyaiban tanított ismeretek gyakorlati ismeretekkel történő kiegészítése. A tantárgy oktatása laboratóriumi foglalkozások keretében történik, melyek a tématerületet bemutató, működő távközlési mintahálózaton végezhető programozott mérésekből állnak.

Rövid tematika: Mérések végzése a következő témakörökben: ADSL hálózat menedzsment, Automatikus beszédfelismerés, VoIP forgalommérés, Hangkódolási eljárások vizsgálata, Hálózatszimuláció, SDH hálózat és menedzselésének vizsgálata, Web-es felület szerkesztése, Képkódolási eljárások vizsgálata

Önálló laboratórium 1

([VITMM807](#), 1. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, TMIT)

Önálló laboratórium 2

([VITMM857](#), 2. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, TMIT)

Specializációhoz kötődő, adott választékból a hallgató által választott témán végzett önálló munka. A tantárgy két féléve során a hallgatók egy komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként egy önálló műszaki alkotás jön létre. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Tematikáját tekintve valamennyi specializációra azonos, generikus adatlappal rendelkező tantárgy.

Diplomatervezés 1

([VITMM907](#), 3. szemeszter, 0/5/0/f/10 kredit, TMIT)

Diplomatervezés 2

([VITMM957](#), 4. szemeszter, 0/10/0/f/20 kredit, TMIT)

A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.

Az első félév programja irodalomkutatás, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás. A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.

V.4 Irányító és robot rendszerek specializáció (IIT)

- 1. A specializáció megnevezése:** Irányító és robot rendszerek
(Control and Robotics Systems)
- 2. MSc szak:** villamosmérnöki
- 3. A specializációfelelős tanszék:** Irányítástechnika és Informatika Tanszék
- 4. A specializációfelelős oktató:** Dr. Lantos Béla egyetemi tanár

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

Az irányító és robot rendszerek a technikai fejlődés (hightech) elengedhetetlen területei, nélkülük nem képzelhető el hatékony gyártás, korszerű járművek és űreszközök, és szerepük a jövőben csak nőhet. A specializáció célja olyan mérnökök képzése ezeken a területeken, akik átfogó szemléletbeli és rendszertechnikai alapokkal, irányításméleti és robotikai ismeretekkel rendelkeznek a komplex folyamatirányító rendszerek és intelligens robotok fejlesztése területén, és a magas szintű természettudományos és szakmai ismeretek birtokában képesek ezeken a területeken új rendszerkomponensek és rendszerek tervezésére és integrálására, továbbá a szakterületen és határterületein alap- és alkalmazott kutatási-fejlesztési feladatok ellátására.

6. A megszerezhető kompetenciák:

A specializációban végzett hallgatók közre tudnak működni többszintű számítógépes folyamatirányító rendszerek, robotizált gyártórendszerek és képfeldolgozó rendszerek tervezésében, a működéshez szükséges algoritmusok kifejlesztésében és hardver/szoftver megvalósításában, és rendelkeznek az ilyen rendszerek kifejlesztéséhez szükséges gyakorlati és elméleti ismeretekkel. Hosszú távon hasznosítható készségekkel rendelkeznek 1) a rendszermodellezés és identifikáció területén, 2) korszerű elméletek bevonásával analizálni és tervezni tudnak irányítási alrendszereket és komplex rendszereket a folyamatirányítás és gyártásautomatizálás területén és ezek határterületein, 3) jártasak a képfeldolgozás és a mesterséges intelligencia irányítástechnikai célú alkalmazásaiban, 4) rendelkeznek a technológiai rendszerek és más határterületek szakembereivel való együttműködési képességgel komplex problémák megoldására.

A tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Robotok és irányítások elmélete	VIIIIM127
Valós idejű képfeldolgozás	VIIIIM128
Folyamatszabályozás	VIIIIM179
Nemlineáris és robusztus irányítások	VIIIIM211
Intelligens robotok	VIIIIM247
Irányítástechnika és képfeldolgozás laboratórium	VIIIIM213
Folyamatirányítás laboratórium	VIIIIM312
Önálló laboratórium 1	VIIIIM803
Önálló laboratórium 2	VIIIIM853
Diplomatervezés 1	VIIIIM903
Diplomatervezés 2	VIIIIM953

Robotok és irányítások elmélete

([VIIIIM127](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy összefoglalja a robotika és irányítástechnika korszerű elméleti irányzatait a mintavételes, optimális, prediktív és adaptív irányítások, valamint a rendszeridentifikáció területén, amelyek feltehetően még hosszú ideig hatni fognak a robotok, autonóm járművek és folyamatok irányításának elméletére és gyakorlatára. A módszerek alkalmazását tipikus irányítástechnikai tervezési feladatok keretében korszerű eszközök felhasználásával mutatja be. A módszerek többsége többváltozós rendszerek tervezésére szolgál.

Rövid tematika: Dinamikus rendszerek leirási módszerei. Szabályozások minőségi jellemzői. Robotok geometriai, kinematikai és dinamikus modelljei. Pályatervezés és robotprogramozás. Mintavételes SISO szabályozások tervezése. Szabályozások tervezése állapotterben. Irányíthatósági és megfigyelhetőségi normálalakok. Pólusáthelyezés, állapotbecslés, szétcsatolás. Nemlineáris rendszerek stabilitása, Ljapunov módszerek, LaSalle-tétel, Barbalat-lemma. Bemenet/kimenet stabilitás, kis erősítés tétel, passzivitási tételek. Optimális irányítási rendszerek. A statikus és dinamikus optimum analitikus feltételei, lokális és Pontrjagin-féle maximum elv. LQ-optimális szabályozások, Kalman-szűrő. Numerikus optimalizálási módszerek. Konjugált gradiens és Newton-módszerek, kvadratikus és nemlineáris programozás. Modellalapú prediktív irányítások. K-lépéssel előretartó prediktor. Lineáris prediktív irányítás operátortartományban és állapotterben. Nemlineáris prediktív irányítás. Robotirányítási algoritmusok. Háromhurkos decentralizált kaszkád szabályozás. Kiszámított nyomatók módszere, nemlineáris szétcsatolás, hibrid pozíció és erő irányítás. Diszkrétidejű rendszermodellek és identifikációjuk paraméterbecsléssel és optimumkereséssel. MIMO altérbázisú identifikáció állapotterben. MIMO önhangoló adaptív irányítások a folyamatirányításban és a robotikában. Neuro-fuzzy rendszerek alapjai. Adaptív hálózatok tanítása ANFIS-módszerrel.

Valós idejű képfeldolgozás

([VIIIIM128](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A Gépi látás, 3D látórendszerek és Intelligens szenzorrendszerek diszciplínákhoz kapcsolódva a tantárgy ismerteti azokat a fontosabb algoritmusokat, hardver struktúrákat, tervezési platformokat, melyekkel hatékonyan megoldhatók a valós idejű alkalmazásokba integrált látórendszerek olyan, külön-külön is kritikus problémái, mint a 3D interpretáció, extrém nagy feldolgozási sebesség, felbontás, (ön)kalibráció. A különféle képfelvévő eszközök ma már olyan nagy mennyiségű adatot szolgáltatnak, aminek a tárolását és feldolgozását minél gyorsabban, sok esetben valós időben kell megoldani.

Rövid tematika:

A valós idejű képfeldolgozás alapproblémái, rekonstrukciós feladatok. Projektív, affin és euklédieszi geometriák. Képfeldolgozás egy kamerával és több kamerával. Realisztikus kamera- megvilágítás-felület modellezés és kalibráció. Mozdó kamera önkálbrálása. Aktív alakmodellek, spline-templétek illesztése. Valószínűségi modellezés, autoregresszív alaktér-modellek. Dinamikus kontúrkövetés Kalman-technikával. 3D képfeldolgozás elméleti alapjai. Shape from X algoritmusok és valós idejű implementációk a felhasznált képjellemzők kiemelésére. Párhuzamos képfeldolgozás, DFT, FFT. Mozgásdetektálás 3D-ben. SSD algoritmus, optikai áramlás. Látórendszerek tervezési metrikái kritikus alkalmazásokban. Látórendszerek hibaanalízise. Beágyazott képfeldolgozás. Video-rate célhardverek. Smart kamerák. Gyorsítás szenzorfüziónal, analóg, optikai képfeldolgozással. Emberi látás által inspirált architektúrák. CNN chip. Hálózati képfeldolgozás. Vezetékes/vezeték nélküli kép- és videokommunikációs csatornák. Hatékony tartalomfüggő képtömörítés, képindexálás. Tartalomazonosítási szteganográfiai módszerek. Esettanulmányok. Look-and-move vs. visual servoing technikák. Járművek autonóm navigációja, adaptív „cruise control” szenzorfüziónal. Emberi mozgás követése. 2D/3D diagnosztikai képek szegmentálása, regisztrációja és vizualizációja valós időben.

Folyamatszabályozás

([VIIIIM179](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy átfogó ismereteket nyújt mindazon érzékelő-típusok működésének fizikai alapjairól, mérés-technikai tulajdonságairól, felépítéséről és alkalmazástechnikájáról, amelyek a nem villamos mennyiségek villamos kimeneti jellel történő átalakításában alapvető fontossággal bírnak. Bemutatja az információt továbbító, az irányítási parancsok végrehajtására szolgáló és a folyamatba való beavatkozást végző eszközök működését, alkalmazástechnikáját.

Rövid tematika: Az irányítási rendszerek felépítése, generációi, jelei. A rendszerek készülékei, azok generációi. Statikus és dinamikus tulajdonságok, környezeti hatások, és azok csökkentésének módjai. Hőmérsékletérzékelők. Áramlásérzékelők. Nyúlásérzékelők. Út- és szöghelyzet-érzékelők. Erő-, tömeg-, nyomaték és gyorsulásérzékelők. Optikai érzékelők. Nyomás, nyomás-különbség villamos kimeneti jelű érzékelői. Analóg működésű és kimenő jelű távadók. Digitális terepbuszra illesztett "intelligens" távadók. Matematikai műveleteket végző jelfeldolgozók. A terepi működtetés feltételei, környezeti hatások. Távadók felépítése, jellemzői, működési elvei. Analóg és digitális távadók.

Villamos végrehajtó szervek. Pneumatikus végrehajtó szervek általános szerkezeti és működési elve. Helyzetbeállítók, analóg és digitális helyzetbeállítók, paraméterezés, konfigurálás. Beavatkozó szervek. A szelepek szerkezete, jelleggörbéi. A szelep villamos analógiája és szabályozástechnikai értelmezése. A szelep optimális kiválasztása. Folyamatvizualizálás. Magasszintű blokkorientált folyamatvizualizáló nyelvek. Sorrendi irányítás tervezése és leírása folyamatvizualizáló nyelven. Felügyeleti irányítás. Eseményvezérelt rendszerek felügyeleti irányítása.

Nemlineáris és robusztus irányítások

([VIIIIM211](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy a korábbi tanulmányok során az irányítástechnika területén megszerzett ismereteket a hallgatók bővítsék a gyakorlatban bevált modern irányításelméleti eredmények és a hozzájuk kapcsolódó módszertan elsajátításával a folytonos-idejű robusztus irányítások és a nemlineáris rendszerek irányítása területén.

Rövid tematika: Robusztus irányítások rendszertechnikai felfogása. Jelek H_2 és H_∞ terei, a normák számítása. Lineáris rendszerek, mint operátorok. Paraméterbizonytalanságok reprezentációja, additív, multiplikatív és frekvenciafüggő bizonytalanságok, LFT alakok. Visszacsatolások struktúrái, belső stabilitás fogalma. Kis erősítések tétele. Stabilitás strukturált és strukturálatlan bizonytalanságok esetén. Loop-shaping. Mu-analízis és szintézis, a Matlab Robust Control Toolbox szolgáltatásai. Esettanulmány robusztus irányítás tervezésére. Nemlineáris dinamikus rendszerek és vektormezők kapcsolata. Műveletek vektormezőkkel, disztribúciók. Frobenius tétele. Irányíthatóság és megfigyelhetőség nemlineáris rendszerekben, kapcsolat a lineáris rendszerek irányíthatóságával és megfigyelhetőségével. Állapottér-transzformáció és állapotvisszacsatolás nemlineáris rendszereknél, kimenetek relatív fokszáma. Differenciálisan sima rendszerek és irányításuk. Pályatervezés és pályakövető szabályozások nemlineáris rendszerek esetén.

Intelligens robotok

([VIIIIM247](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy összefoglalja a korszerű (szenzorcsatolt, kooperáló, mobilis és multiágensű) robotrendszerek elméleti alapjait és mesterséges intelligencia eszközeit, bemutatja a más tantárgyakban elsajátított ismeretek felhasználását robotrendszerekben, továbbá az ilyen rendszerek tervezésénél alkalmazható villamosmérnöki módszereket.

Rövid tematika: Robotok szenzorrendszerei. Nyúlásmérő és piezoelektromos átalakítók. Erő/nyomaték és taktilis érzékelők. Szenzorcsatolt robotirányítások. Robot szem-kéz rendszer kalibrációja. Valós idejű robot látórendszer megvalósítása vizuális visszacsatolással. Mobilis robotok navigációja. Navigációs tér modellek. Akadályelkerülési stratégiák. Virtuális valóság eszközök a robotikában. Távolságképek 3D

képfeldolgozása. Differenciálgeometriai, paraméterbecslésen alapuló és heurisztikus módszerek. Intelligens robot/kéz rendszer irányítórendszere. Többujjas tárgymánipulációnál használt modellek, kontaktuspontok mozgástervezése, kontaktuserők meghatározása. Mesterséges intelligencia eszközök a robotikában. Neuro-fuzzy modellezés és adaptív irányítás. Optimalizálás genetikus algoritmussal. Kooperáló mobilis robotok. Multiágensű rendszerek kooperációjának modellezése statikus és mozgó objektumok esetén. Játékelméleti megfogalmazás és megoldásuk módszerei. Mozgó robotok és autonóm járművek GPS-re, gyorsulásérzékelőkre és giroszkópokra alapozott állapotbecslési módszerei. Formációban haladási és kommunikációs stratégiák. Beszédfeldolgozás a robotikában.

Irányítástechnika és képfeldolgozás laboratórium

([VIIIIM213](#), 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy a hallgatók jártasságot szerezzenek az irányítástechnika és képfeldolgozás témaköreiben elsajátított elméleti ismeretek gyakorlati alkalmazásában. További cél, hogy a hallgatók megismerjék az irányítástechnika és képfeldolgozás területén a kutatás-fejlesztési munka során alkalmazható korszerű hardver és szoftver eszközöket, szenzorrendszereket, valamint elsajátítsák azok hatékony használatát.

Rövid tematika: A QNX valós idejű operációs rendszer programozása, Autonóm robot érzékelő rendszere és irányítása, Identifikáció és gyors prototípustervezés, Pozíciószabályzási körök vizsgálata, Vizuális visszacsatolás vizsgálata, Önkalibráló navigációs rendszerek vizsgálata, Objektumkövetés.

Folyamatirányítás laboratórium

([VIIIIM312](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A folyamatműszerezés témakörében leggyakrabban előforduló érzékelő típusok dinamikus és statikus tulajdonságainak vizsgálata. A folyamatirányítás területén előforduló készülékek (távadó, szabályozó, PLC, végrehajtó, beavatkozó) alkalmazástechnikájának elsajátítása.

Rövid tematika: Elmozdulás és nyúlás mérése, Hőmérséklet érzékelők járulékos hibáinak vizsgálata, Infravörös hőmérséklet távadó vizsgálata, Nyomás távadók vizsgálata, Digitális PID szabályozó vizsgálata, Villamos végrehajtószerv vizsgálata, Folyamatmodell vezérlése PLC-vel.

Önálló laboratórium 1

([VIIIIM803](#), 1. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, IIT)

Önálló laboratórium 2

([VIIIIM853](#), 2. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, IIT)

Specializációhoz kötődő, adott választékból a hallgató által választott témán végzett önálló munka. A tantárgy két féléve során a hallgatók egy komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként egy önálló műszaki alkotás jön létre. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Tematikáját tekintve valamennyi specializációra azonos, generikus adatlappal rendelkező tantárgy.

Diplomatervezés 1

([VIIIIM903](#), 3. szemeszter, 0/5/0/f/10 kredit, IIT)

Diplomatervezés 2

([VIIIIM953](#), 4. szemeszter, 0/10/0/f/20 kredit, IIT)

A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki

munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.

Az első félév programja irodalomkutatás, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás. A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.

V.5 Média-technológiák és -kommunikáció specializáció (HIT)

- 1. A specializáció megnevezése:** Média-technológiák és –kommunikáció
(Media Technologies and Communication)
- 2. MSc szak:** villamosmérnöki
- 3. A specializációfelelős tanszék:** Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék
- 4. A specializációfelelős oktató:** Dr. Szabó Csaba, egyetemi tanár,
Dr. Augusztinovicz Fülöp, egyetemi docens

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

A specializáció több, fontos ipari és szolgáltatói ágazat, ill. a vonatkozó műszaki területek találkozási pontját célozza meg, ezek a rádió és tv műsorszórás, a távközlés és a médiaipar. Egyedülálló módon lefedni kívánjuk egyfelől a digitális tv műsorszórást és műsorszétosztást, másfelől az Internet-alapú multimédiát és a mobil multimédiát, a fő hangsúlyt az előbbire helyezve. A média-tartalom továbbítására ma egyre inkább előtérben kerülnek az új generációs hálózatok, ezért a média-továbbítás kommunikációs vonatkozásai is igen érdekesek és kihívást jelentő műszaki feladatkitűzéseket jelentenek.

6. A megszerezhető kompetenciák:

Digitális jelfeldolgozási alapok, média-tömörítési eljárások, szélessávú média-kommunikációs rendszerek, digitális tv- és hang-műsorszórás rendszertechnikái, stúdiótechnikai alapismeretek, korszerű média-továbbító hálózati architektúrák és rendszerek ismerete.

A tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Híradástechnikai jelfeldolgozás	VIHIM159
A médiatechnológia alapjai	VIHIM160
Médiakommunikációs hálózatok	VIHIM161
Szélessávú médiatovábbító rendszerek	VIHIM248
Video-stúdiótechnika	VIHIM249
Médiakommunikációs technológiák laboratórium I.	VIHIM250
Médiakommunikációs technológiák laboratórium II.	VIHIM313
Önálló laboratórium 1	VIHIM812
Önálló laboratórium 2	VIHIM862
Diplomatervezés 1	VIHIM912
Diplomatervezés 2	VIHIM962

Híradástechnikai jelfeldolgozás

([VIHIM159](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a nagybonyolultságú kodekekben és modemekben alkalmazandó összetett digitális jelfeldolgozási eljárások analíziséhez és tervezéséhez szükséges fogalmak, elméletek, és módszertanok ismertetése, különös tekintettel a korszerű implementációs technológiai lehetőségekre.

Rövid tematika: A digitális jelfeldolgozás jel-, rendszer-, hálózat- és algoritmuselméleti alapjainak összefoglalása: idő, frekvencia és operátor tartománybeli matematikai modellek, nevezetes osztályok, transzformációk, struktúrák. Véletlen jelmodellek. Sebességkonverziós jelfeldolgozás: decimálás, interpolálás, alul- és túl-mintavételezés, szűrőbankok. Jeldigitalizálás és rekonstrukció: illesztett, és optimalizált kvantálás; adaptív kvantálók, kódolók; memóriás, optimalizált, (differenciális-prediktív,

részszávú, transzformációs) kódolók. Digitális modulációs eljárások, architektúrák (FSK, BPSK, QPSK, QAM, kódolt modulációk, OFDM). A digitális jelfeldolgozás alapfeladatai (specifikációk, méretezés, implementációk): digitális jelszintézis, szűrők, transzformációk (FFT, Hilbert), keverők, fázis detektorok, PLL, kiegyenlítők, adaptív szűrők, döntők, Viterbi dekóder. Implementációs kitekintés: Szimuláció, DSP, FPGA.

A médiatechnológia alapjai

([VIHIM160](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy az alapoktól indulva bemutatja az emberi hallás és látás pszichofizikai jellemzőit, az audió és videó jel előállításának, feldolgozásának és bitsebesség csökkentésének elvi alapjait és azok gyakorlati implementációját.

Rövid tematika: A tantárgy az alapvető fogalmaktól indulva bemutatja a média technológia területén meghatározó szerepet játszó forráskódolási és bitsebesség csökkentési megoldásokat. A tantárgy általános, technológia-független megközelítésben ismerteti ezeket az alapvető megoldásokat, többek között az alábbi területeken: Az emberi hallás pszichofizikai alapjainak és legfontosabb jellemzői. Az audiójel sajátosságai, különböző formátumok (pl. kettő és többcsatornás hangrendszerek). Az emberi látás pszichofizikai alapjainak és legfontosabb jellemzői. Fény és színmérési alapfogalmak. A videójel sajátosságai, képfelbontás, világosságjel és a színkülönbségi jelek, videójel mintavételezése, egy és több dimenziós mintavétel sajátosságai, videó formátumok. Jeltömörítési alapok: kvantálás, PCM kódolás, fontosabb veszteségmentes kódolási eljárások, prediktív kódolás: DPCM, adaptív DPCM, mozgásbecslés és mozgáskompensáció, transzformációs kódolás, többszörös felbontású kódolás. Állókép és videó tömörítési szabványok: JPEG, JPEG-2000, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H-263, H-264/MPEG-4 AVC, SVC. Audió bitsebesség csökkentési eljárások: pszichoakusztikus modellek, MPEG 1, MPEG 2, MPEG 4, AC 3. Beszédkódolási eljárások és szabványok.

Video-stúdiótechnika

([VIHIM249](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy kismértékben az analóg és nagymértékben a digitális audió és videó stúdiótechnika kérdéseivel foglalkozik.

Megszerezhető képességek/készségek: Időtálló ismeretek biztosítása a meglévő (SD) és jövőbeni (HD) stúdiótechnika audió és videó jeleiről, interfészeiről, kódolási technikáiról, az alkalmazható berendezésekről, a komplett rendszerteknikákról, valamint az archiválási technológiákról.

Rövid tematika: Analóg és digitális audió és videó alapok. A stúdiótechnika jel- és interfész-szabványai. A stúdiótechnikában alkalmazott bitsebesség-csökkentési eljárások. A hagyományos audió és videó stúdiótól elvárt funkciók (hozzáférés, utómunkálatok, tárolás, kijátszás, archiválás) és azok követelményrendszere. A hagyományos stúdió rendszerteknika legfontosabb építőelemei: mikrofonok, hangsugárzók, kamerák, monitorok, kép és hangkeverők, digitális audió és videó effektek, szalagos rögzítési formátumok, lineáris és nem-lineáris utómunka berendezések, grafikai eszközök, időalap és formátum korrektorok. Az információs technológiákra (IT) alapozott audió és videó stúdiótól elvárt követelmények. Az IT alapú stúdió rendszerteknika és funkcionális építőelemei: kis és nagy felbontású videószerverek, webszerver, loggolás, metaadatok és metaadatbázisok, adattárolási formátumok, médiamedzsent, számítógépes grafikai elemek, virtuális stúdió, archiválás.

Szélessávú médiatovábbító rendszerek

([VIHIM248](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A "Média technológia alapjai" specializációalapozó-tantárgyra építve a tantárgy átfogó képet nyújt a már bevezetett, illetve bevezetés előtt elő szélessávú médiatovábbító rendszerek rendszerteknikai felépítéséről, a kódolási és modulációs technikákról, a vevőkről és a megvalósítható szolgáltatásokról.

Rövid tematika: A hagyományos, analóg videótartalom/kódolási technikák (NTSC, PAL, SECAM, és PALplus kódolás elve, a kóder és dekóder felépítése. A teletext kódolás elve, rendszerteknikája, a teletext dekóder felépítése, teletext grafikus felhasználói felületek. Analóg audió és videótartalom továbbító hálózatok (földfelszíni, műholdas, kábeles) rendszerteknikai felépítése. A vevővel szembeni követelmény rendszer és a vevő felépítése. A képvisszaadó eszközök felépítése. Videó bitsebesség csökkentési eljárások: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4. Audió bitsebesség csökkentési eljárások: MPEG 1, MPEG 2, MPEG 4, AC 3. Az audió és videó bitsebesség csökkentési eljárásokat alkalmazó földfelszíni, műholdas és kábeles szélessávú médiatovábbító rendszerek: DVB, DAB, DRM. Digitális adatfolyam kódolás, az adatfolyam felépítése. A továbbító hálózat rendszerteknikája, az egyes rendszerteknikai elemek követelmény rendszere. A digitális vevő követelményrendszere, a vevő rendszerteknikája. A megvalósítható szolgáltatások. Az interaktív és mobil szolgáltatásokat lehetővé tevő rendszerteknikai megoldások.

Médiakommunikációs hálózatok

([VIHIM161](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A távközlési architektúrák, technológiák és hálózatok megismerése a specializáció speciális céljaihoz illeszkedve. A tantárgy keretében a hallgatók időtálló áttekintő ismereteket kapnak a távközlési technológiákról és hálózatokról annak érdekében, hogy a média-kommunikációs rendszerekben és más területeken is az egyes hálózati megoldásokat szakszerűen pozícionálni tudják, és tisztában legyenek azok potenciális alkalmazási lehetőségeivel és korlátaival.

Rövid tematika: A tantárgy az alapvető fogalmaktól indulva bemutatja a távközlő hálózatok megvalósításában meghatározó szerepet játszó funkciókat és architekturális megoldásokat, a különböző tipikus szolgáltatások és a felhasználóhoz eljuttatandó tartalmak (adat, beszéd, videó) alapján támasztott követelmények figyelembevételével. A tantárgy általános, technológia-független megközelítésben ismerteti az alapvető megoldásokat, többek között az alábbi területeken: kapcsolat-felépítés és az ehhez szükséges hívásfelépítő módszerek, a kapcsolás és útvonalválasztás a hálózaton belül, a hálózatvédelem, a hálózatbiztonság, az elvárt szolgáltatásminőség biztosítása. Bemutatjuk, hogyan valósulnak meg az alapvető funkciók konkrét hálózati rendszerekben. Összefoglaljuk a fizikai átvitel alapjait optikai és rádiós rendszerekben, és az egyes fő funkciók megvalósításait a felismerhető fejlődési tendenciák alapján meghatározó szerepűnek ítélt technológiákra illetve azok együttműködésére alapozva. Áttekintést adunk a klasszikus és új generációs magánhálózati rendszerteknikákról (LAN, MAN), a mai és az új generációs Internetről, a nyilvános távközlés (vezetékes és mobil) rendszereiről, a földfelszíni rádiós és műholdas műsortovábbító rendszerekről, külön figyelmet fordítva a szélessávú hozzáférés technológiai és hálózati megoldásaira.

Médiakommunikációs technológiák laboratórium I.

([VIHIM250](#), 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a Médiatechnológia és -kommunikáció specializáció-tantárgyaiban tanított elméleti ismeretek alátámasztása és kiegészítése gyakorlati ismeretekkel, melynek során alapvetően mérési feladatok végrehajtására kerül sor. Az ismereteket laboratóriumi foglalkozásokon, mérési gyakorlatokon és a mérésekhez kapcsolódó, azokat kiegészítő üzemlátogatáson keretében szerzik meg a hallgatók.

Rövid tematika:

Analóg modulációs módszerek vizsgálata, 4 órás mérés
Digitális modulációs módok vizsgálata, 4 órás mérés
Videó bitsebesség csökkentés algoritmusai, 4 órás mérés
MPEG videó bitsebesség csökkentés, 4 órás mérés
Hang bitsebesség csökkentés, 4 órás mérés
Alapsávi fekete-fehér és színes jel vizsgálata, 4 órás mérés

Médiakommunikációs rendszerek laboratórium II.

([VIHIM313](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a Médiatechnológia és –kommunikáció specializáció-tantárgyaiban tanított elméleti ismeretek alátámasztása és kiegészítése gyakorlati ismeretekkel, melynek során alapvetően mérési feladatok végrehajtására kerül sor. Az ismereteket laboratóriumi foglalkozásokon, mérési gyakorlatokon és a mérésekhez kapcsolódó, azokat kiegészítő üzemlátogatáson keretében szerzik meg a hallgatók.

Rövid tematika: A hallgatók 3 alkalommal részt vesznek egy-egy, távközléssel és műsorszórással kapcsolatos cég meglátogatásán. Majd a következő hat mérést hajtják végre:

MPX sztereo jel kódolása és dekódolása, 4 órás mérés
DVB-T rendszer szimuláció, 4 órás mérés
DVB TS adatfolyam tartalom és szintaxis analízise, 4 órás mérés
Speciális híradástechnikai jelfeldolgozások demonstrációs mérése, 4 órás mérés
Távközlő hálózatok vizsgálata I., 4 órás mérés
Média alkalmazások I., 4 órás mérés

Önálló laboratórium 1

([VIHIM812](#), 1. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, HIT)

Önálló laboratórium 2

([VIHIM862](#), 2. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, HIT)

Specializációhoz kötődő, adott választékból a hallgató által választott témán végzett önálló munka. A tantárgy két féléve során a hallgatók egy komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként egy önálló műszaki alkotás jön létre. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Tematikáját tekintve valamennyi specializációra azonos, generikus adatlappal rendelkező tantárgy.

Diplomatervezés 1

([VIHIM912](#), 3. szemeszter, 0/5/0/f/10 kredit, HIT)

Diplomatervezés 2

([VIHIM962](#), 4. szemeszter, 0/10/0/f/20 kredit, HIT)

A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.

Az első félév programja irodalomkutató, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás. A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.

V.6 Mikro- és nanoelektronika specializáció (EET)

- 1. A specializáció megnevezése:** Mikro- és nanoelektronika
(*Micro-and Nanoelectronics*)
- 2. MSc szak:** villamosmérnöki
- 3. A specializációfelelős tanszék:** Elektronikus Eszközök Tanszék
- 4. A specializációfelelős oktató:** Dr. Rencz Márta egyetemi tanár

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

A mikro- és nanoelektronikai tervezés iránti igény a hazánkba települő tervező bázisok számának növekedésével párhuzamosan egyre nő. Jelenleg azonnal mintegy 100 ilyen végzettségű villamosmérnök számára kínálnának felvételt hazai kisvállalkozások. Amennyiben a megfelelő szakértelmet biztosítani tudjuk, további hasonló profilú vállalkozások települnének Magyarországra. A megszerzhető tudás nemzetközi mércével mérve igen magas értékű, a mikro- és nanoelektronikai tervező mérnökök iránt világszerte nagyon nagy a kereslet.

6. A megszerzhető kompetenciák:

Félvezető fizikai alapokon nyugvó mikro- és nanoelektronikai elektronikai és MEMS rendszerek tervezés. A létrehozott áramkörök elektromos és termikus tesztelése és minősítése. Analóg, digitális, vegyes és nagyfrekvenciás áramkörök tervezése. Félvezető érzékelők tervezése és vizsgálata. Számítógéppel segített tervezés eszközeinek használata. Csipen belüli energianyerés és -tárolás módszereinek megismerése.

A tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
VLSI áramkörök	VIEEM162
Rendszerszintű tervezés	VIEEM163
IC és MEMS tervezés	VIEEM164
Mikro és nanotechnika	VIEEM251
Nanoelektronika	VIEEM252
Rendszertervezés laboratórium	VIEEM253
IC és MEMS tervezés laboratórium	VIEEM314
Önálló laboratórium 1	VIEEM817
Önálló laboratórium 2	VIEEM867
Diplomatervezés 1	VIEEM917
Diplomatervezés 2	VIEEM967

VLSI áramkörök

([VIEEM162](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET)

A tantárgy célkitűzése: Nagybonyolultságú integrált áramkörök konstrukciójának, fontosabb jellemzőinek és tipikus alkalmazási területeinek bemutatása, mind a tisztán logikai elemeket, mind pedig az analóg áramköri egységeket is tartalmazó megoldásokra. Tantárgy bemutatja az integrált áramkörök tervezésének alapjait, metodikáit. Megismerteti a nagyfrekvenciás és alacsony tápigényű alkalmazások tervezési szempontokat.

