

Pontozás!

Elektronika 2.

INZH – A csoport

2013. november 8.

Név, Neptun-kód	Terem, Szék	Felügyelő aláírása

---	1.	2.	3.	4.	5.	Σ	éredemjegy
Max. pont	5	5	5	5	4	24	---
Elért pont							
Javító						---	---

A feladatok megoldásához papír, írószer, számológép használata megengedett, egyéb segédeszköz használata tiltott. A megoldásra fordítható idő: 90 perc. Az osztályozás a következő ponthatárok szerint történik:

0-9 pont	elégtelen (1)
10-12 pont	elégséges (2)
13-15 pont	közepes (3)
16-19 pont	jó (4)
20-24 pont	jeles (5)

Kérjük, hogy a megoldást arra a lapra írja, amelyen maga a feladat is szerepel. Ha a megoldásra szánt hely nem elegendő, akkor az adott lap másik oldala is használható, de ebben az esetben kérjük, hogy a feladat megoldásánál jelezze, hogy a másik oldalon is van feladat.

1. Egy PLL-ben a fázisdetektor egy 5V tápfeszültségű CMOS XOR kapu ($U_{OH} \approx 5V$, $U_{OL} \approx 0V$). A kapu kimenete egy passzív alul-áteresztő tagon keresztül vezérli a VFC-t. A kétszeresen integráló típusú VFC frekvenciája $U_C = 5V$ vezérlő feszültségen 100kHz. Mi lesz a kimeneti frekvencia 120kHz bemeneti frekvencia esetén? Rajzolja fel a fázisdetektor két bemeneti jelének időfüggvényét számszerűen is helyesen, közös ábrába 50kHz-es bemeneti frekvencia esetére!

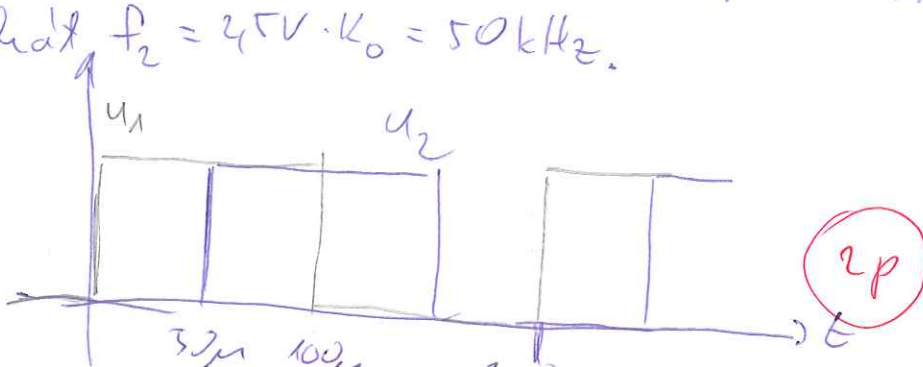
Passzív rel.: $U_{Cmax} = U_{ppmax} = U_{OH} = 5V$; $K_0 = \frac{100kHz}{5V}$

$f_{max} = K_0 \cdot U_{ppmax} = \frac{100k}{5} \cdot 5 = 100kHz$

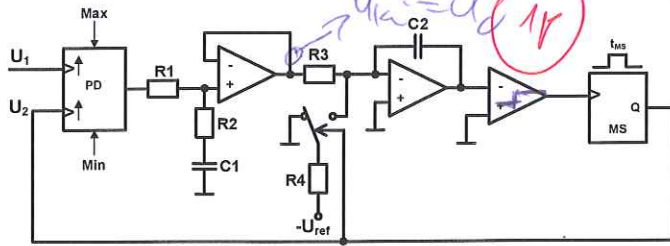
$f_1 = 120kHz$ -en tehát a PLL nem működik ($f_1 > f_{max}$). Mivel az XOR

fázisdetektor nem f-érzékeny $U_{pb} = \frac{U_{OHmax} + U_{OLmin}}{2} = 2.5V$

A kétszeresen integráló VFC $f(U_C)$ μ-e egyenlő arányos tag, tehát $f_2 = 2.5V \cdot K_0 = 50kHz$.



