

**Kiegészítő kérdések (iMSc):**

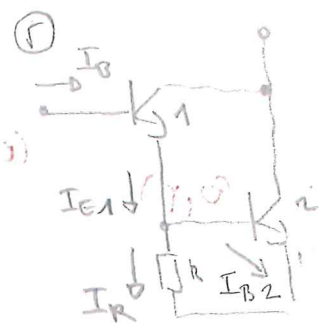
4. feladat. Milyen frekvencián lesz az erősítés 0dB, (1p)

4. feladat. Állandósult állapotból kiindulva a vezérlő egység a gyújtásokat  $\alpha=195^\circ$ -ra változtatja. Mennyi lesz ekkor az  $I_d$ ? (1p)

5. feladat. Mennyi lesz a beépített alkatrészeken átfolyó áram, ha a Darlington tranzisztor bázisárama 50mA? (2p).

$0dB = 1$   
 $1 = \frac{1}{\sqrt{1 + (\frac{f}{f_c})^2}}$   
 $100 = 1 + (\frac{f}{f_c})^2$   
 $f = f_c \cdot \sqrt{99} = 248742 \text{ (A)}$

$I_d \approx \frac{U_b}{k_d} = \frac{600}{10} = 60A \text{ (A)}$



$I_{E1} = I_{B1} + \beta_{M1} \cdot I_{B1} + I_{CE01} = 0,05 + 20 \cdot 0,05 + 0,001 = 1,051A$

$I_R \cdot R = (I_{E1} - I_R) \cdot V_{DS2} + U_{BE02}$   
 $I_R \cdot 600 = (1,051 - I_R) \cdot 0,02 + 0,6$

$I_R \cdot 600,02 = 0,602$

$I_R \approx 1mA \text{ (2)}$

**Elektronika 2.**

2NZH

A

2019. december 10.

Név, Neptun-kód	Terem, Szék	Felügyelő aláírása

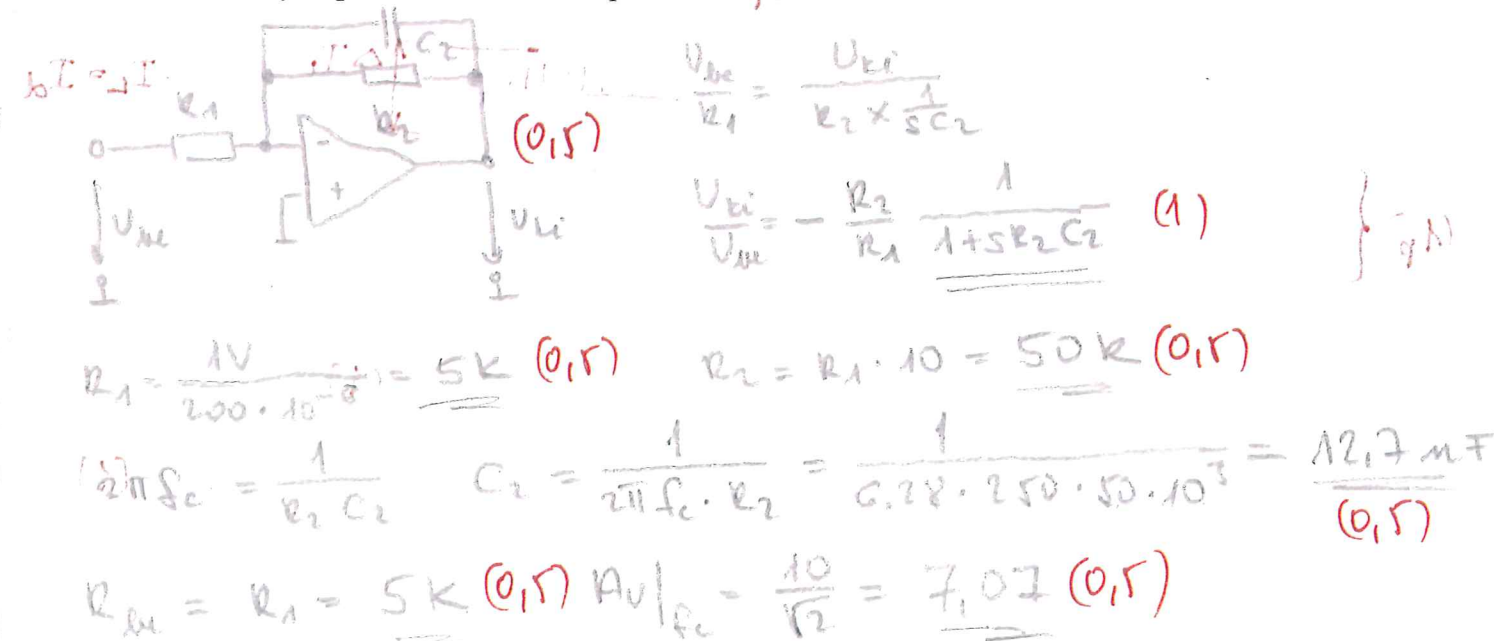
---	1.	2.	3.	4.	5.	iMSc	Σ	éremjegy
Max. pont	4	5	5	5	5	4	24	---
Elért pont								
Javító							---	---