Rövid tematika: Korszerű digitális és kombinált analóg-digitál VLSI áramkörök felépítése. Dinamikus CMOS és BiCMOS logikák, S/C-szűrők, A/D és D/A átalakítók. Korszerű processzorok (Intel, ARM, MIPS, PowerPC, Transmeta) architektúrája (HyperThreading, dual/quad core), építőelemeinek bemutatása (ALU, Cache, perifériák). Tranzisztor szintű áramkörtervezés. Standard cellák tervezése, full custom

tervezés. Analóg áramkörök tervezése: analóg alapkapcsolások. Analóg layout-ok kialakításának szempontjai. Parazita hatások, illeszkedési szabályok. Layout visszafejtés, LVS. Az alkatrészek modellezési kérdései. Az RF tervezés kérdései. Fizikai hatások figyelembe vétele a szimuláció folyamán (pl. elektro-termikus szimuláció). A műsorszórás, a hírközlés, az automatika, az orvoselektronika jellegzetes VLSI áramköreinek konstrukciója, jellemzőik és tipikus alkalmazásuk. Low-Power rendszerek. Az RF tervezés kérdései. Nagyfrekvenciás integrált áramkörök tervezési és tokozási kérdései. Különleges, igen nagysebességű integrált áramkörök aktív elemei, a MESFET és a HEMT.

Rendszerszintű tervezés

([VIEEM163](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET)

A tantárgy célkitűzése: A hardver rendszerek tervezésének, realizálásának és ellenőrzésének módjainak bemutatása, figyelembe véve a kisebb és nagyobb sorozatú gyártást. A rendszerek magas szintű leírására és tervezésére szolgáló nyelvek és a hozzájuk kapcsolódó fejlesztő rendszerek megismertetése. Az aktuális trendeknek a tervezésre gyakorolt hatásának bemutatása.

Rövid tematika: Bevezetés, a rendszer megvalósítás alternatívái, tervezési metodikák, trendek. A rendszer leírása, leírónyelvek (HDL, SystemC, VHDL, Verilog A, Verilog D, Verilog AMS) és konverziók. A Verilog és Verilog AMS nyelv részletes ismertetése. Tervezési metodikák és ezek elméleti és gyakorlati határai. Hardver-szoftver co-design, a VC (Virtual Component) és az IP (Intellectual Property) alapú tervezés. Rendszerszintézis lehetséges lépései feladat és eszközválasztás szempontjából. FPGA, FPA, FPMA, SiP, SoC eszközök mint lehetséges választatok. Szimuláció, tesztelés, bemérés, gazdaságosság.

IC és MEMS tervezés

([VIEEM164](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, megismertetni a hallgatókat a modern analóg/mixed-signal és MEMS integrált áramkörök tervezésének módszereivel, a tervezéshez szükséges eszközökkel és a modern fejlesztőrendszerekkel. Részletesen tárgyalja a korszerű számítógépes CAD rendszerek felépítését és funkcióit és a tervezés egyes lépéseit. Ismereteket ad a MEMS eszközök tervezése témakörben.

Rövid tematika: Az IC tervezés metodikája. Különböző absztrakciós szintek: leírásmódok, szimuláció, a terv ellenőrzése az adott absztrakciós szinten. Top-down és bottom-up design, hierarchikus tervezés. Különböző tervezőrendszerek. Standard cellás IC tervezés. A cellakönyvtár fogalma. Áramkörbevitel: logikai kapcsolási rajz, HDL szintű leírás, generált blokkok. Pre-layout szimuláció. Floor plan, részletes layout, post-layout szimuláció, gyártás előkészítés. Tesztelhetőségre tervezés és tesztelés: Hibamodellek, főként stuck-at. Hibadetektálás: vezérlés és megfigyelés. A D-algoritmus, ATPG. Hibaszimuláció. DFT, Scan-Path. Az IC technika perspektívái, trendek. Teljes rendszerintegráció egy chip-en: passzív alkatrészek, nem elektromos funkciók. A deep-submicron technológia problémái, disszipációsűrség, vezetékvezetés kérdései. Temperature-aware design. MEMS-ek számítógépes modellezése és szimulációja. Szimulációs módszerek (FEM/BEM, Monte-Carlo, multifizikai szimulációk). Egy MEMS tervező program bemutatása.

Mikro és nanotechnika

([VIEEM251](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET)

A tantárgy célkitűzése: Áttekintő kép adása a félvezető technológia (mikrotechnika) korszerű módszereiről, a félvezetővel kapcsolatos korábbi tudás elmélyítése az elméletben tanultak gyakorlati alkalmazásával. Nyitás a nanotechnológia irányába, a nanoelektronikai eszközök megvalósításának speciális módszerei.

Rövid tematika: Mikroelektronikai technológiák. Si egykristály előállítása, oxidáció, diffúzió, ionimplantáció, hőkezelések. Kémiai és fizikai rétegválasztási módszerek. Igen vékony rétegek

előállítására a nanoelektronika részére. A molekulásugaras epitaxia és a metálorganikus epitaxia. Fizikai jelenségek a nanométeres mérettartományban. Nanocsövek, nanohuzalok, nanopöttyök tulajdonságai. Nanoszerkezetek (nm-es jellemző méretű objektumok) előállítási módszerei, önszervező és önszerelő nanotechnológiák. Az érzékelők és beavatkozók egyes típusainak működése. Mechanikai, termikus, elektrosztatikus, optikai és bio- MEMS/NEMS érzékelők ill. beavatkozók elmélete, számítása.

Nanoelektronika

([VIEEM252](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET)

A tantárgy célkitűzése: A mikroelektronikai eszközök méretének csökkenése következtében egyrészt új jelenségek lépnek fel a hagyományos félvezető eszközökben, másrészt új elven működő eszközök kifejlesztése vált lehetővé. A Nanoelektronika tantárgy ennek a két trendnek az elektronikára gyakorolt hatásának bemutatását célozza meg.

Rövid tematika: A méretcsökkentés következtében fellépő új, kvantummechanikai jelenségek és következményeik a MOS FET és bipoláris tranzisztorokban. Rezonáns tunnel eszközök. Ballisztikus injekció és transzport jelenségek. Szuperrács bázisú tranzisztor. Forróelektron tranzisztor. Egy-elektronos eszközök. Egy-elektronos áramkörök, egy-elektronos memóriacella. Spintronika. Spin transzport fém rétegekben. Lehetséges spintronikai eszközök. Kvantumelektronika: Kvantumgörök, kvantumszálak és alkalmazásai. Félvezető nanostruktúrák optikai és transzport tulajdonságai. Fotonikus kristályok. Szén nanocsövek és nanoeszközök. Felépítés, tulajdonságok. Szén nanocsöves FET. Bioelektronika: Szerves félvezetők, molekuláris elektronika. Elektromos vezetés szerves molekulákban. Szerves diódák és triódák. Szerves félvezetőkből felépített áramkörök. Nanoelektronikai elemekből felépített számítógép struktúrák. Nanoelektronikai eszközök modellezése.

Rendszertervezés laboratórium

([VIEEM253](#), 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, EET)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése, hogy megismertesse a hallgatókat a rendszertervezés lépéseivel valamint modern digitális integrált-áramkörök tervezésével. A hallgatók megismertetése a korszerű CAD rendszerek működésével és használatával. A korszerű tervezőrendszerek működésének és felépítésének megismerése és használatuknak készség szintű elsajátítása.

Rövid tematika: A hardver környezet és az operációs rendszer (Enterprise Linux 4.0) kapcsolatának megismerése. Digitális áramkörök tervezése top-down módszer alkalmazásával. Az áramkör bevitelének és működésének leírása hardver leíró nyelv segítségével (Verilog / Verilog-A nyelven). Különböző hardver leíró nyelvek megismerése. A szintézishez használt programok megismerése. Digitális áramkörök szintetizálása. Az áramkör működésének ellenőrzése logikai szimulátorral. Az áramkörök technológia függő optimalizálása, futási idő analízis, az ASIC áramkör layout rajzának automatikus generálása. A tesztelhetőségre való tervezés gyakorlati kérdései.

IC és MEMS tervezés laboratórium

([VIEEM314](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, EET)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése, hogy megismertesse a hallgatókat a modern CAD rendszerek használatával a digitális és analóg, valamint mixed-signal integrált áramkörök, és a MEMS eszközök tervezésének területén. A hallgatók a laboratóriumban elsajátítják a korszerű tervezőrendszerek használatát, megismerik működésüket és felépítésüket.

Rövid tematika: Az integrált áramkörök tervezésére szolgáló hardver környezet és az operációs rendszer megismerése. Jártasság szerzése egy standard cella megtervezésében. Megismerkedés a Mentor/Cadence tervező rendszer jellemzőivel. A Mentor/Cadence tervezőrendszerek használatának elsajátítása egy mintapélda segítségével. Standard cella tervezése, az elkészült áramkör ellenőrzése analóg szimulációval (Eldo/Spectre). Layout elkészítése (IC Station SDL/Virtuoso), post-layout szimuláció

elvégzése. Jártasság szerzése MEMS rendszerek tervezésében. Ismerkedés MEMS tervezőrendszerekkel; egy kutatásokban és iparban használt tervező szoftver részletes bemutatása (alapvető tervezési lépések elsajátítása a szimulációs program könnyebb használatához). Ismerkedés a szimulációs módszerekkel (FEM/BEM, Monte-Carlo, multifizikai szimulációk).

Önálló laboratórium 1

([VIEEM817](#), 1. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, EET)

Önálló laboratórium 2

([VIEEM867](#), 2. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, EET)

Specializációhoz kötődő, adott választékból a hallgató által választott témán végzett önálló munka. A tantárgy két féléve során a hallgatók egy komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként egy önálló műszaki alkotás jön létre. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Tematikáját tekintve valamennyi specializációra azonos, generikus adatlappal rendelkező tantárgy.

Diplomatervezés 1

([VIEEM917](#), 3. szemeszter, 0/5/0/f/10 kredit, EET)

Diplomatervezés 2

([VIEEM967](#), 4. szemeszter, 0/10/0/f/20 kredit, EET)

A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.

Az első félév programja irodalomkutatás, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás. A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.

V.7 Számítógép-alapú rendszerek specializáció (AUT)

- 1. A specializáció megnevezése:** Számítógép-alapú rendszerek
(*Engineering of Computer-Based Systems*)
- 2. MSc szak:** villamosmérnöki
- 3. A specializációfelelős tanszék:** Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék
- 4. A specializációfelelős oktató:** Dr. Tevesz Gábor egyetemi docens

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

A számítógép-alapú rendszerek szakterülete robbanásszerű fejlődésen megy keresztül az utóbbi évtizedekben. Tervezésükhöz, alkalmazásukhoz, üzemeltetésükhöz egyre több magasan kvalifikált szakembert igényével lép fel az ipar. Az elvárások ezen szakemberekkel szemben igen magasak mind a szakterület szerteágazósága, mind az elméleti ismeretek dinamikus fejlődése és folytonos megújulása miatt. A szakterület hidat alkot az ipari hardver és szoftver technológiák között, irányt mutat a korszerű irányítástechnikai kutatások felé.

6. A megszerezhető kompetenciák:

Irányítástechnika, hardvertervezés és megvalósítás, szoftverfejlesztés, intelligens eszközök és elosztott rendszerek, adatkezelési és megjelenítési technikák, mechatronika.

A tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Interfésztechnika	VIAUM165
Valós idejű rendszerek	VIAUM166
Nagyteljesítményű mikroprocesszoros rendszerek	VIAUM167
Kliensalkalmazások fejlesztése	VIAUM254
Robotirányítás rendszertechikája	VIAUM255
Rendszer- és alkalmazástechnika labor I.	VIAUM256
Rendszer- és alkalmazástechnika labor II.	VIAUM315
Önálló laboratórium 1	VIAUM804
Önálló laboratórium 2	VIAUM854
Diplomatervezés 1	VIAUM904
Diplomatervezés 2	VIAUM954

Interfésztechnika

([VIAUM165](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy keretében a hallgatók megismerkednek a számítógépen belüli egységekkel, valamint a számítógép és környezete közötti kommunikáció elveivel és gyakorlati problémáival. Bemutatásra kerülnek a legfontosabb érzékelő, illesztő és adattároló egységek, az egyes egységeket összekapcsoló soros és párhuzamos buszrendszerek. A tantárgy kitér a folyamatirányításban használatos legfontosabb érzékelőcsaládok tulajdonságaira és illesztési kérdéseire, a korszerű számítógép buszok (belső- és I/O buszok, hálózatok, vezeték nélküli jelátvitel) jellegzetességeire és illesztési tulajdonságaira. Külön fejezet tárgyalja a korszerű adattárolók (mágneses, elektronikus, optikai) legfontosabb képviselőit.

Rövid tematika: Az interfészek és buszok logikai, villamos és mechanikai jellemzői (tranzakció, arbitráció, allokáció/deallokáció, címzés, adatátvitel, hibakezelés. Jelszintek, adó- és vevőáramkörök, átszórási-, tápvezeték- és reflexiók zavarok. Csatlakozók, NYÁK- és kábelbuszok, stb.) Számítógépes buszok. Klasszikus interfészek és buszok (RS-232, RS-485, párhuzamos interfész, billentyűzet/egér/ játékport, ATA, SCSI), modern belső interfészek és buszok (AGP, SATA, PCI, PCI-X, PCI-e), modern külső buszok

(USB, FireWire). Soros buszok (WorldFIP, CAN busz, FlexRay, SPI, I²C), hálózati buszok (Ethernet, ISDN/HDLC, protokollok -TCP/IP). Jelátalakítók (különböző fizikai mennyiségek érzékelése, digitalizálás, potenciálfüggetlen leválasztás, jelátalakítók, jelformálók). Perifériák és adattárolók (klasszikus perifériák, optoelektronikus eszközök, a vezeték nélküli kommunikáció eszközei).

Valós idejű rendszerek

([VIAUM166](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése bemutatni azokat a platformokat, technikákat és eszközöket, amelyek szükségesek a valós idejű követelményeknek megfelelő rendszerek alkalmazás és rendszer szintű szoftverének megírására és futtatására. A tantárgy középpontjában a hardvertervezés során létrehozott eszközök szoftverrendszerének kialakítása áll. A beágyazható operációs rendszerek (Linux, Windows család, QNX, stb.), és az általuk biztosított programozási-, és rendszerszolgáltatásainak bemutatását az adott rendszerek meghajtóprogram-modelljeinek részletes ismertetése, illetve a szinkronizálás és párhuzamos végrehajtás problémáinak vizsgálata követi.

Rövid tematika: A hardvertervezés során létrehozott eszközök szoftverrendszerének kialakításával kapcsolatos tervezési és megvalósítási kérdések. Valós idejű és beágyazott operációs rendszerek (Linux, Windows család, QNX, stb.). Az operációs rendszerek szolgáltatásai valós idejű, párhuzamos és szinkronizált programfuttatásra, a szolgáltatásokhoz illeszkedő rendszerek tervezése, a követelményeknek megfelelő szoftverrendszer kialakítása. A folyamatok szinkronizálása, a kommunikáció megvalósítása valós idejű rendszerek esetén. Az egyes meghajtóprogram-modellek (driver) részletes ismertetése, a kapcsolódó architektúrák összehasonlítása. A meghajtóprogramok írásának technikai, megbízható és nagy teljesítményű rendszerszolgáltatások kialakítása. Egyedi tervezésű és -építésű hardver eszközök szoftverrendszerének megtervezése és kialakítása a kiválasztott operációs rendszer architektúrájának és szolgáltatásainak megfelelően. Valós idejű, beágyazott környezet kialakításának kérdései egy esettanulmányon keresztül. Az alkalmazás-fejlesztési interfész biztosítása.

Nagyteljesítményű mikroprocesszoros rendszerek

([VIAUM167](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A számítógépek alkalmazástechnikájának egyik legfontosabb területe a komplex rendszerek fejlesztése és irányítása. A tantárgy ismerteti a gyakorlatban használatos számítógépes rendszerek tulajdonságait, foglalkozik ezek modern, nagyteljesítményű építőelemeivel (Pentium, DSP, SoC eszközök, stb.) és az egyre nagyobb teret hódító alacsonyfogyasztású (ARM) processzáló eszközökkel. Ezt követi az irányítórendszer részeit összekapcsoló terepi buszrendszerek (Profibus-DP, CAN-Open, RT-Ethernet, stb.) tárgyalása. Nagy hangsúly kerül az egyes rendszerek és részrendszerek megbízhatóságának elemzésére, illetve speciális esetként bemutatásra kerülnek a robbanásveszélyes környezetben való alkalmazás tulajdonságai. A komplex rendszereken belül a tantárgy kitér a modern (WEB, mobil, stb.) irányítás és diagnosztika lehetőségeire is.

Rövid tematika: Nagyteljesítményű processzáló eszközök (Pentium, DSP, PowerPC, ARM (Cyrrus/Xscale/Netarm)) legfontosabb tulajdonságai. Architektúrális alapelvek és ezek hatása a teljesítőképességre. SoC technika és alkalmazásai. Elosztott rendszerek, lokális intelligencia. Kommunikációs kapcsolatok. Terepi buszok kialakulásának okai, működési alapelvei (token-ring, CSMA/CD, időosztás, master/slave). Sebesség, szinkronizáció kérdései, determinizmus. A terepi buszok legfontosabb képviselői (Profibus-DP, Interbus, Modbus, CAN-Open, DeviceNet, RT-Ethernet). Ipari PC-k. Önteszt, megbízhatóság, hibátűrés. Integrált és külső, automatizált diagnosztika (lokális- és távdiagnosztika, browser-handheld, WEB-diagnosztika, stb.) Ex-környezet speciális tulajdonságai.

Kliensalkalmazások fejlesztése

([VIAUM254](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: 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/ tulajdonságainak beállítását. Napjainkban egyre inkább teret hódítanak a mobil eszközök mint kliens oldali megoldások. A tantárgy a vastag, vékony és mobil kliensek programozását mutatja be, különös tekintettel a felhasználói felületek tervezésére és a hálózati kommunikációra.

Rövid tematika: A kliensoldali alkalmazásfejlesztés három irányvonala: a webes, a vastag kliens és a mobil kliens alkalmazások fejlesztésének lehetőségei gyakorlati megközelítésben. Az elosztott rendszerek tervezésének alapjai. A webes alkalmazások hatékony fejlesztését lehetővé tevő szerveroldali eseményvezérelt programozási modell és a kliens oldali szkripttechnológiák bemutatása. Portálok készítésének technikái. Szinkronizáció. A gazdag grafikus felhasználói felülettel rendelkező *vastag kliens* alkalmazások elkészítésének lehetőségei, az okos kliens (smart client) technológiák bemutatása (offline működés, auto-update, stb.). Webes és okos klient alkalmazó technikák összehasonlítása. Korszerű megközelítések: szoftverrendszerek *mobil elérését* lehetővé tevő, gazdag kliensoldali funkcionalitással rendelkező mobilalkalmazások fejlesztésének alapjai. Mobil eszközök sajátosságai. A hálózati kommunikáció megoldásai és építőkövei. Illusztratív esettanulmányok.

Robotirányítás rendszertechnikája

([VIAUM255](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy a hallgatók ismereteket szerezzenek a komplex automatizált rendszerek egyik nagy családjának, a robotirányításnak a területén használatos hardver és szoftver eszközökről, elsajátítsák a használatos irányítási algoritmusok és architektúrák főbb jellegzetességeit. Megismerkednek a robotprogramozási nyelvek szerkezetével és tulajdonságaival (on-line és off-line robotprogramozás, az explicit robotprogramozási nyelvek osztályozása). Részletesen elemeznek egy robotprogramozási nyelvet (ARPS), majd áttekintik a robotprogramozás fejlődési irányait, az implicit programozást, egy szakértői rendszeren alapuló on-line programrendszer felépítését. A tantárgy egy hat szabadságfokú általános célú szerelőrobot példáján keresztül szemlélteti a tanultakat.

Rövid tematika:

Robotirányítási alapismeretek: A robotok, mint komplex irányítandó objektumok. Főbb fajtái, robotgenerációk és robottípusok. A robotirányítás matematikai alapjai, a pályatervezés alapjául szolgáló direkt és az inverz geometriai transzformáció. A robot kinematikája és dinamikus modellje, a legfontosabb robotirányítási elvek és módszerek.

A Nokia-Puma 560-as robot irányító rendszere: A Nokia-Puma 560-as robot eredeti, decentralizált szervóhajtásokon alapuló irányító rendszerének felépítése. A robot karban található inkrementális érzékelők tulajdonságai, a nagy pontosságú pozíció és sebességszámítás lehetőségei. A robot továbbfejlesztett irányítórendszerének vizsgálata a korszerűbb irányítási algoritmusok realizálhatósága szempontjából.

Robotprogramozási nyelvek: A robot programozási nyelvek tulajdonságai. On-line, off-line programozás, explicit programozási nyelvek osztályozása. Kitekintés: a robotprogramozás fejlődési irányai, implicit programozás. A Nokia-Puma 560-as robot ARPS programnyele, utasításai és azok tulajdonságai. Az ARPS nyelvi bővítésének lehetőségei hibrid pozíció-erő irányításhoz.

Digitális szabályozó algoritmusok: A robotokban alkalmazott digitális szabályozó algoritmusok (pozíció, sebesség, nyomaték szabályozó körök). Az elintegrálás kiküszöbölése.

A Mitsubishi MELFA SV-3SDB ipari szerelőrobot: Egy másik korszerű, 6 szabadságfokú ipari szerelőrobot architektúráis felépítése, kompakt jelprocesszoros irányító- és betanító rendszere, a robot programozásához szükséges nyelvi elemek. A mai korszerű robotok szimulációs lehetőségei.

Mobil robotok: Mobil robotok legfontosabb ismertetőjegyei, osztályozásuk, irányításuk. Mobil robotok szenzorai, a tájékozódás legfontosabb kérdései és megoldásai. Egyszerűbb pályatervezési fogalmak. A mozgás végrehajtása: aktuátorok, szervohajtások.

Rendszer- és alkalmazástechnika labor I.

([VIAUM256](#), 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: Az elvégzendő mérések részben kiegyenlítik az inhomogén előképzettség által előidézett különbségeket, egységes alapot teremtve a mesterképzés gyakorlati része számára, ezen kívül az előző félévben hallgatott három elméleti specializáció-tantárgy anyagához kapcsolódnak, az ott megszerzett ismeretek gyakorlat-orientált elmélyítését teszik lehetővé.

Rövid tematika: A mérések kiosztása a következő:

- Mikrokontrollerek alkalmazása mérések (4 alkalommal 4 órás mérés)
- Interfésztechnika mérések (3 alkalommal 4 órás mérés)
- Valós idejű rendszerek mérések (3 alkalommal 4 órás mérés)

Rendszer- és alkalmazástechnika labor II.

([VIAUM315](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, AUT)

A tantárgy célkitűzése: Az elvégzendő mérések az elméleti specializáció-tantárgyak anyagához kapcsolódnak és az ott megszerzett ismeretek gyakorlat-orientált elmélyítését segítik elő, ill. az elméleti ismeretek gyakorlati alkalmazásait mutatják be.

Rövid tematika: A mérések kiosztása a következő:

- Kliensalkalmazások mérések (5 alkalommal 4 órás mérés)
- Robotirányítási architektúrák mérések (5 alkalommal 4 órás mérés)

Önálló laboratórium 1

([VIAUM804](#), 1. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, AUT)

Önálló laboratórium 2

([VIAUM854](#), 2. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, AUT)

Specializációhoz kötődő, adott választékból a hallgató által választott témán végzett önálló munka. A tantárgy két féléve során a hallgatók egy komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként egy önálló műszaki alkotás jön létre. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Tematikáját tekintve valamennyi specializációra azonos, generikus adatlappal rendelkező tantárgy.

Diplomatervezés 1

([VIAUM904](#), 3. szemeszter, 0/5/0/f/10 kredit, AUT)

Diplomatervezés 2

([VIAUM954](#), 4. szemeszter, 0/10/0/f/20 kredit, AUT)

A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.

Az első félév programja irodalomkutató, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás. A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.

V.8 Szélessávú és vezeték nélküli kommunikáció specializáció (HVT)

1. A specializáció megnevezése: Szélessávú és vezeték nélküli kommunikáció

(Wide Bandwidth and Wireless Communication)

2. MSc szak: villamosmérnöki

3. A specializációfelelős tanszék: Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék

4. A specializációfelelős oktató: Dr. Nagy Lajos egyetemi docens

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

A vezeték nélküli kommunikáció napjaink egyik legdinamikusabban fejlődő területe. A cellás mobil rendszerek már jelenleg is, de a jövőben még inkább kiterjesztik az igénybe vehető szolgáltatásokat a beszédkommunikáció mellett a nagysebességű adatkommunikáció irányába. A rádiós hozzáférési hálózatokat összekötő fix hálózat csak a legkorszerűbb szélessávú megoldások alkalmazásával képes a megnövekedett forgalmi igények kiszolgálására. A vezeték nélküli helyi hálózatok jelentős számú rádiós megoldása ugyancsak a mobil számítástechnika nélkülözhetetlen tényezőjévé vált. Ezen növekvő komplexitású fix és mobil vezeték nélküli rendszerek kiépítése, optimális tervezése és üzemeltetése azonban magasan képzett szakembereket igényel. Az alkalmazásfejlesztés ezen hálózatokra ugyancsak jelentős számú villamosmérnököt és informatikust foglalkoztat, akik hatékony munkája a rendszer fizikai rétegének ismerete nélkül nem képzelhető el.

6. A megszerezhető kompetenciák:

A specializáció elsődleges célja a rádiós és optikai kommunikáció fizikai rétegének bemutatása, a tervezéshez szükséges ismeretek elsajátítása. További célkitűzésünk a mobil kommunikációs rendszerek, műsorszórás és műholdas rendszerek tárgyalása révén a rendszer ismeret megszerzése.

A specializációt elvégző hallgatók képesek lesznek kutatási/fejlesztési, termék- és szolgáltatás-tervezési, üzemeltetési és menedzselési feladatok ellátására az optikai és vezeték nélküli kommunikáció területén.

A tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Antennák és hullámterjedés	VIHVM168
Nagyfrekvenciás rendszerek elektronikája	VIHVM169
Műholdas rendszerek és távérzékelés	VIHVM170
Szélessávú fix és mobil kommunikációs rendszerek	VIHVM257
Műsorszóró rendszerek	VIHVM258
Rádióátviteli mérések labor	VIHVM259
EMC és optikai átviteltechnikai mérések labor	VIHVM316
Önálló laboratórium 1	VIHVM808
Önálló laboratórium 2	VIHVM858
Diplomatervezés 1	VIHVM908
Diplomatervezés 2	VIHVM958

Antennák és hullámterjedés

([VIHVM168](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A különféle rádiórendszerek tervezéséhez és létrehozásához szükséges ismeretek megadása a hullámterjedés és antennák témakörben az alkalmazáshoz, rádióhálózat tervezéshez szükséges mélységben. Az anyag tartalmazza a szükséges frekvencia gazdálkodási ismereteket és szemléletmódjában az EMC alapelvei érvényesülnek. A tantárgy áttekintést ad az

antennák és a legfontosabb alaptípus antennák működési elvéről, továbbá elsődleges célként tűzi ki rádióösszeköttetések kiválasztási kérdéseinek megtárgyalását.

Rövid tematika: A rádiórendszerek alapjai, a rádióösszeköttetések legfontosabb rendszerlemei. A vezetett és kisugárzott hullámok leírása, típusai, a polarizáció leírása, speciális polarizációs típusok. Az antennák jellemzői, alapfogalmak, irány-karakterisztika, nyereség, irányhatás, hatásos felület, hatásos hossz, polarizációs jellemzők, antenna zajhőmérséklet. A dualitás elve. A huzalantennák típusai, dipól és monopól árameloszlása, iránykarakterisztikája, sugárzási ellenállása, bemeneti impedanciája, hatásos hossza, kölcsönös impedanciája. Reflektor falas antennák, sík- és sarokreflektor. Haladóhullámú antennák: A haladóhullámú vezeték árameloszlása, iránykarakterisztikája. Apertura antennák, az apertura tere, paraboloid antennák, tölcserantennák, lencseantennák elvi működése. Az antennarendszerek elmélete, adaptív antennák. Hullámterjedési módok, A hullámterjedés gyakorlati terjedési modelljei. Frekvenciagazdálkodás, spektrumkihasználás. Rádióösszeköttetések méretezése.

Nagyfrekvenciás rendszerek elektronikája

([VIHVM169](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy megadja a funkcionális blokkleírási módszerek és egyes speciális áramkörök ismertetését, amelyek szükségesek a rádiófrekvenciás és optikai sávú hírközlő rendszerek, műsorszóró hálózatok és rádió mérő rendszerek megértéséhez.

Rövid tematika: Reflexió, átvitel, zaj. Szórási mátrix, passzív N-kapu jellemzése. Adaptív antennarendszerek, digitális nyalábformálás. Adaptív iránymérés, adaptív interferencia szűrés. Gyors RF frekvenciamérés. Kiterjesztett spektrumú alkalmazások, Bragg cellás alkalmazások. Aktív mikrosztríp antennák. Hullámvezető struktúrák, mikrosztríp és planár tápvonalak. Alapvető passzív mikrohullámú áramkörök: szűrők, iránycsatolók, hibridek. Nagysebességű digitális és mikrohullámú magas hőmérsékletű szupravezető áramkörök. Mikrohullámú aktív áramkörök leírasi módszerei, jellemzése. Oszcillátorok szinkronizálási kérdései, Gunn-oszcillátorok, reflexiós erősítők, ps-logikák. PIN-diódás kapcsolók, szintszabályozók, digitális modulátorok, digitális fázistolók. Mikrohullámú és optoelektronikai planár áramkörök. Schottky-vevőkeverők, detektorok, varaktoros frekvencia sokszorozók, adókeverők, hangoló áramkörök. MESFET oszcillátorok, erősítők. Mikrohullámú aktív és passzív áramkörök számítógépes szimulációja.

Műholdas rendszerek és távérzékelés

([VIHVM170](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy bevezet a rádióhullámokkal megvalósítható képalkotás és mérés elméletébe. Rendszerezett elméleti és gyakorlati ismereteket nyújt a rádió mérőrendszerek témakörében. Bemutatja a mikrohullámú képek főbb felhasználási területeit.

Rövid tematika: Rádiófrekvenciás hírközlő rendszerek: földfelszíni-, troposcatter-, sztratoszféra platform-, műholdas rendszerek. Az EM spektrum tartományai, rádióablak, az atmoszféra. Nemzetközi ajánlások szerepe a távközlésben. Műhold pályák típusai, előnyök, hátrányok. Körpályák, ellipszis pályák. A Clarke-pálya. Terjedési idők. Multiplexálás, moduláció, hozzáférés. A műholdas összeköttetés analízise, rendszerjellemzők. Fedélzet felépítése, földi állomás felépítése. Távérzékelés, képalkotási elvek hullámok segítségével, két és háromdimenziós képalkotási elvek, optikai és mikrohullámú, hologram, mikrohullámú képalkotás célja, kép minősége, kapcsolata a távérzékeléssel és rádiólokációval, mikrohullámú képalkotás mint mérés, a mérőrendszerek feladata, radiométer módszerek. Mikrohullámú távérzékelés, passzív távérzékelés: radiometer, aktív távérzékelés: SLAR, SAR, ISAR.

