

Részletes tantárgyprogram és követelményrendszer

Óbudai Egyetem		Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar			Mikroelektronikai és Technológia Intézet	
Tantárgy neve és kódja: Mikroelektronika , KEXMR5TBNE					Kreditérték: 5	
Nappali 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. KEXEL6TBNE				
Heti óraszámok:		Előadás: 2	Tantermi gyak.: 1	Laborgyakorlat: 1	Konzultáció: 0	
Számonkérés módja (s,v,f):		Zárthelyi dolgozatok, laborjegyzőkönyvek, laborbeszámolók 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
Elemi és vegyületfélvezetők. Kristályszerkezet, rácsszerkezet, bázis, elemi cella, hagyományos cella, anizotrópia, kristálytani irányok és síkok (Miller index), rácshézagok. A Si és a GaAs kristályszerkezete.					1.	2
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.					2.	2
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. A sáv szerkezet jellemzői. Direkt és indirekt sáv szerkezet, effektív tömeg, állapotsűrűség.					3.	2
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.					4.	2
Generáció, rekombináció, élettartam, mozgékonyág, szóródás. Elektromos áram, drift és diffúzió, Einstein összefüggés, folytonossági egyenlet, lavina sokszorozódás, Hall-effektus, termoelektromos feszültség. A szabad töltéshordozó koncentráció lecsengése megvilágítás kikapcsolása után, a szabad töltéshordozó koncentráció lecsengése a koordináta mentén egyirányú injekció esetén.					5.	2
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.					6.	2
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. Memóriatranzisztorok. Fin-FET konstrukciók.					7.	2
Heteroeszközök. Heteroátmenetes bipoláris tranzisztor, MESFET, HEMT, ballisztikus tranzisztor. Előnyök a homoátmenetes eszközökkel szemben. Mikrohullámú diódák: pin és alagútdióda, MIS kapcsoló dióda, IMPATT és Gunn-dióda, kétpotenciálgátas rezonáns alagútdióda. Működés, jellemzők, felhasználás.					8.	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.	9.	2
Kristálynövesztés, Czochralski és Bridgman módszer, zónás tisztítás. Folyadékfázisú, gőzfázisú és molekulásugaras epitaxia. Fémek és szigetelők leválasztása, oxidáció.	10.	2
Diffúzió. Ionimplantáció. Fotolitográfia. Kémiai és plazmamarás. Ellenállás és kapacitás előállítása.	11.	2
A bipoláris és a MOS technológia alapvető lépései. Szigetelőn létrehozott Si réteges (Silicon on insulator - SOI) technológia. A MESFET gyártási folyamata. Az integrált áramkörök fajtái, osztályozása. Berendezés orientált áramkörök fajtái, jellemzőik. Az integrált áramkörök méretcsökkenése. Fizikai határok. Előnyei, hátrányai. Az integrált áramkörök sajátosságai: hőcsatolás, tolerancia, paraziták.	12.	2
Az inverter. Transzfer karakterisztika, jelgeneráló képesség, komparálási szint, logikai szint tartományok, jelterjedési idő, párkésleltetési idő, teljesítmény-késleltetés szorzat. Passzív terhelésű MOS inverterek. Trióda és telítésszerű típusú, kiürítésszerű terhelésű. Dinamikus inverter. A CMOS inverter. Küszöbfeszültség korlát. A komparálási szint beállítása. Fel- és lefutási idő definíciója, egyenlőségének feltétele, méret- és feszültségfüggése. A bemeneti és kimeneti kapacitások összetevői. Teljesítmény disszipáció.	13.	2
A minimális technológiai méret hatása a CMOS áramkörök működési sebességére. MOS kapuáramkörök. NMOS, PMOS, CMOS átvivő kapu. NMOS és CMOS logikai kapuk és méretezésük. A CMOS meghajtó áramkör és terhelés áramkör kapcsolata, egyiknek a másiktól történő megszerkesztése. Memóriák. EPROM, EEPROM. MOS RAM és DRAM.	14.	2
Témakörök (gyakorlat):	Gyak.	Óra
Atomi méretek és kitöltési tényező.	1.	2
Térfogati atomsűrűség és tömegsűrűség.	2.	2
Felületi atomsűrűségek.	3.	2
Méreteffektusok. A felület és térfogat aránya, adalékatomok száma kis térfogatokban.	4.	2
Drift és mozgékonyosság szilárd testekben.	5.	2
Fajlagos vezetőképesség és ellenállás. Drift áram szilárd testekben.	6.	2
Diffúziós áram szilárd testekben.	7.	2
Témakörök (laborgyakorlat):	Lab.	Óra
A layout tervező program (Microwind2) megismerése. n- és p-típusú MOSFET layoutjának megszerkesztése és vizsgálata.	1.	2
A logikai áramkörtervező program (DSCH2) megismerése. Telítésszerű típusú inverterek összeállítása és szimulációja.	2.	2
CMOS inverterek összeállítása és szimulációja.	3.	2
CMOS NOR, NAND és transzfer kapuk összeállítása és szimulációja.	4.	2
CMOS impulzusadó áramkörök összeállítása és szimulációja.	5.	2
CMOS komplex logikai kapuk összeállítása és szimulációja (egyéni feladatok).	6.	2
CMOS komplex logikai kapuk összeállítása és szimulációja - beszámoló.	7.	2
Félévközi követelmények:		
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.		
A pótlás módja:		
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.		

A vizsga módja:

Vizsga a teljes félévi anyagból szóban vagy írásban, az adott vizsga kiírása szerint.

Irodalom

Mojzes Imre: Mikroelektronika és elektronikai technológia, Műszaki Könyvkiadó, 1995.

Csurgay Árpád és Simonyi Károly: Az információtechnika fizikai alapjai, Elektronfizika, BME Mérnöktovábbképző Intézet, Budapest, 1997.

Székelly 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.

Egyéb segédletek

A tárgy tanulásához felhasználhatók az egyéni tanulást támogató oktatási anyagok is, melyek egy része megtalálható az egyetemi honlapokon.