

**BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS
GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
Villamosmérnöki és Informatikai Kar**

**Villamosmérnöki Szak
Szakirányú képzés**

FŐSZAKIRÁNYOK TANTERVE

2006. OKTÓBER

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS.....	3
BEÁGYAZOTT INFORMÁCIÓS RENDSZEREK.....	4
ENERGIA-ÁTALAKÍTÓ RENDSZEREK.....	9
INFOKOMMUNIKÁCIÓS RENDSZEREK.....	13
IRÁNYÍTÁSTECHNIKAI ÉS ROBOTINFORMATIKAI	19
MIKRORENDSZEREK ÉS MODULÁRAMKÖRÖK 2	25
SZÁMÍTÓGÉPEK RENDSZER- ÉS ALKALMAZÁSTECHNIKÁJA	33
SZÉLESSÁVÚ ÉS MÉDIA-KOMMUNIKÁCIÓ	38
VILLAMOSENERGIA-RENDSZEREK.....	47
RÖVIDÍTÉSEK.....	52
A VILLAMOSMÉRNÖKI SZAK MINTATANTERVE	53
A VILLAMOSMÉRNÖKI SZAK FŐSZAKIRÁNYAINAK TANTERVE	55
A VILLAMOSMÉRNÖKI SZAK FŐSZAKIRÁNYAINAK TANTÁRGYAI.....	60
SZAKIRÁNY-VÁLASZTÁSI SZABÁLYZAT.....	63

BEVEZETÉS

A Villamosmérnöki Szakon az ötéves képzés első éveiben természettudományi, műszaki és villamosmérnöki alapképzés folyik. A képzés második felében az oktatás az alapképzésre építve szakirányokban valósul meg.

Az oktatás szerkezete a következő oldalakon látható.

A tanterv egy fő szakirányt és mellék szakirányt tartalmaz a választható tantárgyakon kívül.

Egy-egy szakirány összetartozó tárgyak együttesét jelenti. A Villamosmérnöki és Informatikai Kar által meghirdetett 8 szakirány lefedi a villamosmérnöki tudományok teljes spektrumát.

Ez a kiadvány a fő szakirányokat ismerteti. A fő szakirányok évenként indulnak, keresztszemeszteres indítás nincs. A Kar valamennyi fő szakirány indítását garantálja. Ennek érdekében az egyes szakirányokban a létszámok mind felülről, mind alulról korlátozottak. A hallgatók szakirányokba sorolása a tanulmányi eredmények alapján a Szakirány-választási szabályzatnak megfelelően történik.

A fő szakirányok általában 10-13 tárgyat ajánlanak fel, amelyek közül 6 tárgy felvétele kötelező. Ezen belül 1-3 megjelölt tárgy kötelező, míg a fennmaradó tárgyak választhatóak, de csak az adott szakirány által felajánlott tárgyak közül.

A fő szakirányok leírásában a célkitűzésen túl a bennük szereplő tárgyak címe, nagy részének a NEPTUN-kódja, rövid ismertetése, a tárgyak óraszámja, követelménye (v: vizsga, f: szemeszterközi jegy), valamint a tárgyat oktató tanszék(ek) nevének rövidítése található.

Részletesebb felvilágosítást a hallgatók az egyes fő szakirányoknál megjelölt oktatóktól kaphatnak.

BEÁGYAZOTT INFORMÁCIÓS RENDSZEREK

főszakirány

Célkitűzés:

A szakirány *beágyazott információs rendszerek tervezésére és kivitelezésére* készít fel. Beágyazott információs rendszereknek azokat a számítógépes alkalmazói rendszereket nevezzük, amelyek autonóm működésűek és fizikai/technológiai környezetükkel intenzív információs kapcsolatban állnak. Ennek megfelelően a szakirány tárgyai a témakörhöz kapcsolódó átfogó ismeretek mellett különös hangsúlyt fektetnek az információ megszerzését, továbbítását, feldolgozását és felhasználását lehetővé tevő eljárások, ill. az ezek megvalósítására szolgáló hardver és szoftver elemek tervezési módszereinek bemutatására. A szakirány célja az ehhez szükséges *elméleti ismeretek, átfogó gyakorlati ismertek és készségszintű ismeretek* bemutatása, átadása. A szakirányt elvégző hallgatók megtanulják mind az információs folyamatok, mind az azokat megvalósító áramkörök, ill. berendezések kialakításának és fejlesztésének legfontosabb módszereit és eszközeit. a tanulmányaik részeként kiadott tervezési feladatok kidolgozásával alkalmassá válnak mikroprocesszoros berendezések és rendszerek tervezésére, ezen belül a hardver-szoftver együttes tervezésre, továbbá érzékelők és beavatkozók illesztésére, az összegyűjtött adatok feldolgozásához szükséges eljárások, valamint a vezérlő, feldolgozó és megjelenítő szoftver megtervezésére és elkészítésére.

6. szemeszter

Beágyazott rendszerek BMEVIMM3062 kötelező 4/0/0/v/5 MIRT

A beágyazott rendszerek felépítése, fő jellemzői, alkalmazási területei. Főbb követelmények a beágyazott rendszerekkel szemben: A beágyazott rendszerek általános hardware és szoftver felépítése.

Kapcsolat a külvilággal, érzékelés, érzékelők és jelátalakítók. Érzékelők működési elvének bemutatása, például elmozdulás, elfordulás, erő, nyomás, hőmérséklet, áramlás, fényintenzitás és folyadékszint mérésére használható szenzorok. Mérésadatgyűjtők. Érzékelők, mérő-átalakítók kimeneti jelének eljuttatása a mérőkészülékekhez. Távadók, multiplexerek.

Mérő- és feldolgozó készülékek funkcionális blokkvázlata. Konkrét készülékekben alkalmazott áramköri megoldások.

A digitális jelfeldolgozás beillesztése mérőeszközökbe. A/D átalakítók. A digitális jelfeldolgozás hatása az alkalmazott méréstechnikára. Az eredmények megjelenítése: a hagyományosat meghaladó mennyiségű információ közlése a mért adatok kiértékelése alapján.

Logikai tervezés BMEVIMM3043 **kötelező** **4/0/0/v/5** **MIRT**

A logikai tervezés folyamata, a feladatmegfogalmazás különböző szintjei. A digitális rendszerek különböző szintjei. Magas szintű és többszintű leíró nyelvek (pl. VHDL) és alkalmazásuk a digitális rendszerek tervezésében. Számítógépes tervező (CAD) rendszerek; magas szintű viselkedési leírásokon alapuló hardver-szintézis eszközei és módszerei. Az ellenőrzés szerepe a tervezési folyamatban, automatikus tesztelés, tesztervezés, a tesztelhetőre való tervezés szempontjai.

Beágyazott rendszerek megvalósítási formái, trendek. A programozható logikai eszközök szerepe, jelentősége a digitális rendszerek tervezésében. Programozható logikai rendszerek felépítése, PLA, PAL áramkörök, FPGA eszközök és alkalmazástechnikájuk.

Új irányok: a "system on a chip" megközelítés, a hardver-szoftver együttes tervezés, mint a beágyazott rendszerek tervezésének új megközelítése. Az együttes tervezés eszközei és módszerei, a programozható logikai elemek szerepe a hardver-szoftver együttes tervezésben. A tanultak alkalmazása önálló tervezési feladatban.

Beágyazott rendszerek analízise laboratórium BMEVIMM3063 **kötelező**
0/0/2/f/3 MIRT

Egyszerű beágyazott rendszerek vizsgálata. A jelfolyam követése az érzékelőktől a kijelzőkig, beavatkozókig. Érzékelők analízise, a jelek digitalizálása; A/D, és D/A átalakítók vizsgálata. Mérések digitális oszcilloszkóppal, analóg és digitális spektrum-analizátorokkal. Biológiai eredetű jelek vizsgálata, rezgésanalízis.

7. szemeszter

Digitális jelfeldolgozás BMEVIMM4084 **kötelező** **4/0/0/v/5** **MIRT**

Információ-feldolgozás a beágyazott rendszerekben belül. Jelek és rendszerek leírása dinamikus modellek segítségével. Kapcsolat a folytonos és diszkrét jelek és rendszerek között: a mintavételezés elvi állításai, gyakorlati alkalmazási lehetőségek és korlátok. A diszkrét Fourier-transzformáció tulajdonságai periodikus, tranziens és sztochasztikus jelek esetén. Kvantálás és kerekítés. Az A/D és D/A átalakítás mérés-technikai leírása. Kísérlettervezés.

Modellek illesztése mért jelekhez. A megfigyelők szerepe, alkalmazásuk közvetlenül nem mérhető mennyiségek meghatározására. Rezonátorbank és alkalmazása megfigyelőként. A rekurzív Fourier-transzformáció. Az adaptív módszerek alapjai. Mérések hibái, és ezek csökkentése. Az átlagolás fajtái, ezek hatása a mért jelre. A digitális szűrés alapjai. Jelek feldolgozása becslésekkel. A becslők legfontosabb fajtái. Maximum likelihood becslés. Optimális szűrés: Wiener- és Kalman-szűrő.

Lineáris rendszerek modelljének becslése: rendszer-identifikáció.

Szoftvertchnológia alapjai BMEVIMM4021 **kötelező** **4/0/0/v/5** **MIRT**

A tárgy felfogása szerint komplex környezetben működő bonyolult szoftverek fejlesztéséhez át kell tudnunk tekinteni a szoftverfejlesztési folyamat minden lépését a legmagasabb, paradigma szinttől egészen az alkalmazandó szoftvereszközökig, és meg kell értenünk az egyes elemek szerepét, működését és lehetőségeit. A tárgy tematikája a következő: Szoftver-életciklus modellek. Elvi

alapok: programozási paradigmák, a procedurális, deklaratív és párhuzamos programozás elvi alapjai. Objektumorientált programozás. Implementációs eszközök: a Java programozási nyelv, mint procedurális fejlesztőeszköz. Deklaratív fejlesztőeszközök: Prolog, SQL, 4GL fejlesztőeszközök. Elemzési és tervezési módszerek és eszközök: dekompozíciós és absztrakciós eljárások, szoftverfejlesztési módszertanok és paradigmák kapcsolata, a strukturált és objektumorientált módszerek alapvonásai. Strukturált CASE eszközök (Oracle Designer/2000). A Rational Unified Method objektumorientált módszer. Az UML mint az objektumorientált módszerek általános modellező nyelve.

Logikai tervezés laboratórium BMEVIMM4018 kötelező 0/0/2/f/3 MIRT

FPGA integrált fejlesztői rendszerek megismerése és használata. Egy komplex tervezési feladat elkészítése a feladatspecifikációtól a programozható logikai eszközökön (XILINX FPGA) történő realizálásig. A megvalósított áramkör tesztelése.

8. szemeszter

Számítógépes rendszerek analízise BMEVIMM4085 kötelező 4/0/0/v/5 MIRT

Számítógépes rendszerek modellezése, szimulációja. Számítógépes rendszerek teljesítő képessége, a teljesítőképesség mérése, teljesítmény-analízis, terhelésgenerálás. A teljesítmény analízis eszközei: statisztikai vizsgálatok, benchmarkok. Funkcionális elemek teljesítőképességének hatása a teljes rendszer teljesítőképességére.

Elosztott rendszerek modellezése. Kommunikációs kapcsolatok modellje és számítógép hálózatok teljesítmény analízise.

Számítógépes rendszerek megbízhatósága, hibamodellek, a rendszer-megbízhatóság mértékei.

Hibatűrő rendszerek felépítése, a redundancia, (hardver redundancia, információ redundancia, szoftver redundancia), hibadetektálás, degradáció javítás. Analitikus és szimulációs elemzés.

Számítógépes rendszerek információ védelme, számítógépes biztonságtechnika.

Mikroprocesszoros rendszerek laboratórium BMEVIMM4086 kötelező 0/0/2/f/3 MIRT

- Általános célú mikrokontroller felépítése, szoftver és hardver felületei. Program és adatmemória, reset és stand-by áramkörök, nyomógombok illetve kijelzők illesztése, működtetése. Mikrokontrollerrel felépített berendezés tipikus egységeinek vizsgálata. Hardver és szoftver fejlesztés in-circuit emulátorral.
- RISC mikrokontroller felépítése, szoftver és hardver felületei. Perifériák megvalósítása, illesztése. PIC programozás. Programfejlesztés szimulátor segítségével.
- Jelfeldolgozó processzorok (DSP-k) és alkalmazástechnikájuk

Önálló laboratórium BMEVIMM4063 kötelező 0/0/6/f/8 MIRT

A hallgatók a következő témakörökhöz kötődő gyakorlati témákban mélyíthetik el ismereteiket:

- Mikroprocesszorok alkalmazása, mikroprocesszoros rendszerek fejlesztése, FPGA eszközök használata, VLSI IC-k tervezése.
- Párhuzamos számító rendszerek (pl. multi-DSP rendszerek) alkalmazása.
- DSP hardver és szoftver rendszer fejlesztése, digitális jelfeldolgozás: mérés-technikai és akusztikai alkalmazások.
- Lokális hálózatok; multimédia alkalmazások
- Önellenőrző áramkörök tervezése, nagy-megbízhatóságú rendszerek, hibátűrő rendszerek tervezése és analízise.
- Precíziós mérés-technika.
- Orvosbiológiai mérés-technika: mozgásanalízis, intelligens orvosi műszerek fejlesztése.
- Neurális hálózatok, alakfelismerés, orvosi diagnosztika.
- Intelligens rendszerek, mérés-technikai és Internet közeli alkalmazások, intelligens ágensek.
- Elosztott információs rendszerek integrálása (pl. elektronikus kereskedelem, információ keresés, környezetvédelem alkalmazási területeken HTML, Java, CORBA technológiákkal).

9. szemeszter

Beágyazott rendszerek tervezése BMEVIMM5157 kötelező 4/0/0/v/5 MIRT

A beágyazott rendszerek részletes felépítése. Főbb követelmények a beágyazott rendszerekkel szemben: funkcionális követelmények, időzítési követelmények (valós idejű működés, reaktív működés), megbízhatósági követelmények. Beágyazott rendszerek hardware és szoftver felépítése, mikrovezérlők, DSP-k, célhardverek szerepe. Beágyazott rendszerek megvalósítási formái. A beágyazott rendszerek szerepe a számítógépes mérőrendszerekben, szoft műszerek. Intelligens érzékelők és szerepük a beágyazott rendszerekben. Beágyazott rendszerek tervezési elvei, módszerei. Komplex tervezés, fejlesztés, dokumentálás gyártás, szerviz. A minőségbiztosítás problémái. Alkalmazás specifikus beágyazott rendszere tervezése, esettanulmány.

Információs rendszerek laboratórium BMEVIMM5158 kötelező 0/0/2/f/3 MIRT

- Mérőberendezések rendszerbe kapcsolásának eszközei. műszerbuszok működésének vizsgálata.
- Intelligens kezelői felület kialakítása. A virtuális műszer koncepció. C programfejlesztés LabWindows támogatással.
- Digitális berendezések tesztelhetőségének modellbázisú vizsgálata: egy részegység hibaszimulációja.
- Számítógép-hálózatok hibátűrése: egy bridge felhasználásával a hibátűrési megoldásokat (redundáns hálózat létrehozása, spanning tree protokoll nyomon követése, paraméterezése) vizsgálata.
- Hibadetektáló eljárások vizsgálata hibainjektálással: UNIX környezetben a szokásos védelmek (memóriatérkép, nem létező utasításkód stb.) hibainjektálásos vizsgálata, különféle hibátűrő megoldások (pl. szoftver watchdog) hatékonyságának mérése. A mérési eredmények statisztikai analízise.

Önálló laboratórium ,BMEVIMM5023 kötelező 0/0/6/f/8 MIRT

Előtanulmányi rend

A szakirány megkezdéséhez szükséges feltételeket a *BME Tanulmányi és Vizsgaszabályzata* írja elő. .

A szakirányon belüli előtanulmányi rendet a megadott szemeszterek sorrendje rögzíti.

A Szakirány tárgyaival kapcsolatos kérdésekben felvilágosítást ad:
dr. Horváth Gábor docens, R. épület I.12, telefon: 463-26-77, e-mail:
horvath@mit.bme.hu

Bővebb információ a tantárgyról a <http://www.mit.bme.hu/oktatas/> címen található.

Dr. Péceli Gábor
egyetemi tanár
tanszékvezető
Méréstechnika és Információs
Rendszerek Tanszék

ENERGIA-ÁTALAKÍTÓ RENDSZEREK

főszakirány

Célkitűzés:

A megtermelt villamos energia túlnyomó része elektronikus-, elektromechanikus- vagy elektrotermikus átalakítás után kerül felhasználásra. Az energiaátalakítás jelentős műszaki- és gazdasági követelményeket támaszt mind a fejlesztőkkel, mind a gyártókkal szemben az egyre jobb hatásfokú, dinamikájú, a táphálózatot és a környezetet a lehetőségekhez mérten egyre kevésbé terhelő átalakítók előállítására és gyakorlati alkalmazására. Az energiaátalakítást nemcsak az iparban, járműtechnikában, hanem az élet minden területén alkalmazzák.

A szakirány tananyaga az alapvető energia-átalakító eszközök valamint a kiszolgáló irányítási, felügyelő és információs rendszerek tárgyalásával megfelelő alapot szolgáltat az egyes energia-átalakító szakterületek művelői számára. A képzés során a hallgatók megismerkednek az energia-átalakító rendszerek tervezésének és irányításának legkorszerűbb számítógépes eszközeivel is. A képzés hatékonysága érdekében a szakirány egymásra épülő kötelező tárgyakból áll.

A szakirány célja olyan villamosmérnökök képzése, akik az energiaátalakítás területén szerzett ismeretük birtokában konvertálható tudással rendelkeznek az egyes iparágak széles vertikumában tervezési, gyártási és üzemeltetési feladatok ellátására. A villamos energiaátalakítás egy-egy szakterületének speciális ismeretanyagát a hallgatók a megfelelő mellékszakirány, választható tárgyak, önálló laboratórium és a diplomatervezés keretében sajátíthatják el.

6. szemeszter

Elektronikus átalakítók BMEVIAU3033 kötelező 4/0/0/v/5 AT

A teljesítményelektronikai félvezető eszközök működése, jellemzői, jelleggörbéi. A nemlineáris áramkörök analízise és szintézise, modellezése és szimulációja. Hálózati egy- és háromfázisú AC-AC és AC-DC átalakítókapcsolások működése, jellemzői és visszahatásuk a hálózatra. Egy- és többnegyedes DC-DC, egy- és többfázisú DC-AC átalakítókapcsolások, modulációs módok, szűrőkörök. Feszültség és áraminverterek. Rezonáns DC-DC, DC-AC átalakítókapcsolások alapjai. Egységnyi teljesítménytényezőjű átalakítókapcsolások. Az átalakítókapcsolások főbb alkalmazási területe.

Villamos gépek BMEVIVG3034 kötelező 4/0/0/v/5 VET

Egy- és háromfázisú transzformátorok állandósult és tranziens üzeme. Gépcsoport kinematikája, statikus stabilitás. Transzformátorok és forgó villamos gépek melegegése, hűtése és kiviteli formái. Háromfázisú forgógépek felépítése, működése. Térvektoros módszer alkalmazása háromfázisú gépekben. Aszinkrongép állandósult üzeme. Hengeres és kiálló pólusú szinkrongép. Reluktancia motorok és állandómágneses gépek. Egyenáramú

generátorok és motorok állandósult üzeme és jelleggörbéi. Háromfázisú gépek aszimmetrikus üzeme, szimmetrikus összetevők módszere. Egyfázisú és segéd fázisos gépek.

Laboratórium I BMEVIVG3035 kötelező 0/0/2/f/3 VET, AT

A négy szemeszteres tárgyban a laboratóriumi gyakorlatok az előadott tárgyakhoz kapcsolódnak. A tárgyankénti általában 4db 4 órás gyakorlatokat a hallgatók önállóan max. 4 fős csoportokban, a kiértékelést egyénileg vagy csoportosan végzik.

Laboratóriumi gyakorlatok témái: Transzformátor, Aszinkrongép, Szinkrongép, Egyenáramú gép, Hálózati kommutációs átalakítók, DC-DC átalakítók, DC-AC átalakítók, Rezgőkörös átalakítók.

7. szemeszter

Villamos hajtások BMEVIVG4002 kötelező 4/0/0/v/5 VET

Villamos hajtások dinamikája. Egyenáramú, aszinkron és szinkrongépes hajtások jelleggörbéi, tranziens üzem. Ward-Leonard, áramirányítós és szaggató egyenáramú hajtások egy- és négynegyedes üzeme, mezőgyengítés. Frekvenciaváltós aszinkron és szinkronmotoros hajtások, feszültség- és áraminverteres táplálás, mezőgyengítéses üzem. Impulzusszélesség moduláció alkalmazása. Közvetlen frekvenciaváltós hajtások. A motor és inverter elemeinek igénybevételei, villamos hajtások tervezése. Hajtásszabályozás alapjai: alárendelt áramszabályozás, váltakozó-áramú hajtások mezőorientált-, ill. közvetlen nyomaték-szabályozása. Alkalmazási példák.

Irányítástechnika BMEVIAU4003 kötelező 4/0/0/v/5 AT

Optimális irányítási rendszerek. Állapotbecslés, állapot-visszacsatolás. Nemlineáris rendszerek irányítása. Változó struktúrájú irányítás. Többváltozós rendszerek irányítása, szétcsatolás. Analóg és digitális irányítás. Folyamatirányító számítógépek, PLC-k, mikrokontrollerek, jelprocesszorok, programozható logikák. Jelek érzékelése, leválasztása, digitalizálása. Beavatkozók, időzítésük, galvanikus leválasztásuk. AC-DC, DC-DC és DC-AC átalakítók szabályozástechnikai modelljei, irányítási elvei (időoptimalis szabályozás, inverz nemlinearitás, impulzus-moduláció) és azok megvalósítása.

Laboratórium II BMEVIVG4004 kötelező 0/0/2/f/3 VET, AT

Laboratóriumi gyakorlatok témái: Áramirányítós egyenáramú hajtás, Szaggató egyenáramú hajtás, Áraminverteres aszinkronmotoros hajtás, Optimális szabályozások, Érzékelők és illesztők, PLC-k vizsgálata.

8. szemeszter

Villamos készülékek és hálózatok BMEVIN4001 kötelező 4/0/0/v/5 VET

Olvadóbiztosítók, kismegszakítók, kontaktorok, kapcsolók, motorvédők, mozgó alkatrész nélküli félvezetős kapcsolók és szilárdtest relék felépítése, jellemzői és alkalmazása. Elektromágnesek. Érintésvédelem. A villamosenergia-rendszer struktúrája, helyettesítő kapcsolások. Szimmetrikus összetevők, hálózati hibák, zárlatszámítás, feszültség szabályozás, meddőteljesítmény kompenzálás. Hálózati védelmek felépítése és fajtái, üzemzavari automatikák.

Laboratórium III BMEVIVG4046 kötelező 0/0/2/f/3 VET, AT

Laboratóriumi gyakorlatok témái: Feszültség-inverteres aszinkron motoros hajtás, Egyenáramú szabályozott tápegység, Olvadó biztosítók és kismegszakítók, Szilárdtest relék és elektromágnesek, Elektronikus túláramvédelem, Távolsági védelem.

Önálló laboratórium BMEVIVG4047 kötelező 0/0/6/f/8 VET, AT

Önálló laboratórium BMEVIAU4073 kötelező 0/0/6/f/8 VET, AT

Az önálló laboratórium tárgyak egyike keretében a hallgatók 1-2 fős csoportokban a témavezetőjük irányításával önállóan oldanak meg műszaki feladatokat. A feldolgozásra kerülő témák, főként az elektromechanikus, az elektronikus és az elektrotermikus átalakítók, a villamos gépek, a teljesítményelektronikai berendezések, a szabályozott villamos hajtások, az irányítástechnika, a diagnosztika és monitoring, a járművillamosság és a hálózati visszahatások témakörökhöz és számítógéppel segített módszerekhez kapcsolódnak. A témák részét képezik a tanszékeken folyó kutatásoknak-fejlesztéseknek. A hallgatók önálló mérnöki tevékenységet végeznek, aminek keretében egyéni érdeklődésüknek megfelelően egy szűkebb tématerületen belül elmélyíthetik tudásukat, ismereteiket.

