

Elektronika 2.

2. Pótzárthelyi dolgozat – A csoport

1. Egy jelforrás hosszú vezetékpárral csatlakozik egy erősítő bemenetére, így egy tőle galvanikusan független ismert vezetőhurokból viszonylag nagy zavarójel indukálódik a jelforrás kimenet – erősítő bemenet hurokba. Sorolja fel, milyen lehetőségek kínálóznak az erősítő bemenetére jutó zavarfeszültség csökkentésére!

2. Adja meg egy ideális p-n átmenettel és r_s soros rétegellenállással helyettesíthető dióda $\Delta f=100\text{kHz}$ sávszélességre érvényes szélessávú zajhelyettesítő képét! Számítsa ki a helyettesítő kép egyes elemeinek értékét a letörési feszültségnél lényegesen kisebb, de 1V-ot meghaladó záróirányú feszültségen, $T=300\text{K}$ hőmérsékleten, ha a dióda maradékárama: $I_0=10^{-6}\text{A}$, soros rétegellenállása $r_s=10^{-2}\Omega$!

A fizikai állandók: $k=1.38\cdot 10^{-23}\text{Ws/K}$, $q=1.6\cdot 10^{-19}\text{As}$.

3. Rajzolja fel a tirisztor sematikus felépítését. Jelölje az elektródák csatlakozását a félvezető rétegekhez. Rajzolja fel a tirisztor $i_{AK}-u_{AK}$ jelleggörbáját vezéreltetlen ($I_{GK}=0$), valamint I_{GK1} és $I_{GK2} > I_{GK1}$ esetekre. Ismertesse a tirisztorok bekapcsolási, bekapcsolódási módjait, lehetőségeit.

4. Egy 3F1U3Ü vezérelt áramirányító R_d , L_d , terhelést táplál. $U_s=230\text{V}$, $R_d=10\Omega$, $L_d=\infty$, $\alpha=30^\circ$, $f=50\text{Hz}$. A hálózat és a félvezető elemek ideálisak. Rajzolja fel a kapcsolást. Állandósult állapotra rajzolja fel a hálózati feszültségeket, valamint az $u_d(t)$, $i_d(t)$, $i_{Th1}(t)$, $i_{Th2}(t)$, $i_{Th3}(t)$ időfüggvényeket. Határozza meg az U_d , I_d , I_{Th1AV} , I_{Th2AV} , I_{Th3AV} áram középértékeket. Ha a terheléssel párhuzamosan D_0 nulldiódát kapcsolnánk milyen változást okozna a kapcsolat működésében?

5. Határozza meg a félvezető dióda bekapcsolt állapotú veszteségét, ha a dióda nyitó irányú jelleggörbáját U_{TO} küszöbfeszültséggel és r_D meredekségű jelleggörbe szakasszal közelítjük. Számítsa ki a bekapcsolt állapotú veszteségi teljesítményt, ha a diódán 10A-es állandó áram folyik és $U_{TO}=0.8\text{V}$ és $r_D=0.008\Omega$.

Elektronika 2.