2. Az alábbi PLL áramkörben jelölje be azt a pontot, amelyet akkor lenne célszerű kivezetni, ha az áramkört FM demodulátornént használnánk! Határozza meg a követési tartomány felső határát! Becsülje meg a PLL mint szabályozási kör vágási körfrekvenciáját! Határozza meg, milyen tartományban változhat a modulációs frekvencia a -3dB-es átviteli tényező csökkenést figyelembe véve!



$$\frac{U_c - U_{ref}}{R_3 + R_4} \cdot \frac{t_{MS}}{T} = \phi$$

$$f_z = \frac{1}{T} = \frac{R_4}{R_3 \cdot C_{eq} \cdot t_{MS}} \cdot U_c = K_0 \cdot U_c$$

Adatok: PD: +2 és 0 közé korlátozott

számláló és DA váltó ($U_{LSB}=2,5V$), $R_1=20k\Omega$, $R_2=2k\Omega$, $C_1=1\mu F$, $R_3=10k\Omega$, $R_4=10k\Omega$, $C_2=1nF$, $t_{MS}=5\mu s$, $U_{ref}=10V$.

$$K_0 = \frac{R_4}{R_3 \cdot U_{ref} \cdot t_{MS}} = \frac{10k}{10k \cdot 10 \cdot 5\mu} = 20 \text{ kHz/V}$$

$$f_{max} = U_{c,max} \cdot K_0 = 100 \text{ kHz} \quad (2p)$$

Passzív nat.: $U_{c,max} = U_{p,max} = 2 \cdot U_{LSB} = 5V$

$$K_{PD} \cdot A_p \cdot K_0 \cdot 2\alpha \approx \omega_c \approx \frac{2.5}{2\alpha} \cdot \frac{2}{\omega + 2} \cdot 20k \cdot 20c = \frac{100k}{22} \approx 4.5 \text{ k/s} \quad (1p)$$

$$K_{PD} = \frac{U_{c,LSB}}{2\alpha} = \frac{2.5}{2\alpha}$$

$$f_{min} = \phi \text{ Hz (FM miatt)}$$

$$f_{max} = \frac{\omega_c}{2\alpha} = \frac{4.5 \text{ k}}{2\alpha} \approx 400 \text{ Hz} \quad (1p)$$

3. Írja fel az AM jel időfüggvényének egyenletét, ha az összetett moduláló jel 0,1V amplitúdójú 400Hz frekvenciájú és 0.2V amplitúdójú 440Hz frekvenciájú szinusz jelek összege, a modulálatlan vivő amplitúdója 1V, frekvenciája 100kHz! Mik lesznek a modulált jel spektrumának összetevői? Az egyszerűsége is törekedve melyik demodulátor használatát javasolja? Rajzolja fel a kapcsolási rajzát! Milyen szűrő alkalmazását javasolja (számszerűen is) a demodulátor kimenetén?

$$u_{AM} = (u_v + u_{m1} \cdot \sin(2\pi \cdot f_1 \cdot t) + u_{m2} \cdot \sin(2\pi \cdot f_2 \cdot t)) \cdot \sin(2\pi \cdot f_v \cdot t)$$

$$(1 + 0,1 \cdot \sin(2\pi \cdot 400 \cdot t) + 0,2 \cdot \sin(2\pi \cdot 440 \cdot t)) \cdot \sin(2\pi \cdot 100k \cdot t) \quad (1p)$$

Spektrum: f_v $f_v \pm f_{m1}$ $f_v \pm f_{m2}$

100k 100400Hz 100440Hz

 99600Hz 99560Hz

(1p)

$(u_{m1} + u_{m2}) < u_v$, tehát nincs szükség analóg, nem szükséges demodulátornak.

