

Részletes tantárgyprogram és követelményrendszer

Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar		Mikroelektronikai és Technológia Intézet		
Tantárgy neve és kódja:		Elektronikai technológia KEXET1TBNE'		
Nappali tagozat		<i>Kreditérték: 4</i>		
Szakok melyeken a tárgyat oktatják: <i>Villamosmérnök szak</i>				
Tantárgyfelelős oktató:	Csikósné Dr Pap Andrea	Oktatók:	Nádas József Dr. Semperger Sándor	
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. Az elektronikai termékek és technológiák rendszerének áttekintése. Az elektronikai ipar történetének áttekintése. Diszkrét alkatrészek, áramköri hordozók, integrált áramkörök, áramköri modulok, készülékek felépítése			1.	2
A nyomtatott huzalozású lemezek gyártása. Hordozók. Egy- és kétoldalas NYHL. Tisztítás, felület előkészítés, fúrás. Furatfémezés: galván és árammentes fémbevonatok létesítése. Fotolitográfia elve. Fotorezisztek típusai, tulajdonságai, működésük. Rajzolatátviteli módok, levilágítók típusai. Maszkolási módszerek: sziták és stencilek. Maratószerek típusai, működésük. Forrasztásgátló lakk felvitel. Felületkikészítési módszerek. Jelölések és feliratok felvitel. Ellenőrzés, minősítés.			2.	2
HDI. 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.			3.	2
Moduláramkörök szereléstecnológiája: 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: ragasztó felvitel, pin-in-paste, hullámforrasztás, reflow. Ólommentes technológia sajátosságai. Ellenőrzés, AOI. Javítás, rework szerszámok. ESD védelem, ESD eszközök			4.	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	5.	2
Szünet (a rektori-dékáni szünet időpontja változó, a témák oktatási hetei a szünet időpontjától függően változhatnak.)	6.	2
Zárthelyi 1.	8.	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.	7.	2
Nyomatott és polimer elektronika. A nyomtatott elektronika alapjai: anyagok és technológiák. Alkalmazási lehetőségek. Vezető, félvezető és szigetelő polimerek. Félvezetés elve polimerekben. Nyomatási technológiák: lézer, tintasugaras, offszet, mélynyomás, magasnyomás. Vezető, félvezető tinták és paszták. Hordozó típusok és követelmények. Nyomatott RFID, akku, napelem. OLED-ek működési elve, gyártástechnológiája. Roll-to-roll módszer.	9.	2
Az elektronikai ipar továbbfejlesztésének irányai. Új típusú elemek, új technológiák nanotechnológia, grafén, fullerén, fotonikai eszközök. MEMS (mikro-elektro-mechanikai rendszerek). Si micromatching. MEMS technológiák: Bolométer gyártása. Gázérzékelők.	10.	2
Teljesítmény elektronikai eszközök. Teljesítményelektronikai alapkapcsolások, fő felhasználási területek. Nagyáramú dióda, tirisztor, MOSFET sajátosságai. Hibrid áramkörök a teljesítményelektronikában. Hődisszipáció, hőelvezetés. Kapcsolóüzemű tápok. LED tápegységek.	11.	2
EMC. Jel és zavar, emisszió, immunitás. Zavarok csoportosítása. Védekezési alapelvek és módszerek. Tranziens folyamatok mint zavarforrások. Hálózati zavarok és szűrésük. Kapcsoló üzemű tpe mint zavarforrás. Árnyékolás. Energiaelnyelő burkolás. Vezetők zavarvédelme, árnyékolása. Adathordozók védelme. EMC vizsgálatok. Erős HF, rtg és ionizáló források. Személyi védelem.	12.	2
Zárthelyi 2.	13.	2
Zárthelyi pótlása, javítása.	14.	2
Labor tananyag		
<i>Oktatási cél:</i> Önálló laboratóriumi tapasztalat szerzése a NYHL gyártás, szerelés és ellenőrző mérés egyes műveleteiben, a NYÁK tervezés számítógépes módszereinek megismerése		
<i>Tematika:</i> 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 <i>Gyártás laborZH.</i>	5	3										
