

## Részletes tantárgyprogram és követelményrendszer

Óbudai Egyetem				
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar		Mikroelektronikai és Technológia Intézet		
Tantárgy neve és kódja: Mikroelektronika KEXMR5TBLE		Kreditérték: 5		
Levelező tagozat, 6. félév				
Szakok melyeken a tárgyat oktatják: Villamosmérnök szak, Mikroelektronika és technológia spec.				
Tantárgyfelelős oktató:		Oktatók:	Dr. Horváth Zsolt József	
Előtanulmányi feltételek: (kóddal)	Elektronika II. KEXEL6TBLE			
Félévi óraszámok:	Előadás: 10	Tantermi gyak.: 5	Laborgyakorlat: 5	Konzultáció: 0
Számonkérés módja (s,v,f):	Zárthelyi dolgozat, laborjegyzőkönyvek és szóbeli vagy írásbeli vizsga.			
A tananyag				
Oktatási cél: A félvezető eszközök és az integrált áramkörök működése fizikai alapjainak, szerkezetének, jellemzőinek, osztályozásának és előállítási technológiájának, valamint az egyszerűbb MOS logikai kapuk felépítésének és működésének megismertetése.				
Témakörök (előadás):			Ea.	Óra
<p>Elemi és vegyületfélvezetők. Kristályszerkezet, rácsszerkezet, bázis, elemi cella, hagyományos cella, anizotrópia, kristálytani irányok és síkok (Miller index), rácshézagok. A Si és a GaAs kristályszerkezete.</p> <p>A szabad elektron. Mozgás elektromos és mágneses térben. Az elektron kettős természete, hullámtulajdonságai. A teljes energia, az impulzus, a frekvencia és a hullámszám közötti összefüggések.</p> <p>Az atom felépítése, energia- és impulzuskvantálás, kvantumszámok, gerjesztett állapotok, kisugárzott energia, színek, Pauli elv. Kémiai kötések. A szilárd test (kristály) elektronszerkezete. Az atomtörzsek periodikus potenciális tere, impulzus és energia közötti összefüggés, sáv szerkezet, fémek, félvezetők, szigetelők.</p> <p>A sáv szerkezet jellemzői. Direkt és indirekt sáv szerkezet, effektív tömeg, állapotsűrűség.</p> <p>Az energiaállapotok betöltöttsége, Fermi-Dirac eloszlás, elektronok és lyukak, intrinszik és adalékolt félvezetők, a tömeghatás törvénye, a Fermi-szint és a szabad töltéshordozó koncentráció hőmérsékletfüggése.</p> <p>Generáció, rekombináció, élettartam, mozgékonyosság, szóródás. Elektromos áram, drift és diffúzió, Einstein összefüggés, folytonossági egyenlet, lavina sokszorozódás, Hall-effektus, termoelektromos feszültség.</p> <p>A szabad töltéshordozó koncentráció lecsengése megvilágítás kikapcsolása után, a szabad töltéshordozó koncentráció lecsengése a koordináta mentén egyirányú injekció esetén.</p>			1.	2
<p>Bipoláris eszközök. A p-n átmenet. Beépült potenciál, diffúziós áram, generáció-rekombináció, ideális és valós áram-feszültség karakterisztika, dióda egyenlet, hőmérsékletfüggés, kapacitás-feszültség karakterisztika. A bipoláris tranzisztor, működési elve, jellemzők, üzemmódok, felhasználás. Tirisztor, diac és triac.</p> <p>Unipoláris eszközök. Schottky dióda, J-FET, MESFET, vékonyréteg tranzisztor. A MOS-kondenzátor, a CCD és a MOSFET. Felépítés, működési elv, karakterisztikák, hőmérsékletfüggés. A MOSFET-ek fajtái. Helyettesítő kapcsolások, határfrekvencia, töltésáthaladási idő. A komplementer tranzisztorpár méretezése.</p> <p>Memóriatranzisztorok. Fin-FET konstrukciók.</p> <p>Heteroeszközök. Heteroátmenetes bipoláris tranzisztor, MESFET, HEMT, ballisztikus tranzisztor. Előnyök a homoátmenetes eszközökkel szemben.</p> <p>Mikrohullámú diódák: pin és alagútdióda, IMPATT és Gunn-dióda, kétpotenciálú rezonáns alagútdióda. Működés, jellemzők, felhasználás.</p>			2.	2

