Részletes tantárgyprogram és követelményrendszer

Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar			Mikroelektronikai és Technológia Intézet	
Tantárgy neve és kódja:	Elektronikai technológia KEXET1TBNE'			
Nappali tagozat - KV				*Kreditérték: 4*
Szakok melyeken a tárgyat oktatják: *Villamosmérnök szak*				
Tantárgyfelelős oktató:	Csikósné Dr Pap Andrea	Oktatók:	Nádas József, Molnár Zsolt	
Előtanulmányi feltételek: (kóddal)	--			
Heti óraszámok:	Előadás: 2	Tantermi gyak.:0	Laborgyakorlat:2	Konzultáció: 0
Számonkérés módja (s,v,f):	vizsga			

A tananyag

Oktatási cél:
Az elektronikai ipar által alkalmazott jellemző technológiák, műveletek a felhasznált anyagok bemutatása. A mikroelektronikai eszközök és alkatrészek, az áramköri, modulok felépítése, előállítási és szerelési technológiájának bemutatása.
A csúcstechnológia egyik fontos területe a mikroelektronika. A fejlődés követéséhez, az új eszközök megértéséhez szükséges mérnöki alapismeretek lényeges része az, hogy ismerjük azokat a technológiai elveket, műveleteket, amelyekkel az adott eszközt előállították.

Tematika:

Témakör:	Hét	Óra
Tárgyismertetés. Követelmények ismertetése.	**1.**	**2**
Az elektronikai termékek és technológiák rendszerének áttekintése. Az elektronikai ipar történetének áttekintése. Diszkrét alkatrészek, áramköri hordozók, integrált áramkörök, áramköri modulok, készülékek felépítése	**2.**	**2**
A nyomtatott huzalozású lemezek gyártása 1. Hordozók. Egy- és kétoldalas NYHL. Tisztítás, felület előkészítés, fúrás. Furatfémezés: galván és árammentes fémbevonatok létesítése. Fotolitográfia elve.	**3.**	**2**
A nyomtatott huzalozású lemezek gyártása 2. Fotorezisztek típusai, tulajdonságai, működésük. Rajzolatátviteli módok, levilágítók típusai. Maszkolási módszerek: sziták és stencilek. Maratószerek típusai, működésük. Forrasztásgátló lakk felvitel. Felületkikészítései módszerek. Jelölések és feliratok felvitele. Ellenőrzés, minősítés.	**4.**	**2**
A nyomtatott huzalozású lemezek tervezési szempontjai. Minőségi osztálybasorolási lehetőségek. Gyárthatósági- és költségtényezők. Hordozók anyagai és tulajdonságaik, folírvastagság. Alkatrész és forrpad elhelyezés gyárthatóság és szerelhetőségi szempontjai. Tervezés további szempontjai: felületkikészítés, feliratozhatóság, tesztelhetőség, szórt impedanciák.	**5.**	**2**
Moduláramkörök szereléstechnológiája: Furatszerelt NYHL-ek (THT) szerelési és kötési technológiái. A felületszerelt technológia; SMT. SMD alkatrészek. Forraszpaszta felvitel, beültetés, beültető gépek. A forrasztás alapjai, forrasztott kötés követelményei. Kézi és gépi forrasztási módok. Reflow forrasztási módszerek. Kétoldalas SMT, THT+SMT:	**6.**	**2**