Szélessávú fix és mobil kommunikációs rendszerek

([VIHVM257](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a digitális hírközlés alapjainak átisméltése után a szélessávú és vezeték nélküli kommunikációs rendszerek jövőbe mutató rendszertechnikai módszereit, a rádió- és optikai hírközlés specialitásait mutatja be. A tantárgy célkitűzése azoknak az eljárásoknak, módszereknek ismertetése és készségszintű elsajátítása, melyek szükségesek szélessávú rendszerek létrehozásához, a mobilitás ugyancsak felmerülő igényének figyelembe vétele mellett.

Olyan mélységű ismereteket ad a szélessávú optikai és vezeték nélküli kommunikációs rendszerekben alkalmazást nyerő modulációs eljárásokról, csatornakódolási módszerekről, többszörös csatorna-hozzáférési eljárásokról, a vezeték nélküli és vezetékes optikai csatornák jellemzéséről, valamint ezen csatornákon fellépő minőségromló hatások elhárító módszereiről, ami képessé tesz ilyen rendszerek specifikálására, értékelésére, tervezési feladatok megoldására.

Rövid tematika: Alapfogalmak. A valós világ analóg jeleitől a digitális jelekig: mintavételezés, kvantálás. A digitális átviteli rendszerek modellje: forrás, kódoló/dekódoló, modulátor/demodulátor, átviteli közegek. Sztochasztika alapfogalmak a termikus zaj, az átviteli közegek jellemzéséhez. A digitális modulációs eljárások alapjai. Kódolási nyereséget biztosító modulációs eljárások. A kódolási nyereség növelésének módszerei a folytonos fázisú moduláció paramétereinek változtatásával. Többszörös hozzáférési eljárások. A mobil és a fix telepítésű rádiócsatorna sajátosságai, a mobil rádiócsatorna, mint idővariáns lineáris rendszer. Az alapvető optikai modulációs eljárások. Spektrális hatékonyság, az átvitel minőségjavító eljárásai, a modern adaptív kódolás/moduláció, többfelhasználós vételi eljárások, diverziti technikák ismertetése. MIMO csatornák, tér-idő kódolás. A modern kommunikációs rendszerek fizikai rétegeiben alkalmazott módszerek rendszerszintű áttekintése. A 2G, 3G és 4G mobil kommunikációs rendszerek, a műholdas és a földi fix telepítésű szélessávú ellátó hálózatok modulációs, kódolási, többszörös hozzáférési eljárásai, diverziti technikák, adaptív módszerek áttekintése.

Műsorszóró rendszerek

([VIHVM258](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy egyik célkitűzése a korszerű műsorszóró rendszerek részletes megismertetése. Emellett a műsorszóró rendszerek alapszintű méretezésig lebontott analízisén és szintézisén keresztül a fő specializáció előzetesen elsajátított ismereteit alkalmazzuk. Tematikailag két nagy blokkra osztható, a széles körben elterjedt analóg és digitális műsorszóró rendszerek (földfelszíni, műholdas és kábeltévés TV illetve rádió) jellemzőinek és felépítésének megismertetése, továbbá a legkorszerűbb európai digitális műsorszóró rendszerek működésének és mérés technikájának részletes megismertetése.

Rövid tematika: Nagyfrekvenciás adó végfokozatok felépítése, széles- és keskenysávú erősítők, redundáns kapcsolások, az erősítés beállítása, fokozatok közötti optimális csatolás méretezése, torzítások jellege, forrásai és kompenzálásuk. Illesztés a terheléshez és az antennák jellemzőihez a különféle hullámsávokban. Adóberendezések meghajtó fokozatai, analóg modulátorok, analóg adások energetikai jellemzői (jel/zaj viszony, spektrumkép, ez alapján lehetőségeik) és tartalmi felépítése (alapsávi spektrum). Egyvívós digitális rendszerek. A korszerű digitális moduláció alapjai, COFDM-rendszerek működése: IFFT és FFT szerepe a modulációban és demodulációban, az IFFT és FFT megvalósítása, csatornakorrekció, hierarchikus moduláció, a legfontosabb rendszerek ismertetése: DAB, DRM, DVB-T. Analóg és digitális műsorszóró jelek mérés technikája (jel/zaj viszony, jelteljesítmény, EVM, MER, BER, CIR, CCDF). Műsorszóró rádióhálózat méretezése – hullámterjedési sajátosságok a műsorszóró rádiósávokban, lefedettség-számítás, védelmi értékek, ellátottság-méretezés.

Rádióátviteli mérések labor

([VIHVM259](#), 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy fő célkitűzése az „Antennák és hullámterjedés”, „Műsorszóró rendszerek” és „Nagyfrekvenciás rendszerek elektronikája” tantárgyakban tanult ismeretek gyakorlati elsajátítása. A hallgatók végigkövetik a rádiórendszerek építőelemeinek egyedi és a teljes rádióösszeköttetés mérését, a mérések hardver eszközeinek megválasztásától a mérési eredmények értékeléséig.

Rövid tematika: A rádióátviteli csatorna jellemző alapfogalmainak szemléltetése, szimulálása és mérése. Antenna nyereség mérés tükrözéses módszerrel, antenna irány-karakterisztika mérés. URH hullámterjedési modellek vizsgálata. Digitális rádiócsatorna modellezése és digitális információ átvitele műsorszóró adókon. Mérések mikrohullámú adatátviteli rádióösszeköttetésen. Hullámterjedési modellek vizsgálata. Optikai összeköttetések elemeinek vizsgálata Műholdas kommunikáció jellemzőinek mérése. Különböző műsorszóró rendszerek és adatátviteli módszerek összehasonlító vizsgálata. Fadinges rádiócsatorna jellemzőinek mérése. Gunn oszcillátorok jellemzőinek mérése. Mikrohullámú áramkört elemek vizsgálata.

EMC és optikai átviteltechnikai mérések labor

([VIHVM316](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy fő célkitűzése az elektromágneses kompatibilitási (EMC) mérések bemutatása a sugárzott zavarok vizsgálata területén. Jelenleg egyetlen áramkör tervezési és gyártási fázisa sem nélkülözheti a zavarokra vonatkozó érzékenységi ill. zavarkibocsajtási paraméterek meghatározását és a szabványok betartását. Az „Antennák és hullámterjedés” és „Nagyfrekvenciás rendszerek elektronikája” tantárgyakban tanult ismeretek alkalmazása szükséges a laboratórium sikeres elvégzéséhez.

Rövid tematika: EMC RF zavarkibocsátás és zavarérzékenység mérés. A nyomtatott áramkörti vonalak digitális alkalmazásának szemléltetése, veszteségek, áthallás szimulálása és mérése hálózatanalizátorral. Optikai modemek vizsgálata. Optikai összeköttetések elemeinek vizsgálata, optikai adatátvitel összeköttetés reflexióinak vizsgálata OTDR méréssel, kábel hibahely mérés.

Önálló laboratórium 1

([VIHVM808](#), 1. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, HVT)

Önálló laboratórium 2

([VIHVM858](#), 2. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, HVT)

Specializációhoz kötődő, adott választékból a hallgató által választott témán végzett önálló munka. A tantárgy két féléve során a hallgatók egy komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként egy önálló műszaki alkotás jön létre. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Tematikáját tekintve valamennyi specializációra azonos, generikus adatlappal rendelkező tantárgy.

Diplomatervezés 1

([VIHVM908](#), 3. szemeszter, 0/5/0/f/10 kredit, HVT)

Diplomatervezés 2

([VIHVM958](#), 4. szemeszter, 0/10/0/f/20 kredit, HVT)

A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki

munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.

Az első félév programja irodalomkutatás, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás. A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.

V.9 Újgenerációs hálózatok specializáció (HIT)

1. A specializáció megnevezése: Újgenerációs hálózatok
(New Generation Networks)

2. MSc szak: villamosmérnöki

3. A specializációfelelős tanszék: Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

4. A specializációfelelős oktató: Dr. Imre Sándor egyetemi tanár

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei: Napjainkban az infokommunikációs hálózati megoldások terén paradigmaváltásnak lehetünk tanúi. Ennek keretében a vezetékes és vezeték nélküli technológiák konvergenciája figyelhető meg párhuzamosan a szolgáltatás minőség garantálása iránti igény erősödésével. Lehetővé válik, hogy a felhasználó egy adott helyen több hozzáférési technológia közül válasszon, elvárásainak és adottságainak megfelelően. A mértékadó piaci előrejelzések alapján az elkövetkező években az újgenerációs hálózati koncepció megvalósítását szolgáló beruházások dinamikus felfutása (20-40%-os éves növekedés) várható. Ennek az újjászerveződő világnak új alapokon álló, alkalmazási, szolgáltatási, hálózatos és technológiai ismereteket integráló tudással rendelkező szakemberekre van szüksége.

6. A megszerezhető kompetenciák:

A Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék megalakulása óta a hírközlő hálózatok tervezéséhez, elemzéséhez, fejlesztéséhez, telepítéséhez, és üzemeltetéséhez kapcsolódó kérdésekkel és módszerekkel foglalkozik. A tanszék ezen területeken több évtizedes tapasztalattal rendelkezik mind az oktatás, mind a hazai és a nemzetközi szintű kutatás-fejlesztés területén. A megszerezhető kompetenciák is ezekhez a témakörökhöz kapcsolódnak:

- Számítógép és hálózati architektúrák
- Vezetékes, vezeték nélküli és heterogén hálózati technológiák
- Mobil hírközlő rendszerek elmélete
- Mobil számítástechnika
- Tömegkiszolgálás-elmélet
- Infokommunikációs hálózatok tervezése, integrálása, konfigurálása, szimulációja, mérése és üzemeltetése

A tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Vezetékes technológiák	VIHIM171
Vezeték nélküli hálózati technológiák	VIHIM172
Hálózati architektúrák	VIHIM134
Forgalmi modellezés	VIHIM260
Mobil infokommunikációs hálózatok	VIHIM218
Labor I.	VIHIM261
Labor II.	VIHIM317
Önálló laboratórium 1	VIHIM809
Önálló laboratórium 2	VIHIM859
Diplomatervezés 1	VIHIM909
Diplomatervezés 2	VIHIM959

Vezetékes technológiák

([VIHIM171](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy (i) adjon átfogó képet a korszerű hálózat technológiákról, (ii) megismertesse a hallgatókkal a hálózati technológiák definiálásához szükséges alapokat, hálózatszerkezési módszereket és megközelítéseket, valamint (iii) bemutassa a korszerű hálózati technológiák megvalósításait és hálózatok üzemeltetésének alapjait.

Rövid tematika: Távközlési piac általános helyzete, hálózattal kapcsolatos fogalmak: hozzáférés, gerinchálózat, távközlési hálózatok szervezése, IP hálózatok szervezése. Mérnöki megközelítés és módszerek alkalmazása a hálózati technológiák definiálásához és üzemeltetéséhez: rendszertervezés, többszörös hozzáférési technikák, kapcsolás, ütemezés, címzés, útvonalirányítás, hiba javítás, folyamavezérlés, forgalom menedzsment, hálózatmenedzsment; szolgáltatások jellemzői QoS nyújtás alapjai. Hozzáférési technológiák, optikai hozzáférési megoldások. Gerinctechnológiák, optikai hálózati technológiák és hálózatok. N-ISDN koncepcióhoz kapcsolódó protokollok és technológiák, LAN technológiák (Ethernet, FastEthernet), hálózati elemek és algoritmusok, Gigabit Ethernet, VLAN kialakítása. Nagyvárosi (MAN), nagyterjedésű (WAN) és gerinchálózati, technológiák, B-ISDN koncepciók és ATM, IP protokollok és szolgáltatásai, IPv4, IPv6, MPLS, IP routing, OSPF, BGP, IntServ és DiffServ megoldások. Különböző üzleti modellek a távközlési piacon, szereplők (szabályozó, gyártó, szolgáltató, előfizető) kölcsönhatása, díjszabás kérdései (flat vs használati alapú); eTOM, gyakorlati üzemeltetési kérdések, hálózati szolgáltatások megvalósítása, hálózatszerkezés és gyakorlati megvalósítása, kábelezés; tesztelés.

Vezeték nélküli hálózati technológiák

([VIHIM172](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A korszerű távközlő rendszerek talán leggyorsabban fejlődő területe a mobil rádiós kommunikáció. A tantárgy fő célja azoknak az elméleti alapoknak és gyakorlati eljárásoknak az összefoglalása, melyek a leginkább használatosak ezen a szakterületen.

Rövid tematika: A digitális mobil rádiós rendszerekkel kapcsolatos alapfogalmak. A mobil rádiójelek leírási módja, a mobil rádiócsatorna típusai. A többszörös hozzáférés alapmódszerei. Áttekintés a mobil kommunikációs rendszerek fejlődéséről. A mobil rádiócsatorna jellemzése, komplex alapsávi jelkezelés. A mobil rádiócsatorna típusai és azok jellemzői, a csatornák osztályozása. A Bello-függvények. Gyakorlati csatornaparaméterek. Csillapításbecslés sík terepen és hegyes vidéken (elméleti és gyakorlati modellek). A pont-pont közötti átvitel vizsgálata, az árnyékolás hatása. A fading típusai. Diverziti és kombájnning módszerek. Az interferenciák forrásai. Az interferenciák típusai. Modulációs és csatornakódolási eljárások, modern analóg modulációs rendszerek. A digitális moduláció alaptípusai. Folytonos fázisú modulációs rendszerek. Szórt spektrumú modulációs eljárások. A különböző modulációs rendszerek viselkedése fadinges csatornában. A különböző modulációs eljárások sávigénye, frekvenciatervek. Inteleaving technikák, Konvolúciós kódok, Blokk kódok. A frekvencia újrafelhasználás elve, a cella rendszerek alapparaméterei. A cellás rendszerek főbb jellemzői, a különböző rendszerek összehasonlítása. Mobilitás támogatás cellás rendszerekben.

Hálózati architektúrák

([VIHIM134](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy megismertesse a hallgatókkal az újgenerációs hálózatokban alkalmazható hálózati architektúrákkal kapcsolatos (i) problémákat és (ii) megoldásokat, valamint az (iii) együttműködési vonatkozásokat (gyártmányok, technológiák, hálózatok). A tantárgy további célkitűzése, hogy a hallgatóknak megismertesse az általános hálózatspecifikálási, hálózatépítő és üzemeltető alapelveket, valamint a tipikus és meghatározó NGN alkalmazások architektúráis vonatkozásait.

Rövid tematika: Otthoni hálózat, előfizetői hálózat, aggregációs hálózat, nagyvárosi és helyközi gerinchálózat tipikus felépítése, funkciói, technológiái. Az újgenerációs hálózati koncepció: motivációk, hajtóerők, célkitűzések, általános hálózati architektúra, meghatározó funkcionális és architekturális követelmények. Dedikált és osztott tartalékokra alapozott védelmi megoldások, többretegű hálózatok védelmi vonatkozásai, védelmi architektúrák technológiai megvalósításai. QoS alapfogalmak, általános modellek, IntServ és DiffServ QoS architektúra, többretegű hálózatok QoS vonatkozásai, QoS IP-optikai technológiai architektúrában, végponttól végpontig garantált szolgáltatásminőség. Hálózatüzemeltetés, hálózatmenedzsment funkciók és általános architekturális elvek, centralizált és elosztott menedzsment. Szolgáltatási architektúrák: alapfogalmak, általános felépítés, a szolgáltatási környezet főbb funkcionális elemei, a szolgáltatási környezet technológiai és hálózati vonatkozásai. IP Multimedia Subsystem: az IMS funkcionális felépítése, működése, szolgáltatások, a kapcsolódó protokollok funkcionális áttekintése, alkalmazások, ajánlások, megvalósítások. Alkalmazások számára hozzáférhető hálózati szolgáltatások újgenerációs hálózatokban, az alkalmazásfejlesztés szoftverplatformjai, a hozzáférés szabványos megoldásai. Számlázási rendszerek funkciói, felépítése, a számlázás technológiai vonatkozásai, számlázás IMS rendszerben. Tipikus újgenerációs hálózati alkalmazások támogatásának architekturális vonatkozásai: IP alapú beszédszolgáltatás, IPTV, igény szerinti video, egységes üzenetkezelés, 3play támogatásának architekturális vonatkozásait feldolgozó esettanulmányok.

Forgalmi modellezés

([VIHIM260](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy olyan elméleti módszereket és alkalmazási gyakorlatokat ismertet, amelyek lehetővé teszik a vezetékes és vezeték nélküli hálózatokban felmerülő forgalmi tervezési és méretezési feladatok egy széles körének megértését és az ilyen jellegű feladatok önálló megoldását.

Rövid tematika: Sorbanállási rendszerek elemei, forgalom, mint véletlen folyamat, forgalmi rendszerek teljesítményjellemzői, motiváló példák. Folytonos és diszkrét értékű folyamatok, folytonos és diszkrét indexű folyamatok, véletlen folyamatok definíciója, speciális véletlen folyamatok (független véletlen változók sorozata, Markov folyamat). Diszkrét és folytonos idejű Markov folyamatok: definíció, leírás, tulajdonságok, tranziens és egyensúlyi viselkedés, számítási módszerek, modellezési példák. Elemi sorbanálláselmélet: alapvető sorbanállási rendszerek bevezetése, Kendall féle jelölésrendszer, születési halálzási folyatra vezető sorbanállási modellek. Sorok, Erlang formulák, nem Markovi sorbanállási modellek. Ütemezési eljárások. prioritásos kiszolgálás, súlyozott erőforrás megosztás, kombinált erőforrás megosztási módszerek. Esettanulmányok és tervezési eszközök, példák.

Mobil infokommunikációs hálózatok

([VIHIM218](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A távközlés és informatika konvergenciájának egyik meghatározó területe a mobil távközlés, mely lehetővé teszi az információcserét bárhol, bárkivel és bármikor. A tantárgy célkitűzése, hogy megismertesse a hallgatókkal a napjainkban alkalmazott mobil rendszereket, illetve vezetékes informatikai hálózatok mobil hozzáférése által informatikai szenszögből felvetett problémákat, illetve azok megoldásait.

Rövid tematika: Lokális rendszerek (LAN): A WLAN, rendszerek ismertetése: rendszerelemek, architektúra, protokollok, multimédia átviteli képességek. Személyi hálózatok (PAN): Bluetooth, Zigbee, RFID, UWB rendszerek ismertetése: rendszerelemek, architektúra, protokollok, multimédia átviteli képességek. Városi hálózatok (MAN): WIMAX rendszerek bemutatása: rendszerelemek, architektúra, protokollok, multimédia átviteli képességek. Földi cellás rendszerek (WAN): A GSM, HSCSD, GPRS, UMTS rendszerek bemutatása: rendszerelemek, architektúra, protokollok, multimédia átviteli képességek. Pozícionálás, helyfüggő alkalmazások: Helymeghatározási technikák elméleti háttere. Helymeghatározás a gyakorlatban mobil rendszerek rendszerparamétereire alapozva. Helyfüggő alkalmazások létrehozása.

Szoftver rádió: szoftver által meghatározott működésű mobil terminálok. A felmerülő elméleti és gyakorlati problémák, valamint azok megoldásai. Ad hoc és szenzor hálózatok: szoftver által meghatározott működésű mobil terminálok. A felmerülő elméleti és gyakorlati problémák, valamint azok megoldásai.

Labor I.

([VIHIM261](#), 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A laborgyakorlatok célja, hogy a hallgatók kézzelfogható gyakorlati tapasztalatokat szerezzenek a kommunikációs hálózatok tervezése és analízise és ezzel elmélyítsék az előadásokon elhangzott anyag megértését.

Rövid tematika: Jelterjedés és modulációs eljárások vizsgálata, CDMA rendszerek alapjai, OFDM rendszerek vizsgálata, MPLS vizsgálata, OSPF routing vizsgálata, RSVP paramétereinek vizsgálata.

Labor II.

([VIHIM317](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A laborgyakorlatok célja, hogy a hallgatók kézzelfogható gyakorlati tapasztalatokat szerezzenek a kommunikációs hálózatok tervezése és analízise és ezzel elmélyítsék az előadásokon elhangzott anyag megértését.

Rövid tematika: Mobil IP Omnet szimulációs mérés, WLAN QoS mérés, Transzport protokollok vizsgálata NS2 szimulációs környezetben, ATM kapcsoló vizsgálata, Hálózati hibák hatása a QoS-re IP hálózatokban, SIP és IP telefon vizsgálata.

Önálló laboratórium 1

([VIHIM809](#), 1. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, HIT)

Önálló laboratórium 2

([VIHIM859](#), 2. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, HIT)

Specializációhoz kötődő, adott választékból a hallgató által választott témán végzett önálló munka. A tantárgy két féléve során a hallgatók egy komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként egy önálló műszaki alkotás jön létre. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Tematikáját tekintve valamennyi specializációra azonos, generikus adatlappal rendelkező tantárgy.

Diplomatervezés 1

([VIHIM909](#), 3. szemeszter, 0/5/0/f/10 kredit, HIT)

Diplomatervezés 2

([VIHIM959](#), 4. szemeszter, 0/10/0/f/20 kredit, HIT)

A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.

Az első félév programja irodalomkutatás, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás. A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.

V.10 Villamos gépek és hajtások specializáció (VET)

- 1. A specializáció megnevezése:** Villamos Gépek és Hajtások
(*Electrical Machines and Drives*)
- 2. MSc szak:** villamosmérnöki
- 3. A specializációfelelős tanszék:** Villamos Energetika Tanszék (VET)
- 4. A specializációfelelős oktató:** Dr. Vajda István egyetemi tanár

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

Ez a tradicionális, a tanszék nemzetközi szinten elismert eredményein alapuló terület jelentős fejlődésen megy keresztül napjainkban. Jellegzetes trend az információtechnológia beépülése, új anyagok, nemkonvencionális technikák felhasználása, a számítási módszerek, köztük a FEM alkalmazásának rohamos fejlődése, a megújuló energiatermelés és –tárolás előtérbe kerülése.

A specializáció célja olyan villamosmérnökök képzése, akik a villamos gépek és hajtások területén szerzett ismeretük birtokában konvertálható tudással rendelkeznek az egyes iparágak széles vertikumában fejlesztési, tervezési, gyártási és üzemeltetési feladatok ellátására. Kiemelendő, hogy a nemzetközi szinten az oktatásban jellemzően háttérbe szoruló energetika területén tanszékünknek erős és kihasználható kompetenciái vannak.

6. A megszerezhető kompetenciák:

Villamos gépek és intelligens hajtásrendszerek tervezése, fejlesztése, integrálása, diagnosztikája, alkalmazás-szintű ismeretei. Tradicionális területek (villamos gépek tervezése, diagnosztikája, alkalmazott teljesítményelektronika). Intelligens hajtásrendszerek. Villamos járművek. Nemkonvencionális technikák és módszerek. Környezetbarát villamos energiaátalakítók. Alternatív energiatermelés. Alkalmazott szupravezetés. Elektromágneses környezet menedzselése, környezeti hatások figyelembe vétele, tervezése, befolyásolása, EMC követelmények teljesítése. A szigeteléstechnika alkalmazás-szintű ismeretei villamos gépekben és hajtásokban. Villamos kapcsolókészülékek és berendezések alkalmazás-szintű ismeretei (kiválasztása, alkalmazása, üzemeltetése).

A tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
Villamos gépek elmélete és tervezése	VIVEM173
Készülékek és szigetelések	VIVEM174
Hajtásszabályozások	VIVEM175
A megújuló energetika villamos rendszerei	VIVEM262
Villamos járművek	VIVEM263
Villamos gépek és hajtások labor I.	VIVEM264
Villamos gépek és hajtások labor II.	VIVEM319
Önálló laboratórium 1	VIVEM819
Önálló laboratórium 2	VIVEM869
Diplomatervezés 1	VIVEM919
Diplomatervezés 2	VIVEM969

Villamos gépek elmélete és tervezése

([VIVEM173](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: Megismerteti a villamosgépek magasszintű, egységes elméletével, a szimmetrikus, aszimmetrikus és tranziens üzemállapotokkal, a három- és egyfázisú váltakozóáramú, a kisteljesítményű és különleges villamos gépekkel. Bemutatja a tervezés általános szempontjait és menetét, a főméretek meghatározását, a megengedhető mágneses, villamos, termikus és mechanikai igénybevételek megválasztását villamosgép-hajtás-rendszer tulajdonságainak és igényeinek figyelembe vételével, a gépparaméterek és üzemi karakterisztikák meghatározására alkalmas számítási módszereket, a végeselemes számítógépes térszámítási módszer alkalmazását a tervezésben.

Rövid tematika: Villamos gépek mágneses mezői, forgómező létrehozása, energiaviszonyok, nyomatékképzés. Az egységes villamosgép-elmélet alapjai. Szimmetrikus, aszimmetrikus és tranziens üzemállapotok számításának elmélete és módszerei. A géptervezés módszerei, mágneses kör alapfogalmak, a telítés vizsgálata. Villamos gépek igénybevételei, a gépek kihasználása, zaj- és rezgés számítása, szigetelések. Villamos gépek tekercselései, felharmonikusok csökkentése, szórás számítása, légrés-tekercselések. Állandósult és tranziens melegedés számítása, hűtés, élettartam. Háromfázisú szinkrongépek, három- és egyfázisú aszinkrongépek ellenőrző és tervező számítása a hajtás figyelembe vételével. Kétkalickás és mélyhornyú forgórészű aszinkron gépek. Szélgenerátorok, aszinkrongenerátorok tervezése. Trakciós motorok típusai, követelményei, üzeme és tervezése. Állandómágnesek tulajdonságai, állandó mágneses villamosgépek tervezése, állandómágneses kisgépek, nyomatéklüktetés, fognyomaték csökkentése. A végeselem módszer (FEM) alapjai, hálózati módszerek, határfeltételek, mágneses tér, erőhatások, gépparaméterek számítása. Kereskedelmi forgalomban beszerezhető térszámító szoftverek bemutatása.

Készülékek és szigetelések

([VIVEM174](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A villamos gépekhez és hajtásokhoz alkalmazott kis- és középfeszültségű villamos kapcsolókészülékek szerkezeti felépítésének és üzemének (működésének, méretezésének, kiválasztásának, rendszereinek) elméleti és gyakorlati elsajátítása. A villamos gépek és hajtások működtetésekor felmerülő EMC problémák és azok kezelésének megismertetése. Az alkalmazott szigetelések méretezésével és diagnosztikájával kapcsolatos ismeretek elsajátítása.

Rövid tematika: Kisfeszültségű mechanikus és félvezetős kapcsolók, kontaktorok, kontaktorkombinációk. Mechanikus kontaktorok kiválasztása. Motorok túlterhelés elleni védelme. Zárlat elleni védelem. Olvadó biztosítók és azok kiválasztása. Kisfeszültségű áramkorlátozó megszakítók és középfeszültségű vákuummegszakítók. Védelmi rendszerek, kapcsolókészülékek szelektív működésének biztosítása. Kis- és középfeszültségű szakaszoló, készülékkombinációk. A villamos gépekben alkalmazott szigetelések tulajdonságai, kialakítási módjai és méretezési eljárásai. A szigetelések öregedése. Villamos gépek szigeteléseinek diagnosztikája. A villamos gépek és hajtások által keltett villamos, mágneses és elektromágneses tranziensek, hatásai, az ellenük való védekezés módjai, az alkalmazott túlfeszültség- és zavarvédelmi eszközök, azok kiválasztása, rendszerbe illesztése. Gépek és hajtások EMC ellenőrző vizsgálata.

Hajtásszabályozások

([VIVEM175](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A mozgásszabályozások területén egyre nagyobb teret hódító villamos hajtások és hajtásszabályozások komplex tárgyalása. Általános valamint különleges célokra alkalmas villamos hajtások korszerű hajtás-specifikus és feladat-specifikus szabályozási és vezérlési módjainak megismerése és adott hajtási feladathoz az optimális megoldások kiválasztása és alkalmazása.

A tantárgy rövid tematikája: Villamos hajtások kinetikája. Egyenáramú motoros hajtások: Hálózati áramirányítós és szaggató egyenáramú hajtások normál és mezőgyengítéses üzeme, áramszabályozási

módjai. Egyenáramú szervohajtások. Aszinkron motoros hajtások: Park-vektoros egyenletek. Feszültséginverteres aszinkron motoros hajtás normál és mezőgyengítéses üzeme, mezőorientált áramvektor szabályozása. Közvetlen nyomaték és fluxus szabályozás. Aszinkron motoros szervohajtások. Áraminverteres aszinkron motoros hajtás mezőorientált áramvektor szabályozása. Kétoldalról táplált aszinkrongépes hajtás megvalósítása és áramvektor szabályozása. Szinkron motoros hajtások: Áramirányító szinkron motoros hajtás megvalósítása, optimális önvezérlése és szabályozása. Állandómágneses négyzögmezős és szinuszmezős szinkrongépes hajtások megvalósítása és mezőorientált szabályozása. Szinkron motoros szervohajtások. Kapcsolt reluktancia és léptetőmotoros hajtások megvalósítási és áramszabályozási módjai. Tipikus hajtásszabályozások: Fordulatszám szabályozás, pozíció szabályozás, érzékelő nélküli szabályozások, energiatakarékos szabályozás, hálózatbarát szabályozás, több gépes szabályozás, célintegrált áramkörös és mikroszámítógépes szabályozás, intelligens szabályozás.

A megújuló energetika villamos rendszerei

([VIVEM262](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: Bemutatja a megújuló energiaforrásokat és azok felhasználását villamos energia termelésére. Elméleti és alkalmazástechnikai szempontból tárgyalja a szupravezetők fizikáját, az alacsony hőmérsékletek előállítását, a villamos energetikai gyakorlatban alkalmazott szupravezető alkatrészek gyártását és tulajdonságait. Bevezet a közvetlen energiaátalakítás elméletébe, ismerteti a gyakorlatban alkalmazott közvetlen energiaátalakítók típusait és villamos jellemzőinek számítását. Áttekinti az energiatárolás elveit, gyakorlati megvalósításait és alkalmazásait. Elméleti alapot nyújt a megújuló energiaforrások villamos részeinek tervezéséhez, üzemeltetéséhez, a villamos rendszerbe való illesztéséhez és gazdaságosságának megítéléséhez.

Rövid tematika: Megújuló energiaforrások és felhasználásuk villamos energia termelésére. A szupravezetés fizikája alapjai. Szupravezető anyagok és alkatrészek előállítása, gyártása és tulajdonságai. A szupravezetők elektrotechnikai alkalmazásai. Integrált szupravezető rendszerek. A közvetlen energiaátalakítás elvei és fizikai alapjai. A gyakorlatban alkalmazott közvetlen energiaátalakító eszközök: fotovillamos és termovillamos generátorok, tüzelőanyag-cellák működése, típusai, villamos jellemzőik számítása. Közvetlen energiaátalakítók alkalmazásai, követelmények. Az energiatárolás feladatai, elvei. Villamos, mágneses, mechanikus és kémiai energiatárolás. Az energiatárolók specifikációjához szükséges paraméterek. Az energiatároló eszközök gyakorlati megvalósításai, alkalmazási területei. Mobil energiatárolás. Az energiatárolás környezetvédelmi szempontjai. Szélerőművek villamos generátorai, fő- és segédáramkörei. Optimális szabályozások, méretezési kérdések. Szélerőmű-hidrogén hibrid rendszerek. Vízerőművek és szivattyús tározók villamos gépei és szabályozásai. Fotelektromos rendszerek. Maximális teljesítményre szabályozás. Hibrid rendszerek. Villamos hajtású hőszivattyúk. A geotermális energia hasznosításához használt villamos gépek.