Az önálló laboratóriumi témák hazai és külföldi diplomatervezés, tanulmányutak, pályázatok alapjául szolgálhatnak.

9. szemeszter

Szabályozott villamos hajtások BMEVIVG5001 kötelező 4/0/0/v/5 VET

Nyomaték szabályozási módok egyenáramú, aszinkron, szinkron, kapcsolt reluktancia és léptető-motoros hajtásoknál. Inverterről táplált aszinkron és szinkronmotorok frekvencia és fluxus szabályozása. Aszinkron és szinkronmotorok mezőorientált áramvektor szabályozása. Fordulatszám és pozíció-szabályozás. Intelligens mikroszámítógépes hajtásirányítás. Szabályozott villamos hajtások alkalmazásai: szerszámgépek és robotok szervóhajtásai, járművek szabályozott villamos hajtásai. Többgépes hajtásszabályozások.

Laboratórium IV BMEVIVG5004 kötelező 0/0/2/f/3 VET

Laboratóriumi gyakorlatok témái: Mezőorientált szabályozású aszinkron motoros hajtás, Szinkrongépes szervóhajtás, Kapcsolt reluktancia motoros hajtás, CNC szerszámgép vezérlő, Indukciós hevítő, Indukciós hevítő tápforrásai.

Önálló laboratórium BMEVIVG5005 kötelező 0/0/6/f/8 VET, AT

Önálló laboratórium BMEVIAU5033 kötelező 0/0/6/f/8 VET, AT

Az előző szemeszteri munka folytatása, vagy új téma választása a 8. szemeszterben leírtak szerint.

Előtanulmányi rend:

Szakirány megkezdéséhez szükséges feltételeket a BME Tanulmányi és Vizsgaszabályzat írja elő.

A szakirányról további felvilágosítást ad: Hermann Imre adjunktus, V2. épület 440.

dr.Veszprémi Károly docens, V1.

épület 308.

A szakirány oktatásában résztvevő tanszékek vezetői:

dr. Vajk István
egyetemi docens
tanszékvezető
Automatizálási Tanszék

dr. Vajda István
egyetemi tanár
tanszékvezető
Villamos Energetika Tanszék

INFOKOMMUNIKÁCIÓS RENDSZEREK

főszakirány

Célkitűzés:

A szakirány a távközlő- és számítógép hálózatok, ezeken nyújtható szolgáltatások és segítségükkel megvalósítható – beszéd, adat, kép, videó, multimédia és összetett információs társadalmi – alkalmazások területén nyújt időtálló szakmai tudást, ismerteti a feltörekvő megoldásokat, és teremt készséget fejlesztési, tervezési és üzemeltetési feladatok megoldásához. A szakirány tárgyai segítenek egy-egy részterületen önálló laboratóriumi munkával megszereshető elmélyült ismeretek más részterületekre való kiterjesztésében. A szakirány felkészíti a hallgatókat mérnöki feladatok ellátására az infokommunikációs szolgáltatóknál és gyártóknál, az elektronikus gazdaság és kormányzat effajta rendszereit működtetőinél, az értéknövelt szolgáltatásokat előállító kis- és középvállalkozásoknál, stb.

A szakirány tárgyszerkezetének

- | | |
|----------------------|---|
| 6. szemeszter | Kapcsolás- és jelzéstechika
IP alapú távközlés |
| 7. szemeszter | Hozzáférési hálózatok
Mobil és szélessávú kommunikáció |
| 8. szemeszter | Infokommunikációs hálózatok és szolgáltatások |
| vagy: | Forgalmi teljesítményelemzés |
| 9. szemeszter | Multimédia rendszerek |
| vagy: | Médiakommunikációs rendszerek |

A szakirány tárgyainak rövid tematikája

6. szemeszter

Kapcsolás- és jelzéstechika BMEVITT3002 kötelező 4/0/0/v/5 TMIT

A tantárgy célja, hogy ismertesse az áramkör- és csomagkapcsolt infokommunikációs hálózatok felépítését, jelzésrendszereit és kapcsolástechnikáját, a PSTN (Public Switched Telephone Network), az ISDN és a cellás mobil hálózati szerkezeteket.

Digitális kapcsolóközpontok rendszertechnikai felépítése. Előfizetői vonalak illesztése. Kapcsolómezők felépítése és forgalmi viszonyai. Időosztásos és térosztásos elektronikus kapcsolómezők. Nemzetközi számozási terv. Azonosítók Nemzeti Felosztási Terve. Számhordozhatóság, közvetítő választás.

Az ISDN hálózatok funkcionális egységei, interfészei és szolgáltatásai. DSS1 digitális előfizetői hozzáférés jelzésrendszer. A digitális közös csatornás hálózati jelzésrendszer.

A mobil hírközlő hálózatok rendszertechnikai felépítése és funkcionális elemei: GSM, TETRA, GPRS, UMTS. A mobil hálózatokban a kapcsolás- és jelzésrendszerek specifikumai. Mobil hálózati protokollok.

VoIP (Voice over IP) megoldások jelzésrendszerei. ATM kapcsolás.

Távközlési szoftverek és protokollok formális specifikációja SDL (Specification and Description Language) nyelven. A protokollok megvalósításának, ellenőrzésének és tesztelésének folyamata.

IP alapú távközlés BMEVITT3003 kötelező 4/0/0/v/5 TMIT

A tantárgy célja a csomag- és ezen belül az IP (Internet Protocol) alapú infokommunikációs hálózatok működése elméleti és gyakorlati alapjainak megismertetése.

Kommunikációs alapelvek, az IP hálózatok felépítése és működése, az INTRANET és az INTERNET közötti különbségek. IP csomagok átvitele különböző vezetékes átviteli technikákkal (pl. Ethernet); címzési módok, hálózati topológiák és útválasztási algoritmusok. IP csomagok átvitele ATM és MPLS hálózaton. Alapvető IP hálózati protokollok, mint a TCP (Transmission Control Protocol) és az UDP (User Datagram Protocol) és a kapcsolódó forgalomvezérlési mechanizmusok.

IP alapú hálózati alkalmazások, ezek működése és protokolljai: kliens-szerver architektúra, file transzfer, domain név struktúra, levelezés, WWW (World Wide Web). Az internet-forgalom jellemzői. Elméleti modellek, szimulációs eljárások és alkalmazásuk erőforrás-méretezésre.

Az összeköttetés minőségi jellemzői, architektúrák és eljárások a minőségi követelmények biztosítására, Intserv, Diffserv. Valós idejű alkalmazások, VoIP. A hálózat-biztonság alapjai: tűzfal, címtranszláció, VPN (Virtual Private Network). IPv6, illetve mobil IP hálózatok felépítése, működése, protokolljai. IP hálózatok menedzselése.

Távközlő és számítógép-hálózati architektúrák összehasonlítása.

Infokommunikációs laboratórium I. BMEVITT3004 kötelező 0/0/2/f/3 TMIT

A Laboratórium I. célja egyrészt a szakirány elméleti tantárgyaiban tanított ismeretek gyakorlati ismeretekkel való kiegészítése, másrészt egyszerű mérnöki feladatok megoldása konzulensi témavezetéssel.

A célkitűzés első része programozott mérési gyakorlatokkal valósul meg, a célkitűzés második része teljesüléséhez a hallgatók a konzulensek által meghirdetett témák közül választanak, ezt követően a választott témához kapcsolódó feladaton dolgoznak.

7. szemeszter

Hozzáférési hálózatok BMEVITT4158 kötelező 4/0/0/v/5 TMIT

A tárgy a távközlő- és számítógép hálózatok felhasználóközei szegmensével, a hozzáférési hálózatokkal foglalkozik, érint egyes alapvető megvalósítási kérdéseket, és kiterjed a felmerülő szervezési problémák jellegzetes megoldásaira is.

A hozzáférési hálózatok felépítése, rendszertechnikája, különféle vezetékes és vezetékmentes megoldásai.

A sávzélesség korlátozottságának hatásai (pl. szimbólumközi áthallás), illetve a többszörös kihasználás lehetőségei hozzáférési hálózatokban. Az átvitel robusztusságát biztosító hibaarányjavító eljárások (jellegzetes vonali kódolások, adaptív kiegyenlítés). Modemek alkalmazása vezetékes és vezeték nélküli távközlő technológiákban. Jellegzetes csatlakozási felületek. Gyakorlati példák: az ISDN, primer PCM, xDSL vonali átvitel.

Hibakorlátozó kódolás alkalmazása, ARQ és FEC rendszerek. A hibajavító kódolás algebrai alapjai, lineáris blokk-kódok véges testek felett. Reed-Solomon kódok, hibajavítás

RS kódokban. BCH kódok konstrukciója. Az adatbiztonság nyújtásának algoritmikus alapjai, digitális aláírás.

Vezetéknélküli helyi hálózatok (WLAN) kialakítása és menedzselése, létező és fejlesztés alatt álló technológiák (IEEE 802.11x, HiperLAN/2). Wi-Fi rendszerelemek és funkciók, alkalmazási lehetőségek, roaming megoldások, AAA (hitelesítés, jogosultság, számlázás), biztonsági protokollok. Vezetéknélküli személyi hálózatok (WPAN), Bluetooth architektúra. Ad-hoc hálózatok, 4G hozzáférési rendszerek, szenzor hálózatok.

A hozzáférési technológiák összehasonlítása.

Mobil és szélessávú kommunikáció BMEVIHV4164 kötelező 4/0/0/v/5 **HVT**

Szélessávú kommunikációs rendszerek. A szélessávú digitális hírközlés alapjai. A fizikai és az adatkapcsolati réteg: forrás, jelfeldolgozás, csatorna. Minőségi jellemzők. Modulációs eljárások, jelalakok. Zaj, lineáris és nemlineáris torzítás, interferencia, a rádiófrekvenciás és az optikai sáv különbségei. Csatornakódolási eljárások, kódolt moduláció, kiterjesztett spektrumú modulációk, folytonos fázisú modulációk.

Az optikai hírközlés fizikai alapjai. A fény terjedése a fényvezető-szállban (dielektromos hullámvezetőben). Csillapítás, nemlineáris hatások, diszperziók, stb. Fény adók és vevők. Alapvető optikai eszközök (pl. iránycsatolók, rácsok, szűrők, hullámhossz nyalábolók és bontók) működési elve. Optikai erősítők alkalmazása. Kedvezőtlen terjedési tulajdonságok elhárítása.

A fix és mobil, földi és műholdas rádiócsatorna tulajdonságai: többutas terjedés, fading jelenségek, meteorológiai hatások. A fading-hatások elhárítása: diverziti módszerek, adaptív eljárások (kiegyenlítés, moduláció, kódolás, intelligens antennák stb.). GEO, MEO, LEO műholdas csatornák. A szélessávú csatorna megosztása: WDM az optikában; FDMA, TDMA, CDMA, SDMA a mobil és a műholdas technikában.

Alkalmazási példák: gerinchálózati optikai összeköttetések és WDM hálózatok; földi mobil hírközlő rendszerek (pl. GSM, UMTS, 4G). Rögzített és mozgó, földfelszíni és műholdas, rádiós és szabadtéri optikai hozzáférési rendszerek: épületen belül, nagyvárosban és terepen. Földfelszíni és műholdas rendszerek gerinchálózati, helymeghatározási, szinkronizálási, mérési célokra. Szoftver rádió.

Infokommunikációs laboratórium II. BMEVITT4160 kötelező 0/0/2/f/3 **TMIT**

A tantárgy célja a Laboratórium I. céljához hasonló. A programozott mérési gyakorlatok témái: a digitális távközlési interfészek, beleértve az adatkapcsolati és hálózati protokollok, a közös csatornás hálózati jelzésprotokollok, a mobil hálózati protokollok, az IP csomagok átvitele, beszéd átvitele IP hálózaton. A mérnöki feladat megoldásának keretében a hallgatók a Laboratórium I-ben választott – vagy újonnan választott – témához kapcsolódó feladaton dolgoznak.

8. szemeszter

Infokommunikációs hálózatok és szolgáltatások BMEVITT4159 elágazó 4/0/0/v/5 TMIT

A tárgy célja a hálózatok kialakításával, tervezésével, üzemeltetésével, mérésével és fenntartásával kapcsolatos feladatok és megoldások megismertetése, különös tekintettel a korszerű irányzatok és a gyakorlati ismeretek együttes átadására.

Szolgáltatásnyújtás fontosabb funkcionális elemei. Az infokommunikációs hálózatok feletti szolgáltatások rendszerezése és követelményeik a hálózattal szemben. Szolgáltatás összetett technológiájú hálózati platformokon.

Korszerű gerinc/transzport hálózati technológiák: SDH, ATM, ngSDH, RPR, GbE, 10 GbE, OTN, ASON; többretegű hálózatok (ASTN/GMPLS), különös tekintettel hálózatmenedzselési képességeikre. Vezetékes és vezetékmentes hálózati technológiák összehasonlítása.

Tervezési, konfigurálási kérdések, megbízhatósági, életképességi, védelmi és helyreállítási követelmények, fejlődési irányzatok. A hálózatok tervezésének és optimalizálásának módszerei, a rendelkezésre állás növelésének módszerei. Útválasztási algoritmusok.

A hálózatok és a távközlő berendezések átviteli és illesztési jellemzői, ezen jellemzők mérésének és monitorozásának módszerei. A hálózat üzemvitelének és menedzselésének kérdései. A hálózatok fenntartási kérdései a GSM mobil hálózatok példáján keresztül.

Forgalmi teljesítményelemzés BMEVIHI4172 elágazó 4/0/0/v/5 HT

A tantárgy célja infokommunikációs rendszerek forgalmi viselkedésének, forgalmi elemzési és tervezési módszereinek bemutatása.

A tananyag a megelőző szemeszterekben tanult elméleti ismeretek távközlési alkalmazási szempontból történő ismétlése és tágítása után az infokommunikációs rendszerek forgalmi elemzési módszereit tárgyalja. Olyan gyakorlati forgalmi problémák elemzését mutatja be, amelyek kapcsolatot teremtenek az elméleti háttér és az infokommunikációs mérnöki ismeretek között. A tantárgy keretében a sorbanállásos rendszerek alapfogalmai és alapmodelljei mellett megismerkedünk a sorbanállásos rendszerek tipikus forgalmi teljesítményjellemzőivel (pl. kihasználtság, késleltetés) és azok analízisével. Az előadásokon szemléltetjük e modellezési módszerek alkalmazását létező infokommunikációs hálózatok forgalmi elemzésére és tervezésére.

Infokommunikációs laboratórium III. BMEVITT4163 kötelező 0/0/2/f/3 TMIT+HVT

A tantárgy célja a szakirány elméleti tantárgyaiban tanított ismeretek elmélyítése programozott mérési gyakorlatokon. A mérési gyakorlatok témái: digitális jelátvitel réz- és optikai kábelon, csőtápvonal, tölcsérantenna, digitális vonalszakasz kiegyenlítése, xDSL (Digital Subscriber Line) technológia.

Önálló laboratórium I. BMEVITT4077 kötelező 0/0/6/f/8 TMIT

Összetett mérnöki feladat önálló megoldása a konzulensek által meghirdetett, a szakirány területére eső témákban.

9. szemeszter

Multimédia rendszerek BMEVITT5030 elágazó 4/0/0/v/5 TMIT

A tárgy célja a multimédia-világ műszaki kérdéseinek működés- és alkalmazás-orientált megismerése.

Multimédia rendszerek elemei, multimédia eszközök és szolgáltatások jellemzői, osztályozása. Az akusztika alapjai; egy- és többcsatornás hangrendszerek, műveletek a hangtartományban. Az emberi beszéd, mint kiemelt akusztikus jel. Emberi látás, színlátás; műveletek a képtartományban. Képtárolási és -átviteli állományformátumok. A videójel-feldolgozás alapjai. Álló-, mozgókép és hang tömörítő eljárások. Szubjektív és objektív minősítési módszerek. Internetes műsorszórás; streaming és multicasting, push és pull technológiák. Adatszóró és tartalomterítő rendszerek.

Adattömegek archiválási és visszakeresési kérdései. Multimédia-alkalmazások, lehetőségek a mobilkészülékek hardver és szoftver architektúrájában.

Ember-gép kapcsolat, interaktivitás, dialógus és beszédkommunikáció alapú rendszerek; dokumentum-modellek; tartalom-leíró nyelvek (WML, XML, HTML); animációs alkalmazások. Virtuális valóság megteremtése helyben, és virtuális jelenlét távol. A 'Web-design' műszaki kérdései. Multimédia alkalmazások biztonsága.

Médiakommunikációs rendszerek BMEVIHI5047 elágazó 4/0/0/v/5 HT

A tárgy célja megismertetni a hallgatókkal azokat a szélessávú médiakommunikációs rendszereket, amelyekkel szinte tetszőleges minőségű audió és videó tartalom a fogyasztóig (hallgató, néző, multimédia felhasználó) továbbítható.

Az emberi hallás és látás pszichofizikai alapjai és legfontosabb jellemzői. Az audió és videójel sajátosságai, az egyes formátumok és azok jellemzői. Az analóg audió- és videókódolás. A jó minőségű médiatartalom digitális reprezentációja, bitsebesség igénye. A leghatékonyabb bitsebesség csökkentési eljárások elvei, és azok megvalósításai (JPEG, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, AC-3).

Analóg és digitális szélessávú technológiák, melyek lehetővé teszik a Hifi minőségű hang és a minimum normál felbontású mozgókép átvitelét. A DVB (Digital Video Broadcasting) a DAB (Digital Audio Broadcasting), és a DRM (Digital Radio Mundial) védjeggyel ellátott megoldások elve, rendszertechnikája, csatornakódolása, a vevők felépítése, a megvalósítható szolgáltatások, és elterjedtségükről a világban. E szélessávú rendszerekhez definiált visszirány technológiák (PSTN, DECT, GSM, kábel, RF, műhold) és a megvalósítható szolgáltatások.

Laboratórium IV. BMEVITT5045 kötelező 0/0/2/f/3 TMIT

A tantárgy célja a szakirány elméleti tantárgyaiban tanított ismeretek elmélyítése programozott mérési gyakorlatokon. A mérési gyakorlatok témái: STM-1 NNI (Synchronous Transfer Mode Network Node Interface), ATM kapcsoló, IP csomagok átvitele ATM hálózaton, ADSL management, beszéd- és képkódolás, automatikus beszéd felismerés.

Önálló laboratórium II. BMEVITT5037 kötelező 0/0/6/f/8 TMIT

Összetett mérnöki feladatok megoldása önállóan, konzulensi támogatás mellett.

A Szakirány tárgyaival kapcsolatos kérdésekben felvilágosítást ad:

Dr. Sallai Gyula egyetemi tanár

I épület, B-220. szoba

Telefon: 463 1830

E-mail: sallai@tmit.bme.hu

Dr. Csopaki Gyula docens

I épület, B-224. szoba

Telefon: 463 2589

E-mail: csopaki@tmit.bme.hu

Dr. Henk Tamás docens

I épület, E-348. szoba

Telefon: 463 4188

E-mail: henk@tmit.bme.hu

A szakirány koordinátora: **Távközlési és Médiainformatikai Tanszék**

Dr. Sallai Gyula

egyetemi tanár

tanszékvezető

**Távközlési és Médiainformatikai
Tanszék**

IRÁNYÍTÁSTECHNIKAI ÉS ROBOTINFORMATIKAI

főszakirány

Célkitűzés:

A szakirány az **irányítástechnika és a robotika**, mint két fő tématerület szerint csoportosítva tárgyalja a szükséges szakmai ismereteket, továbbá a kapcsolódó alkalmazói számítástechnikai és informatikai ismeretanyagot. A három kötelező tantárgy tananyaga mindkét terület legfontosabb szakmai ismereteit megalapozza. A választható tárgyakból a két területre egy-egy tárgycsomagot ajánlunk, amelyből a hallgató az érdeklődési körének megfelelően választ egyet. Az előadásokon megismert rendszertechnikai, tervezői és alkalmazói ismeretek elmélyítését laboratóriumi mérések biztosítják.

Az **irányítástechnika területén** olyan mélységű képzés megvalósítása a cél, mely alapján a hallgatók el tudják végezni többszintű, számítógépes folyamatirányító rendszerek tervezését, megvalósítását, a szükséges irányítási algoritmusok kiválasztását és implementálását. Az ehhez szükséges elméleti és gyakorlati ismeretek egyaránt megtalálhatók a tantárgyak tematikáiban. Bemutatják a folyamathoz kapcsolódó érzékelőket és beavatkozókat, a folyamatközeleli irányító berendezések tervezésének szempontjait és módszereit, az ehhez szükséges számítógéptechnikai és a valós idejű és más speciális szoftver ismereteket. Az elméleti tantárgyak anyaga a korszerű, nagy rendszerek leírási módjait, irányítási módszereit és algoritmusait ismerteti.

A **robotika területén** a cél olyan villamosmérnökök képzése, akik jártasak az irányítástechnikában, a számítástechnikában és a digitális technikában, és ezen túlmenően speciális ismeretekkel rendelkeznek a korszerű ipari, mobilis és kooperáló robotok irányító rendszereinek tervezése területén és a realizálásukhoz szükséges, de máshol is hasznosítható olyan általánosabb diszciplínákban, mint a párhuzamos architektúrák, valós idejű rendszerek, számítógépes látórendszerek és mesterséges intelligencia eszközök. Ezáltal képesek más területek szakembereivel közösen olyan interdiszciplináris informatikai és irányítástechnikai feladatok megoldására, amelyek az automatizált rendszerek fejlesztése és alkalmazása során fordulnak elő.

6. szemeszter

Robotok irányítása BMEVIFO3039 kötelező 4/0/0/v/5 IIT

A robotirányítás alapjául szolgáló (kinematikai és dinamikus) robotmodellek, pályatervezési módszerek, a szabad mozgás (decentralizált kaszkádszabályozás, kiszámított nyomatékok módszere, csúszó szabályozás, RMAC, nemlineáris szétszétolás) és a korlátozott mozgás (pozíció és erőirányítás) irányítási

algoritmusai, a robotok identifikációja és adaptív irányítása, a robotirányítás real-time aspektusai.

Irányítások számítógép-technikája BMEVIFO3040 kötelező 4/0/0/v/5 IIT

A számítástechnikai eszközök folyamatirányító rendszerekbe integrálása speciális módszertant igényel. A tantárgy az e területen alkalmazható hardver és szoftver eszközökről és ezek alkalmazástechnikájáról kíván ismereteket adni a folyamatközeli irányítóberendezések felépítésének bemutatásával és e berendezések folyamatba való illesztésének megtanításával.

**Irányítástechnikai laboratórium BMEVIFO3041 kötelező 0/0/2/f/3
IIT, AT,VET**

A hallgatók (minden szemeszterben) 6 darab 4 órás mérést végeznek el előírt tematika alapján, melynek témája az irányítástechnika laborban hőmérséklet szabályozás, hatkomponensű erő/nyomaték érzékelő, irányítás Möller PS-4 PLC-vel, fordulatszám szabályozott szervohajtás, identifikációs módszerek vizsgálata és adaptív algoritmusok vizsgálata.

7. szemeszter

Irányításelmélet BMEVIFO4009 kötelező 4/0/0/v/5 IIT

Mintavételes SISO szabályozások tervezése. Többváltozós rendszerek irányítási problémái. Állapotvisszacsatolás és minimálisrendű állapotmegfigyelő tervezése állapottérbeli módszerekkel. Nemlineáris rendszerek stabilitása, Ljapunov módszerek. Statikus és dinamikus optimum elvek. Lineáris paraméterbecslés, LQ probléma, Kalman szűrés. Sztochasztikus folyamatok jellemzői, k-lépéssel előretartó prediktor. Dinamikus rendszerek identifikációja. Általánosított prediktív irányítás. Implicit adaptív irányítások. Fuzzy tudásalapú szabályozók. Modellezés és identifikáció neurális hálózatokkal.

