

Tantárgyi dosszié

Tárgy: Elektrotechnika-Elektronika II.

Tárgyjegyző: Dr. Gáti Attila egyetemi docens

Szak: Energetikai mérnök BSc

Szakirány: szakmai közös ismeretek

Tantárgykód: GEVEE039B

Félév: tavaszi

ETF: GEVEE038B

Követelmény: 4/2/2/g/4

Tantárgyprogram	
hét	Előadás anyaga
1.	Elektronika passzív elemei: ellenállások, kondenzátorok, tekercsek.
2.	Bode-diagram, R-C négyfólyások.
3.	Félvezető-elmélet alapjai. Kétféle félvezető, dióda, speciális diódák.
4.	Tranzistorok jellemzői, alkapcsolások, munkapont-beállítás. Darlington kapcsolás.
5.	FET-ek működése, fajtái, kapcsolások, vezérelt és aktív ellenállás.
6.	Félvezetők kapcsolóüzemű tulajdonságai. Erősítők csoportosítása, jellemzőik. Negatív visszacsatolás.
7.	Szimmetrikus és aszimmetrikus erősítők, egy és többfokozatú erősítők, differenciál-erősítők, teljesítmény-erősítők, szelektív erősítők. 1. zárthelyi
8.	Műveleti erősítők felépítése, paraméterek, ofset és frekvencia problémáik és kompenzálásuk. Invertáló és nem invertáló erősítők, összegző-, kivonó-, integráló- és deriváló kapcsolások. PI, PD és PID kapcsolások.
9.	Műveleti erősítők kapcsoló üzeme, komparátorok, multivibrátorok. Oszcillátorok, kvarc-oszcillátorok.
10.	Jelformáló erősítők. Jelkondicionálás, műszererősítők, szigetelt erősítők, töltéscsatolt erősítők.
11.	Szűrési alapismeretek, szűrő típusok és tulajdonságaik. Aktív szűrők és jellemzőik, kapcsolt-kapacitású szűrők.
12.	Analóg-digitális és digitális-analóg átalakítók.
13.	Optoelektronika alapjai. Aktív- és passzív fotodetektorok, optoelektronikai adók, opto-csatoló, optokapuk.
14.	Lézer-dióda. LED alapú folytonos, multiplex és intelligens kijelzők, folyadékkristályok működése, tulajdonságaik. 2. zárthelyi
15.	Folyadékkristályos és plazma kijelzők. Katódsugárcsőes megjelenítők.

b) Kötelező irodalom:

Christopher Schenk - Ulrich Tietze : Analóg és digitális áramkörök MŰSZAKI KÖNYV-KIADÓ KFT. 2000 - ISBN: 9631600106

Dr. Kovács Ernő: Elektronikai II-VI online jegyzete. (<http://nw.elektro.unimiskolc.hu/kovacs>)

Dr. Kovács Ernő: Tranzisztoros kapcsolások mérése

Dr. Kovács Ernő: Műveleti erősítők mérése

Ajánlott irodalom:

Herpy: Analóg integrált áramkörök Műszaki Könyvkiadó 1974 ISBN: 963-10-0033-8

Jacob Millman Arvin Grabel: Microelectronics 2001 Mcgraw Hill ISBN: 978-0074637364

Hainzmann János - Varga Sándor - Zoltai József: Elektronikus áramkörök NEMZEDÉKEK TUDÁSA TANKÖNYVKIADÓ 2000 - ISBN: 9789631911367

R. W. Erickson: Bode Diagrams of Transfer Functions and Impedances

(<http://ece.colorado.edu/ecen2260/slides/Bodenotes.pdf>)

c) Félévi követelmények:

A tantárgy lezárásának módja: aláírás, gyakorlati jegy

Az aláírás megszerzésének feltétele a zárthelyik (tesztek) megfelelő szintű - 40%-os eredmény - megírása, valamint a laboratóriumi gyakorlatokon történő sikeres részvétel.