2. Pótzárthelyi dolgozat – B csoport

1. Egy erősítő bemenetét vezérlő jelforrás csatlakozóvezetékével kapacitív csatolást létesít egy erősen változó feszültségű, tőle galvanikusan független ismert vezetősín, ami jelentős zavarást okoz az erősítő bemeneti jelében. Sorolja fel, milyen lehetőségek kínálóznak a zavaróhatás csökkentésére!
2. Egy bipoláris tranzisztor sematikus rétegrendezésén tüntesse fel, hogy a tranzisztor egyes részei milyen jellegű zaj forrásai! Írja fel az egyes zajforrások számításához alkalmazható összefüggéseket is!
3. Definiálja a következő, az áramirányító kapcsolásokkal kapcsolatos fogalmakat: fázisszám, útszám, ütemszám, gyújtásszög, természetes kommutációs pont, folyamatos áramvezetés, egyenirányító üzem, váltóirányító üzem.
4. Egy 3F1U3Ű vezérelt áramirányító R_d , L_d , U_B terhelést táplál. $U_s = 230V$, $R_d = 10\Omega$, $L_d = \infty$, $U_B = 50V$, $\alpha = 60^\circ$, $f = 50Hz$. A hálózat és a félvezető elemek ideálisak. Rajzolja fel a kapcsolást. Állandósult állapotra rajzolja fel a hálózati feszültségeket, valamint az $u_d(t)$, $i_d(t)$, $i_{Th1}(t)$, $i_{Th2}(t)$, $i_{Th3}(t)$ időfüggvényeket. Határozza meg az U_d , I_d , I_{Th1AV} , I_{Th2AV} , I_{Th3AV} középtételeket és az I_{Th1RMS} , I_{Th2RMS} , I_{Th3RMS} effektív értékeket.
5. Egy bipoláris tranzisztor – közös emitterű kapcsolásban - kapcsolóüzemben működik. A terhelés $R = 5\Omega$, a tápfeszültség $U_T = 15V$. A tranzisztor áramerősítési tényezője $B_N = 15$, a telítési tartományban a feszültségesése az átfolyó áramtól függetlenül $U_{CE} = 0.8V$ állandó érték. Rajzolja fel a kapcsolást. Határozza meg a terhelésen átfolyó áramot (I_R), a terhelésre jutó (U_R) és a tranzisztorra jutó (U_{CE}) feszültséget, ha a tranzisztor bázisárama $I_{B1} = 0.1A$, illetve $I_{B2} = 0.5A$ állandó értékek.

1/A példa: megoldás

Az $U_j \times$ csőszelvényi lehetőségei:

- a jelvezeték káros csőszelvénye
- a jelvezeték szűrése
- a jelvezeték zavarójelektől való mágneses árnyékolása
 - a.) ferromágneses anyagú pl. csővel (kis és közepes frekvenciákon)
 - b.) nagy frekvenciákon jó vezető anyagú árnyékoló csővel

(3p)

Ezzel az U_z csőben,

Az U_z -nél az U_{be}/U_z arány javításával:

- áramgenerátoros jelforrás alkalmazása (nagy R_j)
 - kis bemeneti impedanciájú erősítő kialakítása (kis R_{be})
- azaz eredőben kis R_{be}/R_j arány megvalósítása

(2p)

1/B példa: (megoldás)

A C_x csőszelvényi lehetőségei

- a vezetősíntól mért távolság növelése
- földelt ármegkötővezeték beiktatása a jelvezeték és a zajvezetősín közé
- a jelvezeték földelt ármegkötő kialakítása

(3p)

Ezzel az I_z csőben

Az $U_{be} - I_z$ arány javítása:

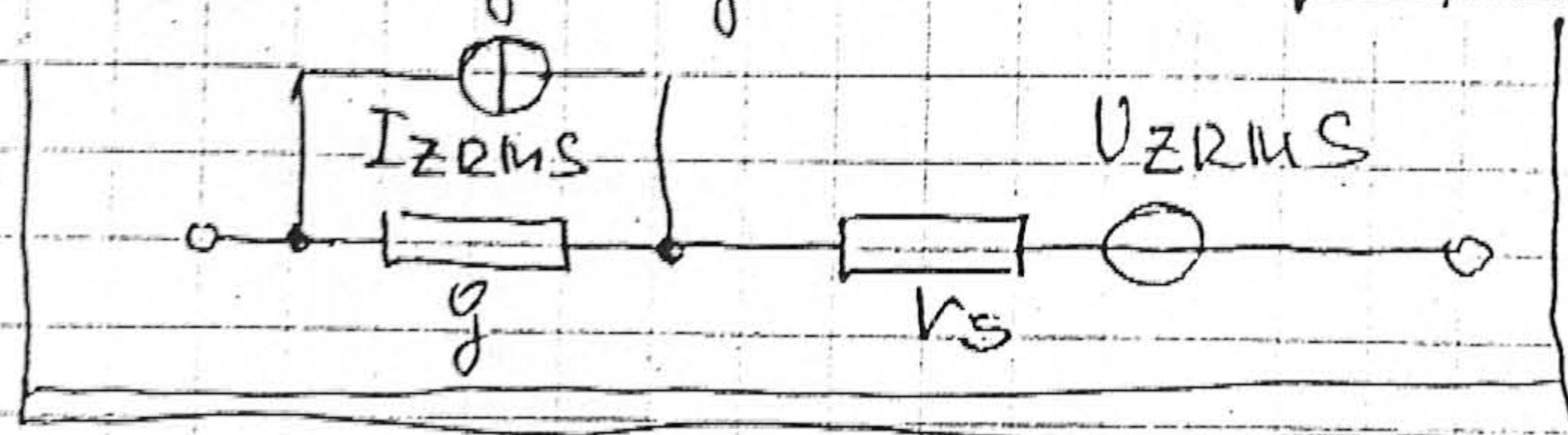
- fesz. generátoros jelforrás kialakítása (kis R_j)
- nagy bemeneti impedanciájú erősítő kialakítása