Robotirányítás rendszertechnikája BMEVIAU4010 választható 4/0/0/v/5 AT

Robotirányítási architektúrák, a NOKIA-PUMA robot. Inkrementális adók. Nagyteljesítményű, RISC elvű és jelfeldolgozó processzorok. Multiprocesszoros rendszerek, MULTIBUS II, adatérvényességi problémák, memóriakezelés. A VAX számítógép-család. A VMS és a QNX operációs rendszerek jellemző tulajdonságai. Robotprogramozási nyelvek, osztályozás, példák. Egy robotprogramozási nyelv (ARPS) részletes ismertetése. A fejlődés irányai.

Valós idejű rendszerek tervezése BMEVIFO4011 választható 4/0/0/v/5 IIT

Rendszertervezés: a valós idejű rendszerek speciális követelményei, időbeli viselkedés, megbízhatóság. Jellemző rendszer-architektúra, konkurencia, elosztottság. Időkezelés elvi problémái és megvalósítása nyelvi szinten.

Határidős feladatok teljesítése, worst-case és valószínűségi méretezés, feladathalasztási stratégiák, periodikus és aperiodikus feladatok ütemezése, veszélyes programszerkezetek. Elosztott rendszerek: időkezelés, koordináció, tranzakciók. Rendszerkomponensek: valósidejű operációs rendszer (QNX) folyamatkezelése, ütemezése, folyamatkommunikációs eszközei, fájl- és I/O rendszere, hálózatkezelése. Demonstráció. Folyamatvizualizáló rendszer funkcióinak bemutatása, demonstráció. Megbízhatóság és teljesítőképesség: a modellezés alapelvei, valószínűségi modellek. Egy egységet tartalmazó, javítás nélküli rendszer; nem javítható alrendszer egységes megbízhatósági modellje, javítható alrendszer, javítási stratégia. Alkalmazásfüggő minőségértékelés módszerei.

Robotika laboratórium BMEVIFO4013 választható 0/0/2/f/3 IIT, AT

Kétszabadságfokú mechanikai rendszer irányítása (1), robotprogramozás (2), irányítás Allen-Bradley PLC-vel (1), jelprocesszorok alkalmazástechnikája (2).

Folyamatirányítás I. Laboratórium BMEVIFO4014 választható 0/0/2/f/3 IIT

Hőelemek és ellenálláshőmérők, nyúlásmérő ellenállásos átalakítók, infravörös hőmérséklettávadó, áramlásmérők és szintérzékelők, irányítás Möller PS-306 PLC-vel, QNX operációs rendszer.

8. szemeszter

Gépi látás BMEVIFO4054 választható 4/0/0/v/5 IIT

A gépi látás alapelvei és fogalmai, képérzékelő eszközök, a folytonos és diszkrét képek feldolgozásának matematikai alapjai, bináris, gradált és színes képek jellemzői, képjavítási módszerek, képszegmentálás és módszerei, morfológia, textúraanalízis, mozgásdetektálás, lényegkiemelés és alakzatosztályozás elméleti alapjai és módszerei, képkompressziós eljárások, képi adatbázisok, látórendszerek gyakorlati megvalósítása és tipikus alkalmazásai.

Folyamatműszerezés BMEVIFO4012 választható 4/0/0/v/5 IIT

Folyamatirányítási rendszerek felépítése, generációi, készülékei. Folyamatérzékelők statikus és dinamikus jellemzői, a környezeti hatások csökkentésének lehetőségei. A leggyakoribb nem villamos mennyiségek érzékelői működésének fizikai alapjai, mérés technikai tulajdonságai, felépítése és alkalmazástechnikája, mérés technikai elvek és módszerek áttekintése. Irányítási rendszerek terepi működtetésének feltételei, rendszerek robbanásvédelme, gyűjtőszikramentes kivitel és jelátvitel, túlfeszültség-védelem.

Analóg és "intelligens" távadók, villamos és pneumatikus végrehajtó szervek, helyzetbeállítók. Beavatkozó szervek, szelepek felépítése és alkalmazástechnikája.

Gépi látás és operációs rendszerek laboratórium BMEVIFO4056 választható
0/0/2/f/3 IIT, AT

CCD vonal és mátrix kamera bázisú intenzitáskép digitalizálás (1) és feldolgozás (1), lézer scanner bázisú távolságkép digitalizálás (1), QNX valósídejű operációs rendszer (3).

Folyamatirányítás II. Laboratórium BMEVIFO4057 választható
0/0/2/f/3 IIT

Lineáris és nemlineáris rendszerek sajátmozgásai, káosz jelenségek. Szintszabályozás modellezése, szintszabályozás mérés fizikai rendszeren, folyamatirányító rendszer, villamos végrehajtószerv vizsgálata, infravörös hőmérséklettávadó adaptív szabályozóval kiegészítve.

Önálló laboratórium BMEVIFO4058 kötelező IIT, AT

Az alábbi tématerületekről lehet témát választani:

Robotirányítási algoritmusok realizálása, multiprocesszoros és jelfeldolgozó processzoros rendszerek alkalmazástechnikája, robotirányítás QNX valósídejű operációs rendszerrel, robotprogramozási nyelvek fejlesztése, 2D és 3D képfeldolgozás, számítógépes radiológiai képkiértékelés, mobilis robotok irányítása, mobilis robotok navigációs rendszere, mobilis robotok pályatervezése akadályok között, mikrorobotok irányítása és navigációja, robot kéz/szem rendszer irányítása, projektív geometrián alapuló sztereo képfeldolgozás, kalibrált virtuális valóság, robot akciótervezés, távolról irányított robotok (teleoperáció), fuzzy, neurális és genetikus algoritmusok alkalmazása a robotikában, képfeldolgozásban és irányítástechnikában, informatikai rendszerek védelmi módszerei, Web-es adatbázis alkalmazás fejlesztése Oracle8 alá, elosztott alkalmazások CORBA/JAVA alapon, objektum orientált fejlesztő rendszer Web-es alkalmazásokhoz, valósídejű operációs rendszer (QNX) implementációs feladatai, folyamatvizualizáló programrendszer (FIX, VISION) alkalmazása, technológiai folyamatirányítás PLC-vel, PLC-k és grafikus real-time programok alkalmazása, kompakt szabályozó tervezése, kompakt szabályozó irányító algoritmusai, kompakt szabályozó csatlakoztatása lokális hálózatra, real-time adatgyűjtő szoftver készítése és implementálása, Profibus DP és FMS terepi buszrendszerek alkalmazástechnikája, illesztés szabványos ipari kommunikációs hálózatokra (Profibus, CANOpen), lokális hálózati illesztő felület készítése real-time adatgyűjtő rendszerhez, intelligens szenzor illesztése lokális hálózatra, nemvillamos mennyiségek mérés technikája, mikrokontrollerek alkalmazása mérés technikai célokra, életpeni folyamatok szimulációja és identifikációja, orvosinformatikai kommunikációs rendszer, magasszintű logikai szintézis, rendszeridentifikációs módszerek vizsgálata és fejlesztése, adaptív irányítások tervezése, többváltozós (MIMO) rendszerek szétcsatolása,

általánosított prediktív irányítás, robusztus irányítások tervezése, nemlineáris rendszerek differenciálgeometriai módszereken alapuló irányítása.

9. szemeszter

Intelligens robotok BMEVIFO5013 választható 4/0/0/v/5 IIT

Szenzorcsatolt robotok speciális erő, nyomaték és taktilis érzékelői, szenzorcsatolt irányítások, a pozíció és orientáció meghatározása távolságkép feldolgozással, mobilis robotok és navigációs rendszereik, kooperáló robotokban és intelligens kéz-szem rendszerekben alkalmazott irányítási és jelfeldolgozási módszerek, teleoperáció és kalibrált virtuális valóság, a robotrendszerek mesterséges intelligencia eszközei (tudásalapú irányítás, adaptív fuzzy/neurális irányítás, rendszeroptimalizálás genetikus/evolúciós algoritmusokkal), beszédfeldolgozás robotokban.

Folyamatidentifikáció és szimuláció BMEVIFO4055 választható 4/0/0/v/5 IIT

A tárgy folytonos és diszkrét folyamatok matematikai leírásával, számítógépes modellek megalkotásával (léptékezés), klasszikus és új szimulációs nyelvek és identifikációs módszerek ismertetésével foglalkozik. Transzportfolyamatok és lineáris/nemlineáris szabályozási rendszerek példáin keresztül mutatja be az elméleti módszerek gyakorlati alkalmazhatóságát.

Intelligens rendszerek laboratórium BMEVIFO5016 választható 0/0/2/f/3 IIT

Fuzzy irányítások, neurális irányítások, genetikus algoritmusok, adaptív fuzzy irányítások, szenzorcsatolt robotirányítás, grafikus modellalapú robotprogramozás.

Mesterséges intelligencia laboratórium BMEVIFO5017 választható 0/0/2/f/3 IIT

Fuzzy irányítások, neurális irányítások, genetikus algoritmusok, adaptív fuzzy irányítások, rendszermodellezés mesterséges intelligencia eszközökkel, magasszintű folyamatvizualizáló nyelv (FIX) .

Önálló laboratórium BMEVIFO5018 kötelező IIT, AT

Tárgyválasztási előírások

A kötelező jellegű tárgyakon (3 előadás és 1 laboratórium) kívül 3 választható előadást és 3 választható labort kell felvenni a szemeszter-korlátok betartásával. A tantárgyak csoportban választhatók a következő két variáns valamelyikének teljes felvételével:

1. variáns	2. variáns
Robotirányítás rendszertechnikája	Valós idejű rendszerek
Gépi látás	Folyamatműszerezés
Intelligens robotok	Folyamatidentifikáció és szimuláció
Robotika laboratórium	Folyamatirányítás I. laboratórium
Gépi látás és operációs rendszerek	Folyamatirányítás II. laboratórium
Intelligens rendszerek laboratórium	Mesterséges intelligencia

A főszakirány hallgatói számára javasoljuk, hogy a 9. szemeszterben opcionálisan a kari választható tárgyak köréből egy hajtásszabályozás vagy mesterséges intelligencia témájú tárgyat is vegyenek fel.

Előtanulmányi rend:

Szakirány megkezdéséhez szükséges feltételeket a BME Tanulmányi és .

A szakirányon belüli előtanulmányi rend a tárgyak meghirdetési időpontjából adódik.

A szakirány tárgyaival kapcsolatos kérdésekkel a következő oktatókhoz fordulhatnak:

Dr. Lantos Béla egyetemi tanár
Irányítástechnika és Informatika
Tanszék
Informatika ép. B324

Dr. Helybéli Zoltán egyetemi adjunktus
Irányítástechnika és Informatika
Tanszék
Informatika ép. B319

Dr. Arató Péter
egyetemi tanár
tanszékvezető
Irányítástechnika és Informatika
Tanszék

MIKRORENDSZEREK ÉS MODULÁRAMKÖRÖK 2

főszakirány

Célkitűzés:

A **Mikrorendszerek és Moduláramkörök szakirány** mélyreható elméleti és gyakorlati ismereteket nyújt az elektronikai berendezések és nagyrendszerek építőelemei – integrált áramkörök, VLSI áramkörök, integrált mikrorendszerek, FPGA-k, berendezés-orientált áramkörök, multichip modulok, hibrid, felület- és furatszerelt nyomtatott huzalozású áramkörök – belső felépítésére, konstrukciójára, tervezési módszereire és technológiai rendszereire vonatkozóan. Részletesen foglalkozik a megvalósítandó elektronikus rendszerek és ezek áramköreinek elvi és fizikai tervezésével, a tervezés számítógépes (CAD) módszereivel és az áramkörök tesztelésének, tesztelhetőre tervezésének kérdéseivel. Bemutatja az áramkörökben alkalmazott alkatrészeket és elemeket, és tárgyalja az áramkörök alkalmazásának, készülékbe építésének, minőségbiztosításának problémáit.

A szakirány választása különösen azon villamosmérnök hallgatóknak ajánlott, akik képessé akarnak válni az elektronikai berendezések, részegységek, moduláramkörök, nagybonyolultságú integrált áramkörök, mikrorendszerek megtervezésére és megvalósítására. Lehetőséget biztosít akár a mikroelektronikára, akár az áramköri modulok és készülékek technológiájára súlyozott speciális szaktudás megszerzésére.

A Mikrorendszerek és Moduláramkörök szakirány – nevében is jelzett módon – **két képzési irányt** tartalmaz. A 6. szemeszterben (a főszakirány első szemeszterében) a két előadás és a laborgyakorlat közös és minden hallgató számára kötelező. Ezek a tárgyak alapozzák meg és mutatják be a két képzési irányt, ugyanakkor mindkét előadási tárgy ismeretanyaga a másik képzési irány számára is elengedhetetlen. A 7. szemesztertől a tanterv két képzési irányra, a Mikrorendszerekre és a Moduláramkörökre válik ketté.

A két képzési irány részletesebb célkitűzése és “küldetésnyilatkozata”:

A Mikrorendszerek képzési irány

Mikrorendszereknek nevezzük a mikroelektronikai technológiai lépésekkel kialakított, összetett rendszereket. Ezek közül a legismertebbek az integrált áramkörök, amelyek a bennünket körülvevő világ szinte minden tárgyában megtalálhatók, például a mobil és az intelligens vezetékes telefonokban, szórakoztató elektronikai eszközökben, számítástechnikai berendezésekben, közlekedési eszközökben, háztartási gépekben, stb. A jövő technikája abba az irányba mutat, hogy ami még napjainkban egy IC és a hozzá csatlakozó interfész elemek, érzékelők és beavatkozók alkotta nagyobb rendszer, az a ma szokásos monolit IC technológiák alkalmas "megfejlésével" a jövőben egyetlen integrált mikrorendszert alkothasson. Például már a mai személygépkocsik légszák-elektronikája sok esetben egy ilyen mikrorendszer: egy chip-en tartalmazza a szükséges gyorsulásérzékelőt és a légszák kioldását kezdeményező elektronikát. Az

integrált mikrorendszerek tehát már napjaink eszközei is és a klasszikus integrált áramkörök mellett egyre meghatározóbb szerepet fognak betölteni a jövőben.

A *Mikrorendszerek képzési irány* szűkebb célkitűzése az, hogy megismertesse a hallgatókkal a fent vázolt rendszerek (IC-k, integrált mikrorendszerek) előállításának, tervezésének, tesztelésének és alkalmazástechnikájának leglényegesebb vonatkozásait, miközben lehetőséget teremt magas szintű gyakorlat megszerzésére is a fent vázolt területeken.

A Moduláramkörök képzési irány

Moduláramköröknek azokat az elektronikai egységeket nevezzük, amelyek megteremtik a kapcsolatot az integrált áramköri chippek és a nagyrendszerek, valamint az ember között. Moduláramkörök tervezésével és építésével minden villamosmérnök kapcsolatba kerül. Példaképpen, ezek azok az áramkörök, amelyekkel a processzort tartalmazó intelligens egységek, számítógépek egy adott feladatra alkalmassá tehetők; amelyek kapcsolatot tartanak egyrészt az érzékelőkkel, másrészt a beavatkozó szervekkel; amelyek a kisteljesítményű analóg és digitális jeleket átkonvertálják és felerősítik ember által is érzékelhető mennyiségekké; amelyek a hangot és képet (például a mobil készülékekben) mágneses hullámmá konvertálják, kisugározzák, majd érzékelik és visszaalakítják; amelyek az elektronikus eszközök, áramkörök és készülékek tápellátását és üzemelését biztosítják; stb. A moduláramkörök nélkülözhetetlenek például a híradástechnika, a számítástechnika, az irányítástechnika, az orvoselektronika, a közlekedés, a gépjárművek és a mérés technika területén.

A szakirány tárgyainak rövid leírása

6. szemeszter

VLSI áramkörök BMEVIEE3061 4/0/0/v/5 (teljes szakirány) EET

VLSI áramkörök konstrukciós kérdései. Dokumentálás, szimuláció és tervezés magas szintű nyelven (pl. VHDL). Mikroprocesszorok, mikrokontrollerek, jelfeldolgozó processzorok. A sebesség növelés és fogyasztás csökkentés eszközei és problémái, hagyományos és újszerű alapáramkörök. Megtervezett egységek technológia-független újrahasznosítása. Kommunikáció chipen belül és chippek között.

A felhasználó által programozható FPGA, EPLD struktúrák változatai és alkalmazásuk szempontjai.

Az analóg és a vegyesen digitális/analóg áramkörök felépítése. A/D és D/A átalakítók, jellegzetes konstrukciós problémáik. Sejtprocesszorok, neurális hálózatok.

A nagyfrekvenciás egységeket is tartalmazó integrált áramkörök.

Áramkörépítés BMEVIET3046 4/0/0/v/5 (teljes szakirány) ETT

A tárgy célja, hogy megismertesse a moduláramkörök tervezésének és fizikai realizálásának módszereit.

Tématerületek: A furatba és a felületre szerelhető, illetve a chipméretű alkatrészek specifikálása, kiválasztása. A hordozók típusai. Integrálási technológiák, csatlakoztatási és tokozási megoldások. Szerelési és kötési technológiák: hagyományos és felületi szereléstechológia, chip-beültetési eljárások. Összeköttetés-rendszerek tervezése: az elemelrendezés és a huzalozás-tervezés problémái. A hordozókra(/ba) integrált passzív elemek tervezése. Hajlékony összeköttetés-rendszerek. Háromdimenziós áramkörök.

Moduláramkörök típusai: nyomtatott huzalozású, felületszerelt és hibrid áramkörök, multichip modulok. A MCM-ok csoportosítás a hordozó fajtája szerint. Hordozókonstrukciók és technológiák. A MCM-ben alkalmazott chipek, CSP-k, és beültetési technológiák.

Tesztelhetőségre és minősíthetőségre való tervezés. A minőségbiztosítás és a termelésirányítás alapjai.

Esettanulmányok: korszerű számítástechnikai, mobil híradástechnikai, autóelektronikai, orvoselektronikai stb. moduláramkörök, technológiai rendszerek és eljárások analízise.

Szimulációs laboratórium BMEVIEE3047 0/0/2/f/3 (teljes szakirány) EET, ETT

A tárgy célja, hogy az elektronikai tervezés fontos részterületét, a számítógépes szimulációt gyakorlati példákon keresztül mutassa be. A laborgyakorlatok az elektronikai szimuláció következő területeit fedik le: fizikai szimuláció (eszközök termikus viselkedése), viselkedési szintű (VHDL) szimuláció, analóg áramköri szimuláció, digitális áramköri szimuláció, zavarvédelmi szimuláció, technológiai lépések és folyamatok szimulációja, mérés-technikai szimuláció.

7. szemeszter

Mikroelektronikai tervezés BMEVIEE4088 0+4v (mikrorendszer képzési ir.) EET

A tárgy megismerteti az integrált áramkörök tervezésének eszközeit és módszereit, a korszerű számítógépes tervezőrendszerek felépítését és funkcióit. Ismereteket ad az ezen rendszerekben alkalmazott tervezési (szimulációs és szintézis) lépések algoritmusairól. Készség szintjén biztosítja egy tervezőrendszer használatának elsajátítását (a szükséges gyakorlatot a kapcsolódó laboratórium biztosítja). Jártasságot ad a technológiai és cellakönyvtár adatbázisok kezelésében. Foglalkozik a teljesen automatizált tervezéssel és az emberi közreműködést is igénylő speciális feladatokkal. Érinti a tesztelhetőre tervezés kérdéseit. Ismerteti a tervezési munka fejlődési trendjeit. Ismereteket ad az analóg tervezés jellegzetes problémái terén.

Magasszintű logikai szintézis BMEVIFO4028 4/0/0/v/5 (mikrorendszer képzési ir.) IIT

Az igen nagy sebességű digitális adat- és jelfeldolgozás rendszereinek tervezése során a feladatspecifikációtól a lehető legkedvezőbb struktúra meghatározásáig terjedő folyamat a magas szintű logikai szintézis. Ez olyan algoritmusok összessége, amelyek a viselkedési előírás szintjén még meglévő szabadságfokok

adta lehetőségekkel élve kísérlik meg az optimális struktúra létrehozását. A tárgy célja e módszerek megismertetése és tervezői készség kialakítása, különös tekintettel a pipeline működésű rendszerekre, a specifikációs és viselkedési leírás elterjedt nyelvi eszközeire (pl. VHDL), valamint az IC tervező rendszerekhez való csatlakoztathatóságra.

A tárgy jellegzetes nagybonyolultságú digitális IC-k (pl. jelfeldolgozó, képfeldolgozó célprocesszorok, grafikus gyorsítók, kódoló/dekódoló egységek, stb) esettanulmány-kénti feldolgozásával biztosít jártasságot a tárgyaltak gyakorlati felhasználásában.

ASIC és FPGA tervezési laboratórium BMEVIEE4023 0/0/2/f/3 (mikrorendszer képzési ir.) EET

A tárgy keretében a hallgatók IC tervező rendszeren végeznek gyakorlati munkát. Ennek során egy alkalmazás-specifikus IC (ASIC) áramkört, valamint egy FPGA alapú áramkört terveznek meg. A gyakorlatok része a tervezett FPGA áramkör megvalósítása és mérése. A laboratórium a Mikroelektronikai tervező rendszerek tárgyhoz kapcsolódva segíti egy tervező rendszer használatának készség szintű elsajátítását.

Moduláramkörök tervezése BMEVIET4091 4/0/0/v/5 (moduláramkör képzési ir.) ETT

A tárgy célja a már megszerzett elektronikai és technológiai ismeretek integrálása, az összetett áramköri funkciókat megvalósító modulok tervezési módszereinek és eszközeinek áttekintése. Mélyebb betekintést nyújt néhány kiválasztott áramkör működésébe, ismerteti az áramkör-megvalósítási technológiáknak a konstrukcióit és a méretezést befolyásoló tényezőit. Megismerteti a hallgatókat a számítógéppel segített elvi és fizikai tervezési eljárások elméleti alapjaival, algoritmusával, a szakirány területén használt korszerű számítógépes tervező rendszerek funkcióival, felépítésével. Ismerteti a tervező és gyártó rendszerek összehangolását.

Elektronikai rendszertechnika BMEVIET4022 4/0/0/v/5 (moduláramkör képzési ir.) ETT

A tárgy célja részletes ismereteket adni azon összetett elektronikus rendszerek rendszertechnikájáról, amelyek létrehozásának kulcskérdése a mikroelektronika és az áramkörépítés legkorszerűbb, igen nagy funkciósűrűséget eredményező módszereinek alkalmazása. Jellegzetes példák: A mobil telefónia területéről: földi és műholdas rendszerek, közcélú és nyilvános hálózatok, GSM, fizikai paraméterek, spektrális hatékonyság, beszédkódolás, szabványos interfészek, titkosítás. A közlekedési elektronika területéről: szabályozott gépjárműrendszerek, motor és hajtásrendszer irányítás, fékrendszer és felfüggesztés elektronikus szabályozása, fedélzeti elektronikai rendszerek. A mérés-technika területéről: érzékelők és jelátalakítók, távadók, multiplexerek, jelformáló áramkörök, A/D átalakítók, mérésadatgyűjtők, a digitális jelfeldolgozás beillesztése mérőeszközökbe, mérőrendszerek funkcionális felépítése, beágyazott rendszerek hardware és software felépítése. A telematikai rendszerek területéről: beszédfeldolgozás, szintézis és felismerési feladatok. A beszédjel szerkezete,

modellezése, szegmensek közötti és szavak közötti távolság, a szótárkészítés problémái. Jelprocesszor architektúrák.