Villamos járművek

([VIVEM263](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: Villamos vontatású járművek (mozdonyok, városi villamos járművek, villamos autók, stb.) járműhajtásainak és segédüzemi villamos berendezéseinek ismertetése. A munkavezetékes és munkavezeték nélküli villamos hajtású járművek energiaellátása. A villamos vontatású járművek korszerű, energiatakarékos és hálózatkímélő hajtás és hajtásszabályozási megoldásainak tárgyalása. Maximális utas-kényelmet és biztonságot nyújtó módszerek bemutatása.

A tantárgy rövid tematikája: Villamos járművek fajtái. Vontatáshoz szükséges vonóerő-sebesség jelleggörbe, és vontatási teljesítmény. Vonóerő, utazási sebesség és fékerő szabályozás követelményei. Villamos járművek felépítése, a fő- és a segédüzem feladatai. Munkavezetékes villamos hajtású vasúti járművek villamos energiaellátása, több áramnemes mozdonyok és motorvonatok. Jellegzetes mozdonytípusok villamos hajtásainak és fejlesztési irányainak ismertetése. Villamos mozdonyok menet és féküzemi szabályozása. Városi villamosok, trolibuszok, metrók villamos energiaellátása és szabályozott

villamos hajtásai. Jellegzetes járműtípusok és fejlesztési irányok ismertetése. Villamos és hibrid autók villamos felépítése, energiaellátása és villamos hajtásai, fejlesztési irányai. Drótkötélpályák, siklóvasutak, felvonók hajtásai. Különleges járművek, lineárismotoros és lebegtetett járművek. Járművek védelmi és forgalombiztonsági berendezései. Forgalmirányítás és vasútbiztosítás. Járművek legfontosabb segédüzemi berendezései. A jövő villamos járművei.

Villamos gépek és hajtások labor I.

([VIVEM264](#), 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A laboratórium célja a specializáció tantárgyaihoz kapcsolódva a tananyag elmélyítése, gyakorlati vonatkozásainak bemutatása, laboratóriumi mérések keretében.

Rövid tematika: Villamosgépek rezgés- és zajdiagnosztikája. Egyenáramú szaggatóról táplált egyenáramú hajtás vizsgálata. Mezőorientált szabályozású frekvenciaváltós aszinkrongépes hajtás. Mezőorientált szabályozású állandómágneses szinkrongépes hajtás. Villamos forgógépek szigetelésének diagnosztikája. Részletörések vizsgálata. Villamos berendezések EMC vizsgálata.

Villamos gépek és hajtások labor II.

([VIVEM319](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A laboratórium célja a specializáció tantárgyaihoz kapcsolódva a tananyag elmélyítése, gyakorlati vonatkozásainak bemutatása, laboratóriumi mérések keretében.

A tantárgy rövid tematikája: Magas hőmérsékletű szupravezető (MHS) felmágnesezése. MHS zárlati áramkorlátozó. MHS csapágyazású energiatároló lendkerék. Tüzelőanyag-cella és fényvillamos generátor vizsgálata. Soros gerjesztésű kommutátoros egyenáramú gépes járműhajtás. Kefenélküli állandómágneses járműhajtás. Kalickás forgórészű aszinkronmotoros járműhajtás.

Önálló laboratórium 1

([VIVEM819](#), 1. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, VET)

Önálló laboratórium 2

([VIVEM869](#), 2. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, VET)

Specializációhoz kötődő, adott választékból a hallgató által választott témán végzett önálló munka. A tantárgy két féléve során a hallgatók egy komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként egy önálló műszaki alkotás jön létre. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Tematikáját tekintve valamennyi specializációra azonos, generikus adatlappal rendelkező tantárgy.

Diplomatervezés 1

([VIVEM919](#), 3. szemeszter, 0/5/0/f/10 kredit, VET)

Diplomatervezés 2

([VIVEM969](#), 4. szemeszter, 0/10/0/f/20 kredit, VET)

A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.

Az első félév programja irodalomkutató, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás. A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.

V.11 Villamosenergia-rendszerek specializáció (VET)

1. A specializáció megnevezése: Villamosenergia-rendszerek (VER)

(Advanced Electric Power Systems)

2. MSc szak : villamosmérnöki

3. A specializációfelelős tanszék: Villamos Energetika Tanszék (VET)

4. A specializációfelelős oktató: Dr. Dán András egyetemi tanár

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

A specializáció a Tanszék alkalmazásorientált oktatási és kutatási tevékenységére támaszkodva lehetőséget teremt a villamosenergia-rendszer tervezésével, üzemeltetésével, szabályozási- és irányítási rendszereivel, a hagyományos és megújuló energiák rendszerbe illesztésével kapcsolatos energetikai technológiák és vizsgálati módszerek modern ismeretanyagának elsajátítására és biztos alapot nyújt a jövő kihívásainak is megfelelni képes mérnöki tudás megszerzéséhez.

A specializáció célja: A villamosenergia-technológia trendek megértéséhez nélkülözhetetlen rendszerszemlélet elsajátítása, a technológiához kapcsolódó fizikai jelenségek és folyamatok elméleti hátterének megértése, a folyamatok befolyásolására alkalmas eszközök megismerése, az ismeretek alkalmazása a számítógéppel támogatott tervezésben, a hatékony és biztonságos üzemeltetésben.

6. A megszerezhető kompetenciák:

Villamosenergia-rendszer üzeme, irányítása, modellezése, szoftver alkalmazások. Elektromágneses és elektromechanikai transziensek. Villamos kapcsoló készülékek és berendezések. Rendszerbiztonság, villamos energia minőség, EMC. Harmonikus források identifikációja, harmonikusok szűrése. Intelligens védelmi rendszerek és irányítástechnika. Szimuláció, szakértői rendszerek alkalmazása.

A tantárgyak listája:

Tantárgy neve	Tantárgykód
VER villamos készülékei és berendezései	VIVEM177
Hálózati áramellátás és feszültségminőség	VIVEM178
Hálózati transziensek	VIVEM176
Villamosenergia-rendszer üzeme és irányítása	VIVEM265
Védelmek és automatikák	VIVEM266
Villamosenergia-rendszerek labor I.	VIVEM267
Villamosenergia-rendszerek labor II.	VIVEM318
Önálló laboratórium 1	VIVEM820
Önálló laboratórium 2	VIVEM870
Diplomatervezés 1	VIVEM920
Diplomatervezés 2	VIVEM970

VER villamos készülékei és berendezései

([VIVEM177](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A villamosenergia-rendszerben alkalmazott nagy- közép és kisméretű kapcsolókészülékek és kapcsolóberendezések szerkezeti felépítésének és üzemének (működésének, méretezésének, kiválasztásának, rendszereinek) elméleti és gyakorlati elsajátítása.

Rövid tematika: A villamos kapcsolókészülékek, kapcsoló-berendezések és alállomások szerepe a villamosenergia-rendszerben. A kapcsolókészülékek kiválasztásának és a kapcsoló-berendezések tervezésének általános irányelvei. Egyen- és váltakozó-áramú be- és kikapcsolási (ívmegegyezéses) jelenségek. A kapcsolókészülékek elemei (elektromágnesesek, ívoldó szerkezetek, érintkezők, ikerfémes működtetők, zárószervezetek). Relék és kioldók. Nagy- és közepfeszültségű SF6-gázos és

vákuummegszakítók. Kisfeszültségű általános rendeltetésű, áramkorlátozó és egyenáramú gyorsmegszakítók. Kis- és középfeszültségű olvadó biztosítók. Kisfeszültségű mechanikus érintkezőjű és félvezetős kapcsolók, kontaktorok. Túlfeszültségvédelmi eszközök. Szakaszolók, szakaszoló jellegű és egyéb készülékkombinációk. Szabadtéri és tokozott kapcsoló-berendezések.

Hálózati áramellátás és feszültségminőség

([VIVEM178](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: Átfogó és rendszerezett ismeretek nyújtása az alábbi területeken: Elosztóhálózatok kialakítása, termelők és fogyasztók hálózati csatlakozása, a hálózat üzeme, gyors feszültségszabályozás, zárlatkorlátozás. Az áramellátás minősége, a folytonosságot támogató eszközök. Hálózati eredetű zavarok, fogyasztók hálózati visszahatása. Felharmonikusok keletkezése, identifikációja, számítása és szűrése. Fogyasztók vezérlése. Hálózati csatlakozás tervezése.

Rövid tematika: Középfeszültségű hálózatok felépítése. Feszültségszabályozás, zárlatkorlátozás. A feszültség szabályozás eszközei. Gyors feszültségszabályozók. Kisfeszültségű hálózatok felépítése és feszültségszabályozása. A hálózati áramellátás minőségi kérdései, folytonossága. A folytonosságot biztosító lehetőségek, eszközök. (Átkapcsolók, szünetmentes tápok). Az aszimmetria. Definíció, keletkezés, terjedés, összegződés, csökkentési módszerek. Az aszimmetria mérése, megengedhető értéke. A villogás (flicker). Definíció, keletkezés, terjedés, csökkentő módszerek. A flicker mérése, megengedhető értéke a különböző feszültség szinteken. Felharmonikusok definíciója, keletkezése, terjedése. Csökkentési módszerek. Passzív és aktív felharmonikus szűrés. A hálózat harmonikus mérési ponti impedanciája (definíció, mérés.) Felharmonikusok mérése, szimmetrikus összetevői, teljesítmények közbenső harmonikusok definíciója, keletkezése, terjedése, mérése.

Hálózati tranziensek

([VIVEM176](#), 1. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A villamosenergia-rendszerben lezajló elektromágneses tranziens folyamatokat kiváltó okoknak, a folyamatok fizikájának és a tranziensek következményeinek, a tranziensek szimulációjára, illetve az egyszerűsített fizikai kép kialakítására alkalmas módszereknek a megismertetése a hallgatókkal. A tantárgy anyaga elsősorban a hálózat rendellenes üzemi állapotok, zárlatok, túlfeszültségek elleni védelmének kialakításához, a rendszer egyes korszerű megoldásai működésének mélyebb megértéséhez kíván segítséget nyújtani.

Rövid tematika: A tranziensek helye és jelentősége a mérnöki gyakorlatban. Egyetlen vezetőből és földből álló, ideális vezetéken lezajló hullámfolyamatok (hullámterjedés, sorozatos reflexiók) törvényszerűségei. Bonyolult tranziensek egyszerű áttekintésére szolgáló referencia áramkörök kialakítása és használata. A veszteségek hatása a hullámterjedésre. A hullámterjedés fizikája reális (többvezetős, veszteséges) vezetékekben. Sorozatos reflexiók eredményeképpen kialakuló tranziensek reális vezetékeket és koncentrált komponenseket egyaránt tartalmazó hálózatban. Egy- és háromfázisú automatikus visszakapcsolás során fellépő, fontosabb tranziensek, a megszakítók vezérelt működtetése. Tekercselésekben (transzformátorokban, forgógépekben) lejátszódó elektromágneses tranziensek. A hálózat csillagpontja földelési módjának megválasztását befolyásoló tranziensek.

Villamosenergia-rendszer üzeme és irányítása

([VIVEM265](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A villamosenergia-rendszer kialakításának, működésének és irányításának megértéséhez szükséges rendszerszemlélet elsajátítása, a kapcsolódó fizikai jelenségek és folyamatok elméleti hátterének megértése, a folyamatok befolyásolására alkalmas eszközök megismerése, az ismeretek alkalmazása a számítógéppel támogatott tervezésben, irányításban és a biztonságos üzemeltetésben.

Rövid tematika: Villamosenergia-rendszerek (VER) jellemzői, együttműködő rendszerek, üzemi követelmények, rendszerállapotok, fogyasztói terhelések, villamosenergia-kereskedelem. Teljesítmény-egyensúly, a P-f szabályozás alapelvei, módszerei, szabályozás együttműködő rendszerekben, szabályozási tartalékok, a frekvenciaváltozás dinamikája, fogyasztói korlátozás. A VER meddőteljesítmény egyensúlya, meddőteljesítmény áramlások, az U-Q szabályozás alapelvei, eszközei, módszerei. A teljesítményátvitel korlátai, feszültség- és szinkronstabilitás, nagyfeszültségű egyenáramú átvitel. Szinkrongenerátor jelleggörbék, paraméterek és modellek állandósult üzemben, tartós terhelhetőség, generátor hálózati üzeme, erőművi gyűjtősin U-Q szabályozása. Generátor villamos tranziensek, elektromechanikai lengések, a stabilitás energetikája, gerjesztés-szabályozás, lengéscsillapítás, stabilitásmentés. Állomások kapcsolástechnikai kialakítása. Hálózattervezés. A VER irányítás struktúrája, felügyeleti és informatikai rendszere, üzemvitel, üzemviteli tervek.

Védelmek és automatikák

([VIVEM266](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy ismerteti a VER nagyfeszültségű hálózatán, az erőművekben, az ipari és kommunális hálózaton fellépő meghibásodások hátrítására szolgáló védelmek elveit, beállításait, különböző generációit, EMC követelményeit, a rendszerirányítással kommunikálni képes intelligens védelmekkel bezárólag, megismerteti a VER megbízható működését fenntartó üzemviteli és üzemzavar elhárító automatikák feladatait és kialakítását.

Rövid tematika: Üzemzavarok, védelmi feladatok és alapelvek. Védelmekkel és védelmi rendszerekkel szemben támasztott követelmények Védelmi stratégia. Védelmek fejlődésének generációi. Védelmi rendszer tervezésének jellemző fázisai. Védelmi tartalékolás, logikai feladat-meghatározás. Alapvédelem, távoli és közeli tartalékvédelem. Megszakító-beragadási védelem. Üzemviteli és üzemzavari automatikák fajtái, feladatai, főbb tulajdonságai. feladat, működést kiváltó okok, működés hatása. Mérőváltók. Áramváltók méretezése védelmek táplálására. Zárati teljesítményirány érzékelés célja, alkalmazási területe. Megoldások elektronikus és digitális védelmeknél. Analóg és numerikus védelmek kialakítása. Differenciál elvű védelmek Távolsági védelem . Túláramvédelem. Alállomási elektromágneses zavarok (EMI), a zavarok frekvenciatartomány szerinti elhelyezkedése, zavarok terjedése. Védelmek EMC követelményei és vizsgálata, alállomási környezetek és jelvezetékek osztályozása. Zavartűrés vizsgálat jelei, vizsgálati összeállítás, megfelelőség. Intelligens és adaptív védelmi és irányítási rendszerek. Digitális elvű védelmek, védelmi algoritmusok, architektúra, kommunikáció az alállomási irányítási rendszerrel. Védelmi alkalmazási gyakorlatok: a 120 kV-tól 0,4 kV-ig terjedő feszültség szintek üzemzavari viszonyainak analizálása, védelmének, azok felépítésének és beállításának ismertetése, alkalmazási példákon való bemutatása. Elosztó hálózatok automatikái.

Villamosenergia-rendszerek labor I.

([VIVEM267](#), 2. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A laboratórium célja a specializáció tantárgyaihoz kapcsolódva a tananyag elmélyítése, gyakorlati vonatkozásainak bemutatása, labormérések és szimulációk keretében. A félévi óraszám keretben az alább részletezett 4 órás foglalkozásokra kerül sor.

Rövid tematika: Teljesítményáramlás (számítógépi modell), Generátorok lengései, Motorvédelem, Kisfeszültségű kapcsolókészülékek vizsgálata, ETIVA + digitális túláramvédelem, ETV + digitális távolsági védelem, Differenciál védelmek.

Villamosenergia-rendszerek labor II.

([VIVEM318](#), 3. szemeszter, 0/0/3/f/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A laboratórium célja a specializáció tantárgyaihoz kapcsolódva a tananyag elmélyítése, gyakorlati vonatkozásainak bemutatása, labormérések és szimulációk keretében. A félévi óraszám keretben az alább részletezett 4 órás foglalkozásokra kerül sor.

Rövid tematika: Kapcsolási tranziensek vizsgálata TNA-n, Túlfeszültség védelem, Transzformátor bekapcsolási tranziensei, Áramirányítók hálózati visszahatásai + villamosenergia minőségi mutatók, Diszpécseri tréning-szimulátor + toleráns védelmi kiértékelés, Szekunder mérőváltók vizsgálata.

Önálló laboratórium 1

([VIVEM820](#), 1. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, VET)

Önálló laboratórium 2

([VIVEM870](#), 2. szemeszter, 0/0/5/f/5 kredit, VET)

Specializációhoz kötődő, adott választékból a hallgató által választott témán végzett önálló munka. A tantárgy két féléve során a hallgatók egy komplex mérnöki feladatot oldanak meg, amelynek eredményeként egy önálló műszaki alkotás jön létre. Ennek során a mérnöki munka minden lényeges fázisával megismerkednek, és az egyes részfeladatokat a lehető legnagyobb mértékben önállóan végzik el. Tematikáját tekintve valamennyi specializációra azonos, generikus adatlappal rendelkező tantárgy.

Diplomatervezés 1

([VIVEM920](#), 3. szemeszter, 0/5/0/f/10 kredit, VET)

Diplomatervezés 2

([VIVEM970](#), 4. szemeszter, 0/10/0/f/20 kredit, VET)

A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni.

Az első félév programja irodalomkutatás, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás. A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.

VI. Szakmai törzsanyag kötelezően választható ismeretei

A szakmai törzsanyag kötelezően választható ismereteit a hallgatók 4 nagy tantárgycsoportból választhatják:

- (1) **A specializációismeretek elmélyítését szolgáló tantárgyak** elsősorban egy adott specializációhoz kapcsolódnak és az abban szereplő specializáció-tantárgyakhoz adnak további kiegészítő, a szakmai tudást elmélyítő ismereteket.
- (2) **A mellékspecializációk** olyan tantárgyhármasokat tartalmaznak, melyek – általában tematikailag egymásra épülve – egy specializációnál kisebb önálló szakmai terület ismereteit ölelik fel. A mellékspecializáció neve utal a szakmai terület ismeretanyagának jellegére. A tantárgyak tematikáinak egymásra épülése miatt a mellékspecializáció-tantárgyak előírhatják tanulmányi előfeltételként saját csoportjukban az őket megelőző tantárgy-társaikat.
- (3) **A szakmai ismeretbővítő tantárgyak** szintén a szakmai ismeretanyag bővítését szolgálják, azonban nem kapcsolódnak egyetlen konkrét specializációhoz és nem alkotnak egymásra épülő tantárgycsoportokat. Az itt szereplő tantárgyak hasznosak lehetnek akár több specializáció hallgatói számára is kiegészítő vagy a tudásukat elmélyítő ismeretek megszerzésére, és egymástól teljesen függetlenül is választhatók. Ebben a tantárgycsoportban a hallgatók kizárólag a saját szakjuk (mérnökinformatikus vagy villamosmérnöki szak) számára meghirdetett ismeretbővítő tantárgylistából választhatnak tantárgyat specializációbesorolásuktól függetlenül.
- (4) A szakmai törzsanyag kötelezően választható tantárgyaként a hallgatók felvehetik a BME villamosmérnöki MSc szak számára meghirdetett valamennyi specializáció-tantárgyat is – saját (kötelezően hallgatandó) specializáció-tantárgyaik és a specializáció laboratórium tantárgyak kivételével. A tantárgy felvételének feltétele, hogy azt a tantárgyak órarendi elhelyezkedése lehetővé tegye, amit a Kar nem minden esetben tud garantálni.

A tantárgyválasztás általános szabálya a következő: bármely, ebben a tantárgycsoportban meghirdetett tantárgy egyenként is felvehető, a hallgatók szabadon válogathatnak az ebbe a csoportba meghirdetett (valamint a saját szakjukhoz, de nem a saját specializációjukhoz tartozó) tantárgyak között. A specializáció ismeretek elmélyítését szolgáló és a mellékspecializáció-tantárgyak a tematikák egymásra épülése miatt előírhatják előtanulmányi előfeltételként saját specializációjuk (specializáció ismeretek elmélyítő tantárgyai), vagy tantárgyhármasuk (mellékspecializáció-tantárgyak) egyes tantárgyait.

VI.1 Specializáció ismeretek elmélyítését szolgáló tantárgyak

VI.1.1 Beágyazott információs rendszerek specializáció (MIT)

Digitális szűrők

([VIMIM278](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT - elágazó)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy időinvariáns, lineáris diszkrét idejű szűrők analízisével, tervezésével és megvalósításával foglalkozik. A tantárgy célja, hogy időkeretéhez képest a témakör legrészletesebb bemutatását adja a matematikai alapoktól a programozási módszerekig. Bár a digitális szűrők megismeréséhez elengedhetetlen az elmélet alapos áttekintése, cél a gyakorlati életben is használható tudás átadása: az analízis és a szintézis MATLAB-szintű támogatásának bemutatása, valamint a megvalósítás jelfeldolgozó processzor alapú támogatásának megismertetése.

Rövid tematika: *Digitális szűrési feladatok.* A digitális szűrés helye, szerepe információfeldolgozó rendszerekben. *Analízis- és szintézismódszerek.* Amplitúdó- és fáziskarakterisztika meghatározása. Érzékenység-vizsgálat. Zajelemzés. Lineáris hálózatok szintézise. *IIR szűrők tervezése.* Klasszikus approximációtípusok, frekvencia-transzformációk. Tervezési módszerek. *FIR-szűrők tervezése.* Lineáris fázisú FIR-szűrők szerepe. Tervezési módszerek. A fókusz becslése. *Különleges digitális szűrők.* Hilbert-transzformátorok, Gauss-szűrők. Nemlineáris szűrők, mediánszűrők. *Megvalósítási lehetőségek.* A digitális megvalósítás problémái. Digitális szűrés általános processzorokban és jelfeldolgozó processzorokban. Számításgény. A jelfeldolgozó processzorok adta támogatás bemutatása. Programszervezés. Hatékony off-line és on-line eljárások. *FIR-szűrők megvalósítása. IIR-szűrők megvalósítása.* Kedvező struktúrák. Az egyes fejezetek bemutatják az adott feladatok megoldásánál alkalmazható MATLAB- és DSP eszközöket is.

Beágyazott rendszerek illesztése információs rendszerekhez

([VIMIM343](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT - elágazó)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a beágyazott rendszerek információs rendszerekbe történő integrálása során alkalmazandó technológiák ismertetését tűzi ki célul. Az integrálhatósághoz a beágyazott rendszereknek rendelkezniük kell szabványos illesztési felületekkel, interfészekkel. Ennek megfelelően a tantárgy részletesen bemutatja a beágyazott rendszerek modern kommunikációs interfészeinek tulajdonságait, hardver és szoftver felépítésüket, implementációs kérdéseiket, és a felmerülő erőforrás igényeket.

Rövid tematika: A beágyazott rendszerek kommunikációjának kapcsolata a számítógép hálózatok gyakorlatával és elméletével. Réteges felépítés szükségessége. A számítógép hálózatok öt rétegű referencia modellje, hardver és szoftver komponensek szerepe a rétegekben, szabványosítás és szabványosság fontossága. Az USB és a TCP/IP rétegszerkezete. A fizikai réteg, különös tekintettel a beágyazott alkalmazásból eredő speciális követelményekre (villamos, fizikai és kémia hatások). Az adatkapcsolati réteg, real-time követelmények és a közeg-hozzáférési alréteg viszonya az adatkapcsolati rétegben (USB, Firewire és Ethernet esetén példákkal). Hálózati és szállítási réteg (TCP/IP). Standard TCP/IP protokoll implementációk erőforrás szegény rendszerekben (8 bites mikrovezérlő, vagy 16/32 bites kevés adat- és programmemóriával), erőforrás optimalizált TCP/IP protokoll implementációk, mint pl. LightweightIP. Az alkalmazási réteg, alkalmazási réteg architektúrák (publish-subscribe, polling, broadcast/multicast) és protokollok (CORBA, DCOM, HTTP, XML, WEB services, SNMP, FTP). Adatgyűjtő és beavatkozó szerepű információs rendszerek felépítése. Átjárók különböző kommunikációs technológiák között. Adatkonzolidálás, adattárolás, feldolgozás, megjelenítés lehetőségei és komponensei az információs rendszerben. A rendszer menedzsmentjének támogatása, menedzsment funkciók. Megbízhatóság és biztonság.

Nagyteljesítményű mikrovezérlők ([VIMIM342](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése, hogy alapfokú beágyazott rendszeres ismeretekkel rendelkező hallgatók tudását kiegészítse a modern nagyteljesítményű mikrovezérlős rendszerek felhasználásához, megértéséhez szükséges ismeretekkel. A tantárgy bemutatja a 32 bites architektúrákon alapuló, valamint a többprocesszoros mikrovezérlők működését, tartalmazza az ezekkel való tervezéshez és fejlesztéshez szükséges hardver és szoftver ismereteket, illetve az elengedhetetlen tesztelési és hibakeresési technológiákat.

Rövid tematika: Piaci trendek. A nagyteljesítményű mikrovezérlő hardver blokkjai. A legelterjedtebb 32 bites processzor magok. Az ARM7-es, és ARM9-es architektúra bemutatása. A System control blokk bemutatása. A külső memóriák típusai és illesztési módjuk. A megszakítás kezelő blokk működése. A hagyományos mikrovezérlős perifériák (Timer-ek, Realtime clock, UART, I2C, SPI, AD/DA átalakítók). A modern perifériák bemutatása (USB, Ethernet controller, Flash kártya interfészek, ezek konfigurálása, DMA kezelés). A beágyazott szoftverek fejlesztési lépéseinek és eszközeinek áttekintése. Hibakeresés és tesztelés. A beágyazott operációs rendszerek áttekintése. Az eCos (Embedded Configurable Operation System) és változatai.

Autóipari beágyazott rendszerek ([VIMIM344](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy széles körű áttekintést nyújtson a személyautókban és haszongépjárművekben alkalmazott beágyazott rendszerekről: az elektronikai, kommunikációs és szoftvereszközökről, továbbá megismertesse a hallgatókat a szoftverfejlesztés, tesztelés alapjaival, sajátosságaival. A tantárgyban szerzett átfogó ismeretanyag egyrészt segíti az általános tájékozódást, másrészt az autóiparban történő elhelyezkedés esetén a gyorsabb beilleszkedést.

Rövid tematika: Gépjárművek áttekintése „beágyazott” szempontból. Gépjárművek szenzorai, beavatkozási. Beágyazott rendszerek feldolgozó egységei (mikrovezérlők, DSP-k, FPGA-k). A mai gépjárművekben működő mikrovezérlők speciális hálózatai: CAN, LIN, FlexRay, MOST. A motordiagnosztika és szervizelés interfésze: OBD II. Az autóipari beágyazott rendszerekre történő szoftverfejlesztés és a normál PC-s szoftverfejlesztés különbözőségei. Az autóiparra jellemző speciális megbízhatósági követelmények. MISRA (Motor Industry Software Reliability Association) ajánlások. Szoftverek tesztelése, a tesztelés teljességének bizonyítására (code-coverage). Automatikus kódgenerálás, verziókövetés (CVS, Concurrent Versions System), automatikus dokumentálás.

VI.1.2 Elektronikai technológia és minőségbiztosítás specializáció (ETT)

Elektronikai gyártórendszerek ([VIETM279](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése, hogy a hallgatókat megismertesse az elektronikai alkatrészeket, berendezéseket gyártó üzemek jellegzetes gyártó-, ellenőrző- és kiszolgáló berendezéseivel; a gyártósorok kialakításának elveivel; az egyes berendezések működésének sajátosságaival; gazdaságosságának kérdéseivel.

Rövid tematika: Az alkatrészgyártó, áramköri hordozó előállító és szerelő üzemek jellegzetességei. Mechanikai technológiák, az elektronikai gyártásban használt CNC berendezések. Fizikai technológiák berendezései. Vákuumrendszerek felépítése és működése. Vastagrétegek kialakításának módszerei és eszközei. Kerámia technológiai berendezések. Megmunkáló lézerek. A kémiai és elektrokémiai technológiák gyártóeszközei. Jellegzetes elektronikai szerelő berendezések és szerelő-sorok. Helyezési műveletek szerelő robotokkal. Alkatrészek rendezésének, tárazásának módszerei és eszközei. Kötési eljárások és berendezések. Az anyagok, részegységek és végtermékek azonosító jelölése. A bevonás,

burkolás, tokozás technológiái és eszközei. A gyártórendszerekkel szembeni környezeti követelmények. Ellenőrző eljárások és berendezéseik.

Készülékek és részegységek tervezése

([VIETM346](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése: A funkcionálisan és elektronikai szempontból definiált részegységek számítógépes tervező rendszereinek ismertetése, a tervezést befolyásoló gyárthatósági, tesztelhetőségi, zavarvédelmi, termikus védelmi, biztonságtechnikai szempontok tárgyalása

Rövid tematika: Nyomatott huzalozású hordozók, aktív és passzív integrált hálózatok tervezése. Elektronikai tervezőrendszerek (pl. Orcad, Allegro, Mentor) felépítése és funkciói, fontosabb tervezési algoritmusok. Gyárthatóságra, tesztelhetőségre tervezés, szimulációk. Nagy elemsűrűségű, nagysebességű moduláramkörök és rendszerek tervezése és szimulációja. Két és háromdimenziós szerelési technológiák. Készülékek és rendszerek számítógépes tervező és szimulációs rendszerei (pl. Autocad, Omega+). Elektronikus készülékek és rendszerek elektromos és szerkezeti tervezése. Az elektromos és termikus szimuláció szerepe a tervezésben. Ergonómiai, hőtani, elektromágneses zavarvédelmi, biztonságtechnikai, megbízhatósági tervezés. Üzemeltetés, karbantartás, szerviz. A tervezés és gyártás minőségbiztosítási kérdései.

Elektronikai lézertechnológia

([VIETM345](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, ETT)

A tantárgy célkitűzése, hogy bemutassa a lézerek működésének alapjait, konstrukciójukat és technológiai felhasználásuk lehetőségeit; a lézerefény kölcsönhatását az elektronikai termékek anyagaival; a lézeres anyagmegmunkálás folyamatait; a lézeres és hagyományos anyagmegmunkálási technológiák összehasonlítását.

Rövid tematika: A lézerek fizikai alapjai, felépítése, működése. Szilárdtest és gázlézerek, rezonátortípusok, gerjesztési módszerek. Működési üzemmódok, Q-kapcsolás (akusztó- és elektro-optikai). Az anyagmegmunkálás, az abláció alapjai és hatásmechanizmusa áramköri hordozók és alkatrészek anyagaiban, a hullámhossz kiemelt szerepe. Nagyfelbontású anyageltávolítás pirolitikus és fotolitikus hatással. Az impulzushossz szerepe a hőterhelt zónák csökkentésében, piko- és femto-szekundumos lézerimpulzusok. Lézerrel megmunkálható és lézeres strukturálásra kifejlesztett anyagok az elektronikai technológiában. Az ipari lézerek általános felhasználási lehetőségei a hordozótechnológiában: fúrás, direkt és indirekt ábrakialakítás, strukturálás, gravírozás, forrasztás. Ellenállások értékbeállítása. Forraszpasztá stencilek készítése. Lézeralkalmazási kitekintés: lézeres vágás, hegesztés, orvosi lézerek, mérés-technika.

