

Részletes tantárgyprogram és követelményrendszer

Óbudai Egyetem					
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar		Mikroelektronikai és Technológia Intézet			
Tantárgy neve és kódja: Mikroelektronika I., KMEMR11TND Kreditérték: 4					
Nappali tagozat, 5. félév					
Szakok melyeken a tárgyat oktatják: Villamosmérnök szak, elektronikus eszközök szakirány					
Tantárgyfelelős oktató:	Dr. Horváth Zsolt József		Oktatók:	Dr. Horváth Zsolt József	
Előtanulmányi feltételek (kóddal)	Elektronika II KMEEL21TND				
Heti óraszámok:	Előadás: 2	Tantermi gyak.: 2	Laborgyakorlat: 0	Konzultáció: 0	
Számonkérés módja (s,v,f):	Zárthelyi dolgozatok és szóbeli vagy írásbeli vizsga.				
A tananyag					
<i>Oktatási cél:</i> A félvezető eszközök és az integrált áramkörök működése fizikai alapjainak, felépítésének, jellemzőinek, osztályozásának és előállítási technológiájának, valamint az egyszerűbb CMOS logikai kapuk felépítésének megismertetése.					
Témakörök (előadás):				Hét	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. Az atom felépítése, energia- és impulzuskvantálás, kvantumszámok, gerjesztett állapotok, kisugárzott energia, színkép, 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.				2.	2
Az energiaállapotok betöltöttsége, Fermi-Dirac eloszlás, elektronok és lyukak, intrinsic és adalékolt félvezetők, a tömeghatás törvénye, a Fermi-szint és a szabad töltéshordozó koncentráció hőmérsékletfüggése. 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.				3.	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.				4.	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.				5.	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.				6.	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.	7.	2
Kristálynövesztés, Czochralski és Bridgman módszer, zónás tisztítás. Folyadékfázisú, gőzfázisú és molekulásugaras epitaxia. Fémek és szigetelők leválasztása, oxidáció.	8.	2
Diffúzió. Ionimplantáció. Fotolitográfia. Kémiai és plazmamarás. Ellenállás és kapacitás előállítás.	9.	2
Rektori szünet.	10.	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.	11.	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.	12.	2
A CMOS inverter. Küszöb feszültség 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.	14.	2
Témakörök (gyakorlat):		
Atomi méretek és kitöltési tényező.	1.	2
Térfogati atomsűrűség és tömegsűrűség I.	2.	2
Térfogati atomsűrűség és tömegsűrűség II.	3.	2
Felületi atomsűrűségek I.	4.	2
Felületi atomsűrűségek II.	5.	2
Méreteffektusok. A felület és térfogat aránya, adalékatomok száma kis térfogatokban.	6.	2
Drift és mozgékonyosság szilárd testekben.	7.	2
Fajlagos vezetőképesség és ellenállás I.	8.	2
Fajlagos vezetőképesség és ellenállás II.	9.	2
Rektori szünet	10.	2
Diffúziós áram szilárd testekben I.	11.	2
Diffúziós áram szilárd testekben II.	12.	2
Hall-effektus.	13.	2
Pótlások.	14.	2
Félévközi követelmények:		
A tantervben előírt gyakorlatok látogatása kötelező. A vizsgára bocsátás feltétele három (elméleti és feladatmegoldásos) zárthelyi dolgozat megírása legalább elégséges (50%) szinten.		
A pótlás módja:		
A vizsgaidőszak első két hetében az ÓE tanulmányi szabályzata szerint. A sikertelen zárthelyik mindegyike pótolható egy alkalommal a szorgalmi időszakban külön időpontban. Aki nem ír meg legalább egy zárthelyi dolgozatot a szorgalmi időszakban legalább elégséges szinten, a vizsgaidőszakban már nem pótolható.		

A vizsga módja:

Vizsga a teljes félévi anyagból szóban vagy írásban, az adott vizsga kiírása szerint. A sikeres zárthelyi dolgozatok átlaga 20%-ban beszámít a vizsgajegybe.

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.

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.

Egyéb segédletek

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