**Moduláramkör-tervezési laboratórium BMEVIET4092 0/0/2/f/3
(moduláramkör képzési ir.) ETT**

A tárgy célja, hogy a hallgatók gyakorlatot szerezzenek a számítógépes elektronikai tervezés területén. Ez egyrészt közös számítógépes terminálgyakorlatok, másrészt egyéni feladatok formájában valósul meg. A tervezési folyamat fő lépései: Elektronikus berendezések önálló áramköri funkciót megvalósító egységekre bontása. A realizációs technológia kiválasztása. A kapcsolási rajz számítógéppel segített szerkesztése. Az elrendezés-, és a huzalozás megtervezése. Számítógépes dokumentációkészítés.

8. szemeszter

**Monolit technika BMEVIEE4089 4/0/0/v/5 (mikrorendszer képzési ir.)
EET**

A tárgy a monolit technika specialisták által igényelt részleteit ismerteti, s a szükséges mértékben elmélyíti a mikrorendszerek területére szakosodott hallgatók tudását. Témakörök:

A monolit IC előállítás fő vonásai. Egy mai gyártórendszer felépítése, jellemzői. Fejlődési trendek.

A MOS eszköz működésének részletei, különös tekintettel a szubmikronos kivitelre és a speciális (SOI, MESFET) eszközökre. A modellezés kérdései. A bipoláris eszközök működése és modellezése.

Az IC-k vezetékvezetésének kérdései. A sokrétegű összeköttetések. Késleltetés, csatolások, zaj. A modellezés és a szimuláció lehetőségei. Az órajel ellátás problémái.

A memóriák felépítése, működése. A maximális elemsűrűség elérése végett alkalmazott különleges kialakítások.

Az IC-k termikus problémái. Tokozás, hőelvezetés igen nagy disszipációnál. Stacionárius és tranziens termikus hatások. Az elektro-termikus hatások és modellezésük.

Az IC-k tesztelésének problémái. Hibamodell, kombinációs és szekvenciális hálózatok tesztelése. Tesztelhetőre tervezés: a "scan-design". A beépített önteszt és áramkörei: LFSR, szignatúra analízis. On-line teszt. A perem-figyelés szabványa és áramköri megoldásai. A tesztelés helye a gyártásban, mérőautomaták.

**VLSI tervezési laboratórium BMEVIEE4067 0/0/2/f/3 (mikrorendszer
képzési ir.) EET**

Tervezési gyakorlatok "nyitott" tervező rendszeren. Digitális vagy analóg részegység (cella) tervezése és verifikálása. Tervezési szabály ellenőrzés, layout visszafejtés. Egy egyszerűbb cellás terv végigvitele (automatikus elrendezés és huzalozás, post-layout szimuláció).

**Elektronikus készülékek és minőségbiztosítás BMEVIET4090 4/0/0/v/5
(moduláramkör képzési ir.) ETT**

A tárgy ismerete elsősorban az elektronikus készülékek tervezésével és gyártásával, valamint az alkatrészek, részegységek, rendszerek és gyártási folyamatok minőségbiztosításával foglalkozó mérnökök számára szükséges. Fontosabb tématerületek:

A készülék-konstrukció fogalma, fázisai. A tervezés során felhasználható anyagok, alkatrészek. Huzalozás-rendszerek számítógépes tervezése és szimulációja. Az elektromos és szerkezeti konstrukció alapelvei. Hőtani és klimatikus tervezés. EMC, készülékek elektromágneses zavarvédelme. Üzembiztonság, biztonságtechnikai tervezés. Ergonómia. Készülékek megbízhatóságra és tesztelhetőségre való tervezése.

Minőségügyi követelmények, a minőségügy szervezeti és intézkedési rendszere. A statisztikai folyamatirányítás lényeges technikái. Berendezések és alkatrészek megbízhatósági jellemzői. A megbízhatóság és a minőségügy kapcsolata. A megbízhatósági paraméterek vizsgálati, előrejelzési lehetőségei.

**Moduláramkör-építési laboratórium BMEVIET4068 0/0/2/f/3
(moduláramkör képzési ir.) ETT**

Célja, hogy a hallgatók tematikus laborokon tapasztalatot szerezzenek az áramköri konstrukció és realizálás gyakorlati problémáiban. Majd házi feladatként, egyéneként, vagy kiscsoportosan, elkészítenek egy áramkört hagyományos, illetve felületszerelt nyomtatott huzalozású technológiával, hibrid áramkör vagy multichip modul formájában.

**Önálló laboratórium BMEVIEE4069 0/0/6/f/8EET
Önálló laboratórium BMEVIET4086 0/0/6/f/8 ETT**

Fontosabb tématerületek:

IC tervező rendszeren végigviendő teljes IC konstrukciós feladatok

Speciális IC struktúrák fejlesztése, szimulációja

Berendezések realizálása FPGA áramkörökkel

Tervező programok fejlesztése, tervező rendszerbe illesztése

Integrált mikrorendszer elemek tervezése

Mérőberendezések fejlesztése IC és mikrorendszer struktúrák vizsgálata céljára

Nyomtatott huzalozások, felületszerelés.

Vékony- és vastagrétegek, hibrid áramkörök, multichip modulok.

Érzékelők, optoelektronikai és mechatronikai eszközök.

Lézeres mikromegmunkálás, fotólitográfia.

Megbízhatóság, minőségbiztosítás.

Számítógépes termelésirányítási rendszerek alkalmazásai.

9. szemeszter

Integrált mikrorendszerek BMEVIEE5044 4/0/0/v/5 (mikrorendszer képzési ir.) EET

A tárgy keretében a hallgatók megismerkednek a monolit technológia új lehetőségeként megjelent mikrorendszerekkel. Ezek körében részletesen és a tervezés kérdéseivel is foglalkozva tárgyaljuk a mikromechanika elemeit és jellegzetes felhasználási területeiket (gyorsulásérzékelő, infra érzékelő, termoelektromos konverter, stb). Ismereteket adunk az optikai-elektromos integrált áramkörök aktív és passzív elemeiről (lézerdiódák, fotodiódák, integrált fényvezető elemek). Az esettanulmányok körében egy sor további eszközt tárgyalunk (hőmérséklet-érzékelők, mikro-pumpák, billenőtükros fénymodulátorok, stb.). A tárgy keretében ismertetjük azokat a jellegzetes mérés technikai módszereket, amelyek a használatos anyagok és struktúrák villamos, optikai, mikromechanikai tulajdonságainak mérésére szolgálnak (elektronmikroszkópia, mikroanalitika, röntgenvizsgálati és mikromechanikai letapogatáson alapuló módszerek, infravörös termográfia, stb.)

Tesztelés laboratórium BMEVIEE5027 0/0/2/f/3 (mikrorendszer képzési ir.) EET

A tárgyban a hallgatók az IC és mikrorendszer teszteléssel kapcsolatos gyakorlatokat végeznek el. Ilyen gyakorlatok: IC vizsgálata számítógép vezérelt mérőautomatán, peremfigyeléses IC-n végzett tesztelés, a hallgatók által tervezett IC tesztelése, IC termikus tulajdonságainak vizsgálata, mikrorendszer érzékelő vizsgálata ill. hitelesítése, gyakorlat elektronmikroszkópon.

Termelésirányítás BMEVIET5025 4/0/0/v/5 (moduláramkör képzési ir.) ETT

A tárgy elméleti és gyakorlati ismereteket nyújt a termelő vállalkozások rendszertípusú kezeléséről, a termelés tervezés és -irányítás feladatairól, a termelési rendszerek modellezéséről, alapvető információs folyamatairól, funkcionális egységeiről és ezek integrálásáról, korszerű számítógépes rendszerszemlélet alapján. Mélyreható ismereteket nyújt a technológiát, a termelést és a költségeket leíró adatok kiválasztása és integrált komplex rendszerben történő kezelésük területén.

A gyakorlati ismereteket esettanulmányokon keresztül biztosítja.

Minőségellenőrzés laboratórium BMEVIET5028 0/0/2/f/3 (moduláramkör képzési ir.) ETT

A tárgy célja, hogy a hallgatók gyakorlatot szerezzenek az elektronikus részegységek és készülékek minőségbiztosítási módszereinek, minőségellenőrzési előírásainak, megbízhatósági analízisének szakterületén. Fontosabb témák: Alkatrészek és moduláramkörök ellenőrzése, klímavizsgálata. Szerelt és szereletlen nyomtatott áramköri lemezek vizsgálata. Elektronikus készülékek terheléses (gyorsított üzemű) villamos, mechanikai és klímavizsgálata. Összekötések számítógépes ellenőrzése.

Önálló laboratórium BMEVIET5156 0/0/6/f/8 EET, ETT

A 6. szemeszter végén a két képzési irányra való jelentkezés és beosztás később rögzítendő és a hallgatókkal a szakirányba lépéskor közölt algoritmus szerint történik.

Az Önálló laboratórium a két szakág képzési folyamatának lényeges része. Ezért általános elvként rögzítjük, hogy önálló laboratórium téma a saját szakágról választandó. Ettől kivételképpen eltérni csak a két tanszékvezető egyetértésével lehet.

A 9. szemeszterben a hallgatóknak javasolni fogjuk, hogy a másik képzési irányból a hetedik szemeszter Magasszintű logikai szintézis illetve Elektronikai rendszertechnika tárgyát a választható tárgyak körében vegyék fel.

Kerecsenné Dr. Rencz Márta

egyetemi tanár

tanszékvezető

Elektronikus Eszközök Tanszéke

Dr. Harsányi Gábor

egyetemi tanár

tanszékvezető

Elektronikai Technológia Tanszék

SZÁMÍTÓGÉPEK RENDSZER- ÉS ALKALMAZÁSTECHNIKÁJA

főszakirány

Célkitűzés:

A szakirány azoknak a szakembereknek a képzését tűzi ki célul, akik elsősorban

a számítógépek alkalmazása,

a legmodernebb hardver és szoftver rendszerek hazai honosítása,

valamint az új hardver vagy szoftver rendszerek kifejlesztése

területek valamelyikén kívánnak elhelyezkedni.

A fenti három terület egymást részben átfedő, egymás fejlődésére, módszereire kölcsönösen ható volta, valamint az elhelyezkedés biztosítása indokolja, hogy a képzés közös kötelező tantárgyakon alapuljon, s a szakirányon belüli, fent említett további specializációt a választható tantárgyak teremtsék meg.

6. szemeszter

Számítógép-architektúrák BMEVIHI 3048 kötelező 4/0/0/v/5

HT

Multiprocesszor rendszerek: Lazán csatolt multiprocesszor rendszerek. Virtuálisan osztott memóriájú rendszerek. Szorosan csatolt multiprocesszor rendszerek. Memória koherencia. Útvonal-irányítás és ütemezés. Léptékezhető rendszerek. Elosztott rendszerek: Logikai és fizikai órák. Szinkronizálási módszerek. Elosztott erőforrás-kezelés. Elosztott rendszerek formális tervezési modelljei. Az idő mint erőforrás. Pipeline szervezés: egy és többdimenziós pipeline. Utasítás és adat pipeline. Tömbprocesszorok és szisztolikus tömbök. Adatáramlásos szervezés: Petri háló, Uninterpreted Data Flow modell, utasításszintű és eljárásszintű data flow architektúra. Asszociatív processzorok: Tartalom szerint címezhető memória. Nagy adatbázisok kezelése. Asszociatív processzor. Nagyméretű párhuzamosítás. Tanulás és automatikus tételbizonyítás.

Szoftvertechnika BMEVIAU 3049

kötelező 4/0/0/v/5

AT

A programfejlesztés általános lépései. Formális szoftver specifikáció. A CASE eszközei. Az objektum-orientált analízis, tervezés és programozás elmélete, gyakorlata, objektum-orientált CASE eszközök. Az automatikus programgenerálás lehetőségei. C++ programozási nyelv. Eseményvezérelt programozás elmélete és gyakorlata. Esettanulmányként MS Windows alatti programozás C/C++ programozási nyelven. Kommunikációs lehetőségek és adatcsere az egy gépen illetve különböző gépen futó alkalmazások között (DDE, RPC, Socket, stb.) MFC framework használata az eseményvezérelt és objektum-orientált programozás szemléltetésére. Szoftver dokumentálás.

Számítástechnikai laboratórium I. BMEVIHI 3050 kötelező 0/0/2/f/3 HT, AT

Az elvégzendő mérések az alábbi tárgyak anyagához kapcsolódnak, azok jobb megértését és elmélyítését teszik lehetővé:

- *Számítógép-architektúrák* (3 alkalommal 4 órás mérés)
- *Szoftvertechnika* (3 alkalommal 4 órás mérés)

7. szemeszter

Mesterséges intelligencia BMEVIMM4025 kötelező 4/0/0/v/5 MIRT

A mesterséges intelligencia (AI) módszerei: tudásábrázolási technikák, a tudásreprezentáció programozási kérdései. Szimbolikus AI: szakértő rendszerek. Elosztott AI: második generációs szakértői rendszerek. A szimbolikus módszerek elvi korlátai: működés előírt válaszidő mellett. Reaktív és konnekcionista architektúrák. Rendszerfejlesztési technológiák. Hibrid architektúrák: problémamegoldás szimbolikus és gyors működésű reaktív komponensek együttes felhasználásával hierarchikus, eltérő idő és egyéb erőforrás-igényű absztrakciós szinteken. Alkalmazási területek, esettanulmányok.

Interfésztechnika BMEVIAU4026 választható 4/0/0/v/5 AT

A számítógép struktúrák és az interfészek rendszerezése. Mechanikai-, elektromos- és logikai jellemzők. Gyárthatóság, megbízhatóság, szervizelhetőség és modularitás. Az elektromágneses kompatibilitás, zavarjelek, forrásaik és védekezési módok. Szabványos sínrendszerek jellemzői, rájuk alapozott tervezési módszerek. Tipikus alrendszerek működési elve és illesztésük a szabványos sínek felhasználásával. Párhuzamos-, soros- és lokális hálózati interfészek. Analóg jelek be- és kivitele. Mágneses és optikai tárolók működési elve, valamint illesztésük. Audio jelek interfészei (előállítás, bevitel, beszéd felismerés). Komplet video alrendszerek és interfészeik. Tervezési mintapéldák, esettanulmányok.

Magasszintű logikai szintézis BMEVIFO4028 választható 4/0/0/v/5 IIT

Az igen nagy sebességű digitális adat- és jelfeldolgozás fokozódó mértékben igényli azokat a gyors számítóműveket, 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 feladatspecifikációtól a lehető legkedvezőbb struktúra meghatározásáig terjedő folyamat a magasszintű logikai szintézis (high-level logic synthesis: HLS) és lényegében olyan algoritmusok összessége, amelyek a viselkedési előírás szintjén még meglévő szabadsági fokok adta lehetőségekkel élve kísérik meg az optimális struktúra létrehozását. A tárgy 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 (pl. VHDL), valamint az EPLD, FPGA, ASIC technológiákon alapuló tervező rendszerekhez való csatlakoztathatóságra.

Számítástechnikai laboratórium II. BMEVIAU4029 kötelező 0/0/2/f/3 AT, HT, MIRT, IIT

Az elvégzendő mérések az alábbi tárgyak anyagához kapcsolódnak, azok jobb megértését és elmélyítését teszik lehetővé. A kötelező tárgyakhoz kapcsolódó mérések felvétele kötelező, a választhatók közül két mérés felvétele szükséges.

- *Számítógép architektúrák* (1 alkalommal 4 órás mérés) kötelező
- *Szoftvertechnika* (1 alkalommal 4 órás mérés) kötelező
- *Mesterséges intelligencia* (2 alkalommal 4 órás mérés) kötelező
- *Interfésztechnika* (2 alkalommal 4 órás mérés) választható
- *Magasszintű logikai szintézis* (2 alkalommal 4 órás mérés) választható

8. szemeszter

Párhuzamos programozás BMEVIHI4070 választható 4/0/0/v/5 HT

A párhuzamos rendszerek architektúrái - hardver és szoftver feltételek. Követelmények a párhuzamos rendszereknél: gyorsulás, hatékonyság, megbízhatóság. A párhuzamos műveletek leírási és elemzési módszerei. A párhuzamosság szintjei: utasítás- és adatszámítás párhuzamosság, ütemezhetőség. Hatékonyságvizsgálati módszerek. A párhuzamos végrehajtás támogatása az operációs rendszer és a fordítóprogram szintjén, szinkronizálási és kommunikációs módszerek. Tipikus megvalósítási módok, pl. Modula-2, Ada, Occam, Cray-1 FORTRAN, Convex-C, OSF-1, RPC, PVM, MPI, CS-Prolog. A párhuzamos feldolgozás üzleti alkalmazásai: többprocesszoros és elosztott informatikai rendszerek illetve adatbázisok megvalósítási módjai.

Számítógépes grafika és animáció BMEVIFO 4071 választható 4/0/0/v/5 IIT

A tárgy célja, hogy ismeretanyagot nyújtson a grafikus hardver, szoftver eszközökről és alkalmazásokról. Bemutatja a két és háromdimenziós modellezés és képsintézis algoritmusait, áttekintést ad a számítógépes grafika CAD alkalmazásáról és a digitális képtárolás, javítás, kódolás technikáiról. Az animációval kapcsolatban tárgyalja a valószerű mozgás tervezésének és szimulációjának a módszereit, a virtuális valóság és multimédia rendszerekben alkalmazott digitális videó eljárásokat.

Rendszertechnika laboratórium I. BMEVIAU 4072 kötelező 0/0/2/f/3AT, HT, MIRT, IIT

Az elvégzendő mérések az alábbi tárgyak anyagához kapcsolódnak, azok jobb megértését és elmélyítését teszik lehetővé. A kötelező tárgyhoz kapcsolódó mérések felvétele kötelező, a választhatók közül négy mérést kell elvégezni.

- *Mesterséges intelligencia* (2 alkalommal 4 órás mérés) kötelező
- *Interfésztechnika* (2 alkalommal 4 órás mérés) választható
- *Magasszintű logikai szintézis* (2 alkalommal 4 órás mérés) választható
- *Párhuzamos programozás* (2 alkalommal 4 órás mérés) választható
- *Számítógépes graf. és animáció* (2 alkalommal 4 órás mérés) választható

Önálló laboratórium BMEVIAU 4073	kötelező	AT
Önálló laboratórium BMEVIFO 4058	kötelező	IIT
Önálló laboratórium BMEVIHI 4050	kötelező	HT
Önálló laboratórium BMEVIMM 4063	kötelező	MIRT

A választható témák a képzés célkitűzéseivel összhangban a tanszékeken folyó tudományos kutatómunkákhoz és tervező-fejlesztő tevékenységekhez kapcsolódnak.

9. szemeszter

Multimédia rendszerek BMEVIAU5031 választható 4/0/0/v5 AT

Az adat, hang és kép tömörítésének, tárolásának, feldolgozásának és továbbításának módszerei, eszközei és szabványai. Háttértárak, hálózatok, multimédia célberendezések és céláramkörök, videokommunikáció. Intelligens irodai, oktató, nyomdai és stúdió rendszerek. Intelligens mérnöki alkalmazások: hipermédia ember-gép kapcsolat, szimulációs és emulációs eszközök, modellezés, animáció. Szerzői rendszerek. Esettanulmányok.

Rendszertехnikai laboratórium II. BMEVIAU 5032 kötelező 0/0/2/f/3 AT, HT, MIRT, IIT

Az elvégzendő mérések az alábbi tárgyak anyagához kapcsolódnak, azok jobb megértését és elmélyítését teszik lehetővé. A felsorolt mérések közül 6 választandó.

- *Párhuzamos programozás* (2 alkalommal 4 órás mérés) választható
- *Számítógépes graf. és animáció* (2 alkalommal 4 órás mérés) választható
- *Multimédia rendszerek* (4 alkalommal 4 órás mérés) választható

Önálló laboratórium BMEVIAU5033 kötelező AT

Önálló laboratórium BMEVIFO5018 kötelező IIT

Önálló laboratórium BMEVIHI5009 kötelező HT

Önálló laboratórium BMEVIMM5023 kötelező MIRT

A választható témák a képzés célkitűzéseivel összhangban a tanszékeken folyó tudományos kutatómunkákhoz és tervező-fejlesztő tevékenységekhez kapcsolódnak.

Tárgyválasztási előírások

A kötelező jellegű tárgyakon (3 előadás, 4 laboratórium és önálló laboratórium) kívül 3 választható előadást kell felvenni a szemeszterkorlátok betartásával.

Ajánlott tárgycsoportok (csak a választható tárgyakat figyelembe véve):

1. variáns

Magasszintű logikai szintézis

Párhuzamos programozás

2. variáns

Interfésztechnika

Számítógépes grafika és animáció

Multimédia rendszerek

Előtanulmányi rend

A szakirány megkezdéséhez szükséges feltételeket a BME Tanulmányi és
.Vizsgaszabályzata írja elő.

A szakirányról további felvilágosítást ad:

Dr. Gál Tibor docens	V2. épület 454.
Dr. Arató Péter egy. tanár	I B. épület 317.
Dr. Németh Gábor docens	I B. épület 119.
Dr. Dobrowiecki Tadeusz docens	IE. 437

A szakirány oktatásában résztvevő tanszékek vezetői:

Dr. Vajk István
egyetemi docens
tanszékvezető
Automatizálási és Alkalmazott Informatikai
Tanszék

Dr. Arató Péter
egyetemi tanár
tanszékvezető
Irányítástechnika és Informatika Tanszék

Dr. Pap László
egyetemi tanár
tanszékvezető
Híradástechnikai Tanszék

Dr. Péceli Gábor
egyetemi tanár
tanszékvezető
Méréstechnika és Információs Rendszerek
Tanszék

SZÉLESSÁVÚ ÉS MÉDIA-KOMMUNIKÁCIÓ

főszakirány

Célkitűzés

A szakirány célja olyan villamosmérnökök képzése, akik képesek kutatási/fejlesztési, termék- és szolgáltatás-tervezési, üzemeltetési és menedzselési feladatok ellátására az optikai és vezeték nélküli kommunikáció, valamint a média-technológiák és média-kommunikáció területein. E két kulcsterületen végzendő színvonalas és sikeres munkára való felkészítés mellett fontos célkitűzésünk az, hogy időtálló alapokat és kellő áttekintést nyújtsunk a távközlés és információtechnológia további területeinek műveléséhez is. A szakirány több, fontos ipari és szolgáltatói ágazat közös pontjait célozza meg, ezek a távközlés, a rádió és tv műsorszórás, a fogyasztói elektronika, a számítástechnika, és a médiaipar. A szóban forgó alkalmazások is igen széles kört érintenek, a magán/lakossági igények kielégítésétől a professzionális alkalmazásokig. Ennek megfelelően végzett mérnökeink a kutató-fejlesztő, ipari és szolgáltató vállalatok széles körében találhatnak igéyes és vonzó munkaköröket.

A szakirány tantárgystruktúrája

Közös tárgy:

6. szemeszter

Tárgy	Tanszék	Felelős
Hírközlélmélet	HT+HVT	Dallos Gy. – Frigyes I.

6.-9. szemeszter

A hallgatók két, egyenként 5 tárgyas *tantárgycsoport* közül választanak:

Média-technológiák és média-kommunikáció tantárgycsoport

Szemeszter	Tárgy	Tanszék	Felelős
6.	A média-technológia alapjai	HT	Lois L.
7.	Hálózati architektúrák és rendszerek	HT	Szabó Cs.
	Szélessávú média-továbbító rendszerek	HT	Kovács I.
8.	Audió- és videó-stúdiótechnika	HT	Kovács I.
9.	Média-alkalmazások és -szolgáltatások	HT	Szabó Cs.

A tantárgycsoporthoz szorosan kapcsolódó témákban fakultatív tárgyakat ajánlunk, a multimédia tartalom előállítása, a hang- és képfelvételek művészete és a videó-audio archiválás témakörökben.