VI.1.3 Infokommunikációs rendszerek specializáció (TMIT)

Információ- és hálózatbiztonság

([VITMM280](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja átfogó elméleti és gyakorlati ismereteket nyújtani napjaink információ- és hálózatbiztonsága körében. A tantárgy bemutatja azon eszközök, módszerek, algoritmusok elméletét és gyakorlatát, amelyek segítségével az információ és annak hálózatos megosztása biztonságossá válik.

Rövid tematika: Információ célok és fogalmak. Fenyegetések vizsgálatának módszerei. Szimmetrikus kulcsú titkosítás (DES, AES, RC4), aszimmetrikus kulcsú titkosítás (RSA, EC). Hash függvények (MD5, SHA1). Digitális aláírás. Kulcs-csere, kulcs-csere protokollok. Kommunikáció védelme: IPSec (AH, ESP), TLS/SSL, SSH. Levelezés titkosítása és hitelesítése. Hálózatok védelme: tűzfalak, tűzfal architektúrák,

NAT, mézesmadzag, behatolás-jelző rendszerek (IDS). Vezeték nélküli hálózatokban alkalmazott biztonsági architektúrák és protokollok: WEP, WPA és 802.11i protokollok.

Optikai hálózatok

([VITMM347](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése, hogy a hallgatók részletesen megismerjék a fényvezető gerinc-, aggregációs és szélessávú hozzáférési hálózatok felépítését, berendezéseit, működését és migrációs stratégiáit. A tantárgy részletesen tárgyalja az IOverWDM átvitel megvalósításának lehetőségeit, a tisztán optikai hálózatok felépítését, jellemzőit.

Rövid tematika: A fényvezetős összeköttetések felépítése, jellemzői. Hullámhossz-osztású (WDM) rendszerek felépítése. Pont-pont rendszerek, transzponderek, CWDM, és DWDM rendszerek. A Szinkron Digitális Hierarchia, az Optikai Transzport Hálózat és az 1 és 10 Gbit/s-es Ethernet optikai rétegének felépítése, jellemzői ITU ajánlások és IEEE szabványok. Szabványosított optikai adó/vevő modulok. Optikai kapcsolórendszerek és optikai leágazó multiplexerek architektúrák. Optikai kapcsoló típusok, blokkolásmentes kapcsolórendszer architektúrák, broadcast-and-select és a hullámhossz szelektív berendezések. Hullámhossz-multicast. Optikai jelkezelési módszerek és építőelemek. Ultragyors kapcsolók, nemlineáris optikai elemek, optikai jelregenerátorok, optikai időzítés, optikai bufferek. Optikai és elektronikus diszperzió kompenzátorok. Tisztán optikai hálózatok jellemzői, elemei, optikai szintű tervezése. Intelligens optikai hálózati rendszerek. Az Automatikusan Kapcsolt Optikai Hálózat és az Általánosított MPLS hálózatok architektúrája, szolgáltatásai. Az optikai vezérlőszék szerepe és protokolljai. Optikai virtuális hálózatok. Fényvezetős szélessávú hozzáférési hálózati rendszerek. Passzív optikai hálózati rendszerek működési elve, hálózati elemei. Perspektívikus rendszerek: Optikai időosztásos és kódosztásos rendszerek. Fázismodulált optikai átvitel. Optikai csomagkapcsolás.

Szenzorhálózatok és alkalmazások

([VITMM348](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT - elágazó)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy betekintést nyújt a vezeték nélküli szenzorhálózatok szerteágazó témakörébe. Tárgyalja a – tipikusan – szerény erőforrásokkal rendelkező eszközökkel való adatgyűjtés, adatfeldolgozás és (ad-hoc) hálózati kommunikáció problémakörét, valamint ismerteti a szükséges middleware szolgáltatásokat. Kiemelt alkalmazási területként megismerteti a hallgatókat az intelligens közlekedési rendszerek alapjaival.

Rövid tematika: Tipikus szenzorhálózati alkalmazási területek (egészségügy, mérnöki alkalmazások, környezetvédelem, honvédelem, intelligens otthon, stb.) Intelligens szenzorok hardver és szoftver architektúrái. A TinyOS. Kommunikációs protokollok: alvás-ébrenlét ütemezése, idő szinkronizálás, közeghozzáférés vezérlése (szenzor-MAC), energia- és helytudatos útvonalválasztás, klaszterképzés. Egy- és többugrásos kommunikáció, energiatakarékosság. Esemény-, idő- és lekérdezés alapú vezérlés. Mobilitás és helymeghatározás szenzorhálózatokban. Szenzorhálózatok modellezése, szimulációs eszközök (tossim, autós forgalom-szimulátorok). Alkalmazási példák: közlekedési információs rendszerek, intelligens tömegközlekedés, közlekedés menedzsment. Szabványosítási kérdések (IEEE 802.15.4, ZigBee).

Infokommunikációs rendszerek teljesítményelemzése

([VITMM325](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT – elágazó/PhD előkészítő)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja megismertetni azokat a modern elemzési technikákat a szükséges elméleti háttérrel együtt, melyekkel a modern infokommunikációs hálózatok tervezése végrehajtható. A tantárgyban nagy hangsúlyt kap a módszerek gyakorlati alkalmazhatósága is. A tantárgy erős alapozást kíván adni az infokommunikációs területen tovább tanulni és kutatni kívánó hallgatók

majdani doktoranduszi kutatási tevékenységéhez, így a példák és esettanulmányok a legújabb és legizgalmasabb nemzetközi kutatási témák alapján kerülnek kiválasztásra.

Rövid tematika: Forgalommodellezés és a teljesítményanalízis alapjai, forgalom fraktális leírása, forgalmi mérések tervezése és statisztikai elemzése, szimulációs módszerek a teljesítményelemzésben. Túlméretezés és menedzselt sávszélesség, streaming és elasztikus forgalmak jellemzői, forgalomszabályozás, csomag és burst szintű torlódás, kapcsolat-felépítési mechanizmusok (CAC) és forgalmi méretezés. Az internetes alkalmazások forgalmának mérése és modellezése: web, P2P, gaming, VoIP, stb. Peer-to-peer alkalmazások forgalmának identifikációja, játékforgalom vizsgálata, VoIP forgalom elemzése. A TCP/IP protokollcsalád teljesítményelemzése: mérés, metrikák és fairness vizsgálat; TCP modellezése és teljesítményelemzése; adaptív sormenedzsment eljárások (AQM) elemzése; nagysebességű TCP verziók. A következő generációs Internet tervezési kérdései.

VI.2 Mellékspecializáció tantárgyak

VI.2.1 Akusztika-hangtechnika mellékspecializáció (HIT)

1. A mellékspecializáció megnevezése: Akusztika-hangtechnika

(Acoustical Engineering)

2. MSc szak:

villamosmérnöki

3. A specializációfelelős tanszék:

Híradástechnika Tanszék

4. A specializációfelelős oktató:

Dr. Augusztinovicz Fülöp egyetemi docens

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei: A mellékspecializáció a műszaki akusztika alapfogalmaival és a professzionális és fogyasztói hangtechnika részterületeivel kapcsolatos ismereteket kívánja átadni a téma iránt érdeklődő hallgatóknak. A tantárgyhármaszt elsősorban a Média-technológiák és -kommunikáció specializáció hallgatóinak ajánljuk, de felvehetik más specializációk hallgatói is. Az első félévben a hangok keletkezésének és terjedésének fizikai és műszaki alapjaival, a hangtechnika legfontosabb eszközeinek működési elveivel és jellemzőivel kapcsolatos alapismeretek állnak a középpontban. A második félévben az akusztikai mérés technika, illetve a korszerű hangtechnika képezi az oktatás súlypontját. Az előadásokat tantermi gyakorlatok és laboratóriumi demonstrációk egészítik ki, és a témakörhöz kapcsolódó további szabadon választható tantárgyak nyújtanak lehetőséget arra, hogy a hallgatók a professzionális hangstúdiók berendezéseivel és működtetésével, a teremakusztika és a számítógépes akusztikai tervezés elemeit is megismerjék.

6. A megszerezhető kompetenciák:

A mellékspecializáció kompetenciákat biztosít a műszaki akusztika és a hangtechnika eszköztárának megismeréséhez, ezek működtetéséhez és fejlesztéséhez, valamint az akusztikai tervezés alapelemeinek megismeréséhez. A hallgatók ezen ismeretek birtokában rádió-, televízió- és hangstúdiókban, valamint akusztikai, zaj- és rezgésvédelmi kutatóhelyeken, szakértő- és mérnökirodákban hasznosítható ismereteket szerezhhetnek.

Mérnöki akusztika

([VIHIM226](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célkitűzése az akusztika, ezen belül különösen a műszaki akusztika alapfogalmainak és ezek összefüggéseinek megismertetése, az akusztikai rendszerekben lejátszódó folyamatok bemutatása és a gyakorlati alkalmazásokhoz, tervezési tevékenységhez szükséges alapismeretek átadása. Az oktatott témakörök súlypontja a hangtechnika, ezen belül az akusztikai átalakítók ismertetése, ezek analízise és szintézise. A tárgyalás a hangkeltés és hangfelvétel-hangrögzítés fizikai alapjai és műszaki alkalmazása mellett érinti a teremakusztika, valamint a levegőben és szilárd testekben terjedő hangok elleni védelem kérdéskörét is, és alapokat nyújt az akusztikai mérés technikát és a hangfelvételi technikákat ismertető két mellékspecializáció-tantárgy elsajátításához.

Rövid tematika: Hangtani alapfogalmak, logaritmikus mennyiségek (dB-fogalom és alkalmazásai). A hangtér hullámegyenlete és megoldásai: sík- és gömbhullámú hangtér. Mechanikai és akusztikai koncentrált elemes modellek és analógiák. Elektromechanikai átalakítók elve, felépítés, működés és jellemzők. Elemi sugárzók és jellemzőik. Dinamikus hangszórót tartalmazó hangsugárzók: zárt doboz, mélyreflex doboz, tölcseres és sáváteresztő sugárzók. Mikrofonok tulajdonságai, kondenzátor és dinamikus mikrofonok működése, jellemzői, alkalmazása. Hangvisszaverődés és elnyelés, hanggátlás és hangszigetelés. Tipikus hangelnyelő és hanggátló szerkezetek és jellemzőik. Hangsugárzás lemezekről. A teremhangtan fizikai alapjai. A hangterjedés befolyásolása műszaki eszközökkel, akusztikai tervezés.

Akusztikai mérés technika

([VIHIM320](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a hallgatók akusztikai mérés technikai ismereteinek megalapozása, az akusztikai mérés technika speciális eszközeinek, illetve a széleskörűen elterjedt digitális mérési módszerek megismertetése.

Rövid tematika: Mérőeszközök: Mérőmikrofonok, szabadtéri és nyomáskaraktisztikák. Iránykaraktisztika, hitelesítés. Kétmikrofonos hangintenzitás mérőfej. Műfül, műszáj, hangteljesítmény forrás. Állóhullámarány mérő készülék. Gyorsulásmérő, erőérzékelő és mechanikai impedanciamérőfejek, szűrők, töltéserősítők, hitelesítők, rezgőasztal. Lézeres sebességmérő, mágneses és kapacitív rezgésmérők. Jelgenerátorok, amplitúdó- és fázismérők. Mérőerősítők, szűrők, valósidejű frekvenciaanalizátorok. Hangszintmérők. Visszhangmentes és zengő mérőszoba. Mérési területek: mikrofonok, hangsugárzók vizsgálata, teremakusztikai vizsgálatok: utóhangési idő, hangelnyelés, hanggátlás, zaj- és rezgésmérések: zajszint, zajdózis, hangteljesítmény mérés.

Hangmérnöki ismeretek

([VIHIM321](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy a hallgatók átfogó képet tudjanak alkotni arról, hogy milyen tevékenységi köröket várnak el attól, aki magát „hangmérnöknek” vallja. Ezért a hallgatók megismerkednek az analóg és digitális hangstúdiótechnika elemeivel, rendszer- és mérés technikájával, élő produkciók hangosítási kérdéseivel. Ezen túl olyan témák is előkerülnek, melyeket a mai hangmérnökök nagyon ritkán és akkor is többnyire csak érintőlegesen ismernek, hogy pl. milyen jelfeldolgozási módszereket alkalmaznak a hangtechnikai eszközökben, hogyan használják ki a pszichoakusztikus tömörítési eljárások hallásunk bizonyos korlátait, milyen speciális hangtechnikai eszközökkel lehet a legjobb beszédérthetőséget biztosítani erősen zengő terekben, stb.

Rövid tematika: Analóg jelvezetés: szimmetrikus/aszimmetrikus, szintek, földhurok, fantom-táp, DI-box. Digitális jelvezetés/formátumok. Digitális jelfeldolgozási elemek (minőség, késleltetés, megvalósítási bonyolultság): A/D-D/A átalakítás, FIR/IIR szűrés, újra-mintavételezés, zajspektrum formálás, dither. Hangtechnikai elemek rövid áttekintése (mikrofonok, keverők, effektek, rögzítők). Rendszertechnika stúdióban és színpadon: kábelezés, vezeték nélküli rendszerek, digitális eszközök szinkronizálása. Fix/mobil hangosítási rendszerek: hangtér, hangerő, lefedettség, minőség (hangszín, torzítás, beszédérthetőség). Felvétel készítési valamint élő hangosítási feladatok. Térhatású hang, monó, sztereó, surround. Pszichoakusztikus tömörítési eljárások: MPEG-1/2, Dolby Digital, DTS. Hangrestaurálás.

VI.2.2 Épületenergetika mellékspecializáció (VET)

1. A mellékspecializáció megnevezése: Épületenergetika

(Building Management and Energetics)

2. MSc szak:

villamosmérnöki

3. A specializációfelelős tanszék:

Villamos Energetika Tanszék

4. A specializációfelelős oktató:

Dr. Berta István egyetemi tanár

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei: Rohamosan növekvő igény jelentkezik az épületvillamossági tervező, kivitelező és üzemeltető (energiaellátás, világítástechnika, épületinformatika, túlfeszültség- és zavarvédelem) irányban az ipar részéről. Ezzel együtt fokozódik az érdeklődés a tématerület iránt a hallgatók részéről is. Az energiafelhasználás hatékonyságának növelése érdekében a műszaki és gazdasági szempontok alapján egyaránt optimalizált tervezés, a korszerű anyagok beépítése, az új készülékek és berendezések alkalmazása, azok rendszerbe integrálása és irányítása az „intelligens épület” felé tolódik.

6. A megszerezhető kompetenciák:

Épületenergetika, a fogyasztókat ellátó villamos rendszerek, világítástechnika, épületinformatikai rendszerek és azok védelme, számítógépes tervezés, modellszámítások, ellenőrző számítások.

Épületinformatika

([VIVEM282](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: Megismertetni a hallgatóságot a kis- és nagyépületek, lakások korszerű, integrált épületinformatikai rendszereivel és ezek tervezésével. A tantárgy keretében részletesebben foglalkozunk az épületinformatika és épületvillamosítás feladatkörével, a vagyonvédelmi, betörésvédelmi és tűzvédelmi rendszerekkel szemben támasztott követelményekkel, valamint a gyakorlati kiépítés lehetőségeivel.

Rövid tematika: Vagyonvédelmi berendezések és rendszerek, tűzjelző berendezések (elektronikus jelző rendszerek, a riasztás eszközei a helyszínen stb.). Épületinformatikai rendszerek felépítése, centralizált és decentralizált rendszerek tulajdonságai, tervezési kérdései. Kisfeszültségű megszakítók, olvadó biztosítók, kapcsolók, kontaktorok, készülékkombinációk kiválasztása a villamos és mechanikai jellemzők valamint szelektív működés alapján. Terepi buszrendszerek összehasonlítása. Az EIB (European Installation Bus) alkalmazásának előnyei, felépítése, jellemzői. Alapfogalmak megismerése, topológiai címzés, kommunikáció, a buszhozzáférés szervezése, rendszer tervezése, üzembe helyezése. Villamos berendezések és információátviteli rendszerek komplex védelme: villám-, túlfeszültség-, zavar- és érintésvédelem. Épületek villamos hálózatának felépítése, teljesítményigény felmérése. Az energiaellátás biztonságának növelése.

Világítástechnika

([VIVEM355](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: Megismertetni a hallgatóságot az épületek korszerű világításának követelményeivel és megoldásaival; a világítási rendszerek, világítótestek és fényforrások kiválasztásával; világítástechnikai méretezésekkel, tervezéssel; Világítási ellenőrző mérésekkel és vizsgálatokkal.

Rövid tematika: Világítástechnikai, fénytani alapfogalmak. Afény definíciója, tulajdonságai, a világítástechnika fogalmi és mértékegységei (fényáram, fényerősség, térszög, megvilágítás, fényűrés), a világítással kapcsolatos követelmények (idő és térbeli egyenletesség, árnyékhatások, megvilágítási szintek, káprázás, színvisszaadás). Mesterséges világítási berendezések méretezése, határfok módszerek, pont módszer. Alkalmazott világítástechnika: belsőter (irodák, lakások, iskolák, kórházak, ipari csarnokok stb.) világítása, szabadterei világítás (utak, terek, dísz és kiemelő világítások), különleges világítások. Színtani alapfogalmak. Fényforrások: hőmérsékleti sugárzók, kisülőcsövek

szerkezete, felépítése, karakterisztikái (fényáram, élettartam, hatásfok) a feszültség függvényében, különleges célra készített fényforrások. Határterületek, mint emberi szem és látás, biológiai hatások, nem vizuális hatások.

Számítógépes tervezés

([VIVEM356](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A hallgatók megismertetése az épületvillamossági tervezés számítógéppel segített formájával. A már megszerzett szakmai ismeretek kamatoztatása konkrét tervprojektekben. Számítógépes tervezőprogramokkal kapcsolatos alapvető ismeretek átadása (épületvillamossági, világítástechnikai tervezőprogramok). A gyakorlatban alkalmazott és számítógéppel segített villamos, mágneses és elektromágneses ellenőrző számítások megismertetése.

Rövid tematika: A számítógéppel segített épületvillamossági tervezés alapjai. A dokumentáció részei: műszaki leírás, tervezői nyilatkozat, tervrajzok, műbizonylatok, mérési jegyzőkönyvek, kiviteli terv, stb. Tervfajták: energiaellátási hálózat, világítási hálózat, gyengeáramú hálózat, túlfeszültség- és zavarvédelem, stb. Nyomvonaltervek, vonalas kapcsolási rajzok, elosztószekrény, homlokkép rajz. Villamos hálózatok és rendszerek számítógéppel segített tervezése, (WS-CAD). Világítások tervezése világítástechnikai tervezőprogramok segítségével (iGuzzini, Philips, stb.). Épületinformatikai rendszerek tervezése. Túlfeszültség-védelmi és zavarvédelmi tervezés. Villamos, mágneses és elektromágneses ellenőrző számítások.

VI.2.3 Hálózatok fejlesztése és tervezése mellékspecializáció (HIT)

1. A mellékspecializáció megnevezése: Hálózatok fejlesztése és tervezése

(*Network Development and Design*)

2. MSc szak:

villamosmérnöki

3. A specializációfelelős tanszék:

Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék

4. A specializációfelelős oktató:

Dr. Do Van Tien egyetemi docens

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

Az infokommunikációs hálózati megoldások dinamikus fejlődésével több lehetőség és alternatíva nyílik az előfizetői igények (multimédia, mobilitás, többféle hozzáférés, QoS) egyre teljesebb kiszolgálására. Bonyolult és nagy megbízhatóságú távközlési rendszerek fejlesztésében, a hálózatok költség-hatékony üzemeltetésében kulcsfontosságú szerepet töltenek be a korszerű műszaki fejlesztési és tervezési módszerek.

6. A megszerezhető kompetenciák:

Infokommunikációs hálózatok tervezése, integrálása, konfigurálása és fejlesztése, szolgáltatás megvalósítása és nyújtása, műszaki fejlesztési módszerek.

Távközlési rendszerek fejlesztése

([VIHIM353](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy keretében a hallgatók megismerkednek (i) a távközlési erendezések és szoftverek tervezésének és fejlesztésének problémáival, módszereivel és eszközeivel, továbbá. (ii) a nagy megbízhatóságú távközlési berendezések és szoftverek tervezésének és megvalósításának gyakorlati kérdéseivel és általánosan alkalmazható módszereivel.

Rövid tematika: Alapfogalmak tisztázása, tantárgykövetelmény és tematika ismertetése. Nagy megbízhatósággal rendelkező (carrier-grade) távközlési rendszerek felépítése: követelmények, felépítés, általános célú hardver platformok és szoftver elemei. Embedded rendszerek hardver és szoftver kérdései, kézi készülék (PDA, telefon, okos telefon) és építő funkcionális elemei (processzorok, multimédia gyorsító, flash memória, TPM). Az infokommunikációs projektek kialakításának és végig vitelének általános és speciális szempontjai, módszerei, a projektvezetés folyamata, a projekt- és multiprojekt-menedzsment alapelvei és eszközei; a távközlési berendezések és szoftverek tervezésének és fejlesztésének problémáival, módszereivel és eszközei: követelmény elemzés, tervezés, tesztelés; szoftver tesztelése és fejlesztési folyamat minősítése, eszközök; túlterhelés szabályozás. Esettanulmányok: NGOSS (Next Generation Operation Support System) és eTOM (enhanced. Telecom Operations Map) megvalósítása: a működéstámogatási rendszerek komponenseinek integrálása; távközlési rendszerek.

Infokommunikációs szolgáltatások és alkalmazások

([VIHIM244](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a hallgatókat megismertetni az integrálódó vezetékös, vezeték nélküli és mobil hálózati környezetben történő szolgáltatásnyújtás alapvető problémáival, különös tekintettel az alkalmazható szállítási és vezérlési protokollokra, a szolgáltatási architektúrákra, valamint a számlázás és a szabályozás speciális kérdéseire, valamint a tipikus és meghatározó alkalmazások (multimédia, 3play, ...) felépítésével és működésével.

Rövid tematika: Hálózati és szolgáltatás konvergencia; az értékláncok szétválása; vertikális és horizontális integráció; fix-mobil konvergencia és a fix-mobil helyettesítés; három rétegű hálózati modell; a szolgáltatók lehetséges szerepei; szemléltető példák a gyakorlatból. A kapcsolatvezérlés funkciói; kapcsolatvezérlési protokollok bemutatása, protokoll szabványok ismertetése; a 3GPP és az IETF SIP

összehasonlítása; kulcscsere protokoll tervezési elvek és módszerek; SIP autentikáció és autorizáció. Médiaátvitel problémái vezeték nélküli és mobil hálózatokban. Vezeték nélküli hálózati szabványok átviteli és kapcsolatminőségi jellemzői, a hálózatok csoportosítása; IP alapú minőségbiztosítási technikák; a vezeték nélküli hálózatok minőségbiztosítási megoldásainak bemutatása, elemzése; UMTS hordozószolgáltatások. A médiaátvitelre alkalmazott protokollok bemutatása és áttekintése; TCP, UDP, RTP, RTCP, RTSP protokollok részletes működése, teljesítményelemzése; NAT problémák. Az IP Multimedia Subsystem; az NGN koncepció, és a vezetékes hálózati NGN architektúra; fix és mobil szolgáltatások közötti együttműködés; a mobil és fix terminálok és hálózatok alapvető különbségei szolgáltatási szempontból; a média Gateway-ek és a Signaling Gateway-ek szerepe. Parlay/OSA. Csomagkapcsolt rendszerek számlázási kérdéseinek műszaki problémái és a lehetséges megoldások.

Hálózattervezés

([VIHIM354](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy megismertesse a hallgatókkal, hogy (i) az infokommunikációs hálózatok tervezése, teljesítmény- és megbízhatósági analízise során milyen tipikus műszaki problémák merülnek fel, (ii) milyen modellezési és tervezési/analízis módszerek alkalmazhatók. Átadja (iii) a vezetékes hálózatok különböző hálózati szegmenseinek tipikus tervezési problémáit, és azok megoldási módszereit, (iv) a vezeték nélküli cellás hálózatok tervezéséhez és méretezéséhez szükséges alapvető rendszerszintű ismereteket, (v) a rádiós lefedettség és kapacitás tervezéséhez szükséges elméleti és tapasztalati modelleket, valamint a méretezési eljárások főbb lépéseit, valamint (vi) a megbízhatósági és teljesítőképességi hálózatanalízis modellezési és módszertani alapjait.

A tantárgy keretében azok is képet kaphatnak a tervezési/analízis folyamatokról és azok szolgáltatási következményeiről, akik csak a szolgáltatások igénybe vevőiként jelennek meg, s a tervezés eredményével, mint szolgáltatási feltétellel találkoznak.

Rövid tematika: Forgalmi; logikai, fizikai tervezés, hozzáférési, aggregációs, nagyvárosi és gerinchálózatok tipikus tervezési problémái, tervezési folyamatok időbeli kapcsolódása, mérés alapú tervezés. Tipikus infokommunikációs alkalmazások; forgalmi és minőségi jellemzői, szolgáltatási igények, forgalmi modellek. Rétegelt hálózatmodell, tervezési problémák megoldásának általános modellje rétegleképzéssel. A cellás hálózatok méretezést, tervezést befolyásoló rendszerjellemzői. Rádiós lefedettség tervezés és frekvenciatervezés: terjedési modellek: vidéki, külvárosi és nagyvárosi modellek; terep, beépítettség hatása; véletlen terjedési modellek; empirikus, determinisztikus és szemi-determinisztikus modellek; lefedettség definíciója; lefedettségi térképek; link budget; frekvenciatervezés. Rádiós kapacitás tervezés: kapacitást befolyásoló tényezők; szoft-kapacitás; lefedettség, kapacitás és forgalom összefüggése; tervezéshez szükséges elvi matematikai alapok; méretezési algoritmusok. Szimuláció használata a tervezésben. Rádióhálózat tervezési esettanulmány. Vezetékes hozzáférési és aggregációs hálózatok tervezése: tipikus tervezési problémák, particionálási, topológiai és fizikai tervezési modellek és módszerek. Nagyvárosi és gerinchálózatok tervezése: technológiaválasztás, logikai topológia, funkciószétosztás, méretezés, tervezési modellek és módszerek. Védett és garantált minőségű szolgáltatást nyújtó hálózatok tervezése: dedikált és osztott tartalékokra alapozott hálózatvédelmi megoldások tervezési modelljei és módszerei, QoS tervezési modellek és módszerek. Megbízhatósági és teljesítőképességi analízis modellek, hálózatjellemzők és előállításuk módszerei, hibaterjedés, hibahatások, hálózatvédelmi megoldások megbízhatósági modelljei, az analízis skálázhatóságának, hatékonyságának problémái, hatékony becslési módszerek. Vezetékes hálózattervezési esettanulmányok. Hálózatmegbízhatósági analízis esettanulmány.

VI.2.4 Integrált hardvertervezés mellékspecializáció (EET)

1. A mellékspecializáció megnevezése: Integrált hardvertervezés

(*Integrated Hardware Design*)

2. MSc szak:

villamosmérnöki

3. A specializációfelelős tanszék:

Elektronikus Eszközök Tanszék

4. A specializációfelelős oktató:

Dr. Székely Vladimir egyetemi tanár

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

A mikroelektronika meghatározó megvalósítási eszközzé vált a modern elektronikai rendszerek esetében. A mai integrációsűrűség és rövidülő termék-életciklusok, valamint az energiahatékonyság és az elektromágneses kompatibilitás fontosságának növekedtével az egyre összetettebb berendezések tervezése nem történhet anélkül, hogy a magas absztrakciós szintű tervezés teljesen elszakadjon a tágabb fizikai környezet támasztotta követelményektől.

Az Integrált hardvertervezés mellékspecializáció hallgatói VLSI CAD és komplex hardvertervezési laboratóriumainkban elsajátíthatják a nagybonyolultságú elektronikai rendszerek olyan átfogó tervezését, amely az absztrakt, magas szintű specifikációtól kiindulva a tényleges fizikai realizáció részleteinek szintjéig a teljes hardvertervezési vertikumot áttekinti. Ennek során hardverleíró nyelvek, fejlett mikroáramkörök alkalmazástechnikája, ezeket magukba foglaló nyomtatott áramköri lemezek tervezési és szimulációs kérdései, valamint a teljes rendszer termikus, nagyfrekvenciás, EM kompatibilitási kérdései is bemutatásra kerülnek.

6. A megszerezhető kompetenciák:

A mellékspecializáció kompetenciákat biztosít a VLSI áramkörök és azok áramköri és fizikai rendszer környezetének komplex tervezése terén. Fejlett, piacvezető hardvertervező eszközök (HDL, szintézis eszközök, chip, PCB és rendszerszintű tervezést és szimulációt biztosító CAD eszközök, termikus és EM szimulátorok) ismerete. A szakterületre kerülő hallgatók széleskörű nemzetközi és hazai kooperációban végzett munkákba kapcsolódhatnak be.

Áramkörtervezés az absztrakciótól a realizációig

([VIEEM284](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET)

A tantárgy célkitűzése: megismertetni a hallgatókkal a digitális hardvertervezés legmodernebb eszközeit és a fizikai realizáció lehetséges módjait, beleértve a működő áramköri mag tágabb fizikai környezete hatásainak figyelembevételét és az áramkör tesztelésének kérdéseit is. A tantárgy bemutatja az absztrakt rendszertervezést, majd a hardver-szoftver particionálás, illetve a hardvertervezés támogatását a SystemC nyelv felhasználásával. Az elvi ismeretek mellett cél a SystemC használatának bemutatása egy professzionális EDA környezetben és annak bemutatása, hogy milyen lépéseken keresztül vezet az út a tényleges, fizikai realizációig akár egy ASIC áramkör, akár programozható eszköz (FPGA) segítségével.

Rövid tematika: Az UML használata az absztrakt tervezésben. A SYSTEM C hardverleíró nyelv, ezen belül: a SystemC, mint a C++ kiterjesztése. Modulok, process-ek, signal-ok. Port és signal. Adattípusok, órajelek. Absztrakciós szintek. A szimulációs kernel. Jelalak-figyelés. A SystemC nyelven készített hardverleírások szimulációs kérdései. Hardver és beágyazott szoftver együttes tervezése, együttes szimulációja. A SystemC nyelven készített hardverleírások szintetizálhatósági kérdései, ezen belül: Szintaktikai követelmények. Támogatott adattípusok. Támogatott műveletek. Támogatott vezérlési szerkezetek. Osztályok, struct-ok, függvények használata. Egyéb betartandó szabályok.

Vezető EDA gyártók SystemC implementációi. A SystemC és más HDL-ek kapcsolata. Tervezési esettanulmányok: A CORDIC processzor. Közlekedési lámpa-vezérlő. Szintetizálás ASIC-re és FPGA-ra.

Analóg és digitális rendszerek megvalósítása programozható mikroáramkörökkel

([VIEEM371](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET - elágazó)

A tantárgy célkitűzése: a korszerű hardver megvalósítás elméleti és gyakorlati ismereteinek bemutatása. A félév folyamán a hallgatók mikrokontrolleres áramkörök megépítése és bemérése során megismerkednek a legkorszerűbb programozott eszközök alkalmazásának módszereivel. Szemléltető példák alapján bemutatásra kerülnek a különféle digitális kommunikációra, mérésre és adatgyűjtésre alkalmas áramkörök, valamint az azok tervezése és programozása közben felmerülő problémák megoldásai. Az áramköri mag kialakításának kérdésein túl a tantárgy megismerteti a hallgatókat a panelszintű teljes áramköri környezet tervezésének kérdéseivel is.

