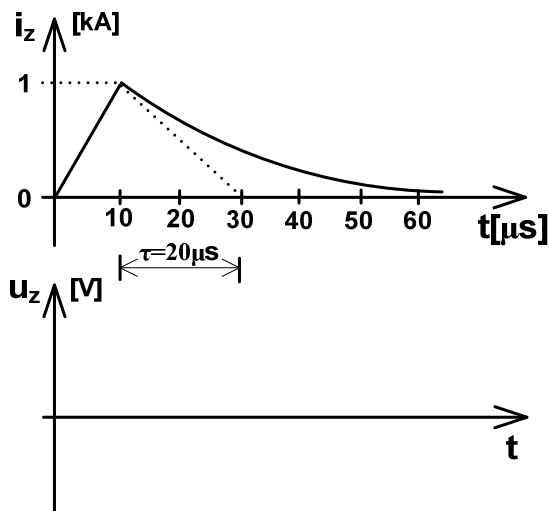


Elektronika 2.

2. Zárthelyi dolgozat – A csoport

1. Egy $R_{be}=150\Omega$ bemeneti ellenállású erősítőt egy $R_j=50\Omega$ belső ellenállású jelforrás vezérel. A jelforrás kimenet – erősítő bemenet által alkotott hurokkal egy villámáram levezető $M_{jx}=1\mu H$ csatolási tényezővel induktív csatolást létesít. Rajzolja fel, hogy egy az ábrán látható lineáris felfutású és $\tau=20\mu s$ időállandóval exponenciális lecsengésű levezetett villámáram hatására milyen időfüggvényű u_z feszültség keletkezik a vizsgált hurokban! Mekkora lesz az u_z feszültség pozitív és negatív csúcserőértéke? Mekkora értékek jutnak ebből az erősítő bemenetére?



2. Egy zajos erősítő bemenetére egy ugyancsak zajos, $R_j=100\Omega$ belső ellenállású, $U_{j0RMS}=10mV$ -os effektív jelfeszültségű jelforrás csatlakozik. Az erősítő az átviteli sávjában egy zajmentes erősítővel és a bemeneteire csatlakozó $I_{ZRMS}=0.5\mu A$ -es párhuzamos helyettesítő zajáramforrással valamint $U_{ZRMS}=50\mu V$ -os soros helyettesítő zajfeszültségforrással modellezhető. Az erősítő átviteli sáv szélessége $\Delta f=f_f-f_a=1.2*10^5 Hz$, a környezeti hőmérséklet $T=300K$, $k=1.38*10^{-23}Ws/K$ és $q=1.6*10^{-19}As$. Mekkora lesz az erősítő átviteli sávjára számított helyettesítő eredő U_{zeRMS} zajfeszültség és a jel-zaj viszony? Ha ismert és állandónak tekinthető a teljes átviteli sávban az erősítő A_U feszültségerősítése és R_{be} bemeneti ellenállása, hogyan tudná mérésrel meghatározni az U_{ZRMS} nagyságát?

3. Rajzolja fel egy félvezető rétegdióda elméleti és valóságos jelleggörbáját. Ismertesse az eltéréseket és magyarázza az eltérések okait.

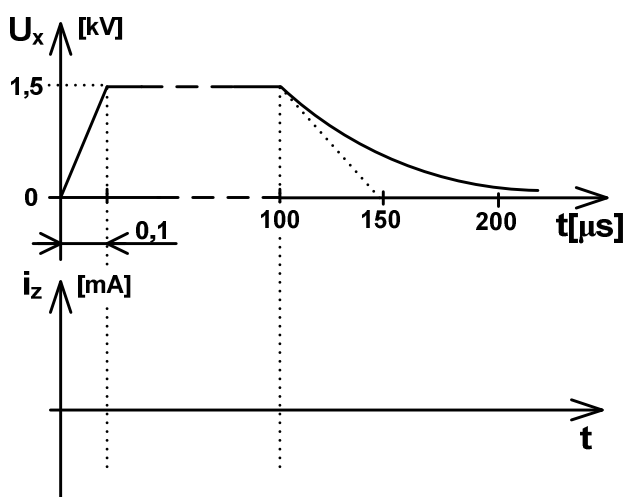
4. Egy 3F1U3Ü vezérelt áramirányító R_d , L_d terhelést táplál. $U_s=230V$, $R_d=10\Omega$, $L_d=\infty$, $\alpha=45^\circ$, $f=50Hz$. A hálózat és a félvezető elemek ideálisak. Rajzolja fel a kapcsolást. Állandósult állapotra rajzolja fel a hálózati feszültségeket, valamint az $u_d(t)$, $i_d(t)$, $i_{Th1}(t)$, $i_{Th2}(t)$, $i_{Th3}(t)$ időfüggvényeket. Határozza meg az U_d , I_d , I_{Th1AV} , I_{Th2AV} , I_{Th3AV} középértékeket és az I_{Th1RMS} , I_{Th2RMS} , I_{Th3RMS} effektív értékeket.

5. Egy egyfázisú, két utas, aszimmetrikusan vezérelt áramirányító kapcsolás két diódából és két tirisztorból áll. A tirisztorok átlósan helyezkednek el, gyújtásszögük $\alpha=90^\circ$. $U_s = 230V$, $R_d=10\Omega$, $L_d=\infty$, a hálózat és a félvezető elemek ideálisak. Rajzolja fel a kapcsolást. Állandósult állapotra rajzolja fel a hálózati feszültséget, valamint az $u_d(t)$, $i_d(t)$, $i_{Th1}(t)$, $i_{Th2}(t)$, $i_{D1}(t)$, $i_{D2}(t)$ időfüggvényeket. Határozza meg az U_d , I_d , I_{Th1AV} , I_{Th2AV} , I_{D1AV} , I_{D2AV} középértékeket.

Elektronika 2.

2. Zárthelyi dolgozat – B csoport

1. Egy $R_{be}=150\Omega$ bemeneti ellenállású erősítőt egy $R_j=50\Omega$ belső ellenállású jelforrás vezérel. A jelforrás kimenet – erősítő bemenet földetlenn (meleg) pontjait összekötő vezetékkel a táphálózat vezetéke $C_x=10^{-11}F$ kapacitáson át csatolásban van. Rajzolja fel, hogy egy az ábrán látható 1.5kV-ra korlátozott lineáris felfutású, és a korlátozást követően $\tau=50\mu s$ időállandóval exponenciálisan lecsengő hálózati túlfeszültség hullám milyen lefolyású i_z kapacitív zavaráramot létesít! Mekkora lesz az i_z áram pozitív és negatív csúcserőértéke? Mekkora zavarfeszültség csúcsokat okoznak ezek az erősítő bemenetén?