Lehet analóg-egyszerűsítés v. analóg közbélyezés. (1p)

Feladko jelképe; nincs szer utáblítól:



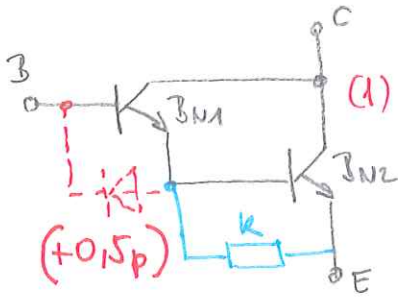
Szűrő: analógteremtés: $\tau_1 = \frac{1}{2\pi \cdot f_1}$

absol $f_1 = \sqrt{2f_v \cdot f_{max}} = \sqrt{400k \cdot 440} =$

Felüláteremtés: 1

(1p)

4. Rajzoljon fel két npn tranzisztorból kialakított Darlington alkapcsolást. A tranzisztorok közös emitterű kapcsolásra vonatkozó nagyjelű áramerősítési tényezői $\beta_{N1}=25$ és $\beta_{N2}=10$ (kimeneti tranzisztor), a kollektor-emitter maradékáramuk egységesen $I_{CE0}=2\text{mA}$. A tranzisztorok bázis-emitter karakterisztikáit egységesen $U_{BET}=0.7\text{V}$ küszöbfeszültséggel és $r_B=0.05\Omega$ meredekségű jelleggörbe szakasszal közelítjük. Rajzolja fel a kapcsolást. Határozza meg a Darlington tranzisztor eredő áramerősítési tényezőjét és eredő maradékáramát. Hogyan lehet csökkenteni a Darlington tranzisztor maradékáramát? Határozza meg a szükséges alkatrészek értékét.



$$\beta_N = \beta_{N1} + \beta_{N2} + \beta_{N1} \cdot \beta_{N2} = 25 + 10 + 250 = \underline{285} \quad (1)$$

$$I_{CE0} = I_{CE01} + I_{CE02} + \beta_{N2} \cdot I_{CE01} =$$

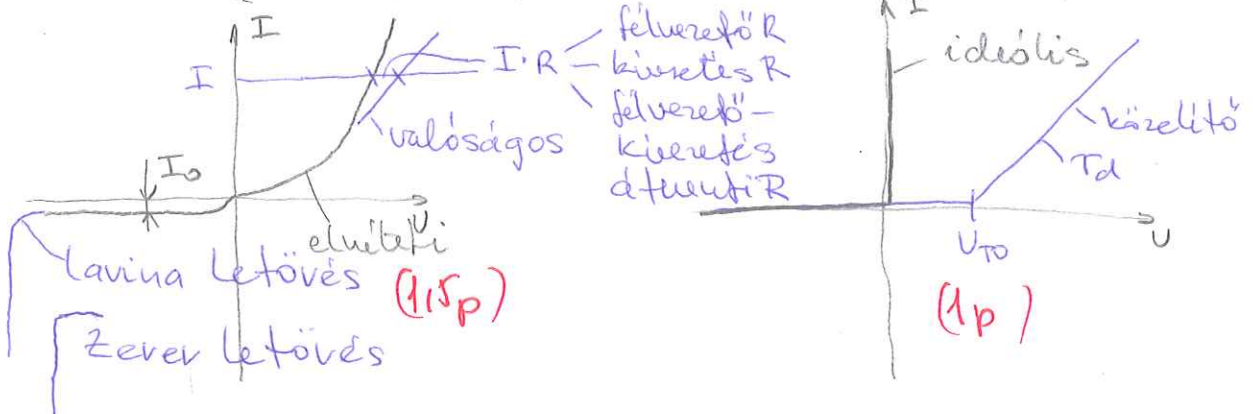
$$= 2 + 2 + 10 \cdot 2 = \underline{24\text{mA}} \quad (1)$$

R (1)

$$R \leq \frac{U_{BET}}{I_{CE01}} = \frac{0,7\text{V}}{0,002} = \underline{350\Omega} \quad (1)$$

5. Írja fel egy félvezető dióda elméleti $i_d=f(u_d)$ egyenletét. Ez alapján rajzolja fel a félvezető dióda elméleti, valamint valóságos, közelítő és ideális jelleggörbéit mind a vezető irányú, mind a záró irányú feszültség tartományban. Ismertesse az elméleti és a valóságos jelleggörbe közötti eltéréseket és magyarázza röviden az eltérések okait. A félvezető dióda melyik tulajdonságát használjuk fel a VARICAP diódáknál?

$$I = I_0 \left(e^{\frac{qV}{kT}} - 1 \right) \text{ vagy } I = I_0 \left(e^{\frac{U}{U_T}} - 1 \right) \quad (0,5p)$$



VARICAP $(C = \frac{K_f}{\sqrt{U_0 - U}})$ töltési kapacitás feszültség

függésével, feszültséggel változtatható kapacitás (hangolás)

Pontrész

Elektronika 2.