Rövid tematika: Részletes ismertető a mikrokontrollerek belső felépítéséről és a különböző családokról: CISC, RISC, Neumann és Harvard típusú architektúrák. ATMEGA típusú mikrokontrollerek és azok részegységei. A mikrokontrollerekben található interfészek használatának ismertetése. A mikrokontrollert kiegészítő áramkörökben használt egyéb alkatrészek különböző fajtái és ezek tulajdonságai. Furat- és felületszerelhető alkatrészek helyes alkalmazása a frekvenciára, disszipációra, a zajra és a zavarérzékenységre való tekintettel. Szemléltető programozási példák a külső egységekkel való kommunikáció megvalósítására: vezeték nélküli kommunikációt lehetővé tevő ISM-chip használata, digitális hőmérő chip alkalmazása. Analóg és digitális áramkörök nyomtatott áramkör tervezési kérdései. Nagy teljesítményű eszközök mikrokontrolleres vezérlése. Hálózati fogyasztók, motorok vezérlése impulzusszélesség modulációval. Világítástechnikai eszközök vezérlése mikrokontrollerekkel.

Optoelektronika és szilárdtest fényforrások

([VIEEM357](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET - elágazó)

A tantárgy célkitűzése: Megismertetni a hallgatókkal az optoelektronikai eszközök széles skáláját pl. a távközlés vagy a számítástechnika területeiről. Az eszköz működés fizikai alapjai mellett a tantárgy kitér az eszközkonstrukció és az alkalmazástechnika kérdéseire is. A hasonló fizikai működés alapjáról kiindulva a tantárgy második fele a modern világítástechnika leggyorsabban fejlődő szegletét, a szilárdtest világítástechnikát mutatja be. Részletesen tárgyalja az inorganikus és organikus LED-ek témakörét, megismerteti a hallgatókat a fényforrások jellemzésének alapvető fogalmaival és a szilárdtest fényforrások alkalmazástechnikájának számos vonatkozásával.

Rövid tematika: Az optikai sugárzás, fogalommeghatározások. Radiometria, fotometria, színmérés. Spektrum, spektrális eloszlás. A hullámegyenlet és legegyszerűbb megoldása, a síkhullám. Terjedési sebesség, hullámszám, törésmutató. Fénytörés, hullámvezető, numerikus apertúra. Többutas diszperzió többmódusú szálakban. Változó törésmutatójú optikai szál. Anyagi diszperzió, Sellmeier diszperziós formula. Idődiszperzió a tömb anyagban, anyag diszperziós együttható. Teljes diszperzió többmódusú és egymódusú szálakban. Csillapítási és szóródási mechanizmusok. Optikai erősítők és kábelek. Összeillesztések, csatlakozók és szűrők. Integrált optika. Planár hullámvezető, sugárnyaláb hasítók, iránycsatolók, kapcsolók, modulátorok. Bistabil állapotok, optikai számítástechnika. Optikai szálak hírközlő rendszerek. Fényforrások és detektorok fajtái és tulajdonságai. Optoelektronikai félvezető eszközök alapanyagai, tulajdonságai. LED-ek fizikai működése. Heteroátmenetek felépítése, injekciós határfoka. Sugárzó rekombináció és spektruma. Belső kvantumhatásfok. Nagyfrekvenciás viselkedés. Modulációs sáv szélesség. Kvantumgördek és szuperrácsok. Gyakorlati LED típusok. Félvezető lézerek. Optikai rezonátor, módusok. A lézerhatás elmélete félvezetőben. Stimulált és spontán emisszió. Az erősítési együttható változása, küszöbáram. Modulációs frekvenciatartomány. Bekapcsolási tranziens. Gyakorlati lézerstruktúrák. Félvezető fotodetektorok. A fényforrások fajtái. A LED-ek fajtái: színes és fehér fényű LED-ek. LED-ek fotometriai, radiometriai és termikus jellemzése, mérés technikája. Modern, nagy teljesítményű LED-ek. Organikus fénykibocsátó eszközök: OLED-ek felépítése, karakterisztikái.

Áramköri környezet kialakítása

([VIEEM359](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, EET)

A tantárgy célkitűzése: megismertetni a hallgatókat a modern integrált áramköri környezet tervezésének és kialakításának módszereivel, a tervezéshez szükséges különböző szoftver eszközökkel, a modern fejlesztő- és a különböző fizikai szimulációs rendszerekkel. A tantárgy részletesen tárgyalja a tervezés, tesztelés és szimuláció egyes lépéseit, ismereteket ad ezek ipari alkalmazási módszereiről. Áttekintést nyújt a szimulációk és a különböző fizikai jelenségek matematikai és fizikai hátteréről.

Rövid tematika: Elektromos berendezések tervezésének folyamata a specifikációtól a realizációig. Top-down és bottom-up metodika alkalmazása az áramköri környezet (áramköri hordozók, összeköttetések, készülék házak, stb...) kialakításában. Tokozások parazita hatásainak vizsgálata RF, termikus és egyéb fizikai szempontok alapján. Áramköri környezet tervezésének, megvalósításának és tesztelhetőségének kérdései. Nagyfrekvenciás összeköttetések elektromágneses szimulációja, méretezése. Áthallási, zajelnyomási, signal integrity, stb... kérdések vizsgálata post-layout szimulációkkal, az iparban használt, modern CAD eszközök alkalmazásával. (Allegro, HyperLynx, ...)Véges elem szimulátorok használata az áramköri tervezés folyamatában. Termikus és elektromágneses kompatibilitás kérdései. Szimulációs szoftverek működésének matematikai háttere. Áramköri környezet termikus, elektromágneses (EMC) és egyéb fizikai szempontú méretezése, tervezése, vizsgálata az iparban alkalmazott modern CAD eszközök használatával (FloTherm, FloPCB,...).A teljes áramköri környezet tesztelése (az alkatrészeszteléstől az áramköri hordozó tesztelésén át, a komplett berendezésig bezárólag). Megbízhatósági vizsgálatok (rázkódástereszt, pára és nyomásváltozás, stb.). Külső környezet hatásainak a vizsgálata a kész eszközre. Napfény (sugárzó hő), eső, szél, radioaktív sugárzás, por, túl hideg, túl meleg működési környezet, egyéb klimatikus adottságok hatásainak vizsgálata, ezek káros hatásait kiküszöbölő tervezési módszerek. Az áramköri környezet specifikálásának kérdései. Hogyan kell specifikálni valamit! Dokumentációs kérdések.

VI.2.5 Járműirányító rendszerek mellékspecializáció (IIT)

1. A mellékspecializáció megnevezése: Járműirányító rendszerek

(*Vehicle Control Systems*)

2. MSc szak:

mérnökinformatikus és villamosmérnöki

3. A specializáció felelős tanszék:

Irányítástechnika és Informatika Tanszék

4. A specializáció felelős oktató:

Dr. Lantos Béla egyetemi tanár,
Dr. Kiss Bálint egyetemi docens

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

A földi, légi és vízi járművek egységes elveken alapuló irányító rendszerei a technikai fejlődés fontos és perspektivikus területei. A mindennapi életben ezekkel elsősorban a gépkocsik révén találkozunk, de a vezető külföldi egyetemeken képzésében és az egyetemeken és cégek kutatási programjaiban központi helyet kapnak a teljes terület járművei is, különösen azok autonóm (embernélküli) változatai, valamint ilyenek formációban haladó multiágensű együttesei. A mellékspecializáció célja olyan mérnökök és informatikusok képzése a hagyományos, továbbá a részben vagy teljesen embernélküli földi, légi és vízi járművek (UGV, UAV, UMV) és alrendszereik irányítása területén, akik átfogó rendszertechnikai alapokkal, irányításelméleti, érzékelési, jelfeldolgozási és beágyazott irányítás tervezési ismeretekkel rendelkeznek, továbbá képesek ezeken a területeken új rendszerkomponensek és rendszerek tervezésére és integrálására, valamint kutatási-fejlesztési feladatok ellátására.

6. A megszerezhető kompetenciák:

A mellékspecializációt felvevő hallgatók tanulmányaik végeztével közre tudnak működni a járműirányítási alrendszerek és komplex rendszerek tervezésében, a működéshez szükséges algoritmusok kifejlesztésében, intelligens érzékelők integrálásában az irányítási rendszerhez, és rendelkeznek az ilyen rendszerek kifejlesztéséhez szükséges gyakorlati és elméleti ismeretekkel. Hosszú távon hasznosítható készségekkel rendelkeznek 1) a részben vagy teljesen embernélküli földi, légi és vízi járművek modellezése és valószerű irányítási módszerei területén, 2) jártasak a járműérezékelők rendszertechnikája és a hozzájuk kapcsolódó jelfeldolgozások területén, 3) hardver/szoftver ismeretekkel rendelkeznek beágyazott járműirányító rendszerek tervezése és megvalósítása területén, 4) rendelkeznek a járműrendszerek és határterületeik szakembereivel való együttműködési képességgel komplex problémák megoldására.

Járműirányítási rendszerek elmélete

([VIIIIM271](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy a hagyományos, illetve autonóm földi, légi és vízi járművek irányításában felhasználható korszerű ismereteket és módszertant ismerjenek meg a hallgatók. További cél, hogy a hallgatók elsajátítsanak egyes, a szakirodalomban gyakran és kitüntetett módon vizsgált és jól általánosítható járműmodellezési technikákat, ismerjék meg az irányításhoz felhasznált érzékelők és beavatkozó szervek modelljeit, valamint az alkalmazható irányítási stratégiákat.

Rövid tematika: Földi, légi és vízi járművek kinematikai és dinamikus modelljei. Négykerekű járművek kinematikai modelljei. Nem mérhető állapotok becslése differenciális GPS, giroszkóp és gyorsulásérzékelők jeleinek bevonásával (kiterjesztett Kalman-szűrő, passzivitás elvű megfigyelő), kvaterniós technikák a pozíció és orientáció meghatározására. Környezeti hatások állapotbecslése (szél, hullámzás, áramlás). Korszerű szabályozási módszerek (nemlineáris PID szabályozás, gyorsulásirányítás, stabilizálás és adaptív irányítás visszalépéses technikával). Pályatervezés kinematikai modellekhez, a pályamenti stabilitás biztosítása nemlineáris dinamikus állapotviszacsatolással. Járművek optimális prediktív irányítása. Hagományos gépjárművek korszerű irányítási módszerei (steer-by-wire kormányzás, automatikus manővervégrehajtás, akadályelkerülés és parkolás). Négyrotoros helikopter irányítási módszerei. A gyors prototípus szabályozótervezés korszerű hardver és szoftver

eszközei (Matlab-dSPACE RTI, National Instruments LabView, Matlab – Quanser fejlesztői környezetek jellemzői, használatuk).

Járművek intelligens szenzor rendszerei

([VIIIIM333](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy bemutatja az intelligens szenzorrendszerek elméleti alapjait és azokat a legfontosabb érzékelési, jelfeldolgozási elveket, tervezési és alkalmazás-integrációs megfontolásokat, melyekkel hatékonyan megoldhatók az autonóm járműnavigáció, vagy akár a gyártásautomatizálás, orvosi diagnosztika, stb. műszerezési problémái is. A téma aktualitására jó példa – sok más alkalmazási terület mellett – hogy a biztonságot szolgáló elektronikus rendszerek (ABS/ASR, EBS, ESP) után megjelentek a járműintelligenciát növelő olyan új beágyazott szenzor- és irányítási megoldások, melyek a vizuális érzékelésen, szenzorfüzió és robusztus adatintegráción alapulnak.

Rövid tematika: Általános érzékelő terminológiák és karakterisztikák, kalibráció. Mérendő mennyiségek és érzékelési elvek áttekintése. Mechatronikai rendszerek, érzékelők modellezése. Analóg helyettesítő képek módszere, Bond gráf. Virtuális műszerezés. Mérésadatgyűjtés, analízis, adatkezelés, megjelenítés és vezérlés Labview platformon. Szenzorcsatolás autonóm intelligens rendszerekben. Járművezető – jármű(vek) – környezet kölcsönhatásainak külső érzékelési problémái. Miért szenzorháló? Térben, időben elosztott monitorozás. Kollaboratív jelfeldolgozás. Érzékelő adatbázisok sajátosságai. Szenzorfüzió. Szenzoradatok redundanciája, aggregálás, tömörítés. Robusztus információ fúzió. MEMS érzékelők. Plug-and-play, Smart szenzorok. Skálázható, önszervező, hibatűrő szenzorháló. Elterjedtebb soros, párhuzamos, vezeték nélküli szenzor interfész technikák. Mobil, vezeték nélküli kommunikáció szenzorhálóban. Biztonságkritikus protokollok és architektúrák. Energia-hatékonyság. CrossBow platform. Ad-hoc routing. Smart Dust. RFID. Vizuális érzékelési problémák számbavétele és tipikus megoldásai intelligens járművekben. Alakfelismerés, ütközésfigyelés, objektumkövetés, sávelhagyás. Vizuális visszacsatolás. Vizuális ellenőrző jel (képjellemzők) optimális megválasztásának kritériumai. Fényviszonyoktól és egyéb zajhatásoktól független nagysebességű objektumfelismerő és –követő szenzorrendszerek és algoritmusok. Objektum szegmentálás idő- és tértartományban. Optical flow és SSD algoritmus. Intelligens járművek korszerű külső és belső szenzorai. Önkalibráló járműnavigáció szenzorfüzióval. Navigációs szenzorok megválasztása, navigációs algoritmus és valós idejű implementáció. Járművezető monitorozása bioszenzorokkal, biometrikus azonosítás, humán mozgásdetektálás, egészségmonitorozás korszerű szenzorai.

Beágyazott irányító rendszerek

([VIIIIM334](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy összefoglalja a korszerű digitális berendezések és rendszerek felépítésének elveit, irányzatait. Összefoglalja a kompakt, az elosztott és a beágyazott rendszerek kialakításának szempontjait, az alkalmazott korszerű elemkészlet (mikrokontrollerek, jelfeldolgozó - és beágyazott processzorok, memóriák, perifériák), valamint az alkalmazott interfészek tulajdonságait. Összefoglalja a fejlesztés módszereit, eszközeit. A módszerek alkalmazását tipikus irányítástechnikai, járműirányítási tervezési feladatok, esettanulmányok keretében korszerű eszközök felhasználásával mutatja be.

Rövid tematika: Irányítástechnikai rendszerek hierarchikus felépítése. Kompakt-elosztott és beágyazott rendszerek tulajdonságai, kialakításuk szempontjai. Korszerű mikrokontrollerek felépítése, beágyazott erőforrásaik tulajdonságai. Jelfeldolgozó- és beágyazott processzorok tulajdonságai. Beágyazott rendszerek memória szervezése, az alkalmazás szempontjai. Időzítési, időmérési feladatok beágyazott támogatása. Analóg jelek feldolgozása, előállítása. Interfészek típusai, tulajdonságaik, alkalmazásuk. Fejlesztési módszerek, fejlesztést támogató eszközök és alkalmazásuk. Irányítástechnikai- járműirányítási esettanulmányok. Esettanulmány: négyrotoros helikopter beágyazott irányítási rendszere

VI.2.6 Kognitív infokommunikáció mellékspecializáció (TMIT)

1. A mellékspecializáció megnevezése: Kognitív infokommunikáció

(Cognitive Infocommunication)

2. MSc szak:

mérnök informatikus, villamosmérnöki

3. A specializációfelelős tanszék:

Távközlési és Médiainformatikai Tanszék

4. A specializációfelelős oktató:

Dr. Baranyi Péter tudományos tanácsadó

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

A kognitív tudományokba tartozó emberi agy kutatás igen nagy fejlődésen ment keresztül az utóbbi években. Komoly eredmények születtek hallási, látási és egyéb érzékszervekhez kapcsolódó idegrendszeri, és agyi folyamatok megismerése témakörben. Ez a fejlődés új tudományos területet hozott létre az informatikai modellezésben, a kognitív informatikát, amely az érzékelés, érzet, megismerés és megértés között zajló agyi folyamatok mérnöki informatikai modellezése. A kognitív infokommunikáció pedig ezen kognitív informatikai folyamatokra és létrehozott modellekre támaszkodó hatékony kommunikáció biztosítása mérnöki rendszerek (például komplex intelligens irányító berendezések vagy robotok) és emberek között. Tehát a szakterület célja komplex érzékelő informatikai rendszerek létrehozása, amelyek hatékonyan segítik az ember gép kommunikációt. A terület fejlődésével kialakuló új eljárások, matematikai modellezési, tanulási technikák, valamint a hozzájuk kapcsolódó viselkedéskutatás segítséget adnak az érzékelési, agyi folyamatok jobb megismeréséhez is.

6. A megszerezhető kompetenciák:

A hallgatók megismerkednek az autonóm rendszerek informatikájának területén a 3D látás és virtuális valóság, a hallás és beszédpercepció alkalmazásainak elméletével és gyakorlatával. A mellékspecializáció a kognitív informatikai (érezékelő és feldolgozó) modellezésre, valamint a kommunikációra koncentrálna. A megszerezhető kompetenciák:

- Kognitív informatikai modellezési készség a látás, a hallás, valamint a beszédfeldolgozás területén.
- Nagybonyolultságú intelligens rendszerek tervezése kognitív jellegek beépítésével információábrázolási valamint kommunikációs szinten.
- A mellékspecializáció mindegyik tantárgya témakörében eljuttatja a hallgatókat addig, hogy doktoranduszi (TDK) kutatásokat kezdhessenek meg.

Információ-ábrázolás

([VITMM272](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy áttekintse az információ-ábrázolásban használt klasszikus és modern modellezési technikákat és koncepciókat egészen Hilbert sejtésétől kezdve. Megalapozó matematikai tudást kíván adni a későbbi „Kognitív informatikai modellezés”, és a „Kognitív infokommunikáció alkalmazásai” című tantárgyakhoz. A tantárgy olyan szemléletet mutat be és eszközöket ismertet, melyeknek fő jellemzője, hogy az információt uniform és automatikus módon ábrázolja és kezeli. A tantárgy vizsgálja, hogy ezekben a módszerekben miként lehet az analitikus és a numerikus tulajdonságokat szétválasztani és külön kezelni. Ennek célja az, hogy úgy tudjuk a feladatokat megfogalmazni és az információt ábrázolni, hogy annak feldolgozása számítógéppel uniform módon legyen megfogalmazható minimális emberi intuíciót igényelve.

Rövid tematika: Az analitikus jellegű approximációs technikáktól indulva, megvizsgálja az univerzális approximátorok tulajdonságait, majd az erre épülő lágy számítástudományi eszközöket tekinti át. Megmutatja, hogy miként lehet a modern számítástechnikai eszközökre átruházni és uniform automatikus információ feldolgozásra használni ezeket a számítástudományi eszközöket. Majd taníthatóság és lényegi információ kiemeléssel kapcsolatos módszereket ismertet a tantárgy. A tantárgy vizsgálja, hogy milyen esetekben fontosabb a pontos közelítés, és mikor inkább fontosabb a pontos szerkezeti és strukturális felépítése az ábrázolandó információnak. Döntési és irányítási módszerek tanulmányozása céljából a

tantárgy részletesen megvizsgálja többek között egy négypropelleres vezetónélküli helikopter irányító rendszerének információ-ábrázolási és tervezési módszereit.

Kognitív informatikai modellezés

([VITMM335](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, a modern kognitív tudományokban a hallási, látási és egyéb érzékszervekhez kapcsolódó idegi és agyi folyamatok ismertetése, ezen folyamatok vizsgálata során létrehozott modellek, elméleti eredmények és az azok alapján elkészített intelligens műszaki rendszerek és alkalmazások bemutatása.

Rövid tematika: A tantárgy első részében áttekintjük a kognitív informatika neurobiológiai és pszichológiai hátterét. Megismerkedünk az agykéreg főbb funkcionális jellemzőivel, különös tekintettel a látásra és hallásra, valamint a beszédre. A tantárgy második része a kognitív folyamatok informatikai modelljeit mutatja be. Ezen belül áttekintjük az agykéregben található laterális gátlások és következményük modelljeit, a szemtől az agykéregig tartó látópályák modelljeit, az informatikai hallásmodelleket, a beszéd előállítási modelleket, a beszédfelismerési modelleket. A tantárgy harmadik részében áttekintjük a számításigényes kognitív informatikai modellek hardver alapú megvalósításait.

Kognitív infokommunikáció alkalmazásai

([VITMM336](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy célkitűzése: A hagyományos ember gép kapcsolatok témakörén túlmenően a tantárgy célja új kognitív kommunikációs csatornák alkalmazásának bemutatása. Például a mesterséges emberi arc használata, hatékony nagysebességű és tanulható információ átvitelre. Ismerteti, hogyan lehet az agy plasztikusságára építve az emberi érzékszerveken átvihető információk jellegét felcserélni vagy új kommunikációs csatornákat létrehozni, hogy robot és ember azonos szinten kommunikáljon érzékelt információit. Továbbá a tantárgy tárgyalja a gyakorlatban használt információ-ábrázolási módszerek alkalmazhatóságát az egyre több dimenziós virtuális terekből jövő információ gyors, közérthető és hatékony átadására.

Rövid tematika: Információ hatékony reprezentációjával, vizualizációjával kapcsolatos alapfogalmak. Hatásvizualizációs módszerek Minnie-körök, proszekciós mátrixok, attribútum megjelenítők. Az arc mimikájának és emocionális akció-reakció viszonyainak modellezése és informatikai illesztése sokparaméteres rendszerekhez, felhasználása sokdimenziós adatok infokommunikációjára. Az agy plasztikussága, érzékszervi információk kiterítése és átalakítása. A robot és ember közötti kommunikáció azok eltérő jellegű érzékszerveinek (robot: áram, nyomaték, fordulatszám: ember: színek, hangok, nyomás stb) információcseréje egy virtuális irányítás esetére. Bemutatjuk az Archy rendszert, a FastDash rendszert, valamint a kézzelfogható interfészek paradigmája mögött meghúzódó koncepciót. Több kommunikációs csatorna egyidejű, egymást erősítő használata az információ átvitelére. Például az artikuláció, beszéd és gesztusegyüttes audio-vizuális produkció modellezése és felismerés modellje.

VI.2.7 Nagyfrekvenciás eszközök számítógépes analízise és tervezése m.sz. (HVT)

1. A mellékspecializáció megnevezése: Nagyfrekvenciás eszközök számítógépes analízise és tervezése

(*Computer Analysis and Design of High Frequency Devices*)

2. MSc szak:

villamosmérnöki

3. A specializációfelelős tanszék:

Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék

4. A specializációfelelős oktató:

Dr. Pávó József egyetemi docens

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

A villamosmérnöki tervezéshez manapság széles körben alkalmaznak olyan számítógépes szoftvert, amely a tervezett eszköz fizikai működését modellezi. A tervezés kezdeti szakaszában a szimulált valóság veszi át az eszköz prototípusának szerepét, ami által jelentős idő- és költségmegtakarítás érhető el. A rendkívül összetett szimulációs szoftverek hatékony felhasználásához azonban nem elég csupán a szoftver kezelőfelületét megismerni, mert a mérnök a modellalkotásnak és az eredmények értékelésének is tevékeny részese. Ehhez nem csak a szimulált folyamat fizikájával kell tisztában lennie, de ismernie kell az adott szoftver mögött rejlő modellezési eljárás matematikai elvét, képességeit és korlátait is.

A tantárgyhármas célja, hogy a gyakorlatban használt mikrohullámú és optikai eszközök számítógépes tervezéséhez szükséges ismereteket tárgyalja. Ezen célból az alapozó tantárgy a számítógépes modellezés elméleti alapjait valamint a mérnöki gyakorlatban használt programok legfőbb jellemzőit tárgyalja. A második tantárgy a tipikus mikrohullámú és optikai eszközök tervezési problémáit és lehetséges számítógépes modelljeit veszi sorra tervező-mérnöki szemszögből. A harmadik tantárgy pedig számítógépes labor keretében tervezési feladatok megoldásával teszi az elhangzott elméleti tudást a gyakorlatban is közvetlenül hasznosíthatóvá.

6. A megszerezhető kompetenciák:

A mellékspecializáció kompetenciákat biztosít a mikroelektronikai eszközök (integrált áramkörök, érzékelők, integrált mikrorendszerek), gyártástechnológiája és minőségbiztosítása területén. A szakterületre kerülő hallgatók széleskörű nemzetközi és hazai kooperációban végzett munkákba kapcsolódhatnak be.

Nagyfrekvenciás eszközök térelméleti modellezésének alapjai

([VIHVM285](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja, hogy a hallgatókat megismertesse a szakterületen használt legfontosabb szimulációs módszerekkel, ezek elméleti háttérével és felkészítse a megismert módszerek használatára. A mikrohullámú technika néhány jellemző gyakorlati problémájának tárgyalásán keresztül bemutatja a szimulációs szoftverek helyes használatának – a modellalkotástól a számítás elvégzésén keresztül az eredmények értékeléséig terjedő – teljes folyamatát.

Rövid tematika:

Véges differenciák módszere (FDTD). A módszer elméleti alapjai, a Yee algoritmus, a térbeli és az időbeli felosztás összehangolása. Demonstrációs példák: UWB antenna tere, optikai hullámvezetők analízise. Momentum módszer. A módszer elméleti alapjai, a feladat megfogalmazása integrálegyenlettel, a modell diskretizálása, a szingularitás kezelése. Demonstrációs példák: sugárzók és reflektáló felületek terének számítása, inverz szórási problémák. Végeselem módszer (FEM). A FEM elméleti alapjai, előfeldolgozás–megoldás–utófeldolgozás, megoldási eljárások, a végeselem-háló kialakítása, a modell szingularitásainak kezelése. A végeselem-szoftver tipikus kezelőfelületének bemutatása a COMSOL használatán keresztül. Demonstrációs példák: sajátérték problémák (csőtápvonalak, rezonátorok modális analízise), hullámterjedési feladatok (csőtápvonalak, optikai hullámvezetők, iránycsatolók, teljesítményosztó szórási paramétereinek számítása).

Nagyfrekvenciás áramkörök és rendszerek elemei

([VIHVM360](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy elsődleges célkitűzése a nagyfrekvenciás áramkörök és rendszerek számítógépes modellezését, tervezését végző mérnökök számára az áramköri elemek modelljeinek és analízis módszereinek bemutatása. A nagyfrekvenciás rádiós és optikai áramkörök, antennák szimulációja olyan speciális ismereteket igényel, mely nélkül sem a modellezés korlátait, sem lehetőségeit nem tudja a gyakorló mérnök felmérni. A tantárgy a mikrohullámú és optikai távközlésben használatos eszközök analízisére alkalmas modellek felállításával és a tervezési folyamatának megismerésével foglalkozik. A témakör tárgyalása a feladatok tervező-mérnöki szemszögből történő megfogalmazására fekteti a hangsúlyt.

Rövid tematika:

Az első részben áttekintjük a tantárgy elsajátításához szükséges elektromágneses térelméleti alapokat, Maxwell egyenletek és megoldásuk. A második részben a nagyfrekvenciás elektronika elosztott paraméterű hálózatai tárgyalásához és modellezéséhez szükséges alapismereteket: tápvonal struktúrák, Smith-diagram, impedancia illesztések, szórási mátrix, mikrohullámú n-kapuk, nagyfrekvenciás áramköri elemek, szűrők, oszcillátorok. Antennák modellezése: egyszerű sugárzók, rövid elektromos és mágneses dipólus, monopólus, huzalantennák, huzalantennák vizsgálata, a Pocklington integrálegyenlet, felületi áram sugárzók, dielektromos antennák, apertura antennák – tölcserantennák, reflektor típusú aperturák, mikrosztrip antenna és frekvenciaszelektív felület; szélessávú és UWB antennák, diffrakciós módszerek az antennák analízisének. Optikai hullámvezetők modellezése. Dielektromos hullámvezetők, üvegszál, iránycsatolók, optikai kábelcsatolók.

Mikrohullámú eszközök számítógépes tervezése

([VIHVM361](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A laborok célja, hogy a hallgatók a gyakorlatban is képesek legyenek önálló tervezési feladatok megoldására. Ennek keretében részletesen megismerkednek a végelem módszeren alapuló COMSOL programcsomag használatával, továbbá egyéb térszámító szoftverek felhasználói felületével.

Rövid tematika: A COMSOL részletes megismerése után a hallgatók konkrét mintapéldákon keresztül ismerkednek a számítógépes tervezés gyakorlatával. A félév során minden hallgató megold egy személyre szóló önálló tervezési feladatot. Röviden megismerkednek a hallgatók egyéb térszámító programcsomagok felhasználói felületével is.

VI.2.8 Nukleáris rendszertechnika mellékspecializáció (VIK)

1. A mellékspecializáció megnevezése: Nukleáris rendszertechnika

(Nuclear Systems)

2. MSc szak:

villamosmérnöki

3. A specializációfelelős tanszék:

a mellékspecializáció a kar gondozásában van

4. A specializációfelelős oktató:

Dr. Vajk István egyetemi tanár

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

A Paks II erőmű építése során számos olyan villamosmérnök szakemberre lesz szükség, akik nukleáris alapismeretekkel is rendelkeznek. A mellékspecializáció célja, hogy a specializációt választó villamosmérnök hallgatók megszerezzék azokat az ismereteket, amelyek megkönnyítik, hogy hatékonyabban tudjanak részt venni az erőműnek és kiszolgáló rendszereinek tervezési, kivitelezési és üzemeltetési feladataiban.

A mellékspecializáció 3 tantárgyához szorosan kapcsolódik 1 szabadon választható tantárgy, mesterképzéseink reformját követően 2015 februárjától pedig mind a 4 tantárgy egységesen egyetlen mellékspecializációként kerül felkínálásra majd hallgatóink számára.

Azok a hallgatók, akik mind a 4 tantárgyat teljesítik, nukleáris szakképzettséget elismerő tanúsítványt kapnak diplomájuk mellékleteként.

6. A megszerezhető kompetenciák:

Nukleáris fizika alapjainak áttekintő ismerete. Az atomerőművek működési elvének, az erőmű felépítésének, fő funkcionális elemeinek, primer és szekunder köri elemeinek megismerése. Ismeretek szerzése a nukleáris mérés-technika területén. A nukleáris biztonsági szabályzat, a nukleáris létesítményekre vonatkozó követelmények (felelősség, biztonsági célok, mélységben tagolt védelem, biztonsági politika...) hazai és nemzetközi szabályozása. A biztonságra tervezés alapjai, biztonsági osztályok, speciális tervezési követelmények. Kiemelten fontos villamos és irányítástechnikai rendszerek és komponensek tervezése.

7. A megszerezhető ismeretek főbb témakörei:

Olyan ismeretek megszerzése, amelyek alkalmassá teszik a hallgatóságot

- nukleáris rendszerek elektronikus elemeinek tervezésére,
- nukleáris rendszerekben alkalmazott mérés-technika ismeretére és használatára,
- biztonságkritikus rendszerek elemeinek tervezésére és a rendszerek üzemeltetésére,
- kiemelten fontos irányítástechnikai rendszerek tervezésére.