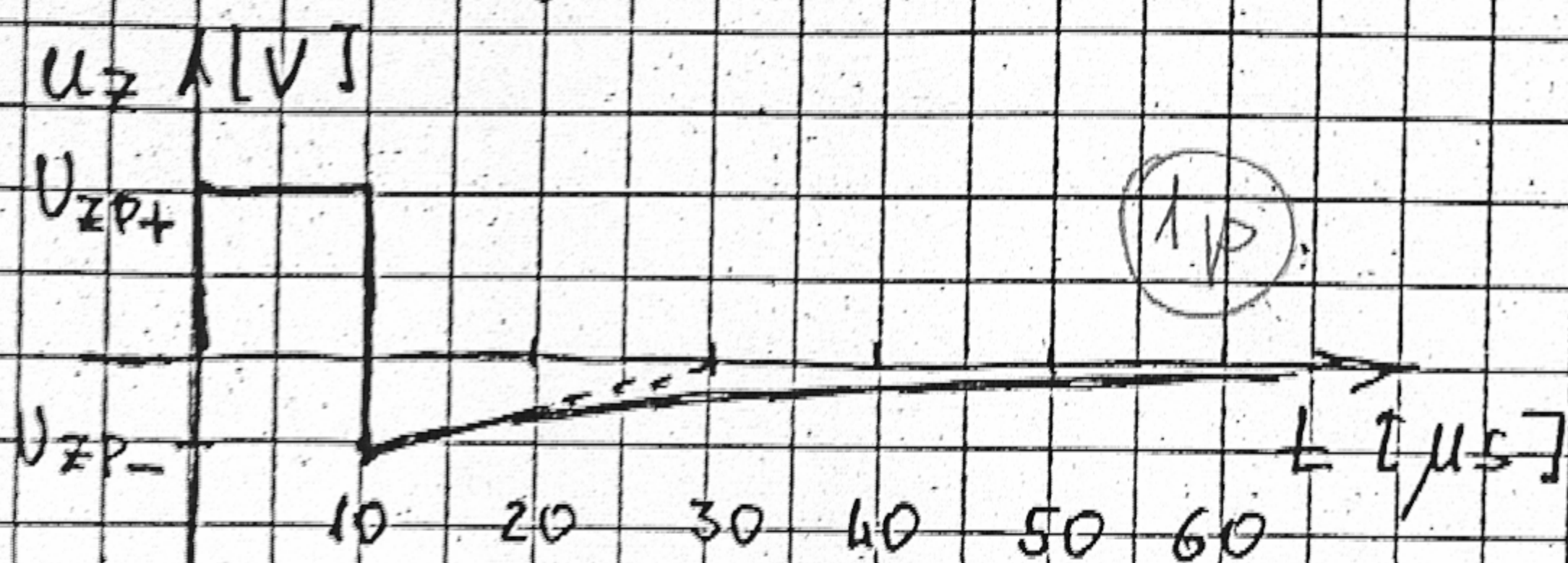
2. Egy zajos erősítő bemenetére egy ugyancsak zajos, $R_j=100\Omega$ belső ellenállású, $U_{j0RMS}=10mV$ -os effektív jelfeszültségű jelforrás csatlakozik. Az erősítő az átviteli sávjában zajmentes erősítővel és a bemeneteire csatlakozó $I_{ZRMS}=50nA$ -es párhuzamos helyettesítő zajáramforrással valamint $U_{ZRMS}=5\mu V$ -os soros helyettesítő zajfeszültségforrással modellezhető. Az erősítő átviteli sáv szélessége $\Delta f=f_f-f_a=1.2*10^5 Hz$, a környezeti hőmérséklet $T=300K$, $k=1.38*10^{-23}Ws/K$ és $q=1.6*10^{-19}As$. Mekkora lesz az erősítő átviteli sávjára számított helyettesítő eredő U_{ZeRMS} zajfeszültség és a zajtényező? Ha ismert és állandónak tekinthető a teljes átviteli sávban az erősítő A_U feszültségerősítése és R_{be} bemeneti ellenállása, hogyan tudná mérésrel meghatározni az I_{ZRMS} nagyságát?

3. Rajzoljon fel két npn tranzisztorból kialakított Darlington alapkapsolást. A tranzisztorok közös emitterű kapcsolásra vonatkozó nagyjelű áramerősítési tényezői B_{N1} és B_{N2} , maradékáramuk egységesen I_{CE0} , bázis-emitter minimális feszültségesésük egységesen U_{BE0} . Rajzolja fel a kapcsolást. Határozza meg vagy írja fel a Darlington tranzisztor eredő áramerősítési tényezőjét. Hogyan lehet csökkenteni a Darlington tranzisztor maradékáramát?

4. Egy 3F1U3Ü vezérelt áramirányító R_d , L_d , U_B terhelést táplál. $U_s = 230V$, $R_d = 10\Omega$, $L_d = \infty$, $U_B = 30V$, $\alpha = 30^\circ$, $f = 50Hz$. 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} középfértékeket és az I_{Th1RMS} , I_{Th2RMS} , I_{Th3RMS} effektív értékeket.

5. Egy egyfázisú, két utas aszimmetrikusan vezérelt áramirányító kapcsolás két diódából és két tirisztorból áll. A tirisztorok egymás mellett helyezkednek el úgy, hogy a katódjuk közösítve van, gyújtásszögük $\alpha = 90^\circ$. $U_s = 230V$, $R_d = 10\Omega$, $L_d = \infty$, a hálózat és a félvezető elemek ideálisak. Rajzolja fel a kapcsolást. Állandósult állapotra rajzolja fel a hálózati feszültséget, valamint az $u_d(t)$, $i_d(t)$, $i_{Th1}(t)$, $i_{Th2}(t)$, $i_{D1}(t)$, $i_{D2}(t)$ időfüggvényeket. Határozza meg az U_d , I_d , I_{Th1AV} , I_{Th2AV} , I_{D1AV} , I_{D2AV} középfértékeket.

1/A példa: megoldás



A $0 \leq t \leq 10^{-5}$ [s] tartományban:

$$\frac{di_Z}{dt} = \frac{10^3}{10^{-5}} = 10^8 \text{ [A/s]}; \quad U_Z = M_{jx} \cdot \frac{di_Z}{dt} = 10^{-6} \cdot 10^8 = 10^2 \text{ [V]} = U_{ZP+} \quad (1p)$$

A $10^{-5} \leq t$ tartományban átírva a $t' = t - 10^{-5}$ -re ($0 \leq t'$):

$$\frac{di_Z}{dt'} = \frac{d}{dt'} (10^3 \cdot e^{-t'/2 \cdot 10^{-5}}) = -10^3 / 2 \cdot 10^{-5} \cdot e^{-t'/2 \cdot 10^{-5}} = -0,5 \cdot 10^8 \cdot e^{-t'/2 \cdot 10^{-5}}$$

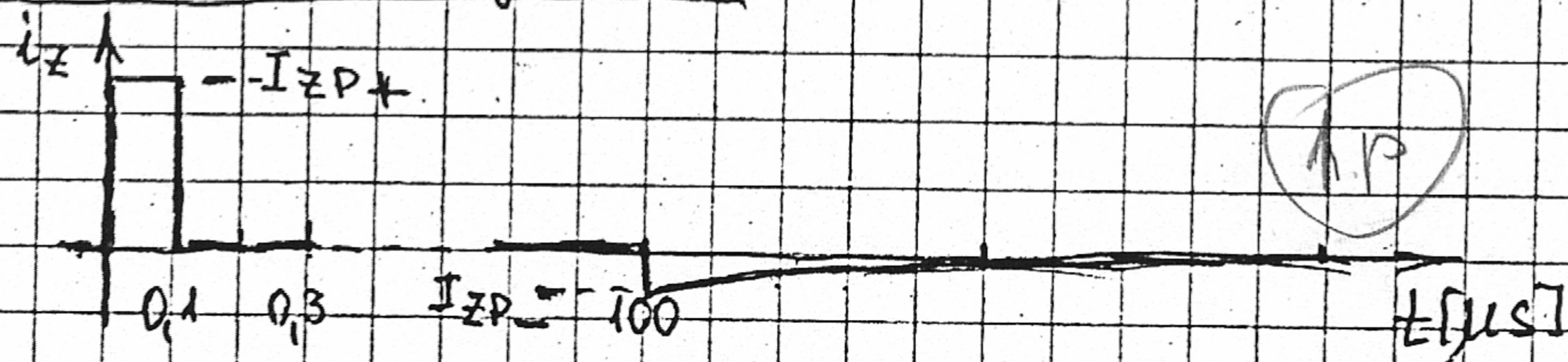
$$U_Z = M_{jx} \cdot \frac{di_Z}{dt} = -10^{-6} \cdot 0,5 \cdot 10^8 \cdot e^{-t'/2 \cdot 10^{-5}} = -0,5 \cdot 10^2 \cdot e^{-t'/2 \cdot 10^{-5}} \quad (1p)$$

$$U_{ZP-} = 0,5 \cdot 10^2 \text{ [V]} \quad (1p)$$

Az erősítő bemenetére jutó csúscéntérték:

$$U_{ZbeP} = U_{ZP} \cdot \frac{R_{be}}{R_{be} + R_j} = \frac{150}{150 + 50} \cdot U_{ZP} = 0,75 U_{ZP}; \quad U_{ZbeP+} = 75 \text{ V}; \quad U_{ZbeP-} = 37,5 \text{ V} \quad (0,5p) \quad (0,5p)$$