Fotoelektromos eszközök. Fény és félvezető kölcsönhatása, abszorpció, spontán és stimulált emisszió. LED. Lézer, működési elv, működési feltételek, megoldás, kimenő teljesítmény-felvett áram jelleggörbe, küszöbáram, kibocsátott spektrum. Kettős heteroátmenetes és kvantum kaszkád lézer. Fotorezisztor, fotodiódák, fototranzisztor. Napelemek: működési elv, fejlesztési irányok, tandem cellák.	3.	2
Kristálynövesztés, Czochralski és Bridgman módszer, zónás tisztítás. Folyadékfázisú, gőzfázisú és molekulásugaras epitaxia. Fémek és szigetelők leválasztása, oxidáció.	4.	2
Diffúzió. Ionimplantáció. Fotolitográfia. Kémiai és plazmamarás. Ellenállás és kapacitás előállítása. A bipoláris és a MOS technológia alapvető lépései. Szigetelőn létrehozott Si réteges (Silicon on insulator - SOI) technológia. A MESFET gyártási folyamata. MOS inverterek, MOS logikai kapuk.	5.	2
<b>Témakörök (gyakorlat):</b>	<b>Gyak.</b>	<b>Óra</b>
Térfogati atomsűrűség és tömegsűrűség. Felületi atomsűrűségek. Méreteffektusok. A felület és térfogat aránya, adalékatomok száma kis térfogatokban.	1.	2
Drift és mozgékonyosság szilárd testekben. Fajlagos vezetőképesség és ellenállás. Drift áram szilárd testekben.	2.	2
Diffúziós áram szilárd testekben.	3.	1
<b>Témakörök (laborgyakorlat):</b>	<b>Lab.</b>	<b>Óra</b>
A layout tervező program (Microwind2) megismerése. n- és p-típusú MOSFET layoutjának megszerkesztése és vizsgálata.	1.	1
A logikai áramkörtervező program (DSCH2) megismerése. Telítéses típusú inverterek összeállítása és szimulációja. CMOS inverterek összeállítása és szimulációja. CMOS inverter layoutjának megszerkesztése és karakterisztikáinak szimulációja. CMOS NOR, NAND és transzfer kapuk összeállítása és szimulációja. CMOS impulzusadó áramkörök összeállítása és szimulációja	2.	2
CMOS komplex logikai kapuk összeállítása és szimulációja (egyéni feladatok)..	3.	2
<b>Félévközi követelmények:</b>		
A tantervben előírt gyakorlatokon kötelező a részvétel. A vizsgára bocsátás feltétele egy elméleti és feladatmegoldásos zárthelyi dolgozat megírása legalább elégséges szinten (az elérhető maximális pontszámok 50%-a), valamint a laborfeladatok hiánytalan elvégzése és a laborjegyzőkönyvek benyújtása.		
<b>A pótlás módja:</b>		
A sikertelen zárthelyi és az elmaradt laborgyakorlatok pótolhatók egy-egy alkalommal a szorgalmi időszak végén külön időpontban.		
A vizsgaidőszak első két hetében vagy egy laborgyakorlat vagy a ZH pótolható egyszeri alkalommal.		
<b>A vizsga módja:</b>		
Vizsga a teljes félévi anyagból szóban vagy írásban, az adott vizsga kiírása szerint.		
<b>Irodalom</b>		
Mojzes Imre: Mikroelektronika és elektronikai technológia, Műszaki Könyvkiadó, 1995. Csurgay Árpád és Simonyi Károly: Az információtechnika fizikai alapjai, Elektronfizika, BME Mézőktovábbképző Intézet, Budapest, 1997. Székely Vladimír: Elektronika I. Félvezető eszközök, Műegyetemi Kiadó, 2001. Nemcsics Ákos: A napelem működése, fajtái és alkalmazása. Műszaki ökológia villamosmérnököknek 3. rész, Kandó Kálmán Műszaki Főiskola, 1999. Simon M. Sze: Semiconductor Devices: Physics and Technology, 2nd Edition, Wiley, New York, 2002. Simon M. Sze, Kwok K. Ng: Physics of Semiconductor Devices, 3rd Edition, Wiley, New York, 2006. David L. Pulfrey: Understanding Modern Transistors and Diodes, Cambridge University Press, Cambridge, 2010.		
<b>Egyéb segédletek</b>		
A tárgy tanulásához felhasználhatók az egyéni tanulást támogató oktatási anyagok is, melyek egy része megtalálható az egyetemi honlapokon.		