azaz eredőben nagy R_{be}/R_j arány megvalósítása kis R_j vel.

(2p)

2/A példa: megoldás

A dióda zajhelyettesítő képe:



2 pont

Ha $1V < -V_D < U_L$, akkor $I_D = I_0$, így $\left| \frac{dI_D}{dV_D} \right| = 0$ 1 pont

$$I_{ZRMS} \approx \sqrt{2qI_0 \Delta f} = \sqrt{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-6} \cdot 10^5} = \sqrt{3,2 \cdot 10^{-10}} = 1,79 \cdot 10^{-10} [A]$$

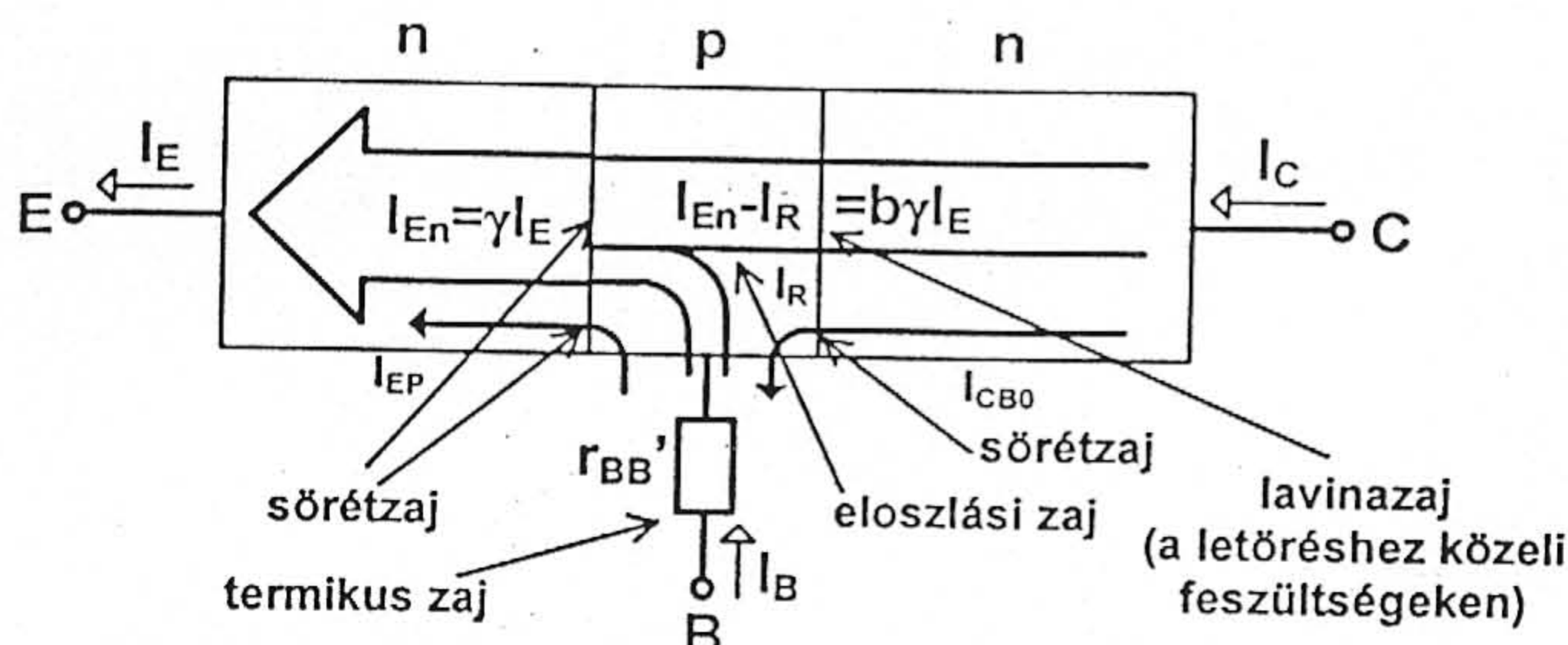
1 pont

$$U_{ZRMS} = \sqrt{4kT \cdot r_s \Delta f} = \sqrt{4 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 10^{-2} \cdot 10^5} = \sqrt{16,56 \cdot 10^{-9}} = 4,06 \cdot 10^{-9} [V]$$