1/B példa: megoldás



A $0 \leq t \leq 10^{-7}$ [s] tartományban: $\frac{du_x}{dt} = \frac{1,5 \cdot 10^3}{10^{-7}} = 1,5 \cdot 10^{10} \text{ [V/s]}$

$$i_Z = C_x \cdot \frac{du_x}{dt} = 10^{-11} \cdot 1,5 \cdot 10^{10} = 0,15 \text{ [A]} = I_{ZP+} \quad (1p)$$

A $10^{-7} \leq t \leq 10^{-4}$ [s] tartományban: $\frac{du_x}{dt} = 0$, így $i_Z = 0$ (0,5p)

A $10^{-4} \leq t$ tartományban átírva a $t' = t - 10^{-4}$ -re ($0 \leq t'$):

$$\frac{du_x}{dt'} = \frac{d}{dt'} (1,5 \cdot 10^3 \cdot e^{-t'/5 \cdot 10^{-5}}) = -1,5 \cdot 10^3 / 5 \cdot 10^{-5} \cdot e^{-t'/5 \cdot 10^{-5}} = -3 \cdot 10^7 \cdot e^{-t'/5 \cdot 10^{-5}}$$

$$i_Z = C_x \cdot \frac{du_x}{dt} = -10^{-11} \cdot 3 \cdot 10^7 \cdot e^{-t'/5 \cdot 10^{-5}} = -0,3 \cdot 10^{-3} \cdot e^{-t'/5 \cdot 10^{-5}} \text{ [A]} \quad (1p)$$

$$I_{ZP-} = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ [A]} \quad (0,5p)$$

Az erősítő bemenetére jutó zavarfeszültség csúcsérték alapján:

$$U_{ZbeP} = I_{ZP} \cdot \frac{R_j \cdot R_{be}}{R_j + R_{be}} = \frac{150 \cdot 50}{150 + 50} \cdot I_{ZP} = 37,5 \cdot I_{ZP}; \quad U_{ZbeP+} = 5,625 \text{ [V]}; \quad U_{ZbeP-} = 8,25 \cdot 10^{-3} \text{ [V]} \quad (0,5p) \quad (0,5p)$$

2/A példa: megoldás

A jelforrás belső ellenállásához termikus zajfeszültsége:

$$U_{zrms}^2 = 4kTR_f \Delta f = 4 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 100 \cdot 1,2 \cdot 10^4 = 1,99 \cdot 10^{-14} [V^2]$$

$$U_{zrms} = 4,461 \cdot 10^{-7} [V] \quad (1)$$

A helyettesítő szelektív eredő zajfeszültség:

$$U_{zerms}^2 = U_{zrms}^2 + U_{zrms}^2 + I_{zrms}^2 \cdot R_j^2 = 1,99 \cdot 10^{-14} + 0,25 \cdot 10^{-8} + 0,25 \cdot 10^{-12} \cdot 10^4 =$$
$$\approx 0,5 \cdot 10^{-8} [V^2]$$

$$U_{zerms} = 0,707 \cdot 10^{-4} [V] \quad (2)$$

A jel-zaj viszony így: $|Z|_{ki} = |Z|_{be} = \frac{U_{jrms}}{U_{zerms}} = \frac{10^{-2}}{0,707 \cdot 10^{-4}} = 141,4 = 43 [dB]$ (1)

Az U_{zrms} méréssel a rövidrezárt erősítőbemenetnél mért kimeneti zajfeszültségből határozható meg: $U_{zrms} = U_{kizrms} / A_u$ (1)

2/B példa: megoldás

A jelforrás belső ellenállásához termikus zajfeszültsége:

$$U_{zrms}^2 = 4kTR_f \Delta f = 4 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 100 \cdot 1,2 \cdot 10^5 = 19,9 \cdot 10^{-14} [V^2]$$

$$U_{zrms} = 4,461 \cdot 10^{-7} [V] \quad (1)$$

A helyettesítő eredő szelektív zajfeszültség:

$$U_{zerms}^2 = U_{zrms}^2 + U_{zrms}^2 + I_{zrms}^2 \cdot R_j^2 = 19,9 \cdot 10^{-14} + 0,25 \cdot 10^{-10} + 0,25 \cdot 10^{-14} \cdot 10^4 =$$
$$\approx 0,502 \cdot 10^{-10} [V^2]$$

$$U_{zerms} = 0,708 \cdot 10^{-5} [V] \quad (2)$$

A zajtényező így:

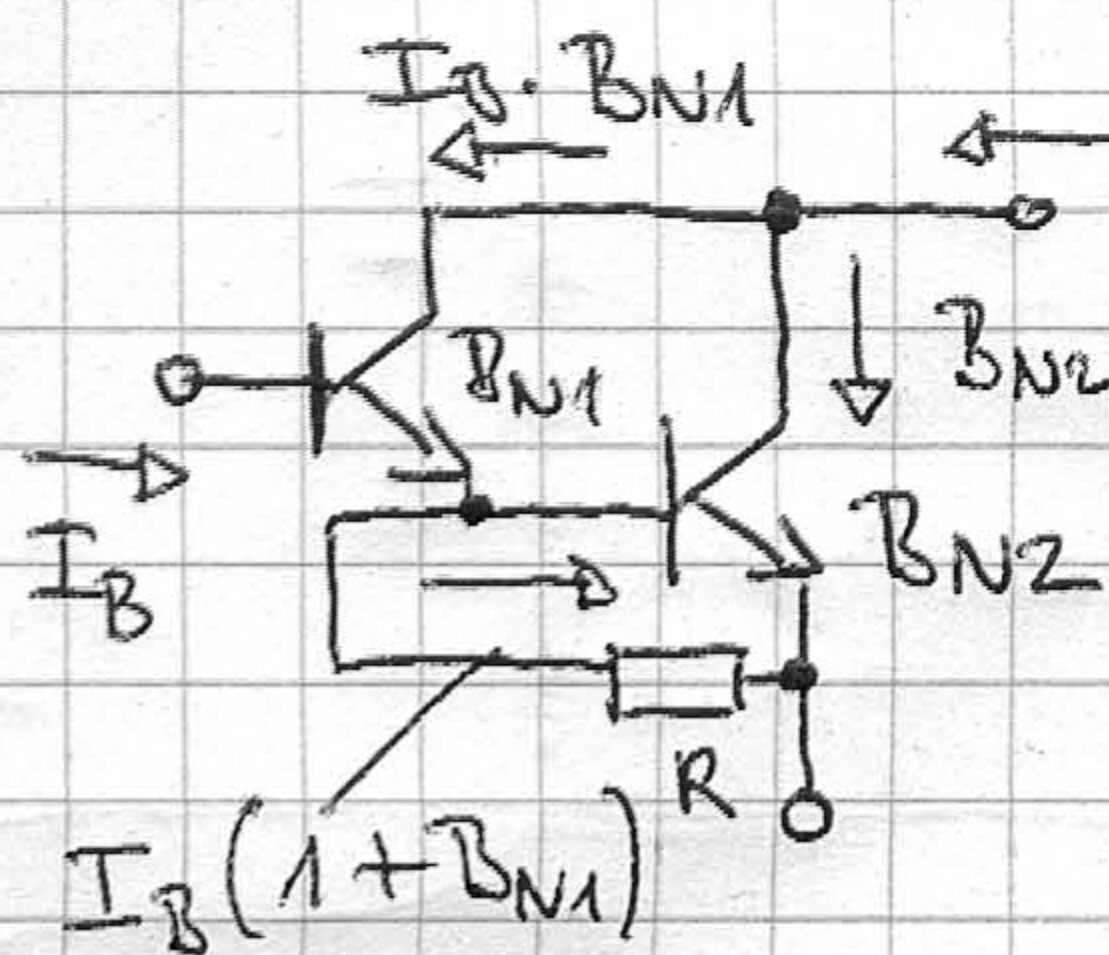
$$F [dB] = 10 \cdot \log \frac{U_{zerms}^2}{U_{zrms}^2} = 10 \cdot \log \frac{0,502 \cdot 10^{-10}}{19,9 \cdot 10^{-14}} = 10 \cdot \log 252,3 = 24,02 [dB] \quad (1)$$

Az I_{zrms} méréssel a szakartt (jelforrástól leválasztott) erősítőbemenetnél mért kimeneti zajfeszültségből határozható meg:

$$I_{zrms} = U_{kizrms} / (A_u \cdot R_{be}) \quad (1)$$

3

3.)