Optikai és vezeték nélküli kommunikáció tantárgycsoport

Szemeszter	Tárgy	Tanszék	Felelős
6.	Antennák és hullámterjedés	HVT	Nagy L., Zombory L.
7.	Nagyfrekvenciás rendszerek elektronikája	HVT	Völgyi F., Seller R.
	Szélessávú fix és mobil kommunikáció	HVT	Bitó J., Frigyes I.
8.	Műholdas rendszerek és távérzékelés	HVT	Zombory L., Seller R., Gödör É.
9.	Műsorszóró rendszerek	HVT	Gschwindt A., Szombathy Cs.

A fenti tárgyakhoz – mindkét tantárgycsoportban - minden szemeszterben szakirányú laboratóriumi foglalkozások kapcsolódnak.

6. szemeszter

Közös tárgy:

Hírközlélmélet BMEVIHI3036 kötelező 4/0/0/v/5 HT+HVT

A tárgy a hírközlés legátfogóbb és ugyanakkor a szakirány többi tárgyaiban is felhasznált elméleti ismereteinek közlését tűzi ki céljául, és hangsúlyt helyez a feladatmegoldás szintjén történő begyakoroltatásra is.

A hírközlési feladatok vizsgálatát az információforrások jeleinek és a zavaroknak a matematikai modellezése, a sztochasztikus folyamatok apparátusának alkalmazása segítségével végezzük el. Ismertetjük az alapvető modulációs eljárások jellemzőit. Összefoglaljuk az analóg jelek átvitelével kapcsolatos ismereteket, a hangsúlyt azonban a digitális jelek átvételére helyezzük. Ennek keretében áttekintjük az információt hordozó jelek alapvető tulajdonságait, a rádiófrekvenciás és az optikai sávban előforduló legjelentősebb zavaró hatásokat, (zajok, torzítások) valamint a megbízható jelátvitel lehetőségeit ezek jelenlétében. Bemutatjuk a legfontosabb átviteli közegek (a mobil rádiócsatorna, az optikai szál) azon tulajdonságait, melyek befolyásolják az átvitel minőségét. Ismertetjük a káros tulajdonságok elkerülésének olyan korszerű módszereit, mint az OFDM és a kódolt moduláció. Az átviteli módszerek áttekintését követi a jelfeldolgozás alapelveinek ismertetése. Ide tartozik a komplex burkoló, a mintavétel és a kerekítés. Ezt követően a kerekített minták lehető legtömörebb leírási lehetőségeit mutatjuk be, kritériumként a négyzetes közép-hibát választva. Ebben a szakaszban a logaritmikus kvantálás, a prediktív-, a rész-sávú, és a transzformációs kódolás alapelveit ismertetjük. Az információ-elméleti részben az információ mértéke, a csatornakapacitás és a hibakorlátozó kódkonstrukciók alapvető ismeretei kerülnek elsajátításra.

Média-technológiák és média-kommunikáció tantárgycsoport

6. szemeszter

A média-technológia alapjai BMEVIHI3001 kötelező 4/0/0/v/5 HT

A tárgy az alapoktól indulva bemutatja az audio- és videójel előállításának, feldolgozásának és bitsebesség-csökkentésének elvi alapjait és azok gyakorlati implementációját.

Az emberi hallás és látás pszichofizikai alapjainak és legfontosabb jellemzőinek ismertetése után, a színmérési alapfogalmak, az audio- és videójel sajátosságai, az egyes formátumok (pl. kettő és többcsatornás hangrendszerek, váltott soros és progresszív képfelbontás) és azok jellemzői, valamint az egy- és többdimenziós mintavétel sajátosságai következnek.

A jó minőségű digitális audio és videó tartalmat hatékonyan a fogyasztóhoz eljuttatni igen költséges, ezért a médiatartalmat szinte mindig bitsebesség-csökkentett formában továbbítjuk. A tárgy második harmadában ismertetésre kerülnek a jelenleg alkalmazott audio és videó bitsebesség-csökkentési eljárásokban használt elvek (predikció, DPCM, alulmintavételezés, transzformációs kódolás, mozgásbecslés, mozgáskompenzáció, stb.) és azok sajátosságai.

A tárgy ezt követően sorra veszi az audio és videó bitsebesség-csökkentési eljárások implementációit (JPEG, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, Dolby Digital, DTS) és rámutat azok alkalmazási lehetőségére.

Általános mérés technikai laboratórium BMEVIHI3038 kötelező 0/0/2/f/3 HT

- 4 x 2 órában kiemelt gyakorlati problémák megismerése szakirány gyakorlaton.
- 1 x 2 órában kirándulás a bitsebesség csökkentési technológiákat alkalmazó valamely műsorszétesztőhöz.
- Videó bitsebesség csökkentés algoritmusai, 4 órás mérés keretében.
- MPEG bitsebesség csökkentés, 4 órás mérés keretében.
- Hang bitsebesség csökkentés, 4 órás mérés keretében.
- Digitális modulációs módok vizsgálata, 4 órás mérés keretében.

7. szemeszter

Hálózati architektúrák és rendszerek BMEVIHI4000 kötelező 4/0/0/v/5 HT

A tárgy 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.

Ennek érdekében a tárgy 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 kapcsolat-felépítés és az ehhez szükséges hívásfelépítő módszerek, a kapcsolás és útvonalválasztás a hálózaton belül, a hálózatvédelem, a hálózatbiztonság, az elvárt szolgáltatásminőség biztosításának alapvető megoldásait a tárgy általános, technológia-független megközelítésben ismerteti. Erre alapozva kitérünk az egyes alapfunkciók konkrét szabványos technikai megoldásokon keresztül történő megvalósításaira.

Ezt követően azt tárgyaljuk, 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 ad a klasszikus és új generációs magánhálózati rendszertechnikákról (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.

Szélessávú médiatovábbító rendszerek BMEVIHI4141 kötelező 4/0/0/v/5 HT

„A média-technológia alapjai” és a “Hálózati architektúrák és rendszerek” tárgyakra építve ez a tárgy átfogó képet nyújt a már bevezetett, illetve bevezetés előtt elő médiatovábbító rendszerek rendszertechnikai felépítéséről, a kódolási és modulációs technikákról és a megvalósítható szolgáltatásokról.

A tárgy bemutatja a hagyományos (analóg) videótartalom kódolási technikáit (NTSC, PAL, SECAM, MAC, PALplus, teletext), az analóg audio- és videótartalmat továbbító, földfelszíni, műholdas, kábeles hálózatok rendszertechnikai felépítését, megadja a vevővel szemben támasztott követelményeket, a vevő-rendszertechnikákat, a képvisszaadó eszközök felépítését.

A szélessávú média-kommunikációban alkalmazott audio- és videó bitsebesség-csökkentési eljárások rövid bemutatása után az ezeket a technológiákat alkalmazó földfelszíni, műholdas és kábeles médiatovábbító rendszerek (DVB: Digital Video Broadcasting, DAB: Digital Audio Broadcasting, DRM: Digital Radio Mundial) kerülnek ismertetésre. Ennek során lesz szó a videót és audiót hordozó adatfolyam kódolásáról, az

adatfolyam felépítéséről, a továbbító hálózat rendszertechnikájától, az egyes rendszertechnikai elemekről, a digitális vevőről, a megvalósítható szolgáltatásokról, valamint az interaktív és mobil szolgáltatásokat lehetővé tevő rendszertechnikai megoldásokról és interfészekről.

**Média-technológiai alapok laboratórium BMEVIHI4176 kötelező
0/0/2/f/3 HT**

- 4 x 2 órában kiemelt gyakorlati problémák megismerése szakirány gyakorlaton.
- 1 x 2 órában kirándulás a bitsebesség csökkentési technológiákat alkalmazó valamely műsorszétosztóhoz.
- Videó bitsebesség csökkentés algoritmusai, 4 órás mérés keretében.
- MPEG bitsebesség csökkentés, 4 órás mérés keretében.
- Hang bitsebesség csökkentés, 4 órás mérés keretében.
- Digitális modulációs módok vizsgálata, 4 órás mérés keretében.

8. szemeszter

Audió- és videó-stúdiótechnika BMEVIHI4144 kötelező 4/0/0/v/5 HT

A tantárgy kismértékben az analóg és nagymértékben a digitális audio- és videó-stúdiótechnika kérdéseivel foglalkozik.

A "Média-technológia alapjai" szakirány tantárgyra alapozva röviden ismertetésre kerülnek az analóg és digitális audio és videó alapok, a stúdiótechnika jel- és interfész-szabványai, valamint bitsebesség-csökkentési eljárásai.

A tárgy ismerteti a hagyományos audio és videó stúdiótól elvárt funkciókat (hozzáférés, utó-munkálatok, tárolás, kijátszás, archiválás), azok követelmény rendszerét, a teljes rendszertechnikát és a legfontosabb építőelemeket (kamerák, monitorok, képkeverők, digitális videó effektek, szalagos rögzítési formátumok, lineáris és nem-lineáris utómunka berendezések, grafikai eszközök, időalap és formátum korrektorok).

A tárgy részletesen ismerteti az információs technológiákra alapozott audio és videó stúdió rendszertechnikát, követelményrendszert, funkcionális építőelemeket (kis és nagy felbontású videószervert, webszervert, loggolás, metaadatbázisok, adattárolási formátumok, médiamedzsent, számítógépes grafika elemek, virtuális stúdió stb.).

Az előadásokat a Híradástechnika Tanszék új hangstúdiójában, illetve a Műsorszóró Laboratóriumban tartandó laborgyakorlatok egészítik ki.

Műsorszóró és távközlő laboratórium BMEVIHI4187 kötelező 0/0/2/f/3 HT

- 2 x 2 órában kiemelt gyakorlati problémák megismerése szakirány gyakorlatokon.
- 1 x 2 órában kirándulás az AH Rt. OMK-ba.
- Alapsávi fekete-fehér videó jel vizsgálata, 4 órás mérés keretében.
- Alapsávi CVBS PAL jel vizsgálata, 4 órás mérés keretében.
- MPX sztereo jel kódolása és dekódolása, 4 órás mérés keretében.
- Optikai távközlő berendezés vizsgálata, 4 órás mérés keretében.
- Vezetéknélküli távközlő berendezés vizsgálata, 4 órás mérés keretében.

Önálló laboratórium BMEVIHI4050 kötelező 0/0/6/f/8 HT

Önálló laboratórium BMEVIMH4084 kötelező 0/0/6/f/8 HV

Az önálló laboratórium során a hallgatók a következő témakörökben mélyíthetik el tudásukat: DSP hardware és software kutatások és fejlesztések, PC-be illeszthető különböző multimédia eszközök tervezése, kidolgozása, teletext kódolás és dekódolás

továbbfejlesztése, digitális hang- és képműsorszórás vevő berendezéseinek fejlesztése, mikroprocesszorok és mikrokontrollerek alkalmazása a fogyasztói elektronikában, úrkutatás, speciális mérőberendezések tervezése és fejlesztése, műsorszórás új modulációs módszerei, NVOD és VOD kutatások, alkalmazások.

9. szemeszter

Média-alkalmazások és -szolgáltatások BMEVIHI5000 kötelező 4/0/0/v/5 HT

A médiakommunikációs tantárgycsoport záró tárgya a felhasználót helyezi előtérbe, és azzal foglalkozik, milyen alkalmazásokat és szolgáltatásokat igényelnek a jellegzetes felhasználói körök, hogyan nyújthatók azok a különböző hálózati platformokon és rendszereken, figyelembe véve azok jellegzetességeit, továbbá milyen, nem műszaki feltételeket kell teljesíteni és milyen környezetet kell figyelembe venni a szolgáltatások tervezése során.

Megvizsgáljuk a jellegzetes alkalmazási területeket, azok sajátosságait és áttekintjük az azokhoz illeszkedő alkalmazások és szolgáltatások körét, többek között a szórakoztatás, tanulás (e-learning), egészségügy (e-health), kormányzat (e-government) és kereskedelem (e-commerce) területén. A vizsgált kérdések jellegére példák: hozzáférés biztosítása többféle hálózati platformon, skálázhatóság, mobil elérhetőség, Web-alapú megoldások, autentikáció és fizetés.

Áttekintjük a jogi és szabályozási környezet legfontosabb területeit, hogy lássuk a szolgáltatók számára jelentkező lehetőségeket és korlátozásokat, amelyeket figyelembe kell venni a szolgáltatások tervezésénél és nyújtásánál. Idetartozik többek között a médiatörvény és a távközlési törvény Magyarországon, az EU idevonatkozó direktívái, a szerzői jogok kezelése. Körképet adunk a médiakommunikáció legfontosabb szolgáltatóiról, azok szerepéről, versenyről.

Média-technológia laboratórium BMEVIHI5046 kötelező 0/0/2/f/3 HT

- 2 x 2 órában kirándulás egy távközlő céghez és az NTV stúdió komplexumába.
- Alapsávi és RF videó jelek spektrum analízis, 4 órás mérés keretében.
- Videokonferencia-alkalmazások, 4 órás mérés keretében.
- Streaming média-alkalmazások, 4 órás mérés keretében.
- Dinamikus hangszóró vizsgálata, 4 órás mérés keretében.
- Dinamikus mikrofon és hangszugárzó vizsgálata, 4 órás mérés keretében.

Önálló laboratórium	BMEVIHI5009	kötelező	0/0/6/f/8	HT
Önálló laboratórium	BMEVIMH5154	kötelező	0/0/6/f/8	HV

A tantárgycsoport hallgatói számára ajánlott választható tárgyaink:

A művészet és a kommunikáció új eszközei BMEVIHI9074 választható 4/0/0/v/5 HT

A tárgy a mozgóképek rögzítésének és visszaadásának korai technikáit, a korszerű film, videó és animáció jellemzőit, valamint az új médiumok keletkezését és integrálódását vizsgálja az esztétika szemszögéből. Az előadásokat a témához kapcsolódó kép-, és videó anyagok, filmek vetítése és megbeszélése egészíti ki.

(Előadó: Rétháti László látványtervező, Magyar Iparművészeti Egyetem)

**Stúdióakusztika és a hangfelvétel művészete BMEVIHI9173 választható
4/0/0/v/5 HT**

A tantárgy a hangfelvétel-technika akusztikai- és technikai-művészi határterületi kérdéseit, ezen belül elsősorban a hangfelvétel-készítés (stúdiók) és a megítélés (technikai helyiségek) akusztikai problémáit tárgyalja. A gépi hangkultúra kifejezési lehetőségeinek kérdéseivel a hallgatók közösen meghallgatott és elemzett hangfelvételeken keresztül ismerkedhetnek meg.

(Előadók: Borsiné Arató Éva akusztikus tervező – AFT Akusztika Kft., Újházy László hangmérnök, műszaki igazgatóhelyettes - Magyar Rádió)

Optikai és vezeték nélküli kommunikáció tantárgycsoport

6. szemeszter

Antennák és hullámterjedés BMEVIMH4039 kötelező 4/0/0/v/5 HVT

A tárgy két – közel azonos súlyú részben – tárgyalja a különféle rádiórendszerekben alkalmazott fontosabb antennákat és antennarendszereket, valamint leírja a rádió hullámterjedési módokat, a további szakági képzés megalapozása céljából. Az antennák témakörben a hangsúlyt elsősorban az alkalmazásra és nem az analízisre helyezzük.

Bevezetésként az antennák szerepét mutatjuk be a rádiórendszerekben, összehasonlítva a vezetett hullámú és rádiócsatorna csillapítását. A különböző rádiórendszereket a frekvenciasávok szerinti felosztásban a fontosabb rádiószolgáltatások bemutatásával tárgyaljuk.

A hullámterjedés fejezet első részében a térelméleti alapokat tekintjük át, a kisugárzott hullámokra vonatkozó fontosabb fogalmakkal és összefüggésekkel, melyek a síkhullám, gömbhullám, térerősség, teljesítménysűrűség és polarizáció. A hullámterjedés fizikai modelljeiként a szabadtéri terjedés, reflexió, refrakció és diffrakció (késél, GTD, UTD) fizikai modelljét tárgyaljuk.

A hullámterjedés másik fejezetében a földi atmoszférában megvalósuló fő terjedési módoként a szabadtéri, a kétutas, a felületi hullámú, az ionoszférikus és a troposzférikus szórással megvalósuló terjedési módokat vizsgáljuk.

Az antennajellemzők – iránykarakterisztika, nyereség, irányhatás, hatásos felület, hatásos hossz, polarizációs jellemzők, antenna zajhőmérséklet – ismertetése után az analitikusan tárgyalható Hertz-féle dipólus jellemzőit vizsgáljuk meg, és a dualitás elvét tárgyaljuk.

A továbbiakban tárgyalt antennatípusok a huzalantennák, apertúra antennák és antennarendszerek. A huzalantennák analízisét mind a szinuszos, mind a határfeltételeket kielégítő árameloszlással tárgyaljuk. Az antennarendszerek témakörben az antennarendszerek főbb szintézismódszereit is bemutatjuk.

A tárgy hallgatói képesek lesznek adott célú rádióhálózatok üzemi frekvenciáinak megválasztására, antennáinak kiválasztására és a rádiószakasz fő paramétereinek meghatározására.

Nagyfrekvenciás laboratórium BMEVIHV3006 kötelező 0/0/2/f/3 HVT

A tantárgy célja a szakirány tárgyaiban tanított elméleti ismeretek alátámasztása és kiegészítése gyakorlati ismeretekkel, számítási és mérési feladatok megoldásával.

Az ismereteket laboratóriumi foglalkozásokon, elméleti bevezető és mérési gyakorlatok keretében szerzik meg a hallgatók. Laboratóriumi méréseket végeznek numerikus jelszintézis, analóg modulációs módszerek, hasított mérővonalas csőtápvonal mérések, helyettesítéses reflexiótényező mérés témakörökben és tanulmányi kirándulás jelleggel megismerkednek a tanszéki kutatólaborok munkájával.

7. szemeszter

Nagyfrekvenciás rendszerek elektronikája BMEVIMH4040 kötelező 4/0/0/v/5 HVT

A tárgy 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.

A bevezető részben áttekintjük a nagyfrekvenciás elektronika elosztott paraméterű hálózatait tárgyalásához szükséges alapismereteket (tápvonal struktúrák, Smith-diagram, impedancia illesztések, szórási mátrix, mikrohullámú n-kapuk).

Egy tipikus nagyfrekvenciás vevőberendezés áramköreit sorba véve ismertetjük a kis zajú erősítők, integrált áramköri szűrők, mikrohullámú keverők, oszcillátorok, teljesítményerősítők stb. működésének, tervezésének és realizálásának alapjait. A témához kapcsolódó laboratóriumi mérés tárgya: Gunn-oszcillátor jellemzőinek vizsgálata, szinkronozott oszcillátorok mérése. A tantárgy keretében foglalkozunk a digitálisan vezérelhető nagyfrekvenciás áramkörökkel (kapcsolók, csillapítók, fázis- és amplitúdó modulátorok, limiterek, fázistolók). Áttekintjük a magas hőmérsékletű szupravezetők (HTSC) mikrohullámú alkalmazásait. A nagyfrekvenciás analóg áramkörök témakör lezárásaként ismertetjük a nyomtatott antennákat, a vezérlő- és aktív áramkörökkel integrált aktív mikrosztrip antennákat.

A tárgy harmadik részében bemutatásra kerülnek olyan mikrohullámú rendszerek melyek tanulmányozása elősegíti az áramköri elemek jobb megértését. A kifejtésre kerülő rendszerek a híradástechnika napjainkban dinamikusán fejlődő területeiről kerülnek ki. Részletes bemutatásra kerül pl. egy a GSM 900 MHz sávra kifejlesztett adaptív antennarendszer (antennák, IQ vevők, KF, videó, ADC, DSP). További témák: gyors RF frekvenciamérő, kiterjesztett spektrumú modulátor. A hallgatók bemutató mérés keretében is megismerkednek a tárgyalt rendszerekkel.

A tárgy keretében szerzett ismeretek birtokában a végzett mérnök a mikrohullámú áramkörök (nagyfrekvenciás analóg áramkörök) és nagysebességű digitális áramkörök szakterületén bekapcsolódhat mind a hazai, mind a külföldi kutató, gyártó és installációs munkába.

Szélessávú fix és mobil kommunikáció BMEVIHV4145 kötelező 4/0/0/v/5 HVT

A tárgy - néhány órás bevezetés után, melynek tárgya a Hírközlélmélet tárgyban tanultak felelevenítése valamint a különböző alkalmazási területek vázlatos ismertetése - négy témakör viszonylag részletes tárgyalását tartalmazza.

Az első a digitális hírközlés néhány speciális kérdésével foglalkozik, így kódolt modulációs rendszerekkel, kiterjesztett spektrumú rendszerekkel (konstans és változó sebességű szolgáltatások esetére is), a többszörös hozzáférésű rendszerekkel (CDMA, FDMA, TDMA, SDMA), többfelhasználós vételi eljárásokkal.

A második rész az átviteli közegek tulajdonságait ismerteti, áttekintve az optikai átviteli közeg, a földi mikrohullámú közeg, a mobil valamint a fix telepítésű rádiócsatorna tulajdonságait (pl. WSSUS).

A harmadik rész speciális rendszereket, berendezéseket ismertet, így az optikai rendszereket, beleértve a WDM rendszereket, az SDH mikrohullámú rendszereket, a szélessávú, fix telepítésű, vezeték nélküli hozzáférési (BFWA) hálózatokat, a harmadik és negyedik generációs mobil hálózatokat (3G, 4G), különös hangsúlyt fektetve a szélessávú többszörös hozzáférési módokra (pl. WCDMA).

A negyedik rész áttekintést ad a szélessávú fix és mobil kommunikációs rendszerek szimulációs vizsgálati módszereiről, ide értve ezen rendszerek sztochasztikus elemeinek modellezési és szimulációs eljárásait, a rendszer jeleinek idő- és frekvenciatartománybeli vizsgálatát, az alapsávú rendszerábrázolást, adott sztochasztikus jellemzőkkel rendelkező valós és komplex jelek előállítását, a rendszerjellemzők szimulációs becslését.

A szemeszter végére a hallgatók birtokába jutnak azon ismereteknek, melyekkel képesek lesznek a jövő szélessávú fix és mobil kommunikációs rendszerek alapvető – fizikai rétegbeli – tulajdonságainak felmérésére.

Méréstechnikai laboratórium BMEVIMH4042 kötelező 0/0/2/f/3 HVT

A nyomtatott áramköri vonalak digitális alkalmazásának szemléltetése, veszteségek, áthallás szimulálása és mérése. A rádióátviteli csatorna jellemző alapfogalmainak szemléltetése, szimulálása és mérése. Gunn oszcillátorok jellemzőinek mérése

8. szemeszter

Műholdas rendszerek és távérzékelés BMEVIHV4150 kötelező 4/0/0/v/5 HVT

A tárgy keretében a hallgatók olyan, elsősorban rendszer szintű ismereteket kapnak, melyek megalapozzák a hírközlő hálózatokban alkalmazott fix és mobil műholdas összeköttetések, rendszerek tervezését, alkalmazását és üzemeltetését.

A tantárgy bevezet a rádióhullámokkal megvalósítható képalkotás és mérés elméletébe. Rendszerezett elméleti és gyakorlati ismereteket nyújt a rádió mérőrendszerek témakörben. Bemutatja a mikrohullámú képek főbb felhasználási területeit (környezetvédelem, geológia, árvízvédelem, mezőgazdaság, régészet, stb.) Áttekintést nyernek a navigáció általános módszereiről a jelen és jövő rendszereiről. Szakmai látogatás keretében ismerkednek meg a műholdas alkalmazások, a mikrohullámú képalkotás és a navigáció eszközeivel, alkalmazásaival.