A feladatok megoldásához papír, írószerszám, számológép használata megengedett, egyéb segédeszköz használata tiltott. A megoldásra fordítható idő: 90 perc. Az osztályozás a következő ponttáblák 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)

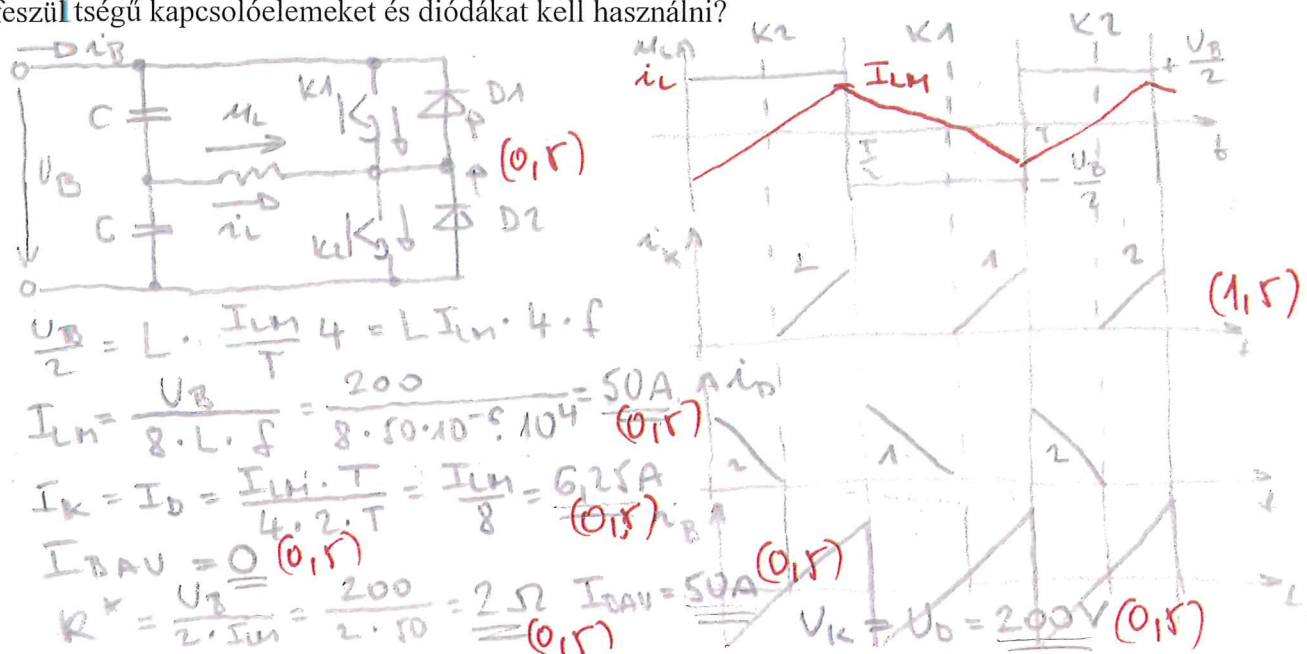
Kérjük, hogy a megoldást arra a lapra írja, amelyen maga a feladat is szerepel. Ha a megoldásra szánt hely nem elegendő, akkor az adott lap másik oldala is használható, de ebben az esetben kérjük, hogy a feladat megoldásánál jelezze, hogy a másik oldalon is van feladat.