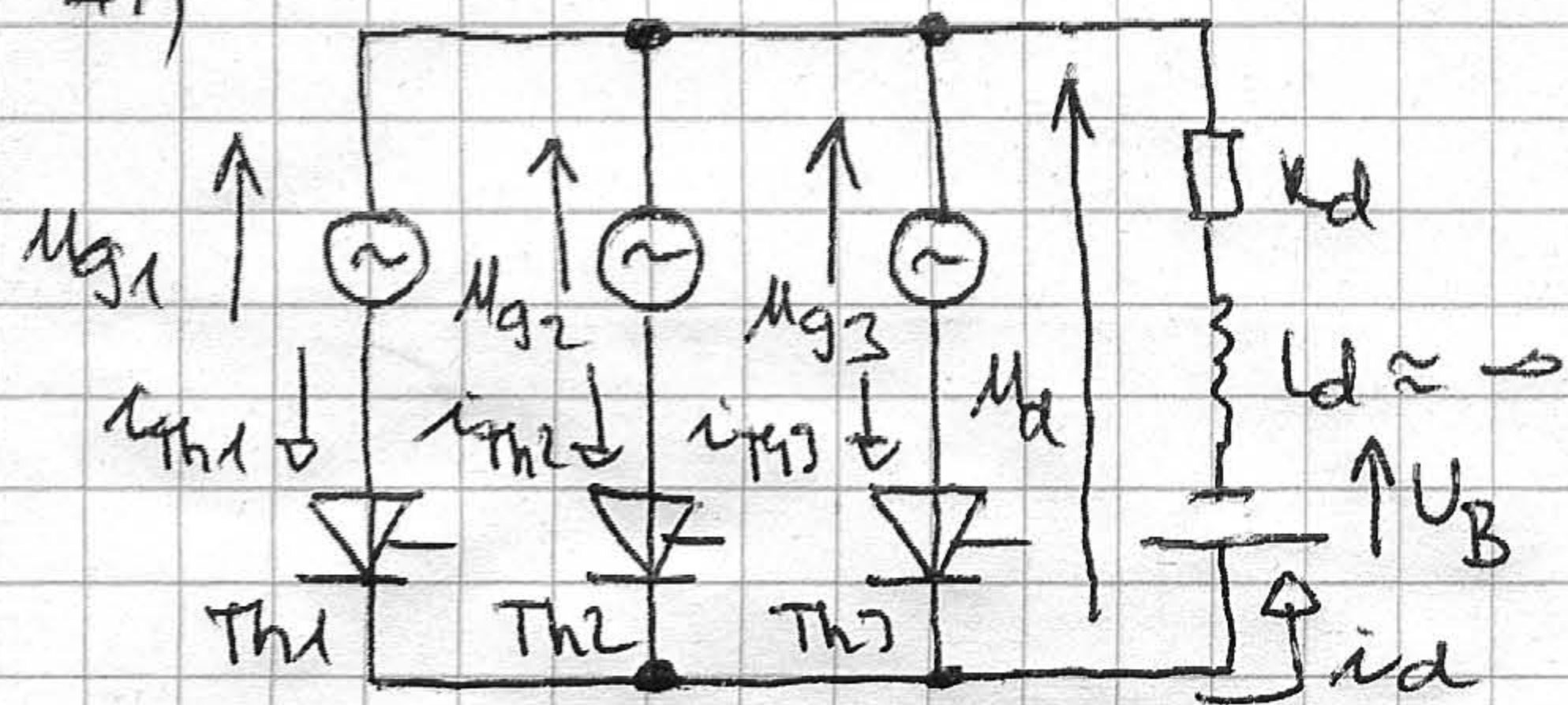


$$I_C = \beta_{N1} \cdot I_B + \beta_{N2} \cdot I_B + \beta_{N1} \cdot \beta_{N2} \cdot I_B =$$

$$\beta_{N2} (1 + \beta_{N1}) I_B = (\beta_{N1} + \beta_{N2} + \beta_{N1} \cdot \beta_{N2}) \cdot I_B$$

Maradéltáram sötékentése R által-
marásával; $R \leq \frac{U_{BE0}}{I_{CE0}}$, ekkor az e-
dő maradéltáram $2 \cdot I_{CE0}$ lesz.

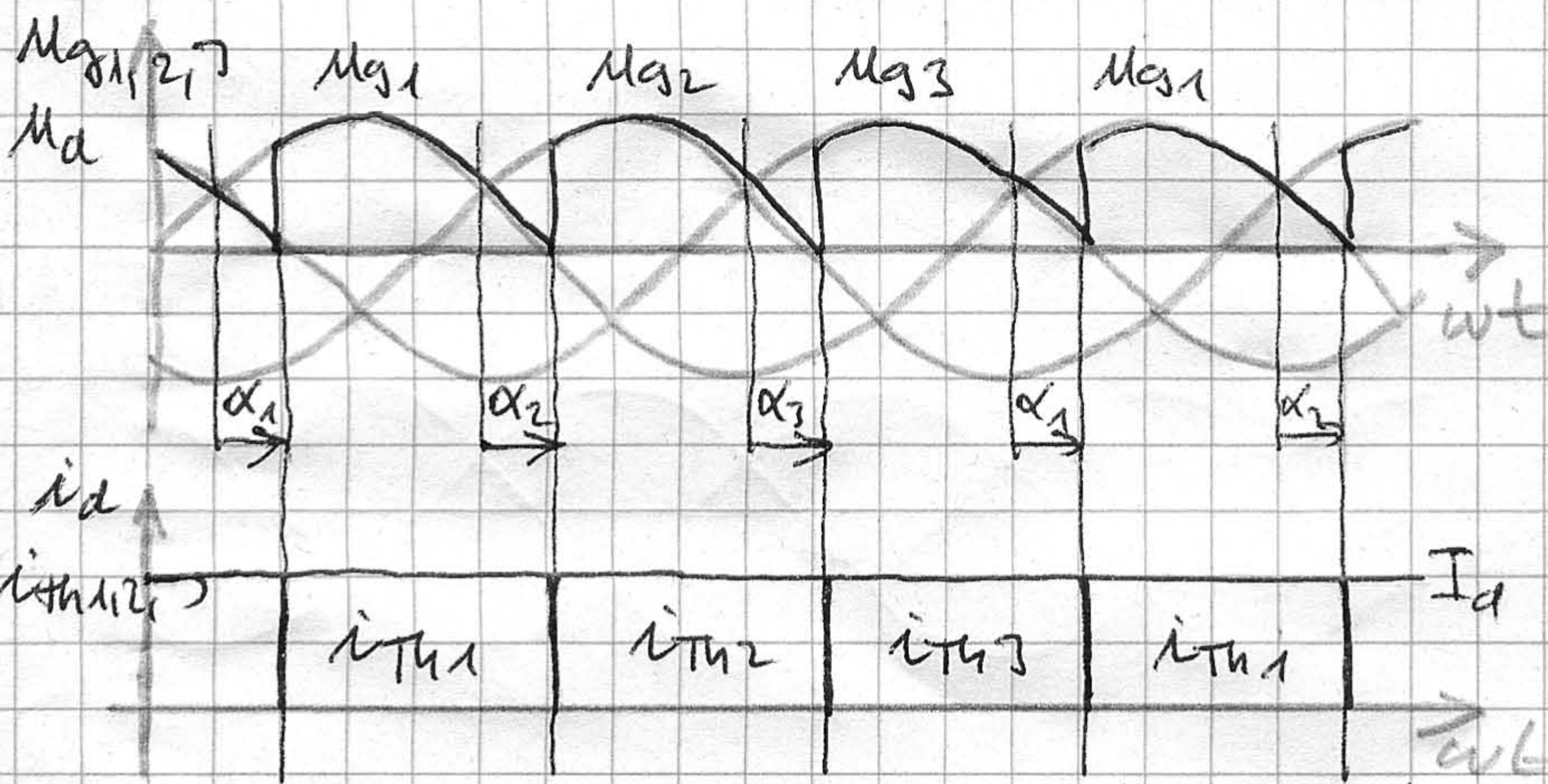
4.)