INZH – B csoport

2013. november 8.

Név, Neptun-kód	Terem, Szék	Felügyelő aláírása

---	1.	2.	3.	4.	5.	Σ	éremjegy
Max. pont	5	5	5	5	4	24	---
Elért pont							
Javító						---	---

A feladatok megoldásához papír, írószer, számológép használata megengedett, egyéb segédeszköz használata tiltott. A megoldásra fordítható idő: 90 perc. Az osztályozás a következő ponthatárok szerint történik:

0-9 pont	elégtelen (1)
10-12 pont	elégséges (2)
13-15 pont	közepes (3)
16-19 pont	jó (4)
20-24 pont	jeles (5)

Kérjük, hogy a megoldást arra a lapra írja, amelyen maga a feladat is szerepel. Ha a megoldásra szánt hely nem elegendő, akkor az adott lap másik oldala is használható, de ebben az esetben kérjük, hogy a feladat megoldásánál jelezze, hogy a másik oldalon is van feladat.

1. Egy analóg PLL-ben a fázisdetektor egy $K_M=1/V$ átviteli tényezőjű analóg szorzó. A szabályozó passzív aluláteresztő tag. A bemeneti jel és a VCO kimeneti feszültségének amplitúdója egyaránt 2V. A VCO frekvenciája $U_C=-1V$ vezérlő feszültség alatt 100kHz, $U_C=1V$ vezérlő feszültség felett 200kHz, közte lineárisan változik. Határozza meg a PLL követési tartományát! Rajzolja fel a fázisdetektor két bemeneti jelének időfüggvényét számszerűen is helyesen, közös ábrába 150kHz-es bemeneti frekvencia esetére!

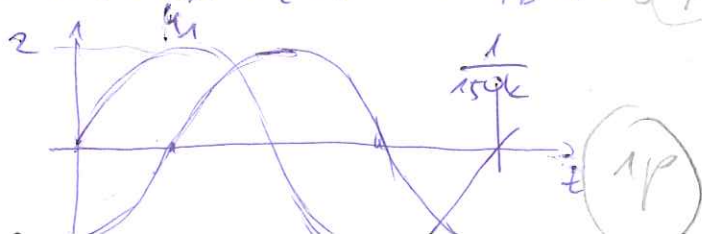
$$U_{PD} = \frac{1}{2} \cdot K_M \cdot \hat{u}_1 \cdot \hat{u}_2 \cdot \sin(\omega_1 t - \omega_2 t) \quad (1p)$$

$$\hat{u}_1 = \hat{u}_2 = 2V$$

$$f_{max} \text{ és } f_{min} = U_{C_{kv}} = U_{PD_{kv}} \quad (1p)$$

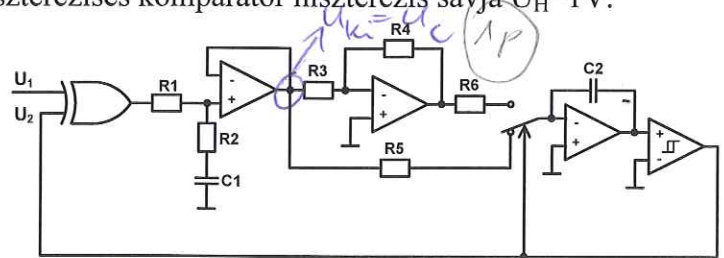
Mivel U_{PD} tartománya ($\pm 2V$) $>$ U_C tartománya ($\pm 1V$), utóbbi határozza meg a követési tartományt: $f_{max} = 200kHz$, $f_{min} = 100kHz$

150kHz-nél $U_C = 0V \rightarrow U_{PD} = 0V$ (1p)



2. Az alábbi PLL áramkörben jelölje be azt a pontot, amelyet akkor lenne célszerű kivezetni, ha az áramkört FM demodulátornént használnánk! Határozza meg a követési tartomány felső határát! Becsülje meg a PLL mint szabályozási kör vágási körfrekvenciáját! Határozza meg, milyen tartományban változhat a modulációs frekvencia a -3dB-es átviteli tényező csökkenést figyelembe véve!