A mérési feladatok: tranzisztoros erősítő mérése, munkapont beállítás, be- és kimeneti ellenállás, erősítés és sávszélesség meghatározása, majd ugyanezen paraméterek mérése emitterkörü visszacsatolással, műveleti erősítő alapkapsolások, invertáló, nem invertáló, összegző, integrátor frekvenciamenetének vizsgálata, Schmitt-trigger. A mérésekről beadandó jegyzőkönyvet kell készíteni.

A zárthelyik egyszerű elméleti kérdésekből állnak, a minimum legalább 40% teljesítése, ez egyben az elégséges szint. (további osztályzatok: 40-54% elégséges, 55-69% közepes, 70-84% jó, 85-100% jeles) A gyakorlati jegy a mérésekre kapott osztályzatok átlagának, és a zárthelyik átlagának átlaga a szokásos kerekítési szabályok szerint. Az utolsó héten egy pótlási lehetőség van mind a laboratóriumi gyakorlat, mind a sikertelen zárthelyi(k) pótlására.

Óravázlat:

Passzív kétpólusok (ellenállás, kondenzátor, tekercs), komplex számítási módszer áttekintése. Négypólusok. Paraméterrendszerek (lánc, inverz lánc, impedancia, admittancia, hibrid, inverz hibrid). Kis és nagybetűk értelmezése, kis- és nagyjelű modellek. (Hivatkozás a későbbi félvezetős kapcsolásokra.) Feszültségátviteli függvény fogalma, definíciója. Ábrázolási módok, Nyquist és Bode-diagramok. Polinomos, gyöktényezős és normálalak fogalma. Logaritmikus ábrázolási mód előnyei. Konstans, nullás gyök, elsőfokú és másodfokú alaptagok ábrázolási módjai az amplitúdó és fáziskarakterisztikára. Grafikus összegzés.

Vezetés szilárd testekben. Elektronok megengedett energiaállapotai, vegyérték és vezetési szintek, sávok, tiltott sáv fogalma. Anyagok osztályozása áramvezetés szempontjából. Félvezető anyagok speciális vezetési tulajdonságai. Elektron- és lyukvezetés, generáció, rekombináció. Szennyezés definíciója, hatása a töltéshordozók koncentrációjára. Donor és akceptor, többségi és kisebbségi töltéshordozók, Einstein egyenlet. Egykristályok előállítása, diffúzió, ionimplantáció, planár technológia. A technológia hatása az eszközök paramétereire.

A pn átmenet viselkedése nyitó és záró előfeszítés esetén. Tértöltési és kiürített réteg. Dióda karakterisztikája. Letörési jelenség. Közelítő karakterisztikák. Speciális diódák (Zener, varicap, LED).

Tranzisztorok. Rajzjel, felépítés, típusok. A tranzisztor fizikai működése, bázisszélesség fontossága, kapcsolata az áramerősítési tényezővel. Tranzisztorok be- és kimeneti karakterisztikái, lehetséges üzemállapotok, ezek kapcsolata az analóg vagy digitális alkalmazási területtel.

Tranzisztoros alapkapcsolások (FE, FB, FC). Kisjelű helyettesítő kép (négypólus paraméterek és vezérelt generátorok kapcsolata, mint villamosságtani háttér szükséges!) Munkapont fogalma, munkapont beállítása, kivezérlési tartomány, telítés, torzítás. Be- és kicsatoló kondenzátorok szerepe.

Visszacsatolások. Osztályozás, negatív, pozitív, hurokerősítés, visszacsat-

tolt erősítés, négypólusok lehetséges visszacsatolásai (soros/párhuzamos, feszültség/áram). Visszacsatolás hatása a paraméterekre (erősítés, be- és kimeneti ellenállás, sávszélesség). Földelt emitteres kapcsolás soros áramvisszacsatolással. Számítás menete a tranzisztor modelljével, valamint a visszacsatolásról tanultak felhasználásával. Az emitterkörü ellenállás mint négypólus felismerése! Egyen- és váltóáramú visszacsatolás, hidegítő kondenzátorok.