$$U_{d\alpha} = \sqrt{2} U_s \frac{p}{\pi} \sin \frac{\pi}{p} \cos \alpha = \sqrt{2} \cdot 230 \cdot \frac{3}{\pi} \cdot \sin \frac{\pi}{3} \rightarrow$$

$$\rightarrow \cos 30^\circ = 232,9 \text{ V}$$

$$I_d = \frac{U_{d\alpha} - U_B}{R_d} = \frac{232,9 \text{ V} - 30 \text{ V}}{10 \Omega} = 20,29 \text{ A}$$



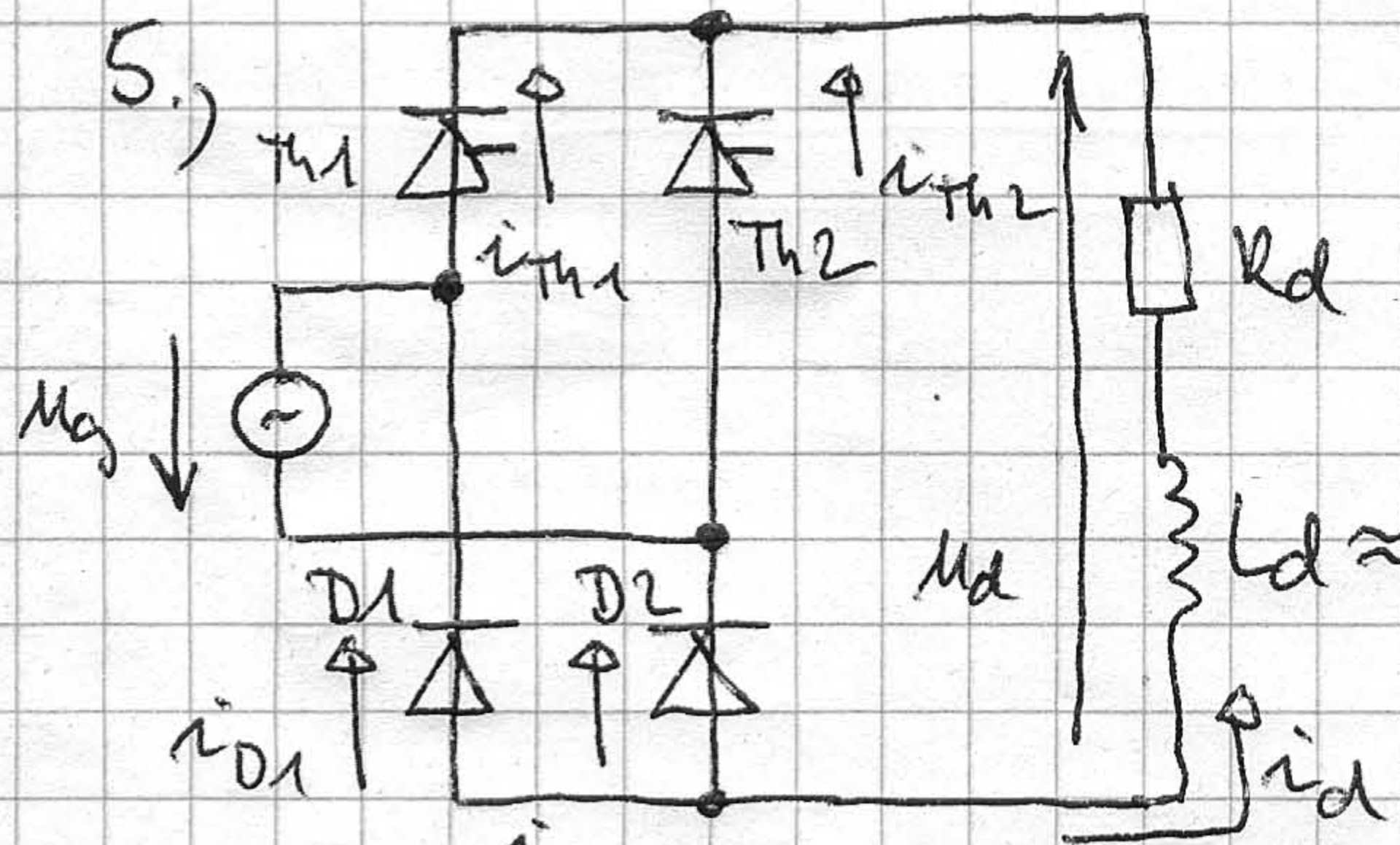
$$I_{Th1,2,3AV} = \frac{I_d}{p} = \frac{I_d}{3} = 6,76 \text{ A}$$

$$I_{Th1,2,3RMS} = \frac{I_d}{\sqrt{p}} = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = 11,72 \text{ A}$$