Tervezés: Eagle: Kapcsolási rajzok készítése I.: keretezés, alkatrészek keresése, tokozások kiválasztása, vezetékek, buszok, blokk műveletek, értékadás/elnevezés, Board modul, lapok létrehozása, kapcsolódás a lapok között, alkatrész könyvtárak – alpműveletek, hibaellenőrzés, vezetékostályok	6	3										
Eagle: DRC, alkatrészek elhelyezése, huzalozás, automatikus huzalozás, hibaellenőrzés, rézfelületek rajzolás, alkatrészek rajzolás, gyakorlás Ismétlés, kapcsolási rajzok készítése II.:, <i>Gyakorlás, számonkérés.</i>	7	3										
EPLAN: Projektek és tervlapok létrehozása, tervlapok tulajdonságai. Kapcsolási rajz létrehozása. Egyvonalas rajz rögzítése. Kötések és csatlakozási pontok beillesztése. Kábelvonalak rögzítése. Kereszthivatkozások használata.	8	3										
EPLAN: Készülékek és berendezések rajzjelei, készülékek beillesztése. Tervjelek használata. Sorkapcsok beillesztése. Cikk adatbázis használata, cikkek kiválasztása. Tervlapok generálása: sorkapocsterv, kábelterv, alkatrészjegyzék, tartalomjegyzék. <i>Gyakorlás, számonkérés.</i>	9	3										
<p>Félévközi követelmények Az előadások látogatása kötelező. A 7. és 12. héten zárthelyi dolgozat (ZH1 és ZH2). A ZH-k megírása kötelező. A vizsgára bocsátás egyik feltétele min. 40% os eredmény mindkét ZH-n. Ha $ZH1 \geq 50\%$ és $ZH2 \geq 50\%$ és $(ZH1+ZH2)/2 \geq 55\%$, akkor vizsgadolgozat megírása nem kötelező, helyette a vizsgadolgozatra (VD) közepes vagy jobb megajánlott jegyet kaphat (tehát vizsgázni nem kell).</p> <p>A laborok 3 tanórás tömbökben kerülnek megtartásra. Laborgyakorlatokon részvétel kötelező, beleértve az első gyakorlatot is. Laborgyakorlat pótlására csak másik párhuzamos kurzus adott heti laborgyakorlatán van lehetőség, amennyiben ezt a gyakorlatvezető előzetesen engedélyezi. A Gyártás és Tervezés blokk egyes laborkurzusoknál felcserélésre kerül. Laborgyakorlatokon tervezésből két tervezési feladatot (T1; T2), 4 gyártási jegyzőkönyvet (átlaguk:JKV) és egy gyártási laborZH-t (ZH_{lab}) kell teljesíteni. Laborjegyzőkönyveket kivétel nélkül legalább elégségesre kell megírni, feltöltésük kizárólag a Moodle rendszerbe, az ott közölt határidőig végezhető el, más beadási mód nem engedélyezett. A vizsgára bocsátás másik feltétele, hogy valamennyi labor követelményt legalább elégségesre teljesítse. A laborkövetelmények átlagolásával laborjegyet (LJ) kap. $LJ = (T1+T2+JKV+ZH_{lab})/4$</p>												
<p>A pótlás módja: a ZH1 és ZH2 esetében előadás órarendi idejében a 14. héten, laborZH esetében a laborbeosztás ütemtervében jelzett időpontban, szorgalmi időszakban. Egy sikertelen pótZH-t egy alkalommal a vizsgaidőszak első 10 napjában kiírt aláíráspótló vizsgán lehet pótolni.</p>												
<p>A félévközi jegy kialakításának módszere: --</p>												
<p>A vizsga módja: A vizsgadolgozat (VD) (és a ZH-k) értékelése:</p> <table> <tr> <td>0 – 39%</td> <td>elégtelen</td> </tr> <tr> <td>40 – 54%</td> <td>elégséges</td> </tr> <tr> <td>55– 69%</td> <td>közepes</td> </tr> <tr> <td>70 – 84%</td> <td>jó</td> </tr> <tr> <td>85 – 100%</td> <td>jeles</td> </tr> </table> <p>A vizsgajegy (V) a vizsgadolgozat (VD) (vagy a vizsgadolgozatra megajánlott jegy) 60%-os és a laborjegy (LJ) 40%-os súlyú beszámításával kerül meghatározásra. $V = (0.6 * VD + 0.4 * LJ)$</p>			0 – 39%	elégtelen	40 – 54%	elégséges	55– 69%	közepes	70 – 84%	jó	85 – 100%	jeles
0 – 39%	elégtelen											
40 – 54%	elégséges											
55– 69%	közepes											
70 – 84%	jó											
85 – 100%	jeles											

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