Speciális kapcsolások: Darlington, kaszkód kapcsolás, differenciális erősítő. Analízis közös és szimmetrikus bemeneti jelekre (FE, és FE soros áramvisszacsatolással!), CMRR fogalmának bevezetése. Megoldás: áramgenerátoros táplálás. Áramtükör.

FET-ek működésének fizikai alapjai. Osztályozás (JFET, MOSFET, n- és p-csatornás, kiürítéses, növekményes). JFET működése, karakterisztikái. MOSFET működése, karakterisztikái. Alkalmazás példák mint vezérelt ellenállás és áramgenerátor, nagy bemeneti ellenállású differenciál erősítő.

Szimmetrikus és aszimmetrikus erősítők, fázisösszegző, tipikus opamp bemeneti fokozat. Teljesítményerősítők. Osztályok, munkapont beállítása, védelmek (túláram). Többfokozatú erősítők, több fokozatot áthidaló visszacsatolások.

Műveleti erősítők. Ideális és valós paraméterek. Offszet, drift problémák és megoldásuk. Különböző számítási módszerek összevetése (az erősítés figyelembe vételével, visszacsatolásra vonatkozó összefüggések felhasználásával, virtuális föld fogalma). Lineáris alapkapsolások: invertáló és nem invertáló alapkapsolás, összegző, kivonó, integráló, differenciáló kapsolás, P, I, D, PI szabályzó. Speciális kapcsolások: műszererősítő, működés közös módusú és szimmetrikus bemeneti jelekre, növelt CMRR és egyéb előnyök (nagy bemeneti ellenállás, egyetlen ellenállással állítható erősítés). Alkalmazási példa nyúlásmérő bélyeges erősítőben.

Műveleti erősítők nemlineáris alkalmazása. Komparátor, hiszterézis, Schmitt-trigger, oszcillátorok, fűrészes és négyszöggenerátor. Precíziós egyenirányító, logaritmikus és exponenciális erősítők.

A/D és D/A átalakítás, alapfogalmak, mintavételezés, kvantálás, felbontás, pontosság, hibák. S/H áramkörök. R-2R létrahálózat, PWM. Flash, számláló, sorozatos közelítéses, integráló típusú átalakítók, összevetés költség, sebesség, pontosság szempontjából. Alkalmazási területek.

Szűrő áramkörök. Osztályozás (alul- és felüláteresztő, sávszűrő, sávzáró. Az átviteli függvény pólusainak és zérusainak célszerű elhelyezése. Másodfokú tagok szerepe a szűrő karakterisztikájának alakulásában. Butterworth, csebisev szűrők. Sallen- Key kapcsolás analízise.

Optoelektronika alapjai. Fényérzékeny félvezető eszközök (fotoellenállás, fotodióda, fototranzisztor) működési elv, alkalmazási területek. Optoelektronikai adók, LED diódák, működési tartományok, hatásfok, optocsatolók, optokapuk, optikai leválasztás szerepe.

Lézer-dióda. Működési elv, szerkezete, speciális anyagok (AlGaAs, InGaAsP, stb.) LED-alapú folytonos, multiplex és intelligens kijelzők, multiplex üzemmód lényege. Folyadékkristályok működése, tulajdonságaik, alkalmazásuk, plazma kijelzők. Katódsugárcsőves megjelenítők. Elektronsugár létrehozása, eltérítés, többcsatornás üzemmódok, triggerelés szerepe.