1. Rajzolja fel az elsőfokú, jelfordító, alul átteresztő szűrőt megvalósító műveleti erősítő kapcsolást. Határozza meg a kapcsolás átviteli függvényét. Határozza meg az elemek értékét úgy, hogy az egyenfeszültségű átvitel 10, a törésponti frekvencia pedig  $f_c = 250 \text{ Hz}$  legyen. A kapcsolás bemenő jele a  $0 \dots +1V$  tartományban változik, a jelforrás max. terhelhetősége  $200\mu A$ . Mennyi a kapcsolás bemenő ellenállása? Mennyi a pontos átvitel a törésponti frekvencián?

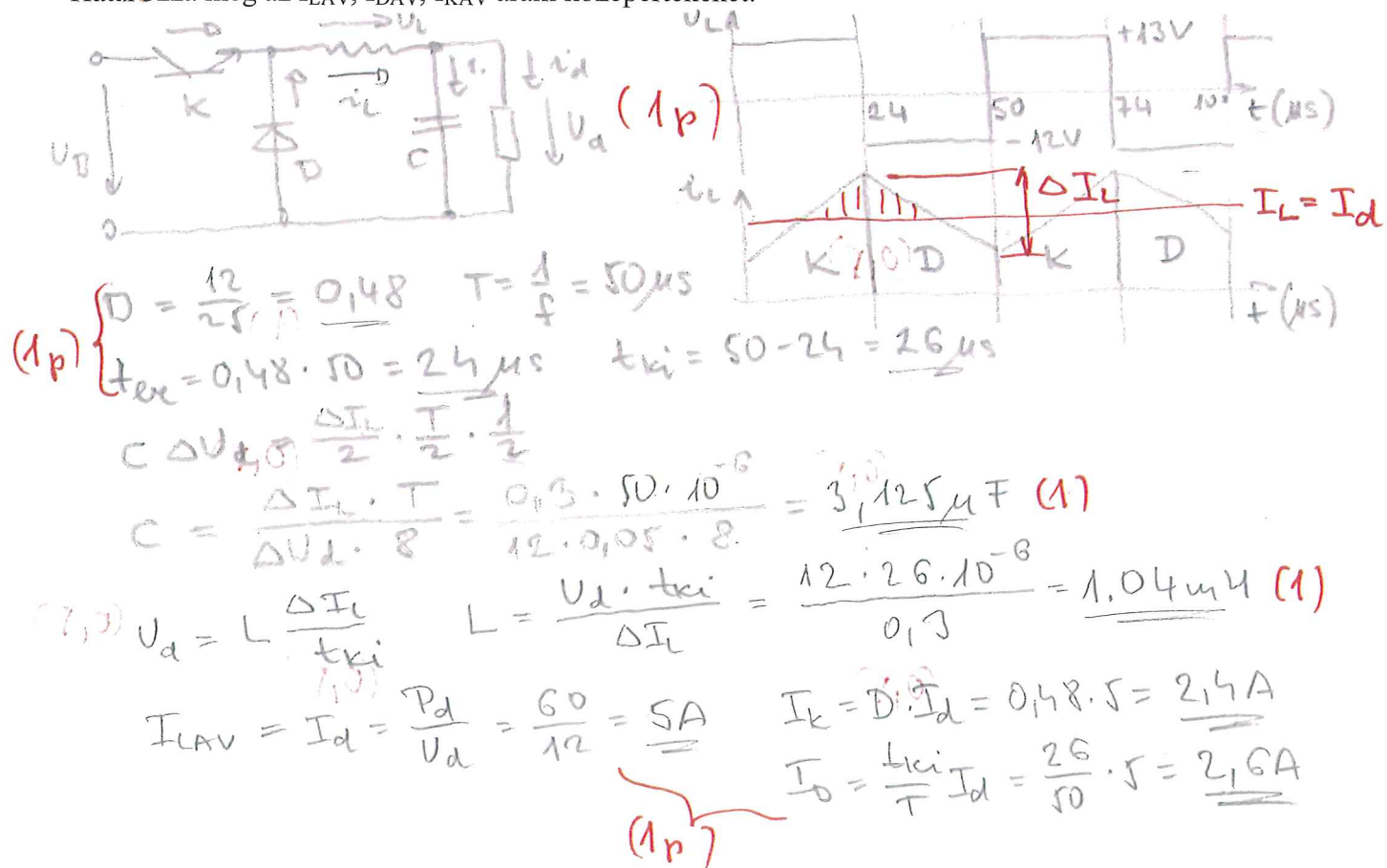




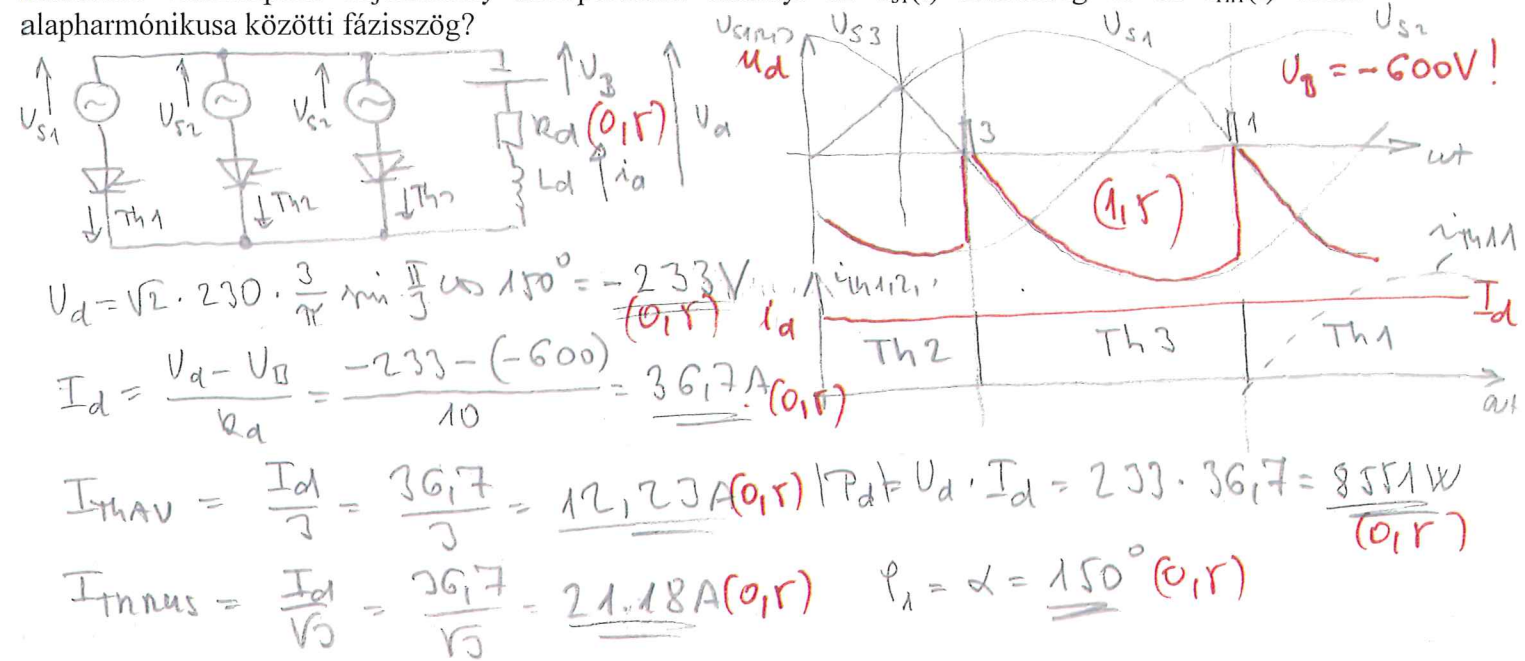
2. Egy félhíd kapcsolású inverter áramkör terhelése  $L=50\mu\text{H}$ -s induktivitás. A tápfeszültség  $U_B=200\text{V}$ , a működési frekvencia  $f=10\text{kHz}$ . Az inverter kapcsolóelemei (K) fél periódus hosszúságú, ellenütemű vezérlő jeleket kapnak. Rajzolja fel a kapcsolást. Rajzolja fel az  $u_L(t)$ ,  $i_L(t)$ ,  $i_{K1,2}(t)$ ,  $i_{D1,2}(t)$ ,  $i_B(t)$  időfüggvényeket **valós, állandósult állapotra**. Határozza meg az  $I_{K1,2AV}$ ,  $I_{D1,2AV}$ ,  $I_{BAV}$  áram középértékeket. Milyen értékű ellenállást kellene párhuzamosan kapcsolni az induktivitással, hogy a diódák éppen ne működjenek? Mennyi lenne ekkor az  $I_{BAV}$  áram középérték? Minimálisan milyen feszültségű kapcsolóelemeket és diódákat kell használni?