1 pont

2/B példa: megoldás

A tranzisztor zaj forrásai:



2 pont

A vezető irányban igénybevett emitter-bázis pn átmenetre jellemző sörétzaj a pn átmenetre kapott 1.5.3.3., 1.5.3.5. és 1.5.3.6. összefüggések alapján:

$$I_{Z1RMS}^2 = 2q(I_E + I_{EB0}) \Delta f + 2qI_{EB0} \Delta f \approx 2qI_E \Delta f, \quad /1.5.3.9/$$

1 p

és

$$I_{Z1RMS}^2 = 4kTg_E \Delta f - 2qI_E \Delta f \quad /1.5.3.10/$$

V

Ahol az emitter-bázis átmenet differenciális vezetése, illetve ellenállása:

$$g_e = 1/r_e = \frac{\partial i_e}{\partial U_{EB}} \approx \frac{q}{kT} I_E \quad /1.5.3.11/$$

A bázisvezetés r_{BB} ellenállásának termikus zaja:

$$U_{ZBRMS}^2 = 4kTr_{BB} \Delta f \quad /1.5.3.12/$$

0,5 p

A kollektorátmeneten a kisebbségi töltéshordozók által vezetett maradékáram jellegű áram folyik. Ez egyrészt az átmenet saját I_{CB0} maradékárama, melynek sörétzaja:

$$I_{Z20RMS}^2 = 2qI_{CB0} \Delta f, \quad /1.5.3.13/$$

0,5 p

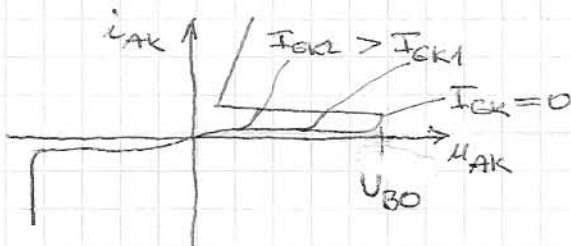
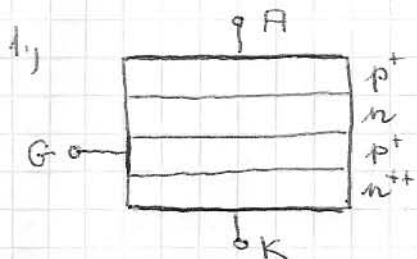
másrészt az emitteráramhoz hasonlóan az α áramerősítési tényezővel felerősített I_{Z1RMS} zajáram által gerjesztett korreláló sörétzaj összetevő:

$$I_{Z21RMS}^2 = \alpha I_{Z1RMS}^2 \quad /1.5.3.14/$$

A bázisrétegben a bázis és kollektoráram közötti eloszlási zaj hatása is terheli még a kollektorátmenetet, amely az /1.5.2.20/ és /1.5.3.4/ figyelembevételével:

$$I_{Z2eRMS}^2 = 2q(I_B X I_C) \Delta f \approx 2qI_B \Delta f \quad /1.5.3.15/$$