ragasztó felvitel, pin-in-paste, hullámforrasztás, reflow. Ólommentes technológia sajátosságai. Ellenőrzés, AOI. Javítás, rework szerszámok. ESD védelem, ESD eszközök		
Többrétegű és HDI áramkörök gyártása. A többrétegű NYHL-ek technológiája, együttlaminált és szekvenciális módszerek. A nagysűrűségű összeköttetés (HDI) követelményei, új eljárásai. Térbeli kapcsolatok, mikroviák szerepe, BGA pad kialakítása. Flex NYHL. Az alkatrészek típusai, kiviteli formái. Beágyazott passzív elemek előállítása. Integrált áramkörök, moduláramkörök tokozási technológiája. Chipméretű, tokozatlan alkatrészek. Tervezési szempontok. DfM: tervezés gyártásra.	**7.**	**2**
Hibrid integrált áramkörök típusai, technológiájuk. Vékonyréteg áramkörök technológiája, vákuumtechnikai rétegfelviteli eljárások. Vastagrétegek rétegfelviteli, ábrakialakítási technológiája; szitanyomtatás. Vastagréteg passzív hálózatok. Értékbeállítás. A multichip modulok: felépítés, kiviteli formák, sajátos technológiai műveletek	**8.**	**2**
Szünet *(a rektori-dékáni szünet időpontja változó, a témák oktatási hetei a szünet időpontjától függően változhatnak.)*	**9.**	**2**
A félvezető-technológia alapjai. Alapanyag előállítása, tisztítása, hordozók előállítása szilícium és vegyület-félvezetők esetén. Cleanroom. Az integrált áramkörök gyártásának fő műveletei: litográfia, oxidálás, diffúzió, implantáció, epitaxia, maratás, vákuumtechnikai módszerek (CVD, LPE, MBE). Példa: MOS tranzisztor előállítása. Bondolás, tokozás.	**10.**	**2**
Nyomtatott és polimer elektronika. A nyomtatott elektronika alapjai: anyagok és technológiák. Alkalmazási lehetőségek. Vezető, félvezető és szigetelő polimerek. Félvezetés elve polimerekben. Nyomtatási technológiák: lézer, tintasugaras, offszet, mélynyomás, magasnyomás. Vezető, félvezető tinták és paszták. Hordozó típusok és követelmények. Nyomtatott RFID, akku, napelem. OLED-ek működési elve, gyártástechnológiája. Roll-to-roll módszer.	**11.**	**2**
Az elektronikai ipar továbbfejlődésének irányai. Új típusú elemek, új technológiák nanotechnológia, grafén, fullerén, fotonikai eszközök. MEMS (mikro-elektro-mechanikai rendszerek). Si micromatching. MEMS technológiák: Bolométer gyártása. Gázérzékelők.	**12.**	**2**
ZH vagy házidolgozat (HD) készítése	**13.**	**2**
pótZH/pótHD.	**14.**	**2**

Labor tananyag		
Oktatási cél: Önálló laboratóriumi tapasztalat szerzése a NYHL gyártás, szerelés és ellenőrző mérés egyes műveleteiben, a NYÁK tervezés számítógépes módszereinek megismerése		
Tematika: A nyomtatott huzalozású lemezek tervezése, tervezőprogram megismerése, a NYHL előállítás fő műveleteinek elvégzése		
Labor témakör:	**Hét**	**Óra**
Balesetvédelem, labormegbeszélés, csoportbeosztás	**1**	**3**
Gyártás: Kétoldalas, furatfémezett NYHL készítése (fúrás, furatfémezés, panelgalvanizálás, maszkolás)	**2**	**3**
Kétoldalas, furatfémezett NYHL készítése (rajzolatgalvanizálás, maratás)	**3**	**3**
Felületszerelés I: szitanyomtatás, forrasztásgátló lakk felvitel	**4**	**3**
Felületszerelés II: beültetés, reflow forrasztás, kézi forrasztás, ellenőrzés *Gyártás laborZH.*	**5**	**3**

Tervezés: **Eagle:** Kapcsolási rajzok készítése I.: keretezés, alkatrészek keresése, tokozások kiválasztása, vezetékek, buszok, blokk műveletek, értékadás/elnevezés,	**6**	**3**
Eagle:, Board modul, lapok létrehozása, kapcsolódás a lapok között, alkatrész könyvtárak – alapműveletek, hibaellenőrzés, vezetékosztályok	**7**	**3**
Eagle: DRC, alkatrészek elhelyezése, huzalozás, automatikus huzalozás, hibaellenőrzés, rézfelületek rajzolás, alkatrészek rajzolása, gyakorlás Ismétlés, kapcsolási rajzok készítése II.:,	**8**	**3**
Eagle: Gyakorlás, *számonkérés.*	**9**	**3**

FÉLÉVKÖZI KÖVETELMÉNYEK

ELŐADÁS (ELMÉLET) TANTÁRGYRÉSZ:

Az előadótermi előadások látogatása kötelező, az Egyetemtől való ill. az előadásoktól való távoltartás ideje alatt az elektronikus eszközökön keresztül megtartott élő előadásokon történő részvétel kötelező. Azon előadások tekintetében, melyek az adott félévben csak felvételről megtekinthetők, a felvett előadás megtekintése kötelező.

A **13. héten kötelező** a zárthelyi dolgozat (**ZH**) megírása személyes jelenléttel vagy – ZH-kra és/vagy vizsgákra is érvényes távoltartás vagy az oktató körülményeket mérlegelő döntése esetén – házidolgozat (**HD**) leadása a Moodle felületen. **Ha a félév az Egyetemtől való távoltartással indul, akkor HD lesz ZH helyett, kivéve, ha az Egyetem vezetése a személyes jelenléttel történő számonkérési formákat a ZH megírásának időpontjáig kifejezetten kötelezővé teszi**.
A ZH-k kérdésbankja illetve a HD részletes feladatkiírása a Moodle felületen található. A vizsgára bocsátás, azaz **aláírás egyik feltétele a min. 40% os eredményű ZH vagy HD**.