Adatok: XOR: $U_{OH}=5V$ és $U_{OL}=0V$, $R1=10k\Omega$, $R2=1k\Omega$, $C1=200nF$, $R3=R4=R5=R6=10k\Omega$, $C2=2nF$, a hiszterézises komparátor hiszterézis sávja $U_H=1V$.



$U_{PD,max} = U_{C,max} = U_{OH} = 5V$ (1p)

$\frac{U_C}{R \cdot C_2} = \frac{2U_H}{T}$

$\frac{1}{T} = \frac{1}{R \cdot C_2 \cdot 2U_H} \cdot U_C = K_o \cdot U_C$

$K_o = \frac{1}{R \cdot C_2 \cdot 2U_H} = \frac{1}{10k \cdot 2n \cdot 2 \cdot 1} \rightarrow 25 kHz/V$ (1p)

$f_{max} = U_{C,max} \cdot K_o = 125 kHz$ (1p)

$K_{PD} \cdot A_V - K_o \cdot \frac{2\omega_c}{\omega_c} = 1; K_{PD} = \frac{U_{OH} - U_{OL}}{\omega_c}; \Rightarrow \omega_c \approx \frac{5}{11} \cdot \frac{1}{11} \cdot 25k \cdot 2n \approx 23.1k [1/s]$ (1p)

FM jel: $f_{alsó} = 0 Hz; f_{felső} < \frac{\omega_c}{2\omega_c} = 3,26 kHz$ (1p)

3. Írja fel az AM jel időfüggvényének egyenletét, ha az összetett moduláló jel 1V amplitúdójú 1kHz frekvenciájú és 0.5V amplitúdójú 440Hz frekvenciájú szinusz jelek összege, a modulálatlan vivő amplitúdója 1V, frekvenciája 100kHz! Mik lesznek a modulált jel spektrumának összetevői? Melyik demodulátor használatát javasolja? Miért? Milyen szűrő alkalmazását javasolja (számszerűen is) a demodulátor kimenetén, ha a moduláló jel frekvenciája a 100Hz-4kHz tartományban változhat?

$U_{AM} = (U_V + U_{m1} \cdot \sin \omega_1 t + U_{m2} \cdot \sin \omega_2 t) \cdot \sin(2\pi \cdot f_v \cdot t) = (1 + 1 \cdot \sin(2\pi \cdot 1k \cdot t) + 0,5 \cdot \sin(2\pi \cdot 440 \cdot t)) \cdot \sin(2\pi \cdot 100k \cdot t)$ (1p)

Spektrum: $f_v, f_v \pm f_{m1}, f_v \pm f_{m2}$

100k, 101k, 100440Hz, 99k, 99560Hz (1p)

$(U_{m1} + U_{m2}) > U_V \Rightarrow m > 100\%$, tehát csak analóg nagyvívű demod.

Szűrő: a vivő miatti de összetevő miatt kiliáterents, ahol $\tau_1 > \frac{1}{2\pi \cdot 100k}$ (1p)

a szűrés f_v kimerésére kell a kiliáterents, ami a $2 \cdot 100k$ -et kimerés, de f_{max} -ot áttergedi:

$f_2 = \sqrt{2f_v \cdot f_{max}} = \sqrt{200k \cdot 4k} \approx 28k Hz, \tau_2 = \frac{1}{2 \cdot 28k} = 5 \mu s$ (1p)

4. Határozza meg a félvezető dióda bekapcsolt állapotú veszteségi teljesítményének a középértékét, ha a diódán T periódus idejű, $i_D(t)$ periodikus áram folyik. A dióda nyitó irányú jelleggörbét U_{TO} küszöbfeszültséggel és r_D meredekségű jelleggörbe szakasszal közelítjük. Számítsa ki a bekapcsolt állapotú veszteségi teljesítmény középértékét, ha a diódán 10A-es amplitúdójú, 25%-os kitöltési tényezőjű négyszögletes hullámformájú áram folyik és $U_{TO}=0.7V$ és $r_D=0.01\Omega$. Mennyi lenne a veszteségi teljesítmény, ha a diódán folyamatosan 10A-es áram folyna át?