$$U_s = 230 \text{ V} \quad \alpha = 30^\circ$$

$$R_d = 10 \Omega$$

$$U_B = 30 \text{ V}$$

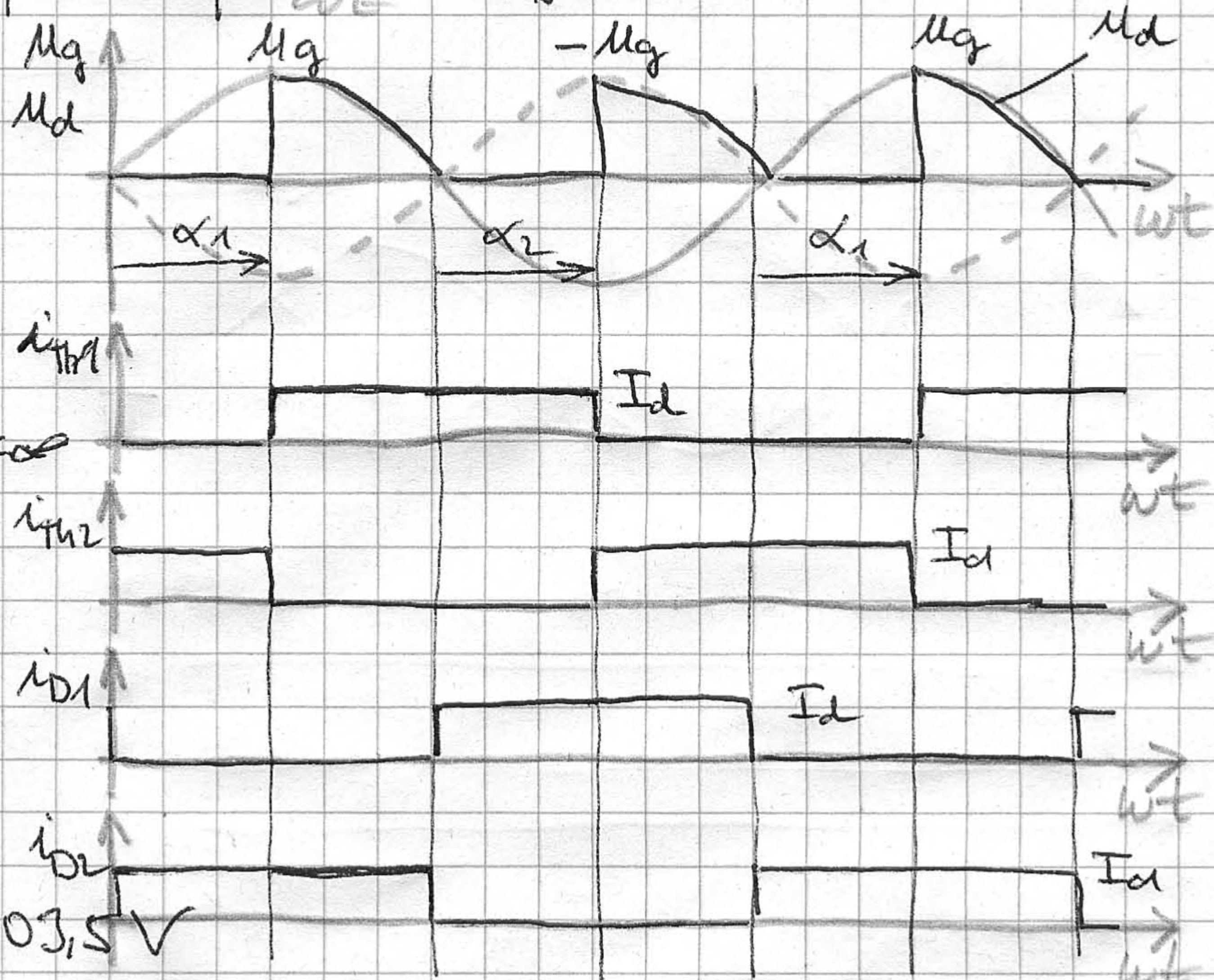


$$U_{d\alpha} = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \sqrt{2} U_s \sin \omega t d\omega t =$$

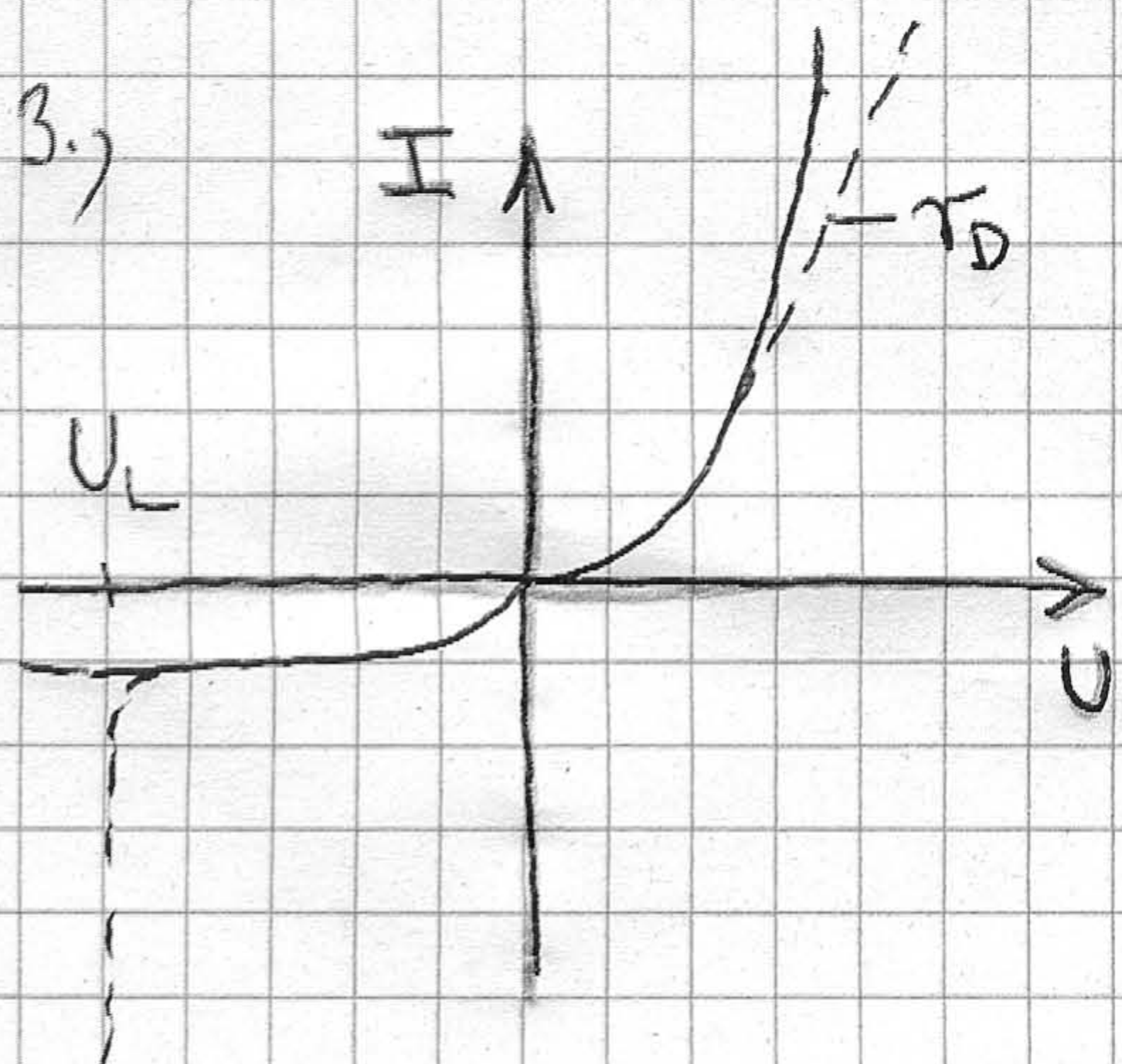
$$= \frac{\sqrt{2} U_s}{\pi} \left[-\cos \omega t \right]_0^\pi = \frac{\sqrt{2} U_s}{\pi} = 103,5 \text{ V}$$

$$I_{Th1,2AV} = I_{D1,2AV} = \frac{I_d}{2} = 5,17 \text{ A}$$

$$I_d = \frac{U_{d\alpha}}{R_d} = \frac{103,5 \text{ V}}{10 \Omega} = 10,35 \text{ A}$$