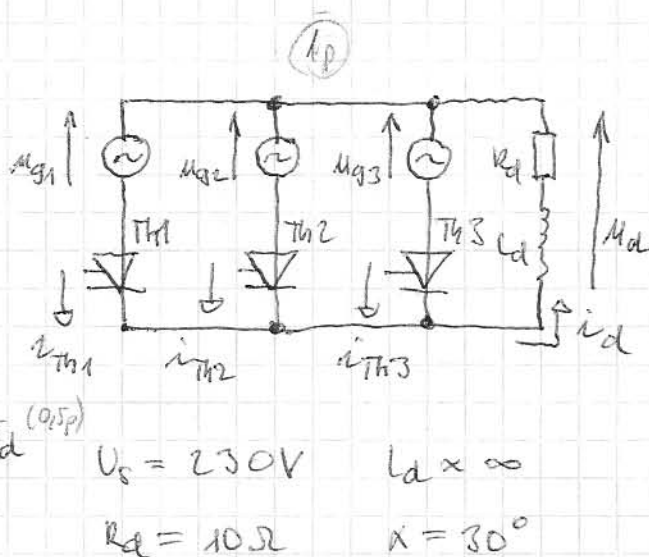
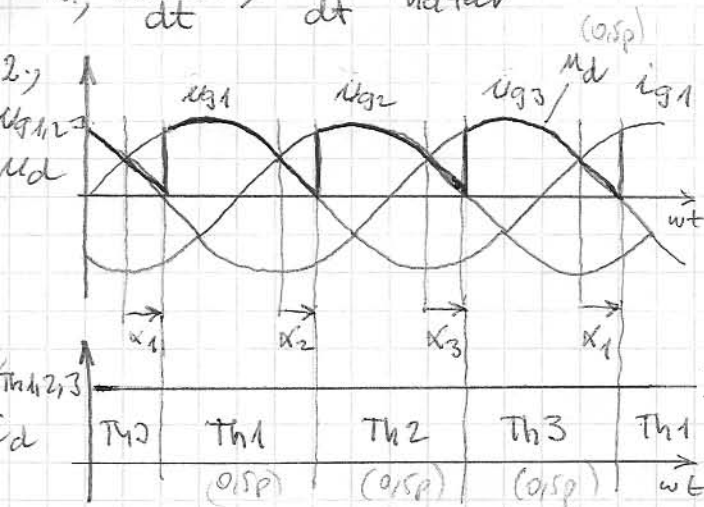
1 p



1, $u_{AK} \geq U_{B0}$ ($I_{AK} = 0$)

2, $u_{AK} < U_{B0}$, $I_{AK} > 0$

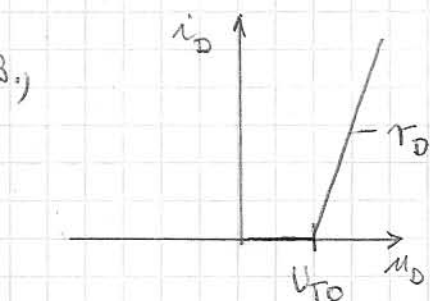
3, $\frac{du_{AK}}{dt} > \frac{dI_{AK}}{dt}$ natár



$$U_{dk} = \sqrt{2} U_s \frac{p}{\pi} \sin \frac{\pi}{p} \cos \alpha = \sqrt{2} \cdot 230 \cdot \frac{3}{\pi} \sin 60^\circ \cdot \cos 30^\circ = 233,1V$$

$$I_d = U_{dk} / R_d = 23,3 \cdot A \quad I_{T_{H1,2,3}AV} = I_d / 3 = 7,76A$$

Do hirtetése nem okor voltordást, mert az u_d -nek nincs negatív pillanatértéke. (1p)



$$u_D(t) = U_{TO} + r_D i_D(t)$$

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T (U_{TO} \cdot i_D(t) + r_D \cdot i_D^2(t)) dt$$

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T U_{TO} \cdot i_D(t) dt + r_D \int_0^T i_D^2(t) dt$$