Az előadások során ismertetésre kerülnek a következő témakörök:

- Elektromágneses spektrum, az ITU szerepe.
- Állandóhelyű és mobil műholdas összeköttetések rendszerjellemzői, fedélzeti rendszerei; földi állomások: INTELSAT, EUTELSAT, INMARSAT, GLOBALSTAR, IRIDIUM, TELEDISIC, THURAYA.
- Horizonton túli egyéb hírközlő rendszerek: troposzférikus szórás; meteorburst; HAP.
- Képalkotási elvek hullámok (akusztikus, rádió, fény) segítségével.
- A mikrohullámú képalkotás célja, a mikrohullámú kép minősége, mikrohullámú képalkotás kapcsolata a mikrohullámú távérzékeléssel, valamint a rádiólokációval
- Mérés elve, a mérőrendszer csoportosítása feladat, alkalmazási terület, telepítés, frekvencia, mérendő objektum típusa szerint.
- A mérendő objektumról reflektálódott rádióhullámmal közvetlenül mérhető mennyiségek .
- A mérés szabadtéri hatótávolsága, céltárgy hatásos keresztmetszete.
- A detekció (statisztikus döntésmélet), likelihood hányados, optimális detektor, céltárgy-paraméterek mérése (statisztikus becslésmélet), illesztett szűrő.
- Képalkotó rendszerek tipikus antennái, kapcsolat a fedési diagrammal. Léggör, föld görbülség, reflexiók hely hatása. Fázisvezérelt antennarács.
- Impulzus-kompressziós adó modulációs eljárások és a megfelelő illesztett szűrők (Barker, csipogó)
- Adaptív technikák a mikrohullámú képalkotásban
- Felületi ill. térbeli passzív zavarban, rögzített helyű, ill. a céltárggyal együttes aktív zavarban. ECM és ECCM módszerek. MTI, MTD.
- Rádió és radar asztronómia: érzékenység, radiométer, antenna típusok (LBI ill. VLBI rendszerek), antenna ekvivalens zajhőmérsékletének analízise.

- Passzív és aktív távérzékelés: radiométer, szóródásmérő, SLAR, SAR, ISAR, rádió altiméter.
- Rádió navigáció: GPS és Galileo; Polgári repülés navigációs eszközei.

Méréstechnikai laboratórium BMEVIMH4053 kötelező 0/0/2/f/3 HVT

Digitális rádiócsatorna modellezése és digitális információ átvitele műsorszóró adókon. Hullámterjedési modellek vizsgálata Optikai összeköttetések elemeinek vizsgálata Műholdas kommunikáció jellemzőinek mérése Tanulmányi kirándulás

Önálló laboratórium BMEVIMH4084 0/0/6/f/8 HVT

9. szemeszter

Műsorszóró rendszerek BMEVIMH3037 kötelező 4/0/0/v/5 HVT

A műsorszórás történelmi hátterének, általános elveinek ismertetése.

Az analóg és digitális, hang és kép műsorszórás építőelemei. A sugárzási jellemzők célorientált áttekintése. Földi és műholdas rendszerek alapjainak ismertetése.

A rádiócsatorna jellemzőinek a műsorszórás szempontjából történő áttekintése. Frekvenciasávok, hullámterjedési jellemzők. A csatorna paraméterekhez illeszkedő modulációs megoldások.

Földi és műholdas műsorszóró hálózatok felépítése. Az ellátottság tervezési szempontjai. Interferencia és környezeti zaj. A régi és új együttélése. A digitális műsorszórás hibajavítási filozófiája. DAB, DVB és DRM rendszerparaméterek értelmezése. A műsorszórás minőségbiztosítása, a megbízhatóság kérdései. Valósídejű monitorozás. Járulékos szolgáltatások. Multimédia a műsorszórásban.

Adás és vételtechnika hardverorientált áttekintése. Konstruktív elvek, felépítmények.

Régi és új berendezések együttélése. A környezet okozta EMC problémák.

Műsorszórás Interneten. Alapok, korlátok, fejlődési tendenciák.

Méréstechnikai laboratórium BMEVIMH5012 kötelező 0/0/2/f/3 HVT

Optikai modemek vizsgálata. Különböző műsorszóró rendszerek és adatátviteli módszerek összehasonlító vizsgálata. Fadinges rádiócsatorna jellemzőinek vizsgálata. Tanulmányi kirándulás

Önálló laboratórium BMEVIMH5154 kötelező 0/0/6/f/8 HVT

Dr. Pap László
egyetemi tanár
tanszékvezető

Híradástechnikai Tanszék

Dr. Zombory László
egyetemi tanár
tanszékvezető

Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék

VILLAMOSENERGIA-RENDSZEREK

főszakirány

Célkitűzés:

A főszakirány képzési célja a villamosenergia-rendszerek teljes spektrumát (energia termelés, szállítás, elosztás és fogyasztás) lefedő ismeretekkel rendelkező fejlesztő, tervező és üzemeltető mérnökök kibocsátása. A villamosenergia-rendszer folyamatos felügyelete, irányítása, védelme, a rendszer optimális tervezése és üzemeltetése magában foglalja és fejlődésre inspirálja az informatika, számítástechnika, teljesítményelektronika, mikroelektronika szakterületeket, világszerte dinamikusan fejlődő iparág.

A főszakirány ismereteket ad a villamosenergia-rendszer felépítéséről, főbb elemeinek működéséről, üzemi sajátosságairól és modellezéséről. Tárgyalja a villamos hálózatok normálüzemi és üzemzavari állapotának számítási módszereit. Felkészít a rendszerüzemi és rendszerirányítási feladatok ellátására. Ismereteket ad villamosenergia-rendszerek védelméről és automatikáiról.

Kellő mélységű ismereteket szolgáltat a hálózatok és berendezések szigetelés technikájáról, valamint a kapcsoló-berendezésekről és a kapcsolási folyamatokról. Ismerteti a villamosenergia-rendszerekhez kapcsolódó teljesítményelektronikai alkalmazásokat és szabályozott villamos hajtásokat.

6. szemeszter

Villamosenergia-átvitel BMEVIVM3055 kötelező 4/0/0/v/5 VET

Villamosenergia-rendszerek struktúrája, erőmű típusok. Rendszerelemek modellezése, különböző feszültségű hálózatok vizsgálata. Szimmetrikus összetevők módszere, aszimmetrikus állapotok vizsgálata. Távvezeték soros és sönt impedanciája, teljesítményviszonyai, az átvivőképesség befolyásolása. Hurkolt hálózatok számítása. Zárlatszámítás, hálózat redukció, teljesítményáramlás számítás. Földelések, csillagpont kezelés, kompenzált hálózat, zárlatkorlátozás. Alállomások kapcsolástechnikai kialakításai. Erőátviteli kábelek szerkezete, paraméterei.

Nagyfeszültségű technika és berendezések BMEVINF3056 kötelező 4/0/0/v/5 VET

A villamos szigetelőanyagokban fellépő fizikai folyamatok, szigetelőanyagok villamos jellemzői, ezek mérése. Szigetelések igénybevételei, felépítése, anyagai. A villamos szigetelések öregedése és élettartama. Szigetelések vizsgálata, szigetelésdiagnosztikai eljárások. A villamos ív. Tranziens villamos igénybevételek be- és kikapcsoláskor. Nagy- és középfeszültségű megszakítók, túlfeszültség-védelmi eszközök, olvadó biztosítók, szakaszolók, készülékkombinációk, kapcsolók, tokozott kapcsoló-berendezések.

Laboratórium I. BMEVIVM3057 kötelező 0/0/2/f/3 VET

Számítási-tervezési gyakorlatok a *Villamosenergia-átvitel* tantárgyhoz: Kisfeszültségű elosztóhálózat méretezése, középfeszültségű átvitel és meddőkompenzáció számítása, feszültségszabályozás. A szimmetrikus összetevők módszerének alkalmazása. Zérus sorrendű modellek, fázis- és földzárlatok, aszimmetriák számítása. Önálló tervezési feladat.

7. szemeszter

Átalakító kapcsolások és villamos hajtások BMEVIAU4035 kötelező 4/0/0/v/5 AT, VET

A teljesítmény-elektronika félvezető elemei. Nemlineáris alapáramkörök működése, analízise. Hálózati kommutációs áramirányítók. Teljesítmény viszonyok. Váltakozóáramú szaggatók. Egyen-egyen, egyen-váltakozó áramú átalakítók. Villamos hajtások kinetikája. Egyenáramú hajtások áramirányítós és szaggatós táplálással, szabályozás. Aszinkron motoros hajtások hálózati, váltakozó áramú szaggatós, áram- és feszültség-inverteres táplálással, szabályozási megoldások. Szinkron motoros hajtások hálózati és frekvenciaváltós táplálással. Erőművi villamos hajtások.

VER üzeme és irányítása BMEVIVM4036 választható 4/0/0/v/5 VET

A Villamosenergia-rendszer (VER) üzemeltetésének követelményei. Kereskedelmi modellek. A teljesítmény-átvitel korlátai, feszültség- és szinkron stabilitás. Erőművi blokk üzeme. A VER P-f és U-Q szabályozása, tartalékolások. Szinkrongenerátor tranziens lengései. Gerjesztő rendszerek, lengés-stabilizátorok. A stabilitás-vizsgálat célja, módszerei. A rendszerirányítás struktúrája. Tervezés, üzemelőkészítés, -irányítás, -értékelés. Az üzemirányítás számítógépes támogatása. Alállomások kapcsolástechnikai kialakításai, hálózati üzemvitel. Nagyfeszültségű egyenáramú átvitel és szabályozása.

VER kisfeszültségű készülékei BMEVINF4093 választható 4/0/0/v/5 VET

A készülékek tranziens melegedési igénybevételei. Üzemi és túlterhelési áram okozta melegedések. Elektrodinamikus erőhatások. Áramvezetőkre és az ívre ható erők. Villamos kapcsolókészülékek elemei (érintkezők, elektromágnesek, ikerfémek, zár- és hajtószerkezetek, ívoldó-szerkezetek). Kisfeszültségű megszakítók, olvadó biztosítók, szakaszolók, kapcsolók és kontaktorok. Félvezetős kapcsolók. Relék és kioldók.

Laboratórium II. BMEVINF4038 kötelező 0/0/2/f/3 VET

Laboratóriumi mérések a *Nagyfeszültségű technika és berendezések* és a *Villamosenergia átvitel* tantárgyakhoz kapcsolódva. Témakörök: *NF*: Veszteségi tényező mérése, Visszatérő feszültség mérése, Transzformátortekercs lökőfeszültség eloszlása, Részletörés vizsgálata. Egyenáramú ív vizsgálata és

megszakítás, Váltakozó áramú ív vizsgálata és megszakítás, Olvadóbiztosítók és kismegszakítók. *VM*: Szimmetrikus összetevők analízise és mérése, Alállomási kapcsolások szimulátoron, Teljesítményáramlás vizsgálata számítógépen.

8. szemeszter

Hálózati tranziensek BMEVIVM4078 választható 4/0/0/v/5 VET

A VER tranzienseinek sajátosságai. Koncentrált paraméterű egyszerű és csatolt áramkörök tranziensei. Hullámterjedés ideális, egyfázisú, valamint reális, többfázisú távvezetéken. Hullámreflexiók, módusok. Referencia áramkörök kialakítása. Tekercselésekben lezajló folyamatok. Kapcsolási tranziensek, zárlati ívek kialakítása és visszagyújtása. Igen gyors tranziensek. Tranziensek speciális mérés technikája. Tranziensek befolyásolása, környezeti hatásainak csökkentése.

Hálózati áramellátás BMEVIVM4079 választható 4/0/0/v/5 VET

Kis- és középfeszültségű hálózatok és felépítésük. Feszültségszabályozás. A hálózati áramellátás folytonossága. Az áramellátás minőségi kérdései. A hálózati visszahatás fogalma, vizsgálati módszerek: számítógépes szimuláció. Hálózati mérések. Modellelés a harmonikus tartományban. A hálózat mérési ponti impedanciája. A hálózati visszahatások forrásai: aszimmetriát, harmonikus, flickert okozó fogyasztók. A visszahatások csökkentésének és mérésének módszerei.

Laboratórium III. BMEVIVM4080 kötelező 0/02/f/3 AT, VET

Laboratóriumi mérések, amelyek a 7. és 8. szemeszter tárgyaihoz kapcsolódnak. Témakörök: *VMT*: Szinkrongenerátor elektromechanikai lengései, lengéscsillapítás. Hálózati tranziensek vizsgálata. Fogyasztók hálózati visszahatása. *VGHT*: Kiálló pólusú szinkrongép, Csúszógyűrűs aszinkron motor. *AT*: Egy és háromfázisú áramirányító kapcsolások, DC-DC átalakítók.

Önálló laboratórium BMEVIVM4081 kötelező 0/0/6/f/8 VET

Önálló laboratórium BMEVINF4082 kötelező 0/0/6/f/8 VET

Önálló laboratórium BMEVIAU4073 kötelező 0/0/6/f/8 AT

A hallgatók önálló mérnöki tevékenységet végeznek az egyéni érdeklődésnek megfelelően választott tématerületen. A választható témák általában kapcsolódnak a tanszékeken folyó kutatási-fejlesztési munkákhoz. Fő témacsoportok:

- a VER számítógépes tervezése, analízise, szimulációja
- Hálózati folyamatok vizsgálata fizikai és számítógépi modelleken, hálózati mérés technika
- μ P-os védelmi technika alkalmazása, fejlesztése
- Teljesítményelektronika felharmonikus szűrők, statikus kompenzátorok alkalmazása, flexibilis AC átvitel
- Elektromágneses kompatibilitás, a villamosenergia-hálózat környezeti hatásai, fogyasztói viselkedés befolyásolása
- Villamos melegfejlesztés
- Fénytechnika

- Elektrosztatika, villamosság környezeti hatásai
- Nagyfeszültségű, nagyáramú mérés technika
- Szigetelés technika
- Készülékek és berendezések tervezése.

A feladat jellegétől és megoldási színvonalától függően alapja lehet diplomatervnek, külföldi egyetemeken rész képzésén és külföldi tanulmányutakon való részvételnek.

Önálló laboratórium BMEVIAU5033
Önálló laboratórium BMEVIVM5042

kötelező 0/0/6/f/8 AT
kötelező 0/0/6/f/8 VET

9. szemeszter

Védelmek és automatikák BMEVIVM5038 választható 4/0/0/v/5 VET

A tantárgy ismerteti a VER nagyfeszültségű alaphálózatán, erőműveiben, ipari és kommunális hálózatán fellépő meghibásodások hátrítására szolgáló védelmek elveit, beállítását, különböző generációit, a rendszerirányítással kommunikálni képes μ P-os védelmekkel bezárólag. Foglalkozik a VER megbízható működését fenntartó üzemviteli és üzemzavar-elhárító automatikákkal. A kapcsolódó számítási-tervezési gyakorlatokon a közepfeszültségű és ipartelepi hálózatok védelmi elveit, módszereit, és kialakítását magába foglaló feladatok megoldására kerül sor.

Elosztó berendezések és védelmek BMEVINF5043 választható 4/0/0/v/5 VET

A villamosenergia-rendszer alapvetően az energiaszállítást végző primer berendezésekből és a rendszer felügyeletére szolgáló mérő, automatizálási és védelmi rendszerből áll. E tantárgy áttekinti a primer berendezéseket, jellemzőiket, összefoglalja a méretezésük alapját jelentő igénybevételeket, majd az igénybevételek mérséklésére szolgáló védelmi rendszert is. A tananyag magában foglalja egyes gyakorlati alkalmazások elemzését és a fejlesztés korszerű irányainak bemutatását is.

Laboratórium IV. BMEVIVM5041 kötelező 0/0/2/f/3 VET

Laboratóriumi mérések amelyek a 9. szemeszterben választott tantárgyhoz kapcsolódnak. Témakörök: *Védelmek és automatikák* tárgy választása esetén: Elektronikus és digitális túláramvédelem, Transzformátor differenciál-védelem, Elektronikus és digitális távolsági védelem, Érintésvédelem, Kapcsolási túlfeszültségek I, Kapcsolási túlfeszültségek II. *Elosztó berendezések és védelmek tárgy* választása esetén: VM: Digitális motorvédelem vizsgálata, Digitális távolsági védelem vizsgálata. NF: Motorok indításának és védelmének vizsgálata I., Motorok indításának és védelmének vizsgálata II., Egyen- és váltakozó áram megszakításának vizsgálata.

Önálló laboratórium BMEVINF5153 kötelező 0/0/6/f/8 VET

A 8.szemeszterben választott téma folytatása, esetleg új téma választása.

Tantárgyválasztási előírások:

A *Villamosenergia-rendszerek* szakirányban 3 tantárgy kötelező, 3 tantárgyat a megadott - választható tantárgyakból kell felvenni a tárgyak meghirdetési időpontjából adódó kötöttségek figyelembe vételével. A laboratórium tárgy 6. és 7. szemeszterében a tematika kötött, a 8. és 9. szemeszterben a tematika a választott tantárgyaktól is függ.

Tantárgycsoportok:

A tantárgyválasztás az egyéni érdeklődésnek megfelelően szabadon történhet, két jellemző szak-elágazásra az alábbi csoportosítás ad ajánlást:

Kötelező tárgyak:

6. szemeszter:

Villamosenergia-átvitel

Nagyfeszültségű technika és berendezések

7. szemeszter:

Átalakító kapcsolások és villamos hajtások

Választható tantárgyak:

7. szemeszter:	VER üzeme és irányítása (VM) vagy	VER kisfeszültségű berendezései (NF)
8. szemeszter:	Hálózati tranziensek(VM) vagy	Hálózati áramellátás (VM)
9. szemeszter:	Védelmek és automatikák (VM) vagy	Elosztó berendezések és védelmek (NF, VM)

A szakirány gazdatanszéke:

Villamos Energetika Tanszék

A szakirányról további felvilágosítást ad:

Szabó László adjunktus (VET, V1 épület, II. emelet.)

Dr. Koller László docens (VET, V1 épület, I. emelet)

A szakirány oktatásában résztvevő tanszékek vezetői:

Dr. Vajk István

egyetemi docens

tanszékvezető

Automatizálási és Alkalmazott Informatikai
Tanszék

Dr. Vajda István

egyetemi tanár

tanszékvezető

Villamos Energetika Tanszék

RÖVIDÍTÉSEK

A Villamosmérnöki és Informatikai Kar tanszékeinek kialakulása és neveinek rövidítése 2005. szeptember 1-től

Név	Megjegyzés	Általánosan használt (teljes) rövidítés	Tárgyak előző NEPTUN-kódja	Tárgyak új NEPTUN-kódja
Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék		AT, (AAIT)	AU	AU
Elektronikai Technológia Tanszék		ETT	ET	ET
Elektronikus Eszközök Tanszék		EET	EE	EE
Elméleti Villamosságtan Tanszék	A HVT része	EVT	EV	HV
Irányítástechnika és Informatika Tanszék		IIT	FO	II
Híradástechnikai Tanszék		HT	HI	HI
Méréstechnika és Információs rendszerek Tanszék		MIRT	MM	MI
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Tanszék	A VET része	NTBT	NF	VE
Számítástudományi és Információelméleti Tanszék		SZIT	MA	SZ
Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék (az Elméleti Villamosságtan Tanszék és a Szélessávú Hírközlő Rendszerek Tanszék összevonásával)		HVT (SZHVT)	EV, MH, HV	HV
Szélessávú Hírközlő Rendszerek Tanszék (előzőleg: Mikrohullámú Híradástechnikai Tanszék)	A HVT része	(SZHRT, MHT)	MH	HV
Távközlési és Médiainformatikai Tanszék (előzőleg Távközlési és Telematikai Tanszék)		TMIT (TTT)	TT	TM
Villamos Energetika Tanszék (a Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Tanszék, a Villamosgépek és Hajtások Tanszék és a Villamosművek Tanszék összevonásával)		VET	NF, VG, VM, VE	VE

A VILLAMOSMÉRNÖKI SZAK MINTATANTERVE¹

MEGNEVEZÉS			SZEMESZTER									
Tantárgy	Tantárgykód	Típus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Matematika B1	BMETE901913	K	4/2/0/v/7									
Matematika B2	BMETE901918	K		4/2/0v/7								
Matematika B3	BMETE922246	K			2/2/0/v/5							
Matematika B4	BMETE902923	K			2/2/0/v/4							
Fizika C1	BMETE111820	K	4/0/0/v/5									
Fizika C2	BMETE111821	K		4/0/0/v/5								
Fizika C3	BMETE111822	K			4/0/0/v/5							
Számítástudomány alapjai	BMEVIMA2026	K				4/2/0v/7						
Anyagtudomány	BMEGEMT1532	K	4/0/0/v/5									
Intormatika IC1	BMEVIFO2023	K			3/0/1/v/5							
Informatika IC2	BMEVIAU2024	K				4/0/0/v/5						
Programtervezés I	BMEVIET1015	K	2/1/1/f/5									
Programtervezés 2	BMEVIETI017	K		0/0/2/f/2								
Digitális technika 1	BMEVIF01016	K	2/2/0/v/6									
Digitális technika 2	BMEVIF01020	K		4/2/0v/7								
Hálózatok és rendszerek 1	BMEVIEV1014	K		2/2/0/v/5								
Hálózatok és rendszerek 2	BMEVIEV2021	K			4/2/0/v/7							
Elektrotechnika 1	BMEVIVE2020	K			2/0/0/f/2							
Elektrotechnika 2	BMEVIVE2027	K				1/0/1/v/3						
Elektromágneses terek	BMEVIEV2018	K				4/0/0/v/5						
Elektronika 1	BMEVIEE2019	K				4/0/0/v/5						
Elektronika 2	BMEVIHI3020	K					4/0/0/v/5					
Elektronika 3	BMEVIAU3031	K						4/0/0/v/5				
Elektronika 3	BMEVIMH3032	K						4/0/0/v/5				
Elektronika 3	BMEVIMM3030	K						4/0/0/v/5				
Méréstechnika	BMEVIMM2022	K				4/0/0/v/5						
MEGNEVEZÉS			SZEMESZTER									
Tantárgy	Tantárgykód	Típ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

¹ Érvényes a 2002-ban és később iratkozottak részére.