Ha **ZH≥55% vagy HD ≥55%, és LJ≥3** (LJ: összesített laborjegy, ld. laboroknál) akkor a hallgató a vizsgadolgozatra (**VD**) annak megírása helyett közepes vagy jobb **megajánlott jegyet** kap (tehát vizsgázni nem kell).

Ha a **40%≤ZH<55% vagy 40%≤HD<55%,** akkor személyes jelenlét lehetősége esetén a **vizsga** személyes jelenléttel írásbelivel történik **vagy** – ZH-kra és vizsgákra is érvényes távoltartás esetén – újabb, a *VD-t pótló és a HD-tól eltérő témájú,* későbbiekben Moodle felületen pontosított feladatkiírású és terjedelmű **vizsgapótló házi dolgozattal (VHD)** teljesíthető.
Az elégtelen vizsga egy alkalommal újabb vizsgával, a vizsgát helyettesítő elégtelen VHD javítása MS Teams felületen keresztül tett szóbeli vizsgával javítható. Vizsgákra is érvényes távoltartás esetén a VHD leadási határideje a Moodle-ban kiírt és beállított feladatleadási határidő lesz.

Ha **ZH<40% esetén** az elégtelen 14. héten **pótZH**-val pótolható. Sikertelen pótZH esetén **aláíráspótló vizsgára kerül sor a vizsgaidőszak első hetében.**
Ha Egyetemtől való távoltartás miatt HD megírása volt a követelmény, akkor a **HD<40% (elégtelen HD) javítása** a 14. héten vers terhe mellett egy **javító HD** határidőre történő leadásával történhet. Ha a hallgató az aláírást a szorgalmi időszakban nem tudta megszerezni, az **aláírás pótlása** vizsgaidőszak első hetében lehetséges, **a korábban beadottaktól eltérő témájú** és terjedelmű **dolgozat beadásával, melynek részletes követelményei a Moodle felületen kerülnek ismertetésre.** Ez utóbbi aláíráspótló vizsgának minősül, tehát csak akkor kerül értékelésre a beadott munka, ha a hallgató az aláíráspótló vizsgára előzetesen és érvényesen jelentkezett.

LABOROK TANTÁRGYRÉSZ:

Laborgyakorlatokon

- NYÁK tervezésből egy tervezési feladatot (**T**),
- a négy gyártási laborgyakorlaton látottakból 4 gyártási jegyzőkönyvet (átlaguk: **JKV**) és
- egy gyártási-labor házidolgozatot (**LHD**) kell teljesíteni.

A laborok látogatása és a tevékeny aktív részvétel kötelező.

Az **aláírás másik feltétele**, hogy a tervezési feladatot (**T**) és a laborjegyzőkönyveket (**JKV**) és az labor házidolgozatot (**LHD)** kivétel nélkül legalább **elégségesre** kell teljesíteni. Ha **T vagy JKV vagy LHD** a szorgalmi időszak végén **elégtelen, a hallgató letiltást kap**. Aláíráspótló vizsgával csak az elméleti tantárgyrészre vonatkozólag pótolható az aláírás.

A hallgatók egyetemtől való **távoltartásának elrendelése esetén** a laborok csak távoktatásban (e-learning) rendszerben tudnak megvalósulni.

- A hallgatók egyetemtől való távoltartásának elrendelése esetén **tervezési feladat** Moodle feladatkiírásnak megfelelően **otthonról teljesítendő** és a Moodle tervezési feladatbeadáshoz az ott megjelölt határidőig feltöltendő.
- A jegyzőkönyvek az elmaradt laborgyakorlatok hiányában nem írhatók meg, ennek helyettesítésére a technológiai lépésekről a **Moodle felületre feltöltött** videók tekintendők meg és az ott felsorolt szempontok szerint **1-1 jegyzőkönyvet** kell írni a látottakról. A feladat részletei a Moodle-on lesznek közzétéve. Az így teljesített feladatok jegyzőkönyvbeadásnak minősülnek.
- Az **LHD** személyes megjelenéstől vagy **távoltartástól függetlenül otthon** készítendő a Moodle-on közzétett feladatkiírásnak megfelelően.