8. A témakörhöz kapcsolódó legfontosabb módszertanok és technológiák:

Nukleáris technika

A mellékspecializáció tantárgyai:

Kötelezően választható tantárgyak:

Tárgykód	Cím	Ütemezés	Tanszék	Félév
TE80MV02	Nukleáris alapok mérnököknek	3/1/0/v/4	NTI	tavaszi
TE80MV01	Termohidraulika és reaktorbiztonság	3/1/0/v/4	NTI	ősz
VIMIM332	Kritikus beágyazott rendszerek	2/1/0/v/4	MIT	ősz

Szabadon választható tárgy:

Tárgykód	Cím	Ütemezés	Tanszék	Félév
TE80MV00	Atomerőművi technológiák	1/0/1/f/2	NTI	tavaszi

Nukleáris alapok mérnököknek

([TE80MV02](#), 3. szemeszter, 3/1/0/v/4 kredit, TTK NI)

A tantárgy célkitűzése: Az elkövetkező években a Paksi Atomerőmű az üzemidő-hosszabbítás, illetve új blokkok építése miatt jelentős számú mérnöknek - köztük villamosmérnököknek - fog munkát kínálni. Azok számára, akiknek távlati céljaik között szerepelhet a nukleáris iparban való elhelyezkedés, az atomenergetikai szaktudás előnyt jelenthet. A tantárgy célkitűzése, hogy a hallgatók elsajátítsák az atomreaktorokkal, atomerőművekkel kapcsolatos alapvető műszaki és fizikai alapismereteket.

Megszerezhető készségek, képességek: A hallgatók megismerkednek

- a nukleáris rendszerek alapvető tulajdonságaival,
- a nukleáris mérés technika jellemzőivel,
- reaktorok működésének fizikai és irányítástechnikai alapjaival.

Rövid tematika:

Magfizikai alapismeretek: Az atommag felépítése és jellemzői, stabilitása, tömegdefektus, kötési energia. A magenergia felszabadításának lehetőségei. A radioaktív bomlás formái és jellemző mennyiségei. Neutron magreakciók fajtái és jellemzői. Hatáskeresztmetszet. A maghasadás mechanizmusa.

Nukleáris mérés technikai alapismeretek: Töltött részek (alfa-, béta-sugárzás), neutron- és gamma-sugárzás kölcsönhatása az anyaggal; a sugárzás gyengülése az anyagon való áthaladás során. Nukleáris detektorok főbb jellemzői: gáz-ionizációs detektorok, szcintillációs számlálók, félvezető detektorok, termolumineszcens detektorok, szilárdtest nyomdetektorok. Neutrondetektorok.

Sugárvédelmi alapismeretek: A sugárzási energia fizikai, kémiai, biokémiai és biológiai hatása. Dózisdefiníciók. Külső és belső sugárterhelés. A sugárvédelem alapelvei. A dóziskorlátozási rendszer. Sugárvédelmi szabályozás. Dózis és dózisteljesítmény számítása és mérése. Az emisszió és az immisszió kapcsolata. Műszaki sugárvédelem. Baleseti helyzetek kezelése. A lakosság természetes sugárterhelésének összetevői. A mesterséges eredetű radioizotópok alkalmazásai, kikerülésük a környezetbe.

Reaktorfizikai alapismeretek: A maghasadásban felszabaduló energia. Láncreakció, önfenntartó láncreakció feltétele, sokszorozási tényező. Kritikuság fogalma. Hatfaktor-formula. Diffúzióegyenlet. Kezdeti- és peremfeltételek. Időfüggés és kritikuság egycsoport közelítésben. Reaktorkinetika, a reaktivitás mérése. Rezonanciák. Termikus reaktorok: csupasz- és reflektált reaktor. Fűtőelemrácsok. Reaktivitástényezők. A reaktor megszaladása. Kiegészítés.

Termohidraulika és reaktorbiztonság

([TE80MV01](#), 2. szemeszter, 3/1/0/v/4 kredit, TTK NI)

A tantárgy célkitűzése: Az elkövetkező években a Paksi Atomerőmű az üzemidő-hosszabbítás, illetve új blokkok építése miatt jelentős számú mérnöknek - köztük villamosmérnököknek - fog munkát kínálni. Azok számára, akiknek távlati céljaik között szerepelhet a nukleáris iparban való elhelyezkedés, az atomenergetikai szaktudás előnyt jelenthet. A tantárgy bevezetést ad a reaktoron belüli hőtechnikai folyamatok (hőfejlődés, hőelvonás, hűtőköze áramlása stb.) kérdéseibe. A reaktorok biztonságára ható fő tényezőkkel is megismerkednek a hallgatók.

Megszerezhető készségek, képességek: A tantárgy keretében szerzett ismeretek birtokában a végzett mérnök a reaktorok hidraulikájának termodinamikai tulajdonságaihoz kapcsolódó ismereteket szereznek, jártassá válnak a reaktorbiztonság alapvető kérdéseiben.

Rövid tematika:

A hőelvonás technológiai megvalósítása különböző reaktor típusoknál.

Hőfejlődés folyamata és térbeli eloszlása a reaktorban.

A hővezetés általános differenciálegyenlete és annak megoldása különböző kezdeti és peremfeltételek mellett. Az UO₂ anyagjellemzői. Az üzemanyagpálca hőmérséklet-eloszlása.

A hidraulikai egyenletrendszer. Nyomásvesztések. A hőátadás számítása. Termikus instabilitások. A hőátadás természetes áramlásokban. Forrásos hőátadás jellemzői. Forrásgörbe. Forráskrizisek. DNBR. Kétfázisú áramlás formái vízszintes és függőleges csövekben. Áramlási térképek.

A hűtőközeg-csatorna stacionárius termohidraulikai viszonyai. Az üzemanyag, a burkolat és a hűtőközeg hőmérsékletének alakulása.

A reaktorbiztonság és biztonságvédelem alapjai. Méretezési üzemavarok. Különböző méretű LOCA üzemzavarok lefolyása.

Az emberi tényező szerepe. Termohidraulikai kódok. Az üzemanyag tervezésénél alkalmazott biztonsági korlátok. Hőtechnikai korlátok.

Tervezési alapon túli balesetek.

A TMI-2, a csernobili és a fukushimai atomerőmű balesetének előzményei, feltételei, okai, lefolyása, termohidraulikai folyamatai és következményei. A 2003. áprilisi paksi súlyos üzemzavar termohidraulikai folyamatai.

Kritikus beágyazott rendszerek

([VIMIM332](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: Az informatikai rendszerek szolgáltatásbiztonsága kiemelt jelentőségű az ún. kritikus rendszerek tervezésekor, ahol egy szolgáltatás meghibásodása közvetlen és jelentős üzleti veszteséggel vagy balesettel járhat. A tantárgy célja, hogy áttekintse a szolgáltatásbiztonságra tervezés modern módszereit, technológiáit és szabványait elsősorban az elosztott és beágyazott alkalmazások területén.

Megszerezhető készségek/képességek: A választható tantárgy a kritikus beágyazott rendszerek fejlesztéséhez kapcsolódó technológiai és alkalmazásterület-specifikus háttérismereteket mélyíti el. A tantárgyat elvégző hallgatók egyrészt az iparban elterjedt, szabványos, nagy rendelkezésre állású szolgáltatásokat támogató elosztott köztesréteg (middleware) platformokat, másrészt a biztonságkritikus rendszerek fejlesztésének főbb tervezési, implementációs és validációs technikáit ismerhetik meg.

Rövid tematika: Szabványos nagy rendelkezésre állású szolgáltatás platformok: Nagy rendelkezésre állású szolgáltatások alapfogalmai. Az SAForum testület AIS szabványa. Esettanulmányok: AIS alapú szolgáltatások robusztusság-tesztelése. Szolgáltatások fejlesztése és tesztelése az OpenAIS platform felett.

Nagy megbízhatóságú web szolgáltatás szabványok (pl. WS-RM) és platformok (IBM RAMP). Szolgáltatások modellalapú tervezése és automatikus telepítése. Esettanulmány: Szolgáltatások modellalapú fejlesztése és telepítése (OpenAIS és IBM RAMP fölé).

Biztonságkritikus rendszerek: Biztonság- és missziókritikus rendszerek tervezése: alapfogalmak. Biztonsági követelmények (vasúti, gépjármű- és repüléstechnikai területen, elosztott, mobil, ad hoc környezetben). Tervezési folyamatok és módszerek. Formális architektúra modellezés (SCADE, AADL, AUTOSAR, UML-FT). Futtató platformok. Nyelvek biztonságkritikus rendszerek fejlesztésére (System C, RT-Java). Bizonyíthatóan helyes kódgenerálás. Biztonságkritikus rendszerek verifikációja és validációja. Folyamatkövetelmények, tesztelési és verifikációs sémák (IEC61508). Esettanulmányok: Autóközi (car2car), autófelügyeleti (car2infrastructure) kommunikáció, biztonságkritikus mozdonyvezetői kezelőfelület, erőforrás-allokáció és optimalizáció.

Atomerőművi technológiák

([TE80MV00](#), 3. szemeszter, 1/0/1/f/2 kredit, TTK NI)

Szabadon választható tantárgy

A tantárgy célkitűzése: Az elkövetkező években a Paksi Atomerőmű az üzemidő-hosszabbítás, illetve új blokkok építése miatt jelentős számú mérnöknek - köztük villamosmérnököknek - fog munkát kínálni. Azok számára, akiknek távlati céljaik között szerepelhet a nukleáris iparban való elhelyezkedés, az atomenergetikai szaktudás előnyt jelenthet. A tantárgy a reaktorok biztonságos üzemeltetéséhez kapcsolódó legfontosabb mérnöki ismeretekbe vezeti be a hallgatókat.

Megszerezhető készségek/képességek: Reaktorok üzemvitele, szabályozási tulajdonságai. Mérgeszékek, sugárbetegségek. Reaktorok hőtechnikai kérdései.

Rövid tematika: Reaktivitás-visszacsatolások üzemvitelre gyakorolt hatása, a reaktor önszabályozó képessége. Xenon- és samárium-mérgezettség üzemviteli vonatkozásai: xenon-mérgezettség időbeli alakulása teljesítményreaktorok térbeli xenonlengése. Az atomreaktor mint sugárforrás: az üzemelő és a leállított reaktor mint sugárforrás; gamma- és neutronsugárzás reaktor körüli védőszerkezetei.

Az atomreaktor mint hőforrás: a reaktorfizikai és hőtechnikai jellemzők közötti kapcsolat, hőtechnikai korlátok, aszimmetriák és ezek okai. Aktívzóna-monitorozás, felügyelet: in- és ex-core detektorok. Reaktorok szabályozása: szabályozókazetták, differenciális és integrális értékesség, kiegészítő mérgek, bórsavas szabályozás. Fűtőelemek üzemviteli viselkedése: meghibásodások, fűtőelem-ellenőrzés. A reaktortartály sugárkárosodása: reaktortartály-felügyelet, tartály-élettartam; a zónaelrendezés hatása; felújító hőkezelés.

Mérési gyakorlatok az Oktatóreaktorban:

- Gáztöltésű és neutrondetektorok
- Szcintillációs és félvezető detektorok
- Reaktorüzemeltetési gyakorlat

VI.2.9 Optikai hírközlés mellékspecializáció (HVT)

1. A mellékspecializáció megnevezése: Optikai hírközlés

(*Optical Communication*)

2. MSc szak:

villamosmérnöki

3. A specializációfelelős tanszék:

Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék

4. A specializációfelelős oktató:

Dr. Nagy Lajos egyetemi docens

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

A korszerű hírközlési feladatok jelentős részét optikai hordozón valósítják meg. Másfelől egyre nagyobb jelentősége van a televíziójelek kábeles átvitelének, mely feladat végrehajtása a hagyományos koaxiális kábel mellett, egyre nagyobb mértékben valósul meg optikai hordozón. Az átviteli közegek sáv szélességének növekedésével az integrált rendszerek megteremtik a műsorszórtás mellett az IP alapú szolgáltatások alkalmazását is.

A mellékspecializáció célkitűzése elmélyült ismereteket nyújtani mind az optikai hírközlés, mind a kábeltelevízió technikájában.

Tekintettel a fellépő feladatok igen szerteágazó tulajdonságaira továbbá az ugyancsak szerteágazó hallgatói igények kielégítésére, a mellékspecializációt igen flexibilisnek terveztük: a hallgatók, érdeklődési körüknek, továbbá az idők folyamán változó igényeknek megfelelően választhatnak mélyebb optikai és mélyebb CATV ismeretek megszerzése között.

A tulajdonképpen célkitűzés kettős: az optikai kábelek és eszközök tulajdonságainak, és az optikai átviteli rendszerek tervezési ismereteinek megszerzése, továbbá a kábeltelevízió szolgáltatásához szükséges rendszertechnikai és áramköri ismeretek megismerése.

6. A megszerezhető kompetenciák:

A modern fénytávközlő eszközök és rendszerek működési és tervezési kérdéseinek alkalmazás-szintű ismerete. A szakterületre kerülő hallgatók széleskörű nemzetközi és hazai együttműködésben végzett munkákba kapcsolódhatnak be. A hallgatók elegendő ismeretet szereznek, hogy TDK és doktoranduszi kutatásokat kezdhessenek meg.

Fénytávközlő eszközök

([VIHVM351](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: Az optikai távközlés elméleti kérdéseinek és a legfontosabb speciális eszközök (távközlési szempontjából jelentős) tulajdonságainak megismerése. A tantárgy célkitűzése az, hogy az ilyen rendszerekben található összetett optikai és elektronikus áramköröket megismerjék a hallgatók, és áttekintést kapjanak a kapcsolódó tervezési, megvalósítási és mérési eljárásokról.

Rövid tematika: A fotonika fizikai és technológiai alapjai. Fénytávközlés előnyei. Fénytávközlő rendszer felépítése. Optikai átviteli közeg: Üvegszál típusok, felépítés, gyártás. Csillapítás, diszperzió. Csatlakozó típusok, csatlakoztatási hibák. Optikai adó: a lézerműködés fenomenológikus elmélete. Gyakorlati lézerek, főbb karakterisztikák, jellemző alkalmazások. Optoelektronikai félvezető anyagok és technológiájuk. A fény és az anyag energetikai kölcsönhatásai. Lézerdiódák működési alapelve, konstrukciója, statikus tulajdonságai. Lézerdiódák dinamikus tulajdonságai. Korszerű, nagy spektrális tisztaságú, hangolható lézerdiódák. Fotodetektorok: a detektorok optikai és elektromos jellemzői. Fotodetektor típusok (PIN, lavina dióda). Passzív eszközök: iránycsatoló, izolátor, cirkulátor, vezérelt passzív eszközök. Külső modulátorok: Mach-Zender, elektro-abszorpciós, elektro-akusztikus. Optikai áramkörök S-paraméteres leírása. Analóg átviteli torzítások. Optikai erősítők, optikai nemlineáris jelenségek. A hullámhossz multiplexálás és demultiplexálás eszközei.

A kábeltelevízió rendszertechnikája és elektronikája

([VIHVM362](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A távközlésben egyre nagyobb jelentősége van a televíziójelek kábeles átvitelének, mely feladat végrehajtása a hagyományos koaxiális kábel mellett, egyre nagyobb mértékben valósul meg optikai hordozón. A tantárgy megismerteti a CATV rendszerek forrásjeleinek többségét szolgáltató rádió és tv műsorszóró rendszereket. Az alapvető műsorszóró rádiórendszerek ismertetése mellett tárgyalásra kerülnek a hagyományos analóg tv rendszerek (NTSC, PAL, SECAM), valamint a korszerű digitális forráskódolási eljárások (MPEG2, MPEG4, normál és HD felbontás, stb.).

Rövid tematika: A CATV rendszerekben alkalmazott antennák áttekintése. Nagyfrekvenciás áramköri egységek leírása. URH és mikrohullámú aktív és passzív építőelemek, tipikus áramköri megoldások. Az elosztóhálózat elemei: kábelek, erősítők, aktív és passzív elosztók, fogyasztói csatlakozók stb. Az építőelemekre vonatkozó minőségi előírások, az építőelemek mérése.

CATV hálózatok létesítése. A szolgáltatók feladatai. Előfizetői igények. Jogi szabályozás. Ipari háttér. Gazdaságossági kérdések. CATV hálózatok fenntartási kérdései. Kábeles műsor- és jeltovábbító rendszer topológiák és nyalábolási eljárások. A fejállomás és az elosztóhálózat funkciói és felépítése. Interaktív kábeltelevízió. Optikai szálás műsor és jeltovábbító rendszerek. Műholdas műsorszóró rendszerek. Műholdas összeköttetés jel-zaj mérlege.

Fénytvádközlő rendszerek

([VIHVM352](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, HVT)

A tantárgy célkitűzése: A tárgy célja, hogy átfogó képet adjon a modern távközlési hálózatokban kialakított optikai rendszerek felépítéséről, a bennük alkalmazott eszközök működéséről, gyakorlati alkalmazásáról és a hálózattervezés lépéseiről. Bemutatja az optika alkalmazásának sokféle lehetőségét digitális és analóg rendszerek részletes ismertetésén keresztül mind a gerinchálózatok, mind a hozzáférési hálózatok esetében. Áttekintést ad az optikai jel terjedésének elméletétől a gyakorlatban előforduló olyan problémák tárgyalásáig, amelyek a hálózat és átviteltervezés, WDM rendszerek, valamint kábeltelevíziós és internet szolgáltatások optikai átviteli megoldásai során merülnek fel. A tárgy betekintést nyújt az optikai jelfeldolgozás legújabb eredményeibe is.

Rövid tematika: Hírközlésméleti ismétlés (intenzitás és AM moduláció, vételi módszerek, stb.). Az optikai rendszerek tervezéséhez és méréséhez szükséges mikrohullámú ismeretek összefoglalása (S-paraméterek, mikrohullámú illesztés, Smith-diagramm, VNA működési elve, kezelése). Optikai jelek detektálása; jel/zaj viszony az optikai sávban. Digitális jelek optikai átvitele: intenzitás-modulált rendszerek. A fáziszaj. Segédvív multiplexált rendszerek (SCM). Radio-over-Fiber (RoF) rendszerek. Hullámhossz-osztású sokcsatornás rendszerek és hálózatok (WDM). Koherens optikai rendszerek. Szoliton optikai átvitel. Optikai erősítők alkalmazása. Optikai szűrők alkalmazása. Optikai jelfeldolgozás. Mikrohullámú jelek optikai feldolgozása és átvitele. Optikai-mikrohullámú szűrők, optikai-mikrohullámú keverés, fáziszaj-intenzitás-zaj konverzió. Optikai átviteli rendszerek tervezése és számítógépes szimulációja (VPI). Az optikai távközlés szimulációs módszerei. Hálózati alapfogalmak ismétlése. Optikai LAN-ok. WDM optikai hálózatok. Optikai átvitel alkalmazása vezeték nélküli/mobil hálózatokban. Optikai átvitelen alapuló nagysebességű adatátviteli rendszerek bemutatása. A fizikai és az adatkapcsolati réteg funkcionális építőelemei, az elemek közötti kapcsolati felületek. Speciálisan nagysebességű optoelektronikai realizációk jellemzői, tervezési szempontjai, mérési módszerei.

VI.2.10 Orvostechnika mellékspecializáció (IIT, MIT)

1. A mellékspecializáció megnevezése: Orvostechnika

(*Biomedical engineering*)

2. MSc szak:

mérnökinformatikus, villamosmérnöki

3. A specializációfelelős tanszék:

Irányítástechnika és Informatika Tanszék
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

4. A specializációfelelős oktató:

Dr. Benyó Zoltán egyetemi tanár
Dr. Jobbágy Ákos egyetemi tanár

5. A megcélzott szakterület jellegzetességei, trendjei:

A korunk egyik jellemzője, hogy az elméleti és gyakorlati orvosi tevékenységek folytatásánál egyre nagyobb jelentőségű a kvalitatív vizsgálatok helyett az élettani folyamatok kvantitatív meghatározása. Ehhez, nélkülözhetetlen a technikai, matematikai és számítástechnikai módszerek alkalmazása. Az élettani folyamatoknál végzett mérések statisztikai kiértékelésén túl növekvő igény a különböző biológiai rendszerek hatásmechanizmusának rendszerelméleti tárgyalása, ok- okozati összefüggések feltárása, szabályozási mechanizmusok elemzése. Ma egy jól felszerelt orvosi műtőben illetve, intenzív őrzőkben a műszerek sokaságát fedezhetjük fel. A betegségek meghatározására, a diagnózis felállítására szolgáló műszerek, berendezések bonyolult elektronikával és működtető programokkal vannak ellátva. Ezen berendezések tervezésére, működtetésére, kellő mennyiségű interdiszciplináris tudással rendelkező szakemberre van szükség. Ezen tantárgyblokk (mellékszakirány) célja, olyan mérnökök képzése akik megfelelő elméleti és gyakorlati ismeretek megszerzése után, természettudományos és orvos-élettani ismeretek birtokában képesek egészségügyi mérnöki feladatok megoldásában közreműködni.

6. A megszerezhető kompetenciák:

A szakirányban végzett hallgatók részt tudnak venni orvosbiológiai kutatásokban, klinikai kutatóintézetekben, orvosbiológiai berendezések tervezésében, gyógyászati segédberendezések kutatásában illetve tervezésében. Egészségügyi intézmények informatikai feladatainak ellátásában.

Rendszerélettan

([VIEUM273](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, SE)

A tantárgy célkitűzése: Az emberi test funkcionális bemutatása, a tantárgy egymásra épülő logikával tárgyalja a szervrendszerek működését, makró és mikroszkópos funkcionális morfológiáját és példákkal utal a diagnosztika, gyógyítás, rehabilitáció, stb. anatómiai alapjaira. A tantárgy célja a rendszerszemléletű élettani tudás kialakítása, melyet az élettani feladatok megismerésére, a szabályozási mechanizmusok megértésére képezi a hallgatót.

Rövid tematika: Ismertetésre kerülnek az emberi test sejteinek, szerveinek és szervrendszereinek alapvető élettani folyamatai. Tárgyaljuk a sejt szabályozás, a membránelektromosság, az izomműködés, a vérkeringés, a légzés, a táplálkozás és tápanyag-feldolgozás, a kiválasztás, a hormonális szabályozás az érzékszervi és idegrendszeri működés főbb jelenségeit és a közöttük lévő összefüggéseket. Bemutatjuk a fontosabb tudományos és klinikai diagnosztikus vizsgálatok élettani alapjait. A rendszerélettan szemléletet követve tárgyaljuk a test homeosztázisának meghatározó szabályozási köreit, azok módosulásait különböző élettani és népegészségügyi szempontból fontosabb kórállapotokban. A hallgatók előtt így ismeretessé válnak a gyakrabban végzett tudományos, klinikai diagnosztikus mérések és terápiás beavatkozások élettani háttér-folyamatai.

Orvostechnika

([VIMIM337](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: a biológiai jelek méréséhez szükséges jelátalakítók bemutatása és a hozzájuk kapcsolódó készülékek funkcionális ismertetése, ideértve mind a jellemző hardver egységeket mind az elterjedten használt jelfeldolgozó algoritmusokat.

Rövid tematika: Bevezetés: A tárgy kapcsolódási pontjai: egészségügy, műszergyártás. Jeltartományok, jeltípusok, közvetlen és közvetett mérések. Zajok, zavarok. Jelátalakítók. Elektródok: típusok, helyettesítő képek. Nem villamos mennyiségek villamos jellé alakítása: elmozdulás, nyomás, erő, áramlási sebesség, hőmérséklet. Linearizálás, dinamikus tulajdonságok vizsgálata. Biológiai jeleket feldolgozó erősítők: jelhozzávetetés, bemeneti fokozat, védelem, galvanikus elválasztás, zajelnyomás, szelektív fokozatok. Biztonságtechnika: Az áram fiziológiai hatása. Az áramutak létrejötte. Védekezés a nem kívánatos áramutak ellen. Szabványok. Elektronikus jeleket feldolgozó orvosi készülékek bemutatása. A készülékek funkcionális blokkvázlata. Digitalizálás, adattömörítés, lényegkiemelés. Az eredmények reprezentálása. Készülék-specifikus jelfeldolgozás. Távmérés. Képpalkotó berendezések. Mozgásanalízis. Orvosi készülékek ellenőrzése.

Biometria

([VIIM338](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: Rendszerszemléletű ismeretanyagot adni az élettani folyamatok méréses vizsgálatához. Bemutatni a diagnosztikai és kísérleti vizsgálatok tervezésének és kiértékelésének elméleti módszereit és azok számítógépes realizációját.

Rövid tematika: Mérési eljárások tervezése fiziológiai folyamatoknál (becslési és döntési eljárások). Szűréselmélet és alkalmazása. Szűrési algoritmusok és azok számítógépes realizációja. Mérési adatok feldolgozásának alapvető módszerei: Kompartment analízis alkalmazása az orvostechnikában. A digitális képfeldolgozás alapvető hardver, szoftver és algoritmus elemeinek megismertetése orvosi gyakorlatból vett esettanulmányokon keresztüli bemutatása.

VI.2.11 Programozható logikai eszközök alkalmazástechnikája mellékspecializáció (MIT)

- 1. A mellékspecializáció megnevezése:** Programozható logikai eszközök alkalmazástechnikája
(*Application of Field Programmable Gate Arrays*)
- 2. MSc szak:** villamosmérnöki
- 3. A specializációfelelős tanszék:** Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék
- 4. A specializációfelelős oktató:** Dr. Fehér Béla egyetemi docens

5. A megcélzott szakterület jellegzetességei, trendjei:

A tárgycsoport célja, hogy egységes keretben mutassa be a programozható logikai eszközökre épülő rendszermegvalósítási lehetőségeket az alkalmazási területhez tartozó összes tervezői ismeretanyagot átfogva. A hallgatók megismerik az FPGA eszközök legfontosabb tulajdonságait, a hardver tervezés korszerű módszereit, a komplex egyetlen programozható áramkörön kialakított processzoros rendszerek (SoPC) kialakításának kérdéseit. Elsajátítják az integrált tervező rendszerek és fejlesztési technológiák használatát konkrét mérnöki tervezési problémák megoldásának lépésein keresztül.

6. A megszerezhető kompetenciák:

A korszerű programozható logikai eszközök (FPGA-k) a digitális rendszertechnika alapvető építőelemeivé váltak. A beágyazott rendszerek megvalósítása során a tervező rendelkezésre álló flexibilitás, a komplex, nagyteljesítményű eszközök újszerű tervezési módszertan használatát teszik lehetővé. A lehetséges tervezési megoldások értékelése a követelmények és előírások különböző feltételek szerinti beállításával, a legkedvezőbb rendszer architektúra kiválasztása a minőségi jellemzők figyelembevételével olyan ismeretanyagot jelent, amely a beágyazott rendszerek tervezésében elsődleges szerepet játszik.

Logikai tervezés

([VIMIM286](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a logikai rendszerek tervezésének általános szempontjait, a terület ismeretéhez szükséges eszközöket és módszertanokat mutatja be. Megismerteti a hallgatókat a digitális rendszertervezés korszerű módszereivel, bemutatja a modern, nagybonyolultságú, felhasználó által programozható logikai áramköröket, demonstrálja a korszerű tervező környezetek szolgáltatásait, és ezek hatékony használatát. Az oktatási cél a megfelelő eszközkészlet és módszertan bemutatásán túl a mérnöki alkotó tevékenység különböző fázisának bemutatása a probléma megfogalmazásától a rendszermodell kidolgozásán át a konkrét architektúrák specifikációján keresztül az egyedi funkcionális egységek megvalósításáig és ellenőrzéséig. A tervezési módszereket a széles körben elterjedt, ipari szabványnak tekinthető eszközkészlet használatával konkrét tervezési példán keresztül ismertetjük. Az elméleti ismereteket így közvetlen gyakorlati tapasztalatok is kiegészítik ill. elmélyítik.

Rövid tematika: Rendszermegvalósítási lehetőségek, technológiai áttekintés. Általános célú elemek és használatuk előnyei: CPU, memória, PLD, FPGA. A tervezési és implementációs folyamat fontosabb lépéseinek rövid áttekintése. Egy korszerű tervezési környezet használata, projekt előkészítés, tervezési adatok specifikálása. Specifikáció megadása, forrásnyelvi leírás, blokkdiagram szerkesztés. Funkcionális ellenőrzés szimulációval. Tervezési előírások, implementációs megkötések előírása és teljesíthetőségük vizsgálata. A tervezőrendszer működésének ellenőrzése, riportfájlok. A Verilog és VHDL nyelvek kialakulása, használata és elterjedése. A rendszer komplexitás és kezelhetőségének kapcsolata a tervezői eszközök tulajdonságai alapján. A leírás aspektusai: a viselkedési és strukturális leírás. A Verilog nyelv részletes ismertetése, a nyelvi szabályok, struktúrák, szintaktika bemutatása. A nyelv használata a szimulációs technológiában. Az általános digitális funkcionális elemek leírási módjai a nyelv eszközkészletével. A szintézis paradigma. A konkurens programozási modell értelmezése, a hardver komponensek párhuzamos működése. A regiszter transzfer modell és használata. A beágyazott tesztelés technológiája. Szintetizálható tesztkörnyezet használata a fejlesztés és bemérés során. Algoritmikus

tesztgenerátorok, funkcionális buszmodellek. Processzor alapú tesztminta generátorok. A logikai analizátor funkció használata az FPGA áramkörök mérése esetén.

Mikrorendszerek tervezése

([VIMIM363](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy az egy csipes, komplex mikrorendszerek (SoC) tervezési és fejlesztési kérdéseivel foglalkozik. A beágyazott rendszereknek különböző területeken, igen széles teljesítmény és műszaki követelmény skálán kell megfelelniük az alkalmazási elvárásoknak. A többdimenziós tervezési tér egy-egy pontja lefedhető a szokványos kereskedelmi komponensek sztenderd alkalmazásaival, melyeket a rendszerek szoftver rétegei tesznek feladat-specifikussá és költség-hatékony megoldássá. A magasabb szintű követelmények kielégítése azonban az esetek többségében nem nélkülözheti a probléma optimalizált feldolgozó egységek kialakítását, a rendszer hardver és szoftver komponenseinek platform alapú, de egyedi vonásokat hordozó tervezését. Az egyetlen nagybonyolultságú áramkörön történő tervezés olyan rendszertechnikai megoldások alkalmazását teszi lehetővé, amik igen széles követelményskála mellett megfelelő teljesítőképességű rendszereket eredményeznek.

Rövid tematika: A mikrorendszerek felépítésének általános modellje programozott eszközök alkalmazásával. A rendszerfelépítés modelljei, a SW-HW szétválasztás lépései. A SW modell motorja: a konfigurálható mikroprocesszoros vezérlő. Általános célú beágyazott mikroprocesszorok (utasításkészlet, működési modell, adatstruktúra, SW támogatás). Dedikált mikroprocesszor struktúrák (speciális utasítások, protokoll processzorok). Az alkalmazás specifikus funkcionális egységek adatfolyam tervezésének lépései. A mikrorendszer gerince: a rendszerbusz architektúra. Fontosabb buszstruktúrák áttekintése és elemzése (CoreConnect, Avalon, AMBA, Whisbone). Busz architektúrák elemzése: komplexitás, támogatás, teljesítmény, kompatibilitás, előnyök, hátrányok. A funkcionális modulok alkalmazása a tervezésben: specifikáció, megvalósítás, rendszerbe integrálás. A VC (Virtual Component) és az IP (Intellectual Property) alapú tervezés specifikációs, implementációs és alkalmazási kérdései. Fontosabb rendszerelemek áttekintése (CPU-k, memóriavezérlők, arbiterek, interfészek). Fejlesztési eszközök: Szimulátorok, busz funkcionális modellek, teszt generátorok. Firmware és szoftver fejlesztési eszközök (utasításkészlet modell, beágyazó környezet modell). A magasszintű HW tervezés korszerű módszerei: a HDL nyelvek, a grafikus modul generátorok és szoftver alapú specifikációs és szimulációs eszközök (VHDL, Verilog, SPW, MATLAB System Generátor, Forge, Celoxica, SystemC). A fontosabb FPGA gyártók által támogatott rendszer megoldások ismertetése (Actel, Altera, Lattice, Xilinx).