Laboratórium 1	BMEVIMM3023	K					0/0/4/f/5					
Laboratórium 2	BMEVIMM3024	K						0/0/4/f/5				
Villamos energetika	BMEVIMM3025	K					3/0/1/v/5					
Híradástechnika	BMEVITT3026	K					3/1/0/v/5					
Elektronikai technológia	BMEVIET3028	K					3/1/0/v/5					
Szabályozástechnika	BMEVIAU3028	K					3/1/0/v/5					
Fő szakirány elméleti tárgyai		SK						4/0/0/v/5	4/0/0/v/5	4/0/0/v/5	4/0/0/v/5	
Fő szakirány elméleti tárgyai		SK						4/0/0/v/5	4/0/0/v/5			
Fő szakirány laboratóriumai		SK						0/0/2/f/3	0/0/2/f/3	0/0/2/f/3	0/0/2/f/3	
Önálló laboratórium		SK								0/0/6/f/2	0/0/2/f/2	
Mellékszakirány elméleti tárgyai		SK							4/0/0/v/5	4/0/0/v/5	4/0/0/v/5	
Mellékszakirány elméleti tárgyai		SK							4/0/0/v/5			
Mellékszakirány laboratóriumai		SK								0/0/2/f/2	0/0/2/f/2	
Közgazdaságtan I.	BMEGT301920	K	2/0/0/f/2									
Közgazdaságtan II.	BMEGT301921	K		2/0/0/f/2								
Testnevelés A	BMEGT701007	K	0/2/0/a/0									
Testnevelés B	BMEGT701008	K		0/2/0/a/0								
Testnevelés C	BMEGT701009	K			0/2/0/a/0							
Testnevelés D	BMEGT701010	K				0/2/0/a/0						
Közismereti tárgyak		KV		2/0/0/v/2	2/0/0/f/2			2/0/0/v/2	2/0/0/f/2	2/0/0/v/2	2/0/0/v/2	
Választható tárgyak		V						4/0/0/v/5	4/0/0/v/5	4/0/0/v/5	4/0/0/v/5	
Digitális technika szigorlat	BMEVIFO2006	K			SZ							
Hálózatok és rendszerek szigorlat	BMEVIEV2007	K				SZ						
Matematika szigorlat	BMETE921568	K					SZ					
Diplomatervezés		K									0/24/0/a/30	
Összes heti óra			24	24	26	26	24	24	24	24	24	
Összes kredit-pontszám			30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Vizsgaszám			4	5	5	5	5	5(6)	5(6)	4(5)	4(5)	
	X: keresztzemeszter		+: keresztzemeszteres tárgy csak vizsgával			:üres mező: nincs keresztzemeszter						

A Villamosmérnöki Szak főszakirányainak tanterve

MEGNEVEZÉS				SZEMESZTER			
FŐSZAKIRÁNY, tantárgy	tantárgykód	Típus X	6	7	8	9	
1. BEÁGYAZOTT INFORMÁCIÓS RENDSZEREK FŐSZAKIRÁNY							
Beágyazott rendszerek	BMEVIMM3062	SK	4/0/0/v/5				
Logikai tervezés	BMEVIMM3043	SK	4/0/0/v/5				
Beágyazott rendszerek analízise laboratórium	BMEVIMM3063	SK	0/0/2/f/3				
Digitális jelfeldolgozás	BMEVIMM4084	SK		4/0/0/v/5			
A szoftvertechnológia alapjai	BMEVIMM4021	SK		4/0/0/v/5			
Logikai tervezés laboratórium	BMEVIMM4018	SK		0/0/2/f/3			
Számítógépes rendszerek analízise	BMEVIMM4085	SK			4/0/0/v/5		
Mikroprocesszoros rendszerek	BMEVIMM4086	SK			0/0/2/f/3		
Beágyazott rendszerek tervezése	BMEVIMM5157	SK				4/0/0/v/5	
Információs rendszerek laboratórium	BMEVIMM5158	SK				0/0/2/f/3	
Önálló laboratórium 8. szemeszter	BMEVIMM4063	SK				0/0/6/f/8	
Önálló laboratórium 9. szemeszter	BMEVIMM5023	SK				0/0/6/f/8	
2. ENERGIAÁTALAKÍTÓ RENDSZEREK FŐSZAKIRÁNY							
Elektronikus átalakítók	BMEVIAU3033	SK	4/0/0/v/5				
Villamos gépek	BMEVIVG3034	SK	4/0/0/v/5				
Laboratórium I (Energiaátalakító rsz.)	BMEVIVG3035	SK	0/0/2/f/3				
Villamos hajtások	BMEVIVG4002	SK		4/0/0/v/5			
Írányítástechnika	BMEVIAU4003	SK		4/0/0/v/5			
Laboratórium II (En. Sz. i)	BMEVIVG4004	SK		0/0/2/f/3			
Villamos készülékek és hálózatok	BMEVINFA4001	SK			4/0/0/v/5		
Laboratórium III (Energiaátalakítók)	BMEVIVG4046	SK			0/0/2/f/3		
Önálló laboratórium	BMEVIVG4047	SK			0/0/6/f/8		
Önálló laboratórium	BMEVIVG4073	SK			0/0/6/f/8		
Szabályozott villamos hajtások	BMEVIVG5001	SK				4/0/0/v/5	
Laboratórium IV	BMEVIVG5004	SK				0/0/2/f/3	
Önálló laboratórium	BMEVIVG5005	SK				0/0/6/f/8	
Önálló laboratórium	BMEVIVG5033	SK				0/0/6/f/8	
3. INFOKOMMUNIKÁCIÓS RENDSZEREK FŐSZAKIRÁNY							
Kapcsolás- és jelzéstechika	BMEVITT3002	SK	4/0/0/v/5				
Ip alapú távközlés	BMEVITT3003	SK	4/0/0/v/5				
Infokommunikációs laboratórium I.	BMEVITT3004	SK	0/0/2/f/3				
Hozzáférési hálózatok	BMEVITT4158	SK		4/0/0/v/5			
Mobil és szélessávú kommunikáció	BMEVIHV4164	SK		4/0/0/v/5			
Infokommunikációs laboratórium II.	BMEVITT4160	SK		0/0/2/f/3			

MEGNEVEZÉS			SZEMESZTER			
FŐSZAKIRÁNY, tantárgy	tantárgykód	Típus X	6	7	8	9
Infokommunikációs hálózatok és szolgáltatások	BMEVITT4159	SV			4/0/0/v/5	
Forgalmi teljesítményelemzés	BMEVIHI4172	SV			4/0/0/v/5	
Infokommunikációs laboratórium III.	BMEVITT4163	SK			0/0/2/f/3	
Önálló laboratórium I.	BMEVITT4077	SK			0/0/6/f/8	
Multimédia rendszerek	BMEVITT5030	SV				4/0/0/v/5
Médiakommunikációs rendszerek	BMEVIHI5047	SV				4/0/0/v/5
Laboratórium IV.	BMEVITT5045	SK				0/0/2/f/3
Önálló laboratórium II.	BMEVITT5037	SK				0/0/6/f/8
4. IRÁNYÍTÁSTECHNIKAI ÉS ROBOTINFORMATIKAI FŐSZAKIRÁNY						
Robotok irányítása	BMEVIFO3039	SK	4/0/0/v/5			
Irányítások számítógép-technikája	BMEVIFO3040	SK	4/0/0/v/5			
Irányítástechnikai laboratórium	BMEVIFO3041	SK	0/0/2/f/3			
Irányításelmélet	BMEVIFO4009	SK		4/0/0/v/5		
A robotirányítás rendszertechikája ¹	BMEVIAU4010	SV		4/0/0/v/5		
Robotika labor ¹	BMEVIFO4013	SV		0/0/2/f/3		
Valós idejű rendszerek tervezése ²	BMEVIFO4011	SV		4/0/0/v/5		
Folyamatirányítás I. Labor ²	BMEVIFO4014	SV		0/0/2/f/3		
Gépi látás ¹	BMEVIFO4054	SV			4/0/0/v/5	
Gépi látás és operációs rendszerek labor ¹	BMEVIFO4056	SV			0/0/2/f/3	
Folyamatműszerezés ²	BMEVIFO4012	SV			4/0/0/v/5	
Folyamatirányítás II. Labor ²	BMEVIFO4057	SV			0/0/2/f/3	
Önálló laboratórium	BMEVIFO4058	SK			0/0/6/f/8	
Önálló laboratórium	BMEVIFO4086	SK			0/0/6/f/8	
Intelligens robotok ¹	BMEVIFO5013	SV				4/0/0/v/5
Intelligens rendszerek laboratórium	BMEVIFO5016	SV				0/0/2/f/3
Folyamatidentifikáció és szimuláció	BMEVIFO4055	SV				4/0/0/v/5
Mesterséges intelligencia laboratórium	BMEVIFO5017	SV				0/0/2/f/3
Önálló laboratórium	BMEVIFO5018	SK				0/0/6/f/8
Önálló laboratórium	BMEVIFO5156	SK				0/0/6/f/8
5. MIKRORENDSZEREK ÉS MODULÁRAMKÖRÖK 2 FŐSZAKIRÁNY						
VLSI áramkörök (Mikr. Mod. 2 Szakir.)	BMEVIEE3061	SK	4/0/0/v/5			
Áramkörépítés	BMEVIET3046	SK	4/0/0/v/5			
Szimulációs laboratórium	BMEVIEE3047	SK	0/0/2/f/3			
Mikroelektronikai tervezés	BMEVIEE4088	SV		4/0/0/v/5		
Magasszintű logikai szintézis	BMEVIFO4028	SV		4/0/0/v/5		
ASIC és FPGA tervezési laboratórium	BMEVIEE4023	SV		0/0/2/f/3		
Moduláramkörök tervezése	BMEVIET4091	SV		4/0/0/v/5		
MEGNEVEZÉS			SZEMESZTER			

FŐSZAKIRÁNY, tantárgy	tantárgykód	Típus	X	6	7	8	9
Elektronikai rendszertechnika	BMEVIET4022	SV			4/0/0/v/5		
Moduláramkör tervezési laboratórium	BMEVIET4092	SV			0/0/2/f/3		
Monolit technika ¹	BMEVIEE4089	SV				4/0/0/v/5	
VLSI tervezési labor ¹	BMEVIEE4067	SV				0/0/2/f/3	
Elektronikus készülékek és minőségbiztosítás ²	BMEVIET4090	SV				4/0/0/v/5	
Moduláramkör építési laboratórium	BMEVIET4068	SV				0/0/2/f/3	
Önálló laboratórium.	BMEVIEE4069	SK				0/0/6/f/8	
Integrált mikrorendszerek	BMEVIEE5044	SV					4/0/0/v/5
Tesztelés labor ¹	BMEVIEE5027	SV					0/0/2/f/3
Termelésirányítás ²	BMEVIET5025	SV					4/0/0/v/5
Minőségellenőrzés labor ²	BMEVIET5028	SV					0/0/2/f/3
Önálló laboratórium	BMEVIEE5029	SK					0/0/6/f/8
6. SZÁMÍTÓGÉPEK RENDSZER- ÉS ALKALMAZÁSTECHNIKÁJA FŐSZAKIRÁNY							
Számítógép-architektúrák (Vill. szak)	BMEVIHI3048	SK		4/0/0/v/5			
Szoftvertechnika	BMEVIAU349	SK		4/0/0/v/5			
Számítástechnikai laboratórium I.	BMEVIHI3050	SK		0/0/2/f/3			
Interfésztechnika ²	BMEVIAU4026	SV			4/0/0/v/5		
Magasszintű logikai szintézis ¹	BMEVIFO4028	SV			4/0/0/v/5		
Mesterséges intelligencia	BMEVIMM4025	SV			4/0/0/v/5		
Számítástechnikai laboratórium II.	BMEVIAU4029	SK			0/0/2/f/3		
Párhuzamos programozás ¹	BMEVIHI 4070	SV				4/0/0/v/5	
Számítógépes grafika és animáció ²	BMEVIFO4071	SV				4/0/0/v/5	
Rendszertechnika laboratórium I.	BMEVIAU4072	SK				0/0/2/f/3	
Önálló laboratórium	BMEVIAU4073	SK				0/0/6/f/8	
Önálló laboratórium	BMEVIFO4058	SK				0/0/6/f/8	
Önálló laboratórium	BMEVIHI4050	SK				0/0/6/f/8	
Önálló laboratórium	BMEVIMM4063	SK				0/0/6/f/8	
Multimédia rendszerek ²	BMEVIAU5031	SV					4/0/0/v/5
Rendszertechnika laboratórium II.	BMEVIAU5032	SK					0/0/2/f/3
Önálló laboratórium	BMEVIAU5033	SK					0/0/6/f/8
7. SZÉLESSÁVÚ ÉS MÉDIA-KOMMUNIKÁCIÓ FŐSZAKIRÁNY							
Hírközlésemélet	BMEVIHI3036	SK		4/0/0/v/5			
Média-technológiák és média-kommunikáció							
A média-technológia alapjai	BMEVIHI3001	SK		4/0/0/v/5			
Általános mérés-technikai laboratórium	BMEVIHI3038	SK		0/0/2/f/3			
Hálózati architektúrák és rendszerek	BMEVIHI4000	SK			4/0/0/v/5		
Szélessávú mediatovábbító rendszerek	BMEVIHI4141	SK			4/0/0/v/5		
Média-technológiai alapok laboratórium	BMEVIHI4176	SK			0/0/2/f/3		
MEGNEVEZÉS				SZEMESZTER			

FŐSZAKIRÁNY, tantárgy	tantárgykód	Típus	X	6	7	8	9
Audió- és videó-stúdiótechnika	BMEVIHI4144	SK				4/0/0/v/5	
Műsorszóró és távközlő laboratórium	BMEVIHI4187	SK				0/0/2/f/3	
Önálló laboratórium	BMEVIHI4050	SK				0/0/6/f/8	
Önálló laboratórium	BMEVIMH4084	SK				0/0/6/f/8	
Média-alkalmazások és -szolgáltatások	BMEVIHI5000	SK					4/0/0/v/5
Média-technológia laboratórium	BMEVIHI5046	SK					0/0/2/f/3
Önálló laboratórium	BMEVIHI5009	SK					0/0/6/f/8
Önálló laboratórium	BMEVIMH5154	SK					0/0/6/f/8
A művészet és a kommunikáció új	BMEVIHI9074	SV					4/0/0/v/5
Stúdióakusztika és a hangfelvétel	BMEVIHI9173	SV					4/0/0/v/5
Optikai és vezeték nélküli							
Antennák és hullámterjedés	BMEVIMH4039	SK		4/0/0/v/5			
Nagyfrekvenciás laboratórium	BMEVIHV3006	SK		0/0/2/f/3			
Nagyfrekvenciás rendszerek elektronikája	BMEVIMH4040	SK			4/0/0/v/5		
Szélessávú fix és mobil kommunikáció	BMEVIHV4145	SK			4/0/0/v/5		
Méréstechnikai laboratórium	BMEVIMH4042	SK			0/0/2/f/3		
Műholdas rendszerek és távérzékelés	BMEVIHV4150	SK				4/0/0/v/5	
Méréstechnikai laboratórium	BMEVIMH4053	SK				0/0/2/f/3	
Műsorszóró rendszerek	BMEVIMH3037	SK					4/0/0/v/5
Méréstechnikai laboratórium	BMEVIMH5012	SK					0/0/2/f/3
Önálló laboratórium	BMEVIMH4084					0/0/6/f/8	
Önálló laboratórium	BMEVIMH5154						0/0/6/f/8
8. VILLAGENERGIA-RENDSZEREK FŐSZAKIRÁNY							
Villamosenergia-átvitel	BMEVIM3055	SK		4/0/0/v/5			
Nagyfeszültségű technika és	BMEVIN3056	SK		4/0/0/v/5			
Laboratórium I. (Villamosenergia rendsz.)	BMEVIM3057	SK		0/0/2/f/3			
Átalakító kapcsolások és villamos	BMEVIAU4035	SK			4/0/0/v/5		
VER üzeme és irányítása ¹	BMEVIM4036	SV			4/0/0/v/5		
VER kiefeszültségű készülékei ²	BMEVIN4093	SV			4/0/0/v/5		
Laboratórium II. (Villamosenerg. rsz.)	BMEVIN4038	SK			0/0/2/f/3		
Hálózati tranziensek ¹	BMEVIM4078	SV				4/0/0/v/5	
Hálózati áramellátás ²	BMEVIM4079	SV				4/0/0/v/5	
Laboratórium III. (Vill. energ. rendsz.)	BMEVIM4080	SK				0/0/2/f/3	
Önálló laboratórium	BMEVIAU4073	SK				0/0/6/f/8	
Önálló laboratórium	BMEVIM4081	SK				0/0/6/f/8	
Önálló laboratórium	BMEVIN4082	SK				0/0/6/f/8	
Önálló laboratórium	BMEVIM5042	SK				0/0/6/f/8	
Védelmek és automatikák ¹	BMEVIM5038	SV					4/0/0/v/5
MEGNEVEZÉS				SZEMESZTER			

FŐSZAKIRÁNY, tantárgy	tantárgykód	Típus	X	6	7	8	9
Elosztó berendezések és védelmek ²	BMEVIN5043	SV					4/0/0/v/5
Laboratórium IV. (Vill. energ.)	BMEVIVM5041	SK					0/0/2/f/3
Önálló laboratórium	BMEVIAU5033	SK					0/0/6/f/8
Önálló laboratórium	BMEVIN5153	SK					0/0/6/f/8
Fő szakirány elméleti tárgyai				4/0/0/v/	4/0/0/v/	4/0/0/v/	4/0/0/v
Fő szakirány elméleti tárgyai				4/0/0/v/	4/0/0/v/		
Fő szakirány laboratóriumai				0/0/2/f/	0/0/2/f/	0/0/2/f/3	0/0/2/f
Önálló laboratórium						0/0/6/f/8	0/0/6/f
X: kereszteszemeszteres tárgy	+: kereszteszemeszteres tárgy csak vizsgával			:üres mező: nincs kereszteszemeszter			

**A VILLAMOSMÉRNÖKI SZAK FŐSZAKIRÁNYAINAK
TANTÁRGYAI
BETŰRENDBEN**

Tárgycím	Tárgykód	*	6.	7.	8.	9.	**
A média-technológia alapjai	BMEVIHI3001	SK	4/0/0/v/5				7
A művészet és a kommunikáció új eszközei	BMEVIHI9074	SV				4/0/0/v/5	7
Általános mérés technika laboratórium	BMEVIHI3038	SK	0/0/2/f/3				7
Antennák és hullámterjedés	BMEVIMH4039	SK	4/0/0/v/5				7
Áramkörépítés	BMEVIET3046	SK	4/0/0/v/5				5
A robotirányítás rendszertechikája ¹	BMEVIAU4010	SV		4/0/0/v/5			4
ASIC és FPGA tervezési labor ¹	BMEVIEE4023	SV		0/0/2/f/3			5
A szoftvertchnológia alapjai	BMEVIMM4021	SK		4/0/0/v/5			1
Átalakító kapcsolások és villamos hajtások	BMEVIAU4035	SK		4/0/0/v/5			8
Audió- és videó-stúdiótechnika	BMEVIHI4144	SK			4/0/0/v/5		7
Beágyazott rendszerek analízise laboratórium	BMEVIMM3063	SK	0/0/2/f/3				1
Beágyazott rendszerek tervezése	BMEVIMM5157	SK				4/0/0/v/5	1
Beágyazottrendszerek	BMEVIMM30	SK	4/0/0/v/5				1
Digitális jelfeldolgozás	BMEVIMM4084	SK		4/0/0/v/5			1
Elektronikai rendszertchnika ²	BMEVIET4022	SV		4/0/0/v/5			5
Elektronikus átalakítók	BMEVIAU3033	SK	4/0/0/v/5				2
Elektronikus készülékek és minőségbiztosítás ²	BMEVIET4090	SV			4/0/0/v/5		5
Elosztó berendezések és védelmek ²	BMEVINF5043	SV				4/0/0/v/5	8
Folyamatidentifikáció és szimuláció ²	BMEVIFO4055	SV				4/0/0/v/5	4
Folyamatirányítás I. Labor ²	BMEVIFO4014	SV		0/0/2/f/3			4
Folyamatirányítás II. Labor ²	BMEVIFO4057	SV			0/0/2/f/3		4
Folyamatműszerezés ²	BMEVIFO4012	SV			4/0/0/v/5		4
Forgalmi teljesítményelemzés	BMEVIHI4172	SV					3
Gépi látás és operációs rendszerek labor ¹	BMEVIFO4056	SV			0/0/2/f/3		4
Gépi látás ¹	BMEVIFO4054	SV			4/0/0/v/5		4
Hálózati áramellátás ²	BMEVIMM4079	SV			4/0/0/v/5		8
Hálózati architektúrák és rendszerek	BMEVIHI4000	SK		4/0/0/v/5			7
Hálózati tranziensek ¹	BMEVIMM4078	SV			4/0/0/v/5		8
Hangátvitel és képkódolás laboratórium	BMEVIHI5008	SK				0/0/2/f/3	7
Hírközlésemélet	BMEVIHI3036	SK	4/0/0/v/5				7
Hozzáférési hálózatok	BMEVITT4158	SK		4/0/0/v/			3
Infokommunikációs hálózatok és szolgáltatások	BMEVITT4159	SV			4/0/0/v/		3
Infokommunikációs laboratórium I.	BMEVITT3004	SK	0/0/2/f/				3
Infokommunikációs laboratórium II.	BMEVITT4160	SK		0/0/2/f/3			3
Infokommunikációs laboratórium III.	BMEVITT4163	SK			0/0/2/f/3		3
Infokommunikációs laboratórium IV.	BMEVITT5045	SK				0/0/2/f/	3
Információs rendszerek laboratórium	BMEVIMM5158	SK				0/0/2/f/3	1
Integrált mikrorendszerek ¹	BMEVIEE5044	SV				4/0/0/v/5	5
Intelligens rendszerek labor ¹	BMEVIFO5016	SV				0/0/2/f/3	4
Intelligens robotok ¹	BMEVIFO5013	SV				4/0/0/v/5	4
Interfésztechnika ²	BMEVIAU4026	SV		4/0/0/v/5			6
IP alapú távközlés	BMEVITT3003	SK	4/0/0/v				3
Irányításelmélet	BMEVIFO4009	SK		4/0/0/v/5			4
Irányítások számítógép-technikája	BMEVIFO3040	SK	4/0/0/v/5				4
Irányítástechnika	BMEVIAU4003	SK		4/0/0/v/5			2
Irányítástechnikai laboratórium	BMEVIFO3041	SK	0/0/2/f/3				4
Kapcsolás- és jelzéstchnika	BMEVITT300	SK	4/0/0/v				3

Tárgycím	Tárgykód	*	6.	7.	8.	9.	**
Képtávíteli mérések laboratórium	BMEVIHI4049	SK			0/0/2/f/3		7
Laboratórium I (Energiaátalakító rsz.)	BMEVIVG3035	SK	0/0/2/f/3				2
Laboratórium I. (Villamosenergia rendsz)	BMEVIVM3057	SK	0/0/2/f/3				8
Laboratórium II (En. Sz. i)	BMEVIVG4004	SK		0/0/2/f/3			2
Laboratórium II. (Villamosenerg. Rsz.)	BMEVINF4038	SK		0/0/2/f/3			8
Laboratórium III (Energiaátalakítók)	BMEVIVG4046	SK			0/0/2/f/3		2
Laboratórium III. (Vill. energ. rendsz.)	BMEVIVM4080	SK			0/0/2/f/3		8
Laboratórium IV	BMEVIVG5004	SK				0/0/2/f/3	2
Laboratórium IV. (Vill. energ.)	BMEVIVM5041	SK				0/0/2/f/3	8
Logikai tervezés	BMEVIMM3043	SK	4/0/0/v/5				1
Logikai tervezés laboratórium	BMEVIMM4018	SK		0/0/2/f/3			1
Magasszintű logikai szintézis ¹	BMEVIFO4028	SV		4/0/0/v/5			5
Magasszintű logikai szintézis ¹	BMEVIFO4028	SV		4/0/0/v/5			6
Média-alkalmazások és –szolgáltatások	BMEVIHI5000	SK				4/0/0/v/5	7
Médiakommunikációs rendszerek	BMEVIHI5047	SV				4/0/0/v	3
Méréstechnikai laboratórium	BMEVIMH4042	SK		0/0/2/f/3			7
Méréstechnikai laboratórium	BMEVIMH4053	SK			0/0/2/f/3		7
Méréstechnikai laboratórium	BMEVIMH5012	SK				0/0/2/f/3	7
Mesterséges intelligencia	BMEVIMM4025	SV		4/0/0/v/5			6
Mesterséges intelligencia labor ²	BMEVIFO5017	SV				0/0/2/f/3	4
Mikroelektronikai tervezés ¹	BMEVIEE4088	SV		4/0/0/v/5			5
Mikroprocesszoros rendszerek laboratórium	BMEVIMM4086	SK			0/0/2/f/3		1
Minőség-ellenőrzés labor ²	BMEVIET5028	SV				0/0/2/f/3	5
Mobil és szélessávú kommunikáció	BMEVIHV4164	SK		4/0/0/v/			3
Moduláramkör építési labor ²	BMEVIET4068	SV			0/0/2/f/3		5
Moduláramkör tervezési labor ²	BMEVIET4092	SV		0/0/2/f/3			5
Moduláramkörök tervezése ²	BMEVIET4091	SV		4/0/0/v/5			5
Monolit technika ¹	BMEVIEE4089	SV			4/0/0/v/5		5
Multimédia rendszerek	BMEVITT5030	SV				4/0/0/v	3
Multimédia rendszerek ²	BMEVIAU5031	SV				4/0/0/v/5	6
Műholdas rendszerek és távérzékelés	BMEVIHV4150	SK			4/0/0/v/5		7
Műsorszórás mérés technikai laboratórium	BMEVIHI4008	SK		0/0/2/f/3			7
Műsorszóró rendszerek	BMEVIMH3037	SK				4/0/0/v/5	7
Nagyfeszültségű technika és berendezések	BMEVINF3056	SK	4/0/0/v/5				8
Nagyfrekvenciás laboratórium	BMEVIHV3006	SK	0/0/2/f/3				7
Nagyfrekvenciás rendszerek elektronikája	BMEVIMH4040	SK		4/0/0/v/5			7
Nagymegbízhatóság rendszerek ¹	BMEVIMM5030	SV				4/0/0/v/5	6
Optikai főszakirány laboratórium	BMEVIHV3006	SK	0/0/2/f/3				7
Önálló laboratórium	BMEVIAU4073	SK			0/0/6/f/8		6
Önálló laboratórium	BMEVIAU5033	SK				0/0/6/f/8	6
Önálló laboratórium.	BMEVIEE4069	SK			0/0/6/f/8		5
Önálló laboratórium	BMEVIEE5029	SK				0/0/6/f/8	5
Önálló laboratórium	BMEVIET4086	SK			0/0/6/f/8		4
Önálló laboratórium	BMEVIET5156	SK			0/0/6/f/8		4
Önálló laboratórium	BMEVIFO4058	SK			0/0/6/f/8		4
Önálló laboratórium	BMEVIFO5018	SK				0/0/6/f/8	4
Önálló laboratórium	BMEVIHI4050	SK			0/0/6/f/8		7
Önálló laboratórium	BMEVIHI5009	SK				0/0/6/f/8	7
Önálló laboratórium	BMEVIMH4048	SK			0/0/6/f/8		7
Önálló laboratórium	BMEVIMH5154	SK				0/0/6/f/8	7
Önálló laboratórium	BMEVIMM4063	SK			0/0/6/f/8		1
Önálló laboratórium	BMEVIMM5023	SK				0/0/6/f/8	1