A tervezési feladatot (T), a laborjegyzőkönyveket (JKV) és az LHD-t kizárólag a Moodle rendszerbe való feltöltéssel lehet teljesíteni, mely az ott közölt határidőig végezhető el, más beadási mód (email, papír stb.) nem engedélyezett. A labor házidolgozat részletes feladatkiírása a Moodle felületen található. A laborkövetelmények átlagolásával laborjegyet (LJ) kap. **LJ**=(T+JKV+LHD)/3

Általános:

Az előadások és a laborok tananyagainak átadása kiegészül, illetve a hallgatók egyetemtől való távoltartásának elrendelése esetén teljes mértékben helyettesül a távoktatásban (e-learning) rendszerben található elektronikus állományokkal. Az előadásanyagok, a prezentációk, a tantárgy jegyzetei, a kiegészítő anyagok, video filmek, egyéb tananyagok, feladatok, ellenőrző kérdéssorok a Moodle felületen találhatók, ezek megtekintése, elsajátítása kötelező. Az előadásanyagok (diasorok) nem helyettesítik, csak rendszerezik és magyarázzák a jegyzetekben található tananyagot! A hallgatóknak minden jegyzet, diasor és kiegészítő tananyag rendelkezésére áll a tanuláshoz, részleges vagy teljes távoktatás esetén is ugyanolyan tudásszinthez kapcsolódó követelményeket kell teljesíteniük, mint személyes megjelenéssel történő oktatás esetén.

A személyes részvétellel megtartható előadások és/vagy konzultácók és/vagy laborok a lehetőségek függvényében rögzítésre kerülnek és a felvétel közzé lesz téve. A személyesen megtartható alkalmak is bármikor távoktatássá alakulhatnak jogszabályi változás vagy az oktató személyes megjelenésben történő akadályoztatása esetén. Az oktató az előadáson elhangzó magyarázatokat hangos diasorral vagy otthon készített videofelvétellel részben pótolhatja. Az így feltöltött videofelvételek összességében elhangzott magyarázatok teljessége, terjedelme, mélysége és minősége – a félév közben is változó – feltételek függvényében változó lehet, de nem korlátozza a hallgatókat a teljes tananyag elsajátításában.

Valamennyi feltöltendő feladatot szövegszerkesztővel szerkesztve, a jegyzőkönyveket szövegszerkesztővel és a megadott sablonban kell elkészíteni. **Plágium esetén** (internetről, más hallgatók munkáiból pontos forrásmegjelölés nélküli idézés) esetén **a hallgató letiltást kap**, a tárgyat újbóli tárgyfelvétellel teljesítheti.

Valamennyi feladat és dolgozat értékelése egységesen, a vizsgadolgozat értékelésével azonos módon történik. Az esszé jellegű beadandó feladatok részletes értékelési szempontjai a Moodle feladatkiírás részében lesznek közzé téve.

A félévközi jegy kialakításának módszere:
(D tantervű hallgatók a labor évközi jegyre a LJ-et kapják.)
A vizsga módja: írásbeli
A **vizsgadolgozat** (VD) és valamennyi egyéb beadandó feladat (ZH, HD, LHD, JKV) értékelése:

0 – 39%	elégtelen
40 – 54%	elégséges
55– 69%	közepes
70 – 84%	jó
85 – 100%	jeles

A vizsgajegy (V) a vizsgadolgozat (VD) (vagy a vizsgadolgozatra megajánlott jegy) 50%-os és a laborjegy (LJ) 50%-os súlyú beszámításával kerül meghatározásra. V=(0.5*VD+0.5*LJ), ha (VD≥2 és LJ≥2).

Irodalom:

Kötelező:

- **Előadási prezentációk** (Moodle)
- Nagy G. szerk: Elektronikai gyártás, 2010. http://www.amcham.hu/download/001/670/El_gyartas_20100825.pdf
- Laborra: Elektronikai technológia **bővített laborútmutató** (Moodle)

Ajánlott:

- Dr Mojzes Imre (szerk): Mikroelektronika és elektronikai technológia MK 1995
- Happy Holden: The HDI Handbook 2009 http://www.hdihandbook.com/download.php
- Joseph Fjelstad: Flexible Circuit Technology: 2011. http://www.hdihandbook.com/download.php
- Dr. Zsebők Ottó: Anyagtudomány és technológia 2009. http://www.sze.hu/~zsebok/A&T_jegyzet_2009.pdf
- **Laborra:** Bihari: Rétegtechnológia laboratóriumi gyakorlatok KKVMF 1119
- Moodle rendszerben a tárgyhoz feltöltött egyéb irodalom és audiovizuális anyag

NJ