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

$$I_{DAV} = 10A \quad U_D = 0,8V + 0,008 \cdot I_D = 0,88V$$

$$P = 0,88V \cdot 10A = 8,8W$$

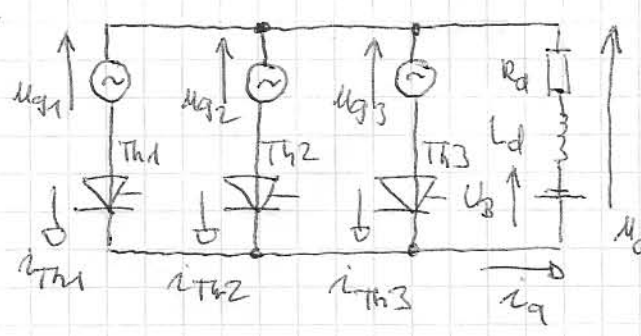
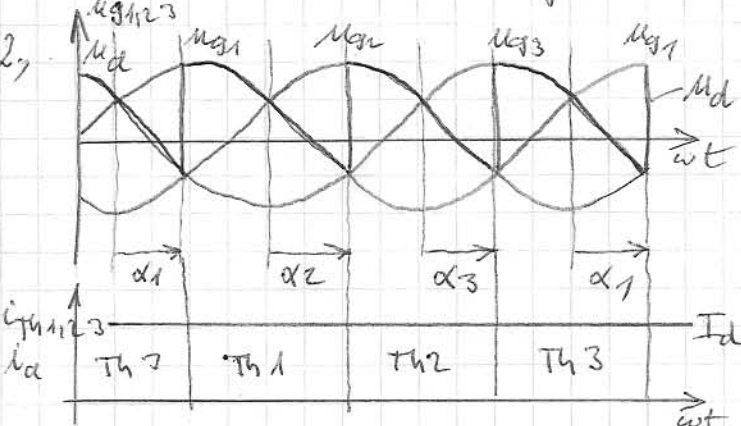
$$P = 0,8V \cdot 10A + 0,008\Omega \cdot 100A^2 =$$

$$= 8,8W$$

$$r_D = 0,008\Omega$$

$$U_{TO} = 0,8V$$

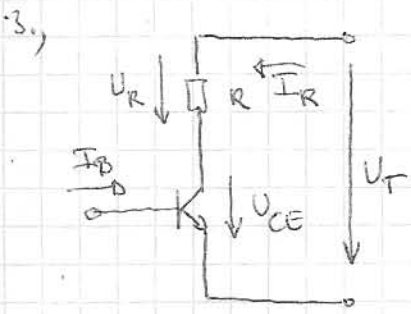
- 1, forisráni: a táplálóról (transzformátor) forisra a síma (1, 3)
 0,5
 átsíra: egy hálórati generátoron, vagy a transzformátor egy netes.
 0,5
 telési: az áram folyási iránya (1, 2)
 0,5
 áram: $\frac{u_d(t) \text{ elő fellamóvítás frekvenciája}}{\text{hálórati frekvencia}}$
 0,5
 gyűtési: tisztonál gyűtési pillanata a transzformátor
 1
 komutációs ponttól méne.
 terminetes komutációs pont: ahol a hálórati fáilté-
 1
 gér metrit egyenest
 folyametes áramveretés: $i_d(t) > 0$
 0,5
 egyenővítő ítem: az energia a hálóratiól az
 0,5
 egyenővítőre áramlíz
 inverter ítem: az energia az egyenővítőre a hálórati
 0,5
 hálórati felé áramlíz.



$$U_{d\alpha} = \sqrt{2} U_s \frac{p}{\pi} \sin \frac{\pi}{p} \cos \alpha = \sqrt{2} \cdot 230 \cdot \frac{3}{\pi} \sin 60^\circ \cos 60^\circ = 134,5 \text{ V}$$

$$I_d = (U_{d\alpha} - U_B) / R_d = (134,5 \text{ V} - 50 \text{ V}) / 10 \Omega = 8,45 \text{ A}$$

$$I_{Th1,2,3AV} = 8,45 \text{ A} / 3 = 2,82 \text{ A} \quad I_{Th1,2,3RMS} = 8,45 / \sqrt{3} = 4,88 \text{ A}$$



1, $I_{C1} = \beta_N \cdot I_{B1} = 15 \cdot 0,1 = 1,5 \text{ A} = I_{R1}$
 $U_{R1} = I_{R1} \cdot R = 1,5 \text{ A} \cdot 5 \Omega = 7,5 \text{ V} < U_T$
 $U_{CE1} = U_T - U_{R1} = 15 - 7,5 = 7,5 \text{ V}$
 2, $I_{C2} = \beta_N \cdot I_{B2} = 15 \cdot 0,5 = 7,5 \text{ A} \rightarrow 4,84 \text{ A}$
 $U_{R2} = 7,5 \text{ A} \cdot 5 \Omega = 37,5 \text{ V} > U_T \Rightarrow U_{CE2} = 0,8 \text{ V}, I_{R2} = (15 \text{ V} - 0,8 \text{ V}) / 5 \Omega = 2,84 \text{ A}$
 $U_{R2} = 14,2 \text{ V}$