Újrakonfigurálható technológiák nagyteljesítményű alkalmazásai

([VIMIM364](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, MIT)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy a modern SRAM technológiájú FPGA eszközök nagyteljesítményű számítási alkalmazásait ismerteti, lefedve mind a jelfolyam alapú valósidejű digitális jelfeldolgozási alkalmazásokat, mind az általános célú számítástechnikai alkalmazásokat. Ismerteti a feladatok hardveres megoldásainak előnyeit, a nagysebességű párhuzamos és pipeline műveletvégzők tervezési kérdéseit, a komponens és modell alapú tervezési módszereket. Bemutatja az újraonfigurálható társprocesszor alapú rendszer megvalósítások előnyeit a speciális tulajdonságok kiaknázásának lehetőségeit. Ismerteti a statikus és dinamikus újrakonfigurálás technológiáját, az általános célú és konfigurálható processzorok használatával kialakítható nagyteljesítményű rendszerek számítási és adatmozgatási teljesítményoptimalizálásának kérdéseit a tipikus alkalmazási területek követelményei alapján.

Rövid tematika: A nagyteljesítményű számítástechnikai terület hagyományos megoldásai: párhuzamos szuperszámítógépek, számítógép clusterok, grid megoldások. Fontosabb felhasználási lehetőségek: Kutatások, pénzügyi adatfeldolgozás, geofizikai számítások, bioinformatika, védelmi kutatások. Problémák: költség, megbízhatóság, teljesítmény igény, elhelyezés, hűtés. Alternatív megoldások: Multi core CPU, grafikus CPU, Cell processzor, ClearSpeed rendszer, FPGA alapú rendszer. Alternatív programozási modellek keresése: a szoftver megoldás flexibilitásának kombinálása a hardver nagy teljesítőképességével az FPGA-ra alapuló számítási hálózatok alkalmazásával. Általános

párhuzamosítási lehetőségek: végrehajtási idő, feldolgozási képesség, hatékonyság, granularitás. Az Amdahl törvény. A párhuzamos és multi core programozási paradigma. Speciális gyorsítóeszközök áttekintése: A GPGPU általános jellemzői, műveletei támogatás, előnyök, hátrányok. A Cell processzor fontosabb tulajdonságai, a CBEA technológia alkalmazási feltételei. Az FPGA alapú újrakonfigurálható hardver eszközök. Az FPGA általános tulajdonságai, az SRAM a technológiájú eszközök jellemzői. Alapcellák és használatuk. Beépített blokkok: memóriák és DSP egységek. Nagysebességű I/O lehetőségek. FPGA alkalmazások fejlesztési technológiája, HDL fejlesztés lépései. Időbeli és térbeli párhuzamosítások. Általános célú, jelfeldolgozási célú magasszintű algoritmikus eszközök. C-alapú megoldások: Handel-C, Impulse-C, Mittrion-C, Catapult-C, C2H, stb. Nagygépes rendszerek áttekintése: Cray XD1, SGI RASC. Egyéb megoldások: DRC Computer, Nallatech, Xtremedata.

VI.2.12 Rendszer szintű szintézis mellékspecializáció (IIT)

1. A mellékspecializáció megnevezése: Rendszer szintű szintézis

(System Level Synthesis)

2. MSc szak:

mérnök informatikus és villamosmérnöki

3. A specializációfelelős tanszék

Irányítástechnika és Informatika Tanszék

4. A specializációfelelős oktató

Dr. Arató Péter egyetemi tanár

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

Mind a villamosmérnöki, mind a mérnök informatikus gyakorlatban az adott alkalmazási területtől függetlenül egyre általánosabb kompetenciát igényel az egyre komplexebb rendszerek szintézise szintén egyre komplexebb többnyire készen kapható vagy elkülönítlen tervezett hardware és software részegységek lehetőleg optimális felhasználásával. Az ilyen fejlesztő tevékenységnek a megoldandó feladat magas szintű viselkedési leírásából kell kiindulnia annak érdekében, hogy a konkrét megvalósítás felé haladva az egyes tervezési lépésekben csak a feltétlenül szükséges szabadságfok-rögzítések történjenek meg, teret hagyva ezáltal a további optimalizálási megfontolásoknak.

6. A megszerezhető kompetenciák

A magas szintű logikai szintézis módszerei (a megoldandó feladatból adatfolyam-gráf létrehozása, ütemezés, allokáció, előre megadott vagy optimálisan kiadódó részegységek felhasználása, pipeline jellegű és valós idejű gyorsításra való tervezés, a strukturális terv létrehozása és leírasi, szimulációs módszerei, a strukturális tervből kiinduló tervező rendszerek bemeneti adatainak előállítás). A hardware/software együttes szintézis módszerei (előre rögzített struktúrára történő tervezés, hardware/software partícionálás alapján kiadódó felépítés, a hardware/software partícionálás algoritmusai, a software technológia specifikációs eljárásainak adaptálása, a komponens-alapú tervezés kiterjesztése, Magas szintű programnyelvi leírásból történő közvetlen hardware generálás módszerei). A készen kapható, adaptálható komplex intelligens részegységek (IP-k) főbb típusai, az ismételt felhasználásra (reuse) való tervezés szempontjai és módszerei. Esettanulmányok a rendszer szintű szintézisre autonóm és beágyazott rendszerekben alkalmazott jelfeldolgozó és irányítástechnikai algoritmusok különböző struktúrájú megvalósítása révén.

Magas szintű logikai szintézis

([VIIIIM276](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: Az igen nagy sebességű digitális adat- és jelfeldolgozás fokozódó mértékben igényli azokat a gyors számító műveket, amelyeket ún. célrendszerként egy konkrét feladat, vagy egy szűkebb feladatosztály hatékony, gyors megoldására hoznak létre. Az ilyen eszközök specifikálása és az előírt viselkedésből kiinduló tervezése egyre inkább az alkalmazó mérnök feladata addig a strukturális szintig, ahonnan már a megvalósítás elvégezhető vagy megrendelhető a többnyire kereskedelmi forgalomban lévő, számítógéppel segített tervező és gyártó rendszerek alkalmazásával. A feladat specifikációtól a lehető legkedvezőbb struktúra meghatározásáig terjedő folyamat a magasszintű logikai szintézis és lényegében olyan algoritmusok összessége, amelyek a viselkedési előírás szintjén még meglévő szabadsági fokok adta lehetőségekkel élve kísérik meg az optimális struktúra létrehozását. A tantárgy célja e módszerek megismertetése és a tervezői készség kialakítása, különös tekintettel a pipeline működésű (futószalag elvű) rendszerekre, a specifikációs és viselkedési leírás elterjedt nyelvi eszközeire, valamint a tervező rendszerekhez való csatlakoztathatóságra

Rövid tematika: Az algoritmustól a szilíciumban történő megvalósításig terjedő szintézis folyamat főbb fázisainak áttekintése. A specifikációs és a viselkedési szinten megfogalmazható tervezési célkitűzések. A specifikációban rejlő szabadsági fokok kihasználása (az elemi műveletek definíciója, párhuzamosság-vizsgálat, rekurzív hurkok kezelése, feltételes elágazások kezelése, kanonikus specifikáció létrehozása). Vezérlési- és adatfolyam elvű leírasi módok a kanonikus specifikáció alapján. A viselkedési szint tervezési lépései (nonpipeline és pipeline ütemezés célkitűzése, közbenső tárolók behelyezése és elemi operációk

többszörözése, a művelet-összevonó módszerek célja, idő-tér döntések, a strukturális leírás kialakítása). Ütemező (scheduling) módszerek. Előre megadható pipeline újraindítási időre való tervezés. Művelet-összevonó és elhelyező (allocation) módszerek (az egyidejűség egyszerű kizárása, azonos operációk összevonása, regiszter-blokkok elkülönített kezelése, szisztolikus, iteratív, celluláris és egyéb homogén reguláris struktúrák kialakításának speciális követelményei, az összeköttetések számának redukálása). Költségfüggvények definiálása. Az újraindítási és a lappangási idő változtatásának hatásvizsgálata. Feladatfüggő lokális optimumok meghatározásának módszere. A VHDL, mint viselkedési és strukturális szintű leírónyelv főbb szabályai és alkalmazástechnikája. A felhasznált építőelemek által szabott peremfeltételek figyelembe vétele (EPLD elemek, mikroprogramozható struktúrák, Gate-array típusú elemek, ASIC elemek, jelfeldolgozó processzorok).

Tervezési példák a magasszintű logikai szintézis tipikus benchmark feladataira (digitális konvolúció, gyors Fourier-transzformáció, mátrix aritmetika, rendezés, válogatás, szűrés, korrelációs számítások). Az eredmények összehasonlíthatósági analízise, következtetések. A magasszintű logikai szintézis eredményeként létrejövő struktúra-specifikáció leírása VHDL nyelven és illesztése a további tervezési lépéseket végrehajtó CAD rendszerekhez (CADENCE, Mentor-Graphics, stb.).

Hardver-szoftver együttes tervezés

([VIIIIM340](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: Az igen nagy sebességű digitális adat- és jelfeldolgozás, valamint az egyre komplexebb beágyazott rendszerek fokozódó mértékben igénylik az olyan szisztematikus tervezési eljárásokat, amelyek lehetővé teszik annak mérlegelését, hogy a kialakuló rendszerparamétereket miként befolyásolja az egyes részegységek hardver illetve szoftver megvalósítása. Az ilyen ún. együttes tervezési eljárások segítségével meghatározhatók a részegységekre történő felbontás (particionálás) optimális vagy közel optimális változatai, miáltal a strukturális felépítés kialakítása szisztematikussá tehető.

Rövid tematika: A hardver/szoftver együttes szintézis elvei. Előre rögzített struktúrára történő tervezés. Hardver/szoftver particionálás alapján kiadódó felépítés. A hardver/softver particionálás algoritmusai. A szoftver technológia specifikációs eljárásainak adaptálása. A komponens-alapú tervezés kiterjesztése. Magas szintű programnyelvi leírásból történő közvetlen hardver generálás módszerei). A készen kapható, adaptálható komplex intelligens részegységek (IP-k) főbb típusai. Az ismételt felhasználásra (reuse) való tervezés szempontjai és módszerei.

Esettanulmányok rendszer szintű szintézisre

([VIIIIM341](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A rendszer szintű szintézis módszereinek gyakorlati alkalmazása.

Rövid tematika: Esettanulmányok a rendszer szintű szintézis módszereinek gyakorlati alkalmazására autonóm és beágyazott rendszerekben jellegzetes jelfeldolgozó és irányítástechnikai algoritmusok különböző struktúrájú megvalósítása révén.

VI.2.13 Szervo- és robothajtások mellékspecializáció (VET)

1. A mellékspecializáció megnevezése: Szervo- és robothajtások

(*Servo and Robot Drives*)

2. MSc szak:

villamosmérnöki

3. A specializációfelelős tanszék:

Villamos Energetika Tanszék

4. A specializációfelelős oktató:

Dr. Schmidt István egyetemi tanár

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

A szabályozott villamos hajtás – a teljesítmény és az intelligencia integrációja. Az ipari és a háztartási alkalmazások számos területén találkozunk villamos hajtásokkal megvalósított mozgás-szabályozásokkal. Ezeknek a hajtásoknak nagy része az adott feladatra kifejlesztett, intelligens szabályozási rendszerbe illeszkedő, magas minőségi követelményeket teljesítő, úgynevezett szervohajtás. Az információ-technológia fejlődése markáns trend - különösen a legigényesebb szervo- és robothajtások területén. Kiemelendő, hogy a nemzetközi szinten az oktatásban jellemzően háttérbe szoruló energetika területén tanszékünknek erős és kihasználható kompetenciái vannak.

6. A megszerezhető kompetenciák:

Intelligens hajtásrendszerek tervezése, fejlesztése, integrálása, diagnosztikája, monitoringja, alkalmazás-szintű ismeretei.

- Intelligens szervo- és robothajtások
- Áramvektor szabályozások
- Közvetlen fluxus, nyomaték, teljesítmény szabályozások.

Mikroszámítógépes hajtásirányítás

([VIVEM366](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

Célkitűzés: A már hagyományosnak nevezhető és a legújabb eszközökből kialakítható mikroszámítógépes hajtás-irányító rendszerek felépítésének, működésének, tervezésének, működtetésének, beállításának, szabályozástechnikai tulajdonságainak, mérés technikai sajátosságainak megismerése.

Rövid tematika címszavakban: Szervorendszerek irányításának hardver és szoftver elemei. Érzékelők jeleinek feldolgozása, digitalizálás, jelátvitel szabványos buszokon. Mikroprocesszor, mikrocontroller, jelprocesszor alapú mikroszámítógép. Digitális gyűjtésvezérlők, impulzusszélesség modulátorok. Rendszertechnikai elvek. Jelfeldolgozás: becslés, szűrés, identifikáció, obszerverek. Szabályozási algoritmusok, korlátozás és adaptivitás megvalósítása. Valós idejű programozás. Alkalmazási példák: Mikroszámítógépes irányítású egyenáramú, váltakozóáramú és léptetőmotoros szervohajtások. Korszerű vezérlési és szabályozási módszerek; mezőorientált szabályozás, érzékelő nélküli szabályozások, közvetlen szabályozások, intelligens (fuzzy, neurális, genetikus) irányítások alkalmazása.

Modellezés és szimuláció

([VIVEM365](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A modellezés elméleti és gyakorlati kérdésének bemutatása. A rendszerelmélet alapfogalmainak megismerése. Az állapotter módszer alapjainak, az állapotegyenletek megoldási módszereinek és a számítógépes szimuláció kérdéseinek áttekintése. Különböző típusú villamos gépek, félvezető eszközök és félvezető hajtások modellezése.

Rövid tematika: A rendszerelmélet alapfogalmai, az állapotter módszer alapjai. Az állapotegyenletek megoldási módszerei. Számítógépes szimuláció. Modellalkotás folyamata. Egyen- és váltakozó áramú szervomotorok modellezési lehetőségei. Nem lineáris és térbeli felharmonikusok figyelembe vétele.

Félvezetős villamos szervohajtások modellezése, teljesítményelektronikai kapcsolás és a motor modelljének illesztése. Gépmo­del­lek alkalmazása szabályozó körökben, modellreferenciás szabályozások. Tranziens folyamatok szimulációja. Professzionális szoftverek (MATLAB-SIMULINK, PSPICE) alkalmazása. Grafikus megjelenítés módszerei.

Szervo- és robothajtások

([VIVEM287](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: Precíz mozgatási feladatokat végrehajtó szabályozott villamos szervohajtások és intelligens hajtá­sszabályozási módok komplex tárgyalása. Mechanikai vonatkozások, hajtásérzékelők, energiaellátási módok ismertetése. Legjobb hajtástechnikai tulajdonságokat eredményező mikrokontrolleres vezérlésű, illesztett táplálású szervohajtások megvalósítása, vektoros szabályozása. Egygépes és többgépes mechanikai rendszerek mozgá­sszabályozása: a nyomaték, a fordulatszám és a pozíció szabályozása.

Rövid tematika: Villamos szervo- és robothajtások felépítése, kapcsolata a környezettel. Többgépes rendszer irányítási módjai. Egyenáramú motoros szervohajtások megoldásai, nyomaték és áramszabályozási módjai. Szinkronmotoros szervo hajtások elektronikus kapcsolásai és áramvektor szabályozási megoldásai. Mezőorientált szabályozású aszinkronmotoros szervohajtások áramvektor szabályozási módjai. Léptetőmotoros hajtások vezérlése és szabályozása. Fordulatszám- és pozíciószabályozási módok. Többgépes rendszerek (szerszámgépek és robotok) pozíció és együttfutása szabályozása. Robot hajtások szabályozási módjai. Hajtások irányítása, védelme, hajtásbuszok. Intelligens, kisteljesítményű, speciális hajtások, speciális érzékelők, integrált céláramkörök.

VI.2.14 Villamosenergia-rendszer informatika és menedzsment m.sz. (VET)

1. A mellékspecializáció megnevezése: Villamosenergia-rendszer informatika és menedzsment
(*Power System Informatics and Management*)

2. MSc szak: villamosmérnöki

3. A mellékspecializáció felelős tanszék: Villamos Energetika Tanszék

4. A mellékspecializáció felelős oktató: Dr. Dán András egyetemi tanár

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

A villamosenergia-termelés, szállítás és elosztás technológiájában széleskörű a mérés-technika, a számítástechnika és az információ technológia alkalmazása. A jövő fő feladatai a villamosenergia-piac biztonságos és hatékony működtetése, a minőségbiztosítás, az alternatív energiatermelés jelentős bővítése. A specializáció azon hallgatók érdeklődésére épít, akik ismereteiket a villamosenergia-rendszerek minőség-szabályozása és monitoringja, az intelligens elosztóhálózatok, az alternatív energiatermelő rendszerek integrációjával, a villamosenergia-piac jogi és műszaki szabályozásánál alkalmazható döntéstámogató rendszerekkel kapcsolatos ismereteket kívánják megszerezni.

6. A megszerezhető kompetenciák:

Villamosenergia-minőség mérés és monitoring. Elektromágneses összeférhetőség (EMC). Megbízhatóság és biztonság. Villamosenergia-piac és jogi környezet. VER információtechnológia, szakértői rendszerek alkalmazása. Megújuló energiaforrások, alternatív villamosenergia-termelés.

Villamosenergia-rendszerek mérés-technikája és jelfeldolgozása

([VIVEM288](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a hallgatókkal megismertetni a villamosenergia-rendszerek legfontosabb villamos jeleinek mérését, a mért adatok rögzítésének és feldolgozásának módszereit. Az eddigi ismeretek alkalmazása a speciális feladatok elvégzésére. Az elméleti előadásokhoz kapcsolódó bemutatók és konkrét mérés-technikai példák kidolgozása során a mérnöki tevékenység megismerése.

A tantárgy rövid tematikája: A villamosenergia-rendszerekben alkalmazott mérőberendezések hardver felépítése: primer és szekunder mérőváltók, jelek galvanikus leválasztása, analóg jelfeldolgozó alapáramkörök, erősítők, analóg szűrők, AD konverterek és kiegészítő áramkörei, mintavétel, mikrokontrollerek tulajdonságai és típusaik, digitális szignál processzorok (DSP) tulajdonságai és alkalmazása, mérőberendezések túlfeszültség és zavarvédelme. A villamosenergia-rendszerek fontosabb villamos mennyiségeinek mérési algoritmusai: frekvencia, feszültség és áram effektív értéke, feszültség-ingadozás, sorrendi mennyiségek, wattos és meddő teljesítmények, harmonikusok, flicker.

Intelligens villamosenergia-rendszer

([VIVEM367](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: A tantárgy célja a hallgatókat megismertetni a VER modellezésében a kutatás-fejlesztés-tervezés területén alkalmazott hasonlóságelméleti, megbízhatóságelméleti, fuzzy-neurális módszerekkel. A villamosenergia-rendszer tervezése és üzemeltetése során igen nagy volumenű adatbázison alapuló, nagy variációszámú munkaváltozatban történnek vizsgálatok és értékelések. A tantárgy ismereteket nyújt a tématerületen használatos igen sokfajta számítógépes szoftver-eszközzel.

A tantárgy rövid tematikája: A VER számítógépi modellezésének elvei, rendszerelemek modellezése és paraméterezése, rendszermodell, szimulációs analízis. Fuzzy rendszerek, szakértői rendszerek, neurális hálózatok, megbízhatóság elméleti alapok, intelligens alkalmazások. A villamosenergia-rendszerek átalakulási és fejlődési folyamatai. Energiatermelés, energiátárolás és tartalékolás. Irányítás és információ-technológia alkalmazások és fejlesztések. Intelligens elosztóhálózatok. Megújuló energiaforrások és alternatív villamosenergia-termelési technológiák, kialakítás, üzemeltetés, vezérlés és szabályozás.

Villamosenergia-piac és minőségszabályozás

([VIVEM368](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, VET)

A tantárgy célkitűzése: Megismertetni a hallgatókat az alábbi tématerületekkel: villamosenergia-szolgáltatás technológiája, rendszerszabályozás. A piac jogi, műszaki és kereskedelmi szabályozása, szervezete, működtetése, informatikai rendszere. A szolgáltatás megbízhatósága és biztonsága, szakértői rendszerek alkalmazása, tervezés. Minőségügy a termelés, szállítás, elosztás, szolgáltatás területén. Terhelésbecslés, menetrend-tervezés. A fogyasztói és termelői viselkedés befolyásolása, tarifa-politikák.

A tantárgy rövid tematikája: A villamosenergia szolgáltatás minőségi jellemzői, előírások, szabványok; az egyes paraméterek biztosításának eszközei, módszerei. A villamosenergia-szolgáltatás folytonossága, megbízhatósága. Minőségügy a tervezés, a villamosenergia-termelés, a szállítás és szolgáltatás területén. Villamosenergia-rendszer egyesülések piacorientált együttműködésének technikai, gazdasági irányítása, jogi szabályozása; hazai és nemzetközi tendenciák. A villamosenergia-piac résztvevői, a résztvevők kapcsolatrendszere. A piac szabályozása. A belső és külső piac jellegzetességei. Gazdasági és jogi környezet. A belső piaccal kapcsolatos szabályozások. (A villamos energia törvény, villamos energia ellátási szabályzatok.) Villamosenergia-díjszabás szerkezeti felépítése. Új, korszerű tarifa rendszer kialakításának szempontjai. A villamosenergia-termelés külső költségei. Fogyasztói teljesítmény gazdálkodás szempontjai, sajátosságai. Energiaracionalizálás.

VI.2.15 Virtuális valóság rendszerek és számítógépes játékok m.s. (IIT)

1. A mellékspecializáció megnevezése: Virtuális valóság rendszerek és számítógépes játékok
(*Virtual Reality Systems and Games*)

2. MSc szak: mérnökinformatikus és villamosmérnöki
3. A specializációfelelős tanszék: Irányítástechnika és Informatika Tanszék
4. A specializációfelelős oktató: Dr. Szirmay-Kalos László egyetemi tanár

5. A megcélzott szakterület főbb jellegzetességei, trendjei:

A virtuális valóságrendszerek (és azok speciális típusa, a számítógépes játékok) a számítógép memóriájában egy virtuális modellt építenek fel, és azt a modell törvényszerűségei szerint működtetik. A virtuális világban a felhasználót egy avatar objektum képviseli, amely a virtuális világról kapott információkat a felhasználó érzékszerveihez juttatja. A virtuális valóságrendszerek nagyon sokféle alkalmazásban sikeresek, mint a kiképző szimulátorokban, a tudományos, mérnöki és orvosi adatok megjelenítésében, a szórakoztatóiparban és a számítógépes játékokban. A virtuális valóságrendszerek megvalósítása speciális elméleti ismereteket, hardver környezetet (grafikus kártya, megjelenítő és beviteli eszközök) és programozási környezetet (DirectX, HLSL, CUDA) igényel.

6. A megszerezhető kompetenciák:

A mellékspecializációt elvégző hallgatók gyakorlatot szereznek a 2D és 3D grafikus felhasználói felületek létrehozásában, az interaktív rendszerek létrehozásában, a megjelenítő eszközök technológiájában, a modellezésben, gépi látás és képszintézis eljárások implementálásában, és a grafikus kártyák programozásában.

Játékfejlesztés

([VIIIIM289](#), 2. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: A hallgató legyen képes akár önállóan egy játékmotor, illetve erre épülő játék összeállítására, illetve ismerje ezek felépítését és működését, hogy programozóként tudjon dolgozni velük. Ismerje meg a megjelenítés, animáció és vezérlés módszereit. Legyen képes a grafikus kártyákon, illetve konzol környezetben a mai játékokban jellemző látványhatások megvalósítására, ilyen területen fejlesztői és kutatói feladatok megoldására.

Rövid tematika: A virtuális világ szintér gráfja. Modellek, entitások kapcsolata, jellemzői, az ezeket leíró adatszerkezetek. Felületi anyagjellemzők. Fizikai jellemzők, a megjelenítés és a fizikai szimuláció kapcsolata. A grafikus kártya csővezeték modellje. Erőforrások, memóriakezelés. Rajzoló állapotok. Árnyaló és fix műveleti szakaszok. A grafikus kártya vezérlése DirectX környezetben. Az árnyalók programozása HLSL-ben. Textúrázás, környezet leképezés, árnyékok. A játékmotor objektum-orientált felépítése. XNA osztályok. A grafikus kártya vezérlése a konzolon. Valószerű megjelenítés, globális illumináció, PRT, ambiens takarás. Fizikai animáció. Merev testek, „rugó és tömeg” rendszerek. Ütközésetektálás és válasz. PhysX. Karakter-animáció. Részecskerendszerek és hálók. Térfigurali fényjelenségek. Részecskerendszerek megjelenítése plakátokkal. Vízfelület és terep. Elmozdulás-leképezés. Utófeldolgozás, HDRI, mélységélesség szoftveres szimulációja. Esettanulmány egy játékmotorra (Ogre3D). Példa FPS és stratégiai megvalósítása.

Virtuális és kiterjesztett valóság rendszerek

([VIIIIM369](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: Virtuális valóságrendszerek elemeinek és rendszer architektúrájának a megismertetése, valamint virtuális és kiterjesztett világok felépítéséhez használható algoritmusok fejlesztése.

Rövid tematika: 3D megjelenítő eszközök. Autosztereoszkópikus rendszerek méretezése és alkalmazása. Térhatású képek előállításának módszerei és eszközei. Display-fal és kivetítő rendszerek.

Holografikus megjelenítők. Természetes ember-gép kapcsolat. Mozgáskövetés. Beviteli eszközök és haptikus érzékelés. Virtuális valóság perifériák. Teleoperáció VR rendszerben. Hardware in the loop szimuláció. 3D objektumrekonstrukció VR alkalmazásokban. Kamera modellek. Multi-kamerás rendszerek analízise. 3D objektum rekonstrukció - mozgás és környezet interpretálása. Virtuális valóságmodell kamerával felvett filmből, geometria, anyagjellemzők és textúra visszaállítása. Alakzat visszaállítás sztereófelvételtől, mozgásból, színből és árnyalásból. Számítógépes animáció kamerával felvett filmbe illesztése, kompozitálás, 3D szkennerek, 3D Motion capture eszközök alkalmazása. Esettanulmányok virtuális és kiegészített valóság alkalmazásokra.

Számítógépes vizualizáció

([VIIM370](#), 3. szemeszter, 2/1/0/v/4 kredit, IIT)

A tantárgy célkitűzése: Orvosi képalkotó (CT, MRI, PET, SPECT) és tudományos szimulációs rendszerek adatainak feldolgozásához és megjelenítéséhez szükséges ismeretek átadása, fejlesztői illetve kutatói pálya megalapozása.

Rövid tematika: Képalkotó módszerek (CT, MRI, PET) áttekintése. Mintavételezési elmélet, Fourier analízis. Approximációs elmélet: rekonstrukciós szűrők tervezése, approximáció, interpoláció, kvázi-interpoláció. Radon-transzformáció, tomográfiai rekonstrukciós módszerek: algebrai rekonstrukció, szűrt visszavetítés, statisztikus módszerek. Képfeldolgozás: szűrés, szegmentálás, tömörítés. Indirekt vizualizáció: Fourier térfogat-vizualizáció, masírozó kockák (marching cubes), Monte Carlo térfogat-vizualizáció. Direkt vizualizáció: sugárkövetés (ray casting), pacázás (splating), nyírás/torzítás (shear/warp) transzformáció. Térfogat-vizualizáció GPU támogatással. Virtuális endoszkópia: szegmentálás, középvonal keresése, navigáció. Nem-fotorealisztikus, illusztratív jellegű vizualizációs technikák. GPGPU stratégiák, CUDA. Komplex rendszerek (pl. folyadékáramlás) szimulációja és vizualizációja a GPU-n. Elosztott vizualizációs rendszerek, HP-SVA. Információvizualizáció, gráfok, nagy dimenziós adathalmazok megjelenítése.

VI.3 Szakmai ismeretbővítő tantárgyak

A szakmai ismeretbővítő tantárgyak nem kapcsolódnak kizárólagosan egyetlen specializációhoz, és nem alkotnak más tantárgyakkal egymásra épülő tantárgyblokkot sem. Ez a tantárgycsoport a Villamosmérnöki és Informatikai Karon meghirdetett szabadon választható tantárgyaknak egy olyan részhalmaza, amely a benne foglalt ismeretanyag alapján teljesíti a szak mesterképzésére megfogalmazott és érvényben lévő Képzési és Kimeneti Követelmények (KKK) szakmai előírásait. A tantárgycsoportban szereplő tantárgyak listáját a Villamosmérnök-képzés szakbizottsága félévente felülvizsgálja, a tanszének tantárgykínálata alapján aktualizálja és a kar honlapján közzéteszi. A tantárgyak részletes leírása ennek megfelelően a kar honlapján, a mindenkor szabadon választható tantárgyak között megtalálható.

A Kari Tanács által jóváhagyott, ezen tantárgyblokk számára érvényben lévő lista jelenleg a következő:

A tantárgy neve	Neptun kódja	2015 szeptembertől	Tanszék
A WEB programozása	VIAUJV19	megszűnt	AUT
Adatbázis-kezelő rendszerek	VIAUJV34	változatlan	AUT
Az újgenerációs .NET platform	VIAUAV71	VIAUAV22	AUT
Bevezetés a mobil szoftver fejlesztésbe	VIAUAV69	2016.06.30-ig	AUT
Grafikai és animációs eszközök (új cím: Modellezés és animáció 3D Studio Max-ban)	VIAUJV21	VIAUAV27	AUT
Kapcsolóüzemű tápegységek	VIAUJV02	megszűnt	AUT
Korszerű operációs rendszerek (új cím: Windows hálózatok tervezése és üzemeltetése)	VIAUJV25	VIAUAV25	AUT
Linux programozás	VIAUJV57	változatlan	AUT
Napelemes rendszerek	VIAUJV00	változatlan	AUT
Szoftverfejlesztés J2EE platformra	VIAUJV09	változatlan	AUT
Szoftverfejlesztés .NET platformon (új cím: Szoftverfejlesztés .NET platformra)	VIAUJV10	VIAUAV23	AUT
Symbian alapú szoftverfejlesztés	VIAUAV68	megszűnt	AUT
Webportálok fejlesztése	VIAUJV83	változatlan	AUT
A UNIX rendszer felhasználói és fejlesztői felülete	VIIIJV76	változatlan	IIT
Beágyazott funkcionális programozás	VIIIJV42	megszűnt	IIT
Nagyfrekvenciás digitális rendszerek integrált fejlesztése 1. (új cím: Nagysebességű digitális rendszerek integrált fejlesztése I.)	VIEEAV02	VIEEAV14	EET
Nagyfrekvenciás digitális rendszerek integrált fejlesztése 2. (új cím: Nagysebességű digitális rendszerek integrált fejlesztése II.)	VIEEAV03	VIEEAV15	EET
Komplex hardvertervezés I. (új cím: Komplex hardvertervezés kiberfizikai platformokon)	VIEEBV04	VIEEAV13	EET
Komplex hardvertervezés II.	VIEEBV05	megszűnt	EET
Intelligens szenzorok	VIEEAV05	változatlan	EET

VII. Szabadon választható tantárgyak

A szabadon választható tantárgycsoportban a hallgatók ismereteik bővítésére általuk szabadon választott tantárgyakat vesznek fel - minimum 6 kreditpont kiméretben - a Kar, más karok, vagy más egyetemek tantárgyainak kínálatából.

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

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

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