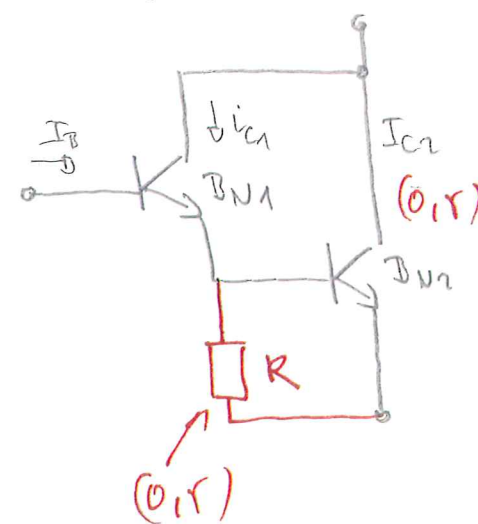
3. Egy áramkör +12V-os tápfeszültségét +25V-os feszültségből állítjuk elő kapcsoló üzemi DC/DC átalakítóval. A kapcsolás kimenő teljesítménye 60W. Rajzolja fel a kapcsolást. Impulzusszélesség modulációs vezérlést feltételezve határozza meg a kapcsoló elem bekapcsolási időarányát (D), és a kapcsolási időket. Folyamatos áramvezetést feltételezve rajzolja fel az  $u_L(t)$  (léptékhelyesen),  $i_L(t)$ , időfüggvényeket. Az  $i_L(t)$  időfüggvényben jelölje a kapcsoló (K) és a dióda (D) áramvezetési tartományait. Határozza meg L és C értékeit, ha a működési frekvencia 20kHz,  $\Delta I_L=0,3\text{A}$ ,  $\Delta U_d=5\%$ . Határozza meg az  $I_{LAV}$ ,  $I_{DAV}$ ,  $I_{KAV}$  áram középértékeket.