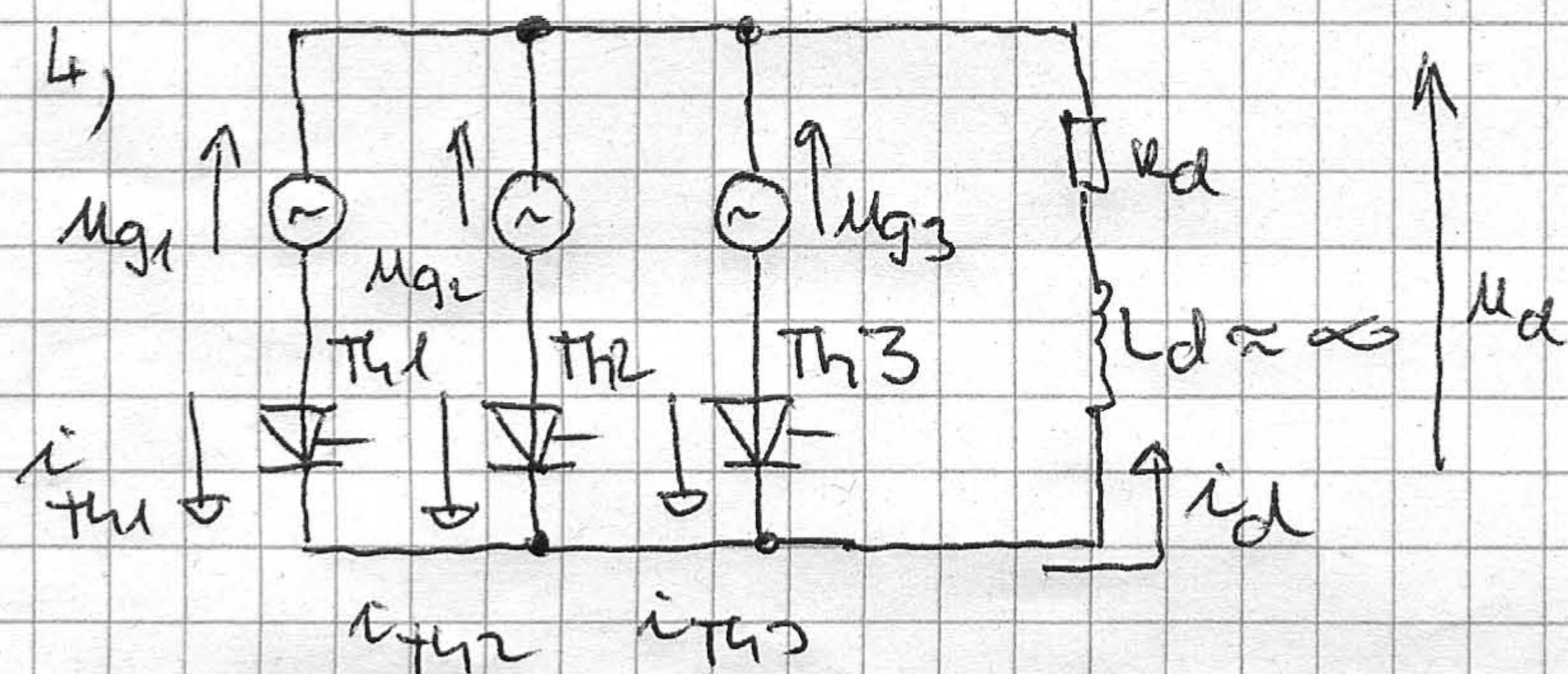
A



— elméleti
--- valóságos

τ_D = kristályréteget és a ki-
vezetési ellenállást

U_L = lörvina v. Zener lefőrtés

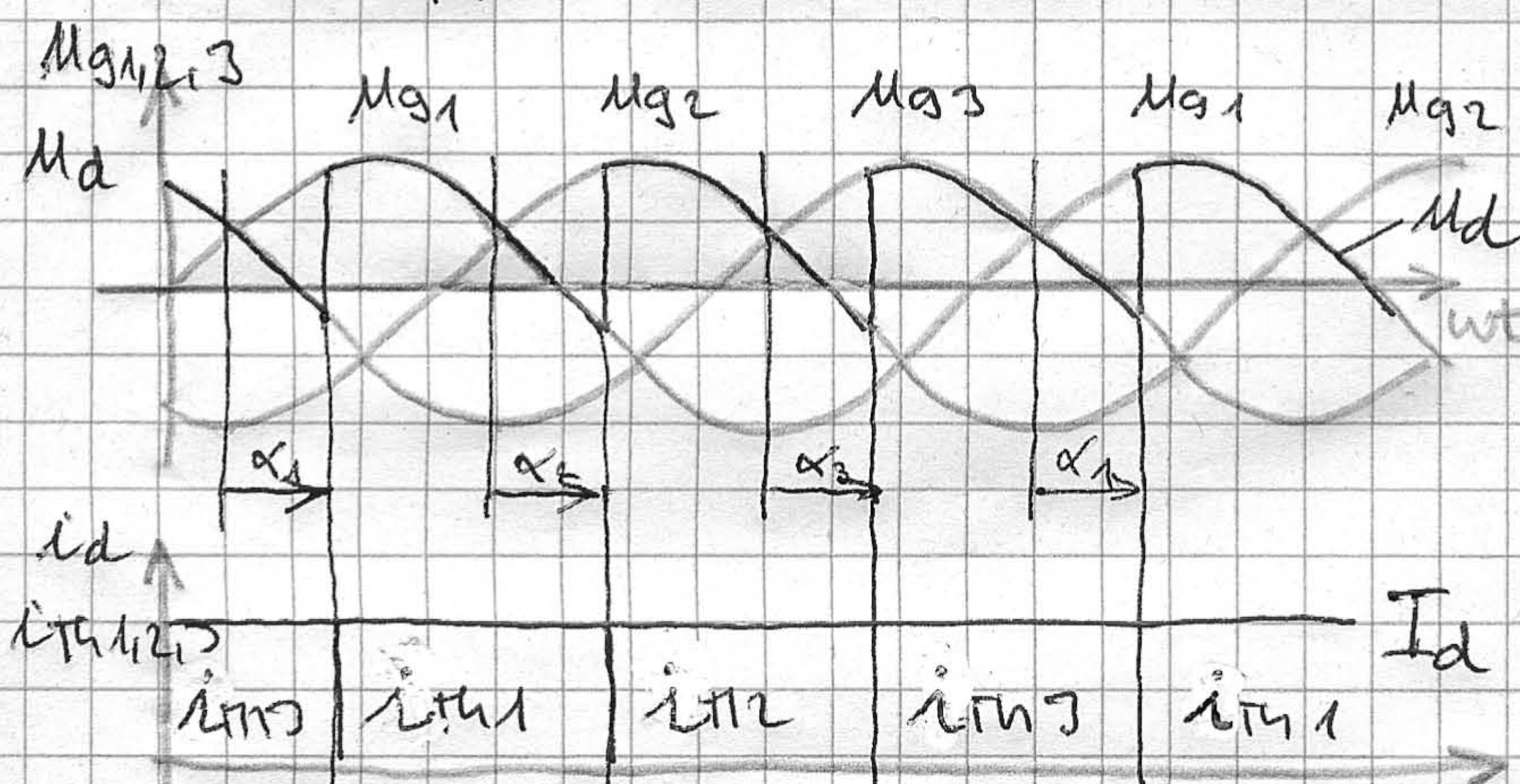


$$U_{dx} = \sqrt{2} U_s \frac{p}{\pi} \sin \frac{\pi}{p} \cos \alpha =$$

$$= \sqrt{2} \cdot 230 \cdot \frac{3}{\pi} \sin \frac{\pi}{3} \cos 45^\circ =$$

$$\approx 190 \text{ V}$$

$$I_d = \frac{U_{dx}}{R_d} = \frac{190 \text{ V}}{10 \Omega} \approx 19 \text{ A}$$