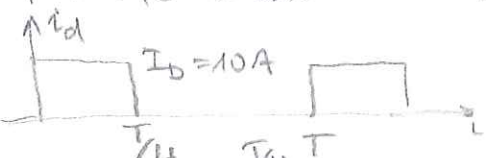
$$i(t)$$

$$u(t) = U_{TO} + r_D \cdot i(t)$$

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T i(t) \cdot [U_{TO} + r_D \cdot i(t)] dt = U_{TO} \underbrace{\frac{1}{T} \int_0^T i(t) dt}_{I_{DAV}} + r_D \underbrace{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt}_{I_{DRMS}^2}$$

$$P = U_{TO} \cdot I_{DAV} + r_D I_{DRMS}^2 \quad (1)$$

(Levezetés + 0,5p)



$$I_{DAV1} = \frac{1}{T} \int_0^{T/4} I_D dt = \frac{I_D}{4} = 2,5A \quad (0,5)$$

$$I_{DRMS1} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^{T/4} I_D^2 dt} = \frac{I_D}{2} = 5A \quad (0,5)$$

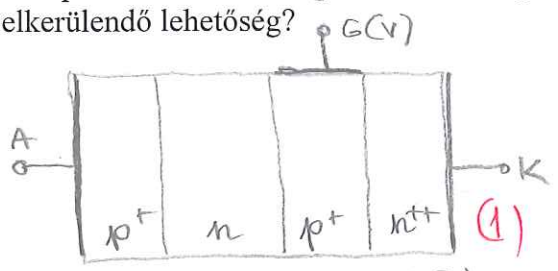
$$P_{D1} = 0,7 \cdot 2,5 + 0,01 \cdot 5^2 = 2W \quad (1)$$

$$I_{DAV2} = I_D = 10A \quad (0,5)$$

$$I_{DRMS2} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I_D^2 dt} = I_D = 10A \quad (0,5)$$

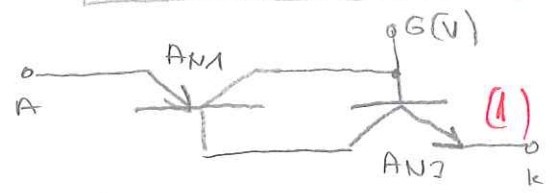
$$P_{D2} = 0,7 \cdot 10 + 0,01 \cdot 100 = 8W \quad (1)$$

5. Rajzolja fel a tirisztor sematikus felépítését. Jelölje az egyes rétegek típusát (n, p), valamint az adalékolás egymáshoz viszonyított erősségét. Nevezze meg és jelölje az elektródák csatlakozását a félvezető rétegekhez. Rajzolja fel a tirisztor kéttranzistoros helyettesítő képét. Mi a bekapcsolás feltétele, ha ismert a két tranzisztor közös bázisú kapcsolásra vonatkozó nagyjelű áramerősítési tényezője (A_{N1}, A_{N3}) Ismertesse a tirisztorok bekapcsolási, bekapcsolódási lehetőségeit. A lehetőségek közül melyik megengedett, üzemszerű és melyik elkerülendő lehetőség?



$$I_A = \frac{I_0 + A_{N3} \cdot I_V}{1 - (A_{N1} + A_{N3})}$$

$$A_{N1} + A_{N3} = 1 \quad (0,5)$$



- ① $U_{AK} > U_{BO}, I_V = 0$ (lehetséges)
 - ② $U_{AK} < U_{BO}, I_V > 0$ (üzemszerű)
 - ③ $U_{AK} < U_{BO}, I_V = 0, \frac{dU_{AK}}{dt} > \frac{dU_{AKH}}{dt}$ (elkerülendő)
- } (1,5)