4. Egy 3F1U3Ü vezérelt áramirányító  $R_d, L_d, U_B$  terhelést táplál.  $U_s=230\text{V}$ ,  $R_d=10\Omega$ ,  $L_d=\infty$ ,  $U_B=600\text{V}$   $\alpha=150^\circ$ ,  $f=50\text{Hz}$ . A hálózat és a félvezető elemek ideálisak. Az  $U_B$  valóságos iránya ellentétes az áram valóságos irányával. Rajzolja fel a kapcsolást. Állandósult állapotra rajzolja fel az  $u_{s1}(t)$ ,  $u_{s2}(t)$ ,  $u_{s3}(t)$  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, az  $I_{Th1RMS}, I_{Th2RMS}, I_{Th3RMS}$  effektív értékeket, valamint a hálózatba visszatáplált teljesítmény középértékét. Mennyi az  $u_{s1}(t)$  feszültség és az  $i_{Th1}(t)$  áram alapharmónikusa közötti fázisszög?



5. Két npn bipoláris tranzisztorból Darlington kapcsolást alakítunk ki. Az egyik tranzisztorra  $B_{N1}=20$ ,  $I_{CE01}=1\text{mA}$ ,  $I_{C1MAX}=10\text{A}$ , a másik tranzisztorra  $B_{N2}=10$ ,  $I_{CE02}=2\text{mA}$ ,  $I_{C2MAX}=50\text{A}$ . Mindkét tranzisztorra a bázis-emitter jelleggörbét  $U_{TO}=0,6\text{V}$ ,  $r_D=0,02\Omega$  paraméterekkel közelítjük. Rajzolja fel a kapcsolást. Indokolja a tranzisztorok sorrendjét. Határozza meg a Darlington tranzisztor eredő, nagyjelű áramerősítési tényezőjét és eredő maradékáramát. Hogyan lehet csökkenteni a Darlington tranzisztor maradékáramát? Rajzolja fel és határozza meg a beépítendő alkatrész értékét. A beépítés után mennyi lesz a Darlington tranzisztor maradékárama?



A nagy áramú (kis  $B_{N1}$ ) a kimenő tr.

$$B_N = B_{N1} + B_{N2} + B_{N1} \cdot B_{N2} = 20 + 10 + 200 = 230 \quad (1)$$

$$I_{CE0} = I_{CE01} + I_{CE02} + I_{CE01} \cdot B_{N2} = 13 \mu\text{A} \quad (1)$$

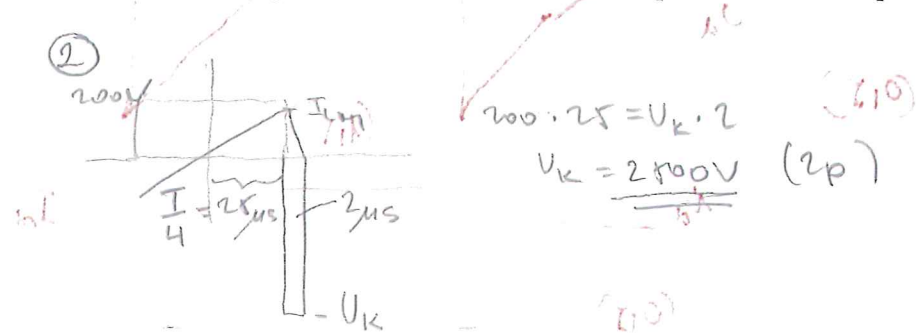
$$R = \frac{U_{TOBE2}}{I_{CE01}} = \frac{0,6}{10^{-3}} = 600 \Omega \quad (1)$$

$$I_{CE0}^* \approx I_{CE01} + I_{CE02} = 3 \mu\text{A} \quad (1)$$



### Kiegészítő kérdések (iMSc)

2. Normál működés után a kapcsolás diódái kapcsoló vezeték közben szakadássá válnak. A kapcsolók be és kikapcsolási ideje