Tárgycím	Tárgykód	*	6.	7.	8.	9.	**
Önálló laboratórium ³	BMEVIN4082	SK			0/0/6/f/8		8
Önálló laboratórium	BMEVIN5153	SK				0/0/6/f/8	8
Önálló laboratórium	BMEVIT4077	SK			0/0/6/f/		3
Önálló laboratórium	BMEVIT5037	SK				0/0/6/f/	3
Önálló laboratórium	BMEVIG4047	SK			0/0/6/f/8		2
Önálló laboratórium	BMEVIG5005	SK				0/0/6/f/8	2
Önálló laboratórium ³	BMEVIM4081	SK			0/0/6/f/8		8
Önálló laboratórium ³	BMEVIM5042	SK				0/0/6/f/8	8
Párhuzamos programozás ¹	BMEVIHI 4070	SV			4/0/0/v/5		6
Rendszertechnika laboratórium I.	BMEVIAU4072	SK			0/0/2/f/3		6
Rendszertechnika laboratórium II.	BMEVIAU5032	SK				0/0/2/f/3	6
Robotika labor ¹	BMEVIF04013	SV		0/0/2/f/3			4
Robotok irányítása	BMEVIF03039	SK	4/0/0/v/5				4
Stúdióakusztika és a hangfelvétel művészete	BMEVIHI9173	SV				4/0/0/v/5	7
Szabályozott villamos hajtások	BMEVIG5001	SK				4/0/0/v/5	2
Számítástechnikai laboratórium I.	BMEVIHI3050	SK	0/0/2/f/3				6
Számítástechnikai laboratórium II.	BMEVIAU4029	SK		0/0/2/f/3			6
Számítógép-architektúrák (Vill. szak)	BMEVIHI3048	SK	4/0/0/v/5				6
Számítógépes grafika és animáció ²	BMEVIF04071	SV			4/0/0/v/5		6
Számítógépes rendszerek analízise	BMEVIMM4085	SK			3/1/0/v/5		1
Szélessávú fix és mobil kommunikáció	BMEVIHV4145	SK		4/0/0/v/5			7
Szélessávú mediatovábbító rendszerek	BMEVIHI4141	SK		4/0/0/v/5			7
Szimulációs laboratórium	BMEVIEE3047	SK	0/0/2/f/3				5
Szoftvertechnika	BMEVIAU3049	SK	4/0/0/v/5				6
Termelésirányítás ²	BMEVIET5025	SV				4/0/0/v/5	5
Tesztelés labor ¹	BMEVIEE5027	SV				0/0/2/f/3	5
Valós idejű rendszerek tervezése ²	BMEVIF04011	SV		4/0/0/v/5			4
Védelmek és automatikák ¹	BMEVIM5038	SV				4/0/0/v/5	8
VER kifesztültségű készülékei ²	BMEVIN4093	SV		4/0/0/v/5			8
VER üzeme és irányítása ¹	BMEVIM4036	SV		4/0/0/v/5			8
Villamos gépek	BMEVIG3034	SK	4/0/0/v/5				2
Villamos hajtások	BMEVIG4002	SK		4/0/0/v/5			2
Villamos készülékek és hálózatok	BMEVIN4001	SK			4/0/0/v/5		2
Villamosenergia-átvitel	BMEVIM3055	SK	4/0/0/v/5				8
VLSI áramkörök (Mikr. Mod. 2 Szakir.)	BMEVIEE3061	SK	4/0/0/v/5				5
VLSI tervezési labor ¹	BMEVIEE4067	SV			0/0/2/f/3		5

* SK - szakirány kötelező, SV – szakirány választható

** szakirány sorszáma

SZAKIRÁNY-VÁLASZTÁSI SZABÁLYZAT

**Elfogadta a Kari Tanács 2003. október 28-i ülése (2004. január 1-i hatállyal),
módosította a Kari Tanács 2005. május 17-i ülése (2005. június 1-i hatállyal).**

1.§ A szabályzat hatálya

(1) Jelen szabályzat hatálya 2004. január 1-jétől kiterjed a BME Villamosmérnöki és Informatikai Karán a villamosmérnöki és a műszaki informatikai szakon, a nappali és a kiegészítő képzési formában résztvevő hallgatók szakirány-választására.

(2) A szabályzat alapját a következő egyetemi dokumentum adja:
a BME Tanulmányi és Vizsgaszabályzata, amely 2002. szeptember 1-jei hatállyal lépett érvénybe.

(3) Jelen dokumentumban nem szabályozott elvi kérdésekben a dékán, lebonyolítási kérdésekben az oktatási dékánhelyettes, egyéb kérdésekben a Kari Tanulmányi Bizottság az illetékes.

2.§ A szakirány-választás általános szabályai

(1) A hallgatók csak a szakuknak meghirdetett szakirányokat vehetik fel.

(2) Az egyes szakirányok alsó és felső létszámkorlátját a tanszékek és a Kari Hallgatói Képviselőlet egyetértésével a Dékán határozza meg, az egyetértés hiánya esetén a Kari Tanács dönt. A jelenlegi érvényes főszakirányos létszámkorlátok (min. 20, max. 50) az eddig tipikusnak mondható évi kb. 250 főnyi főszakirányba menő hallgatói létszám mellett érvényesek. Ha ez a létszám 200 alá csökkenne, akkor 50 fős kvantumok szerint a létszámkorlátokat arányosan csökkenteni kell. Tehát pl. 150-200 főnyi hallgató esetén min. 16, max. 40 főre.

(3) A szakirány-választás a szakirányok indítását megelőző félévben történik.

(4) A szakirányok közül adott évben azok indulnak, melyekre összejött a szükséges hallgatói létszám. A Kar a villamosmérnöki szakon az összes főszakirány elindítását garantálja -- akár úgy is, hogy a létszám nem éri el az alsó létszámkorlátot, vagyis a Kar nem alkalmaz kényszerbesorolást. A Kar keresztféléves becsatlakozást -- a főszakirányokat gondozó tanszékek évenkénti nyilatkozata alapján - egyes főszakirányokon és az informatikus szakirányokon biztosít. A főszakirányt gondozó tanszékek az előzetes hallgatói jelentkezési statisztikák ismeretében (tehát a főszakirány egyenes indítása előtti két hét folyamán) nyilatkoznak arról, hogy fogadnak-e keresztféléves becsatlakozókat. (A kényszerbesorolás megszüntetése és a becsatlakozók fogadásának választhatósága a 2003/04. tanév 2. félévében és a 2004/05. tanév 1. félévében kísérleti jellegű, az egy éves ciklus végén a dékán joga eldönteni, hogy ezeket fenntartja-e, vagy a régi kényszerbesorolást, illetve a minden főszakirányon érvényesülő becsatlakozást visszaállítja-e).

(5) A becsatlakozó hallgatóknak ugyanazokat a feltételeket kell teljesíteniük, amelyeknek az egyenesben bejutott hallgatók is megfeleltek.

3.§ A szakirány-választás speciális szabályai a villamosmérnöki szakon

(1) A villamosmérnöki szakon a mintatanterv a főszakirányt a 6-9., a mellék-szakirányt a 7-9. szemeszterekre írja elő. A főszakirány általában a tavaszi félévben kezdhető meg, de az őszi félévben - a 2.§ (4) figyelembe vételével - becsatlakozhatnak azok a hallgatók is, akik a bejutási feltételeket csak a tavaszi félévben teljesítik a vizsgaidőszak harmadik hetének végéig. A mellék-szakirányokon nincs lehetőség keresztféléves becsatlakozásra.

Az egyes szakirányoknak joguk van - a keresztfélévben becsatlakozó hallgatók számára - kötelező érvénnyel előírni egyes mérések előzetes elvégzését és/vagy megadott anyagrészek áttanulmányozását.

(2) A főszakirányok felső és alsó létszámkorlátja egységes. A mellék-szakirányok felső létszámkorlátja a tanszékek oktatási kapacitásának függvényében szakirányonként eltérő lehet, alsó létszámkorlátja egységes. A felső létszámkorlát megváltoztatására az illetékes szakbizottság tehet javaslatot a dékánnak.

(3) A főszakirány tárgyainak felvételére azon hallgató jogosult, aki a következő kritériumoknak legkésőbb a szakirányba menetelt közvetlenül megelőző vizsgaidőszak 3. hetének végéig eleget tett (1. körös besorolás):

- a mintatanterv által az első 4 szemeszterre előírt 120 kreditpontot megszerezte;
- a mintatanterv által az 5. szemeszterre előírt 4 szakirány-alapozó tárgy közül legalább három aláírását megszerezte;
- a Közgazdaságtan I-II. tárgyak közül legalább az egyik kreditpontját megszerezte
- a tantervben előírt szigorlatokat (Digitális technika, Matematika, Hálózatok és rendszerek) eredményesen teljesítette;
- legalább egy, élő idegen nyelvből rendelkezik C típusú alapfokú állami nyelvvizsgálattal, illetve azzal egyenértékű egyéb, a Nyelvi Intézet által egyenértékűnek elfogadott nyelvvizsgálattal.

(4) Akik a (3)-ban felsorolt kritériumokat a vizsgaidőszak 3. hete után, de legkésőbb a vizsgaidőszak végéig teljesítik, rangsorátlaguk szerint, a fennmaradt szabad helyekre sorolhatók be az általuk megadott szakirány-választási sorrend figyelembe vételével (2. körös besorolás).

(5) Az előzetes jelentkezések ismeretében a dékán engedélyezheti, hogy olyan főszakirányokba, amelyekre a jelentkezők száma nem éri el a minimális előírt értéket, egy főszakirányba jutási feltétel (vagyis egy tárgy, vagy egy szigorlat, vagy a nyelvvizsga-feltétel) teljesítése híján is be lehessen kerülni.

(6) A kiegészítő nappali képzésben résztvevők szakirány tárgyak felvételére akkor jogosultak, ha az átmeneti félév összes követelményét teljesítették az 5. félévi vizsgaidőszak végéig. Az ő besorolásuk ekkor is első körösnek minősül.

(7) A mintatanterv 5. szemeszterében szereplő szakirány-alapozó tárgyak: Híradástechnika, Elektronikai technológia, Szabályozástechnika, Villamos energetika. A német nyelvű képzésben résztvevők számára a szakirány-alapozó tárgyakat a képzés kari felelőse határozza

meg és a Kari Tanulmányi Bizottság hagyja jóvá. Az 5. szemesztert egyéni külföldi részképzésben töltő hallgató kérelmére a Kari Kreditátviteli Bizottság javaslata alapján a Kari Tanulmányi Bizottság a fentiekől eltérő szakirány-alapozó tárgyakat is megállapíthat.

(8) A mellék-szakirány tárgyainak felvételére mindazok a hallgatók jogosultak, akik a főszakirányba jutás követelményeit teljesítették.

(9) A rangsorátlag számítása a fő- és a mellék-szakiránynál megegyezik. Az alapképzésben résztvevők számára a rangsorátlag az alábbi tárgyak érdemjegyeinek kreditértékkel (szigorlatok esetében 5-tel) súlyozott számtani közepeként számítandó:

- a mintatanterv első 4 szemeszterre előírt tárgyai, közismereti tárgyak nélkül;
- Közgazdaságtan I. (vagy II.);
- a hallgató további közismereti tárgyai közül a 3 legjobb eredménnyel teljesített;
- a mintatantervben előírt 3 szigorlat;

A kiegészítő nappali képzésben résztvevő hallgatók számára a rangsorátlag az alábbi eredmények súlyozott átlagaként számítandó:

- az átmeneti félév érdemjegyei, kreditponttal súlyozva
- a főiskolai oklevél minősítése, 5-tel súlyozva;
- felvételi átlag, 5-tel súlyozva.

4.§ A szakirány-választás speciális szabályai a műszaki informatika szakon

(1) A műszaki informatika szakon a mintatanterv a szakirányt a 7-9. szemeszterekre írja elő. A szakirány általában az őszi félévben kezdhető meg, de a tavaszi félévben becsatlakozhatnak azon hallgatók is, akik a bejutási feltételeket csak az őszi félévben teljesítik a vizsgaidőszak harmadik hetének végéig (1. körös besorolás).

(2) A szakirányok felső létszámkorlátja a tanszékek oktatási kapacitásának függvényében szakirányonként eltérő lehet. Az alsó létszámkorlát egységes.

(3) A szakirány megkezdésére azon hallgató jogosult, aki legkésőbb a szakirányba menetelt közvetlenül megelőző vizsgaidőszak 3. hetének végéig a következő kritériumoknak eleget tett:

- a mintatanterv által az első 4 szemeszterre előírt 120 kreditpontot megszerezte;
- az 5. szemeszterből előírt szakirány-alapozó tárgyak kreditpontjait megszerezte;
- a Közgazdaságtan I. és II. tárgyak kreditpontjait megszerezte
- a tantervben előírt szigorlatokat (Analízis, Digitális rendszerek, Számításelmélet) eredményesen teljesítette;
- egy élő, idegen nyelvből rendelkezik legalább C típusú alapfokú állami nyelvvizsgával, illetve azzal egyenértékű egyéb, a Nyelvi Intézet által egyenértékűnek elfogadott nyelvvizsgával.

(4) Azok, akik a bejutási feltételeket csak halasztott vizsgával teljesítik, illetve azok a becsatlakozók, akik a (3)-ban felsorolt kritériumokat a vizsgaidőszak 3. hete után, de legkésőbb a vizsgaidőszak végéig teljesítik, rangsorátlaguk szerint, a fennmaradt szabad helyekre sorolhatók be (2. körös besorolás).

(5) A kiegészítő nappali képzésben résztvevők szakirány felvételére akkor jogosultak, ha az első átmeneti félév összes tárgyát teljesítették és a második átmeneti félév egy kijelölt tárgyának kreditpontjait megszerezték.

(6) A mintatanterv 5. szemeszterében szereplő szakirány-alapozó tárgyak: Számítógép hálózatok és Adatbázisok. A kiegészítő nappali képzésben résztvevők számára a második átmeneti félévben kötelező tárgyat a Műszaki Informatika Szakbizottság elnöke határozza meg. A német nyelvű képzésben résztvevők számára a szakirány-alapozó tárgyakat a képzés kari felelőse határozza meg és a Kari Tanulmányi Bizottság hagyja jóvá. Az 5. szemesztert egyéni külföldi részképzésben töltő hallgató kérelmére a Kari Kreditátviteli Bizottság javaslata alapján a Kari Tanulmányi Bizottság a fentiekől eltérő szakirány-alapozó tárgyakat is megállapíthat.

(7) A rangsorátlag az alábbi tárgyak érdemjegyeinek kreditértékkel (szigorlatok esetében 5-tel) súlyozott számtani közepeként számítandó:

- a mintatanterv első 4 szemeszterére előírt tárgyai, közismereti tárgyak nélkül;
 - Közgazdaságtan I. és II.;
 - a mintatantervben előírt 3 szigorlat;
 - az 5. szemeszterre előírt két szakirány-alapozó tárgy
- A kiegészítő nappali képzésben résztvevő hallgatók számára a rangsorátlag az alábbi eredmények súlyozott átlagaként számítandó:

- a felvételi átlag, 5-tel súlyozva,
- az első átmeneti félévre előírt tárgyak érdemjegyei, kreditponttal súlyozva,
- a főiskolai oklevél minősítése 5-tel súlyozva.

5.§ A rangsorolás és beosztás

(1) Az adott félévre történő besorolás alapját képező első körös rangsorátlagot a regisztrációs hétig kell meghatározni és közzétenni az addigi összes teljesítés figyelembevételével.

(2) A 2. körös teljesítők rangsorátlag szerinti besorolását legkésőbb a regisztrációs hét 2. napjáig kell elvégezni és közzétenni.

(3) A szakirány-beosztás a rangsor alapján történik. A beosztás konkrét algoritmusát és adott félévre szóló ütemtervét az oktatási dékánhelyettesssel egyeztetve a Kari Hallgatói Képviselőlet dolgozza ki.

(4) Szakirányra beosztani csak olyan hallgatót lehet, aki az összes felsorolt kritériumot teljesítette. Akik a kritériumokat késedelmesen (a beosztás közzétételét követően), de még a szorgalmi időszak megkezdése előtt teljesítik, kérésükre pótlólagosan besorolhatóak a fennmaradt szabad helyekre.

(5) Azon hallgató, aki korábban már beosztásra került valamely szakirányra, de azt passzív félév, külföldi részképzés vagy egyéb ok miatt nem kezdte meg, a számára biztosított helyet nem veszíti el, nem kerül újbóli rangsorolás és beosztás alá.

Ez alól kivételt képez az, amikor a hallgató maga dönt úgy, hogy kérvényezi szakirányának megváltoztatását. Ezt - méltányossága terhére - egy alkalommal, a szakirányba kerülés kezdetétől számított egy éven belül, és csak akkor teheti meg, ha legfeljebb egy szemeszterben vett fel tárgyat az adott szakirányból.

A méltányossági kérelmet az oktatási dékán-helyettesnek címezve kell benyújtani a Központi Tanulmányi Hivatalnál a szakirányba kerülést követő két félév valamelyikében a szakirány-választási időszakban. A kérelem elfogadása esetén a hallgató a következő félévtől kikerül az eredeti szakirányról, és részt vehet az aktuális besoroláson ugyanazokkal a feltételekkel, mint

azok a hallgatók, akik még nem voltak szakirányon. A szakirányt váltó hallgató ösztöndíjának megállapításakor az előző félévi átlaga szakirányos átlagnak minősül. A szakirányt váltó hallgatónak az eredeti szakirányon elvégzett tárgyai választható tárggyá minősülnek át. Önálló laboratórium nem minősíthető át választott tárggyá, ezért az elvégzett Önálló laboratóriumot a hallgatónak kérvényeznie kell az új szakirányát gondozó tanszéken: a tanszék elfogadó nyilatkozatát a szakirányváltási kérvényhez mellékelni kell, e nélkül a kérvény érvénytelen. Ha a kérvényt a befogadó tanszék elutasítja, megghiúsul a szakirányváltás.

A méltányossági kérelem elbírálásakor az oktatási dékánhelyettes figyelembe veszi, hogy az átjelentkezések nem eredményezhetik a beindult szakirányok létszámának olyan mértékű csökkenését, ami a szakirányban maradók számára a képzés folytatását az érvényes alsó létszámkorlát miatt veszélyeztetné.

Az átjelentkezés következtében a hallgató számára az államilag finanszírozott képzés összes időtartama nem változik meg.

6.§ A szakirány-választás menete

(1) A Dékáni Hivatal koordinálásával és a tanszékek közreműködésével az őszi félévben legkésőbb október 31-ig, a tavaszi félévben legkésőbb március 31-ig el kell juttatni a hallgatókhoz a szakirányokat bemutató anyagokat, nyomtatott vagy elektronikus formában. Ezzel egyidejűleg közzé kell tenni a beosztás algoritmusát, és a tanszéki honlapokon elérhetővé kell tenni az egyes szakirányok tárgyainak részletes leírását is.

(2) A választást megelőzően, legkésőbb a szorgalmi időszak 9. hetének végéig bemutatót kell rendezni, ahol az érdeklődő hallgatókat személyesen is tájékoztatják az egyes szakirányok célkitűzéseiről és tárgyairól, valamint a szakterületekben rejlő lehetőségekről.

(3) A bemutatótól kezdődően legalább 1 hétnek kell a hallgatók rendelkezésére állnia, hogy választásukat leadják. Ezen időszak alatt a tanszékek további konzultációs időpontokat adhatnak meg, amikor az érdeklődő hallgatók kérdéseire válaszolnak, valamint betekintést nyújtanak a tanszék életébe.

A választás leadása általában több szakiránynak a hallgató által előnyben részesített sorrend szerinti megadását jelenti a hallgatói információs rendszer igénybevételével.

A meghirdetett szakirány-választási időköz letelte után szakirány választását, vagy a leadott választási sorrenden való változtatást kérni további egy héten át -- külön-eljárási díj befizetését követően -- a Központi Tanulmányi Hivatalnál benyújtott kérvénnyel lehet, a dékán-helyettesnek címezve. Ezt követően nincs mód pótlólagos jelentkezésre vagy a jelentkezési sorrend megváltoztatására.

(4) A választás után az elindítandó szakirányok körét a hallgatói preferenciák alapján a Kari Hallgatói Képvisellel egyeztetve az oktatási dékánhelyettes határozza meg. A döntést követően a nem induló szakirányra jelentkezett hallgatókat a jelentkezéskor megadott választási sorrend alapján átsorolják.

(5) A végleges rangsort és beosztást az 5.§ (2) pontban megadott ütemterv szerint kell elkészíteni, majd közzétenni. Ezt követően lehetőséget kell biztosítani arra, hogy minden szakirány-választó hallgató megtekinthesse a beosztás alapját képező adatokat.

7.§ A szakirány-választás lebonyolításáért felelős személyek és testületek

- (1) A szakirány-választások lebonyolítását a Dékáni Hivatal koordinálja, így gondoskodik az egységes szakirány-tájékoztatók (nyomtatott vagy elektronikus formában történő) közzétételéről, a hallgatók megfelelő tájékoztatásáról, a választások technikai feltételeinek biztosításáról, továbbá a rangsorolást végző szervezet vagy személyek részére történő adatszolgáltatásról.
- (2) Az egyes szakirányokat ismertető anyagokat a szakirányt meghirdető tanszékek készítik el, az egységes tájékoztató füzet összeállításáról a Dékáni Hivatal gondoskodik.
- (3) Az új szakirányok ismertetőit és a hozzá tartozó tárgyak adatlapjait az illetékes Szakbizottság és a Kari Tanulmányi Bizottság véleményezi.
- (4) A rangsorátlag meghatározását és a besorolást a dékán felkérésére a Kari Hallgatói Képviselőlet is elvégezheti. Ebben az esetben a Hallgatói Képviselőlet által megbízott hallgatók közreműködnek a hallgatók tájékoztatásában, elvégzik a szakirány-beosztást, és biztosítják a hallgatók számára az ellenőrzési lehetőséget.

Budapest, 2005. május 17.

Dr. Zoltai József
dékánhelyettes

Dr. Arató Péter
dékán