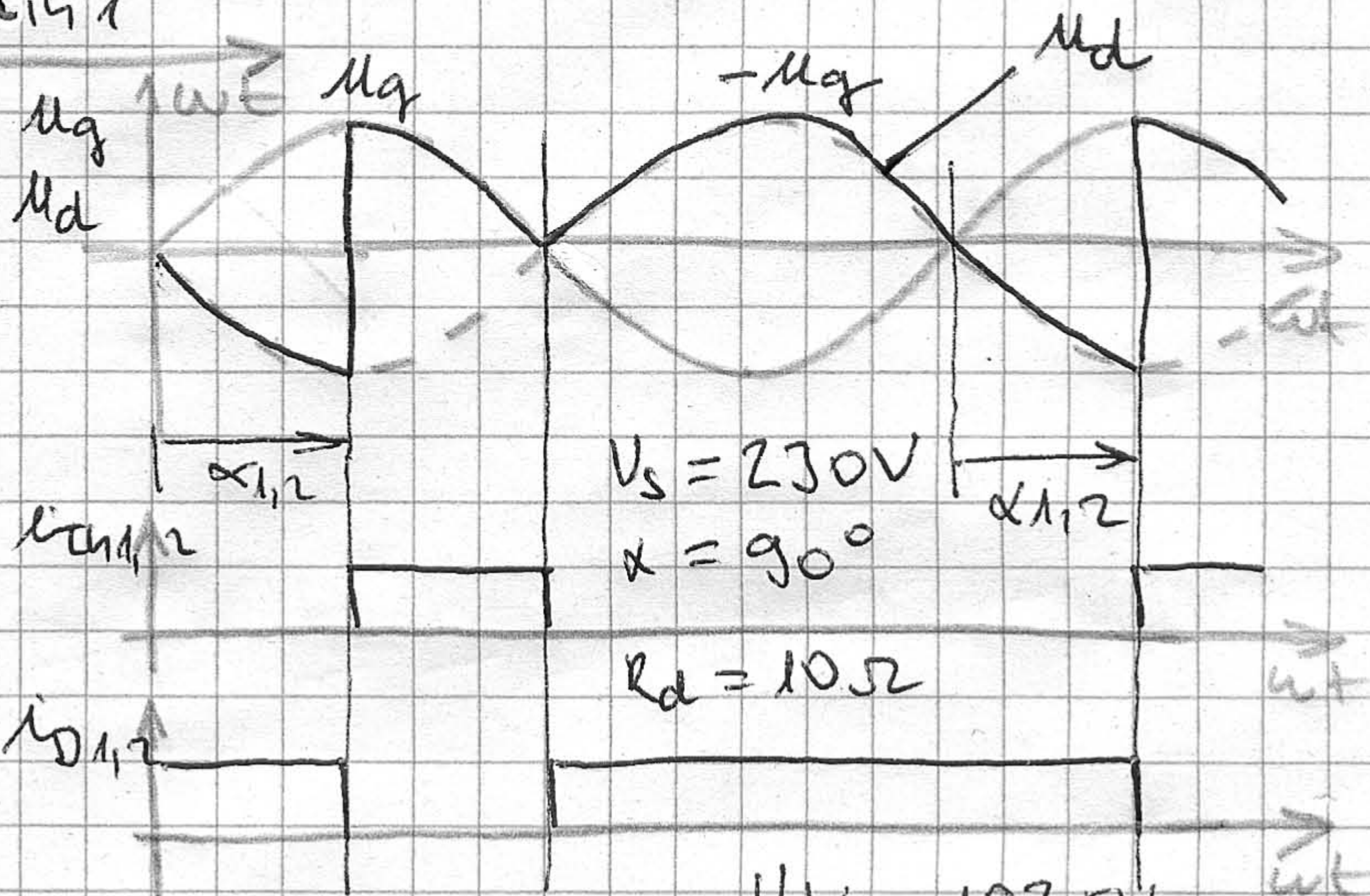
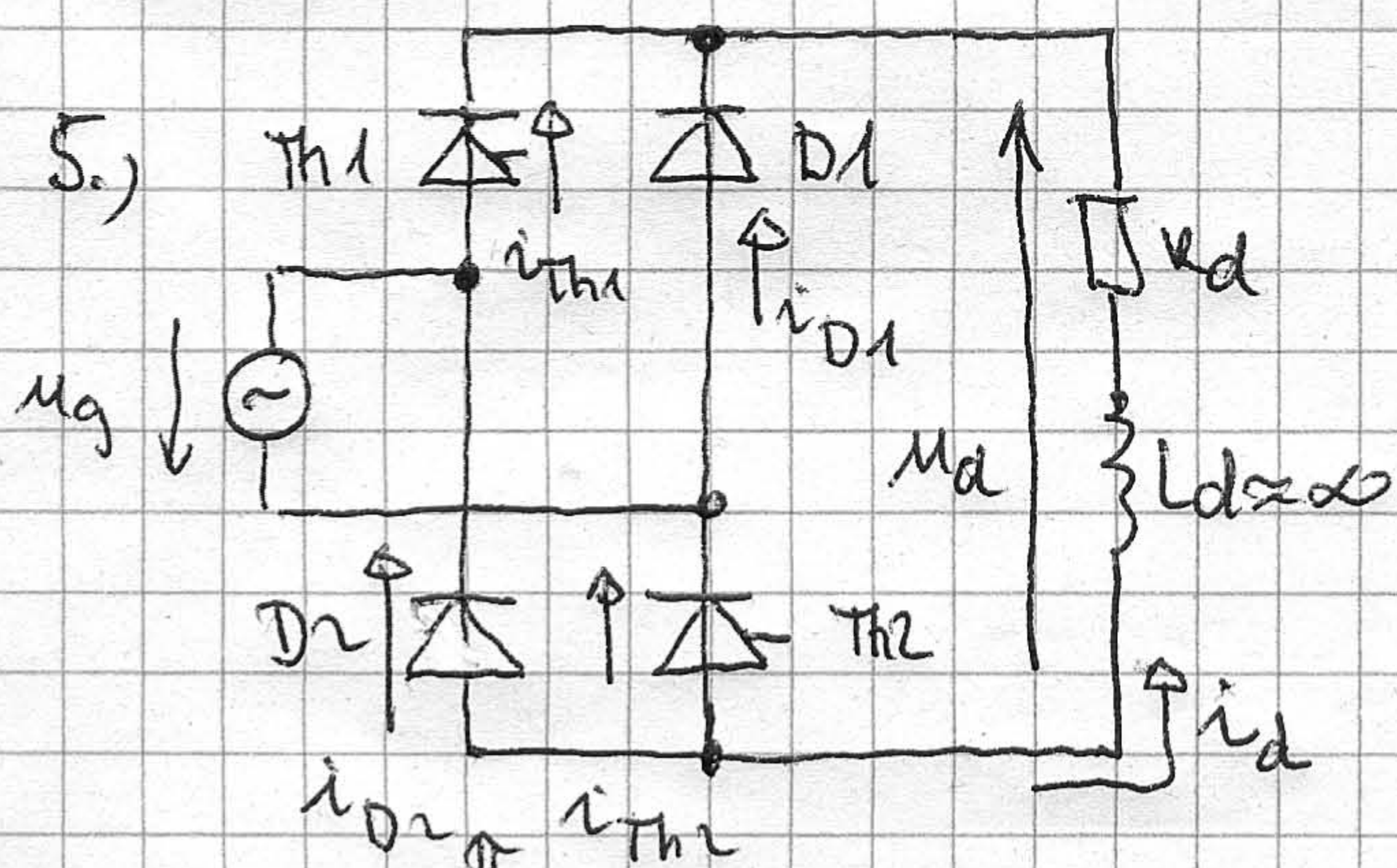


$$I_{Th1,2,DAV} = \frac{I_d}{p} = \frac{I_d}{3} \approx 6,34 \text{ A}$$

$$I_{Th1,2,RMS} = \frac{I_d}{\sqrt{p}} = \frac{I_d}{\sqrt{3}} \approx 11,1 \text{ A}$$

$$U_s = 230 \text{ V} \quad U_r = 0 \text{ V}$$

$$R_d = 10 \Omega \quad \alpha = 45^\circ$$



$$U_{dx} = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi \sqrt{2} U_s \sin \omega t d\omega t =$$

$$= \frac{\sqrt{2} U_s}{2\pi} \left[-\cos \omega t \right]_0^\pi = \frac{\sqrt{2} U_s}{2\pi} \cdot 2 = \frac{\sqrt{2} \cdot 230}{\pi} = 103,5 \text{ V}$$

$$I_d = \frac{U_{dx}}{R_d} = \frac{103,5 \text{ V}}{10 \Omega} = 10,35 \text{ A}$$

$$I_{Th1,2,AV} = \frac{I_d}{2} \approx 5,175 \text{ A}$$

$$I_{D1,2,AV} = \frac{3 I_d}{4} \approx 7,76 \text{ A}$$