Ellenőrző kérdések a GEVEE039B kurzus hallgatói számára

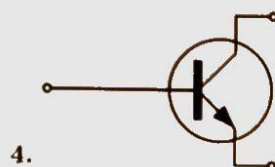
1. Definiálja a vezetési sáv fogalmát!
2. Intrinsic félvezetőben mi a kapcsolat az elektron- és lyuksűrűség között?
3. A félvezetőt III. vegyértékű anyaggal szennyezve milyen típusú vezetés jön létre?
4. n rétegben melyek a többségi töltéshordozók?
5. Mi az npn tranzisztor rajzjele?
6. Rajzoljon fel egy földelt emitteres alapkapcsolást soros áramviszacsatolással!
7. Milyen a valós műveleti erősítő erősítése, be- és kimeneti ellenállása?
8. Ismertesse a műszererősítő előnyös tulajdonságait!
9. Röviden ismertesse a flash A/D átalakító működési elvét!
10. Mire alkalmas a nyitott kollektoros kimenet?
11. Mi a fan-out?
12. Rajzoljon fel NAND kapukból egy R-S tárolót!
13. Mire használjuk a Karnaugh táblát?
14. Rajzolja fel a tranzisztor kimeneti karakterisztikáját!
15. Mi a negatív visszacsatolás hatása az erősítésre?
16. Sorolja fel a tranzisztor lehetséges alapkapcsolásait!
17. Mi a Bode diagram?
18. Sorolja fel a tranzisztor üzemállapotait!
19. Rajzolja fel egy Zener-dióda karakterisztikáját!
20. Rajzoljon fel egy R-2R létrahálózatot!
21. Ismertesse a sorozatos közelítéses A/D átalakító működési elvét!
22. Rajzolja fel a műszererősítőt!
23. Osztályozza a FET-eket!
24. Mi az LSB, az MSB és a FS jelentése?
25. Mit nevezünk közös módusú elnyomási tényezőnek?

Zárthelyi (minta) kérdések a GEVEE039B kurzus hallgatói számára

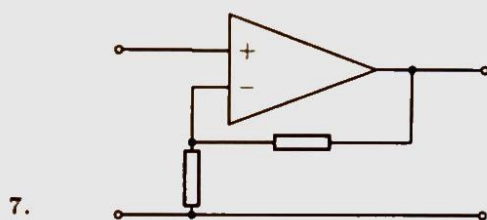
1. Mit nevezünk donornak?
2. Mit nevezünk többségi töltéshordozónak?
3. Mi a kapcsolat az elektronok és a lyukak sűrűsége között tiszta (intrinsic) félvezető esetén?
4. Mi az npn tranzisztor rajzjele?
5. Sorolja fel a tranzisztor lehetséges üzemállapotait!
6. Írja fel a négypólus egyenleteket a h paraméterek segítségével!
7. Rajzolja fel a nem invertáló műveleti erősítő alkapcsolást!
8. Milyen előnyös tulajdonságai vannak az ún. műszererősítőnek?
9. Mi a Bode diagram?
10. Hogyan osztályozzuk a visszacsatolásokat?
11. Milyen hatással van a negatív visszacsatolás a sávszélességre?
12. Melyik h paraméter írja le a tranzisztor áramerősítési tényezőjét?
13. Melyik A/D átalakítót választaná, ha nagy mintavételi sebességre van szükség?
14. Rajzolja fel az R-2R létrahálózatot!

Minta zárthelyi megoldása

1. Azokat az V. vegyértékű anyagokat nevezzük donornak, amelyekkel a tiszta félvezetőt szennyezve n típusú réteget állíthatunk elő.
2. Az adott rétegben többségben lévő mobilis töltéshordozókat, azaz n rétegben az elektronokat, p rétegben a lyukakat.
3. $n_i = p_i$



5. lezárás, telítés, normál aktív, inverz aktív üzemállapotok
6. $u_1 = h_{11} \cdot i_1 + h_{12} \cdot u_2$
 $i_2 = h_{21} \cdot i_1 + h_{22} \cdot u_2$



8. Növelt CMRR, nagy bemeneti ellenállás, az erősítés egyetlen ellenállás cseréjével változtatható.
9. A Bode diagram négypólusok feszültségátviteli függvényének logaritmikus ábrázolási módja. Két részből áll, amplitúdó- és fázisdiagramból. Az erősítést decibelben ábrázoljuk.
10. soros feszültség; soros áram; párhuzamos feszültség; párhuzamos áram; ill. negatív vagy pozitív visszacsatolás

11. A negatív visszacsatolás növeli a sávszélességet, az erősítés és a sávszélesség szorzata állandó.

12. h_{21}

13. Párhuzamos (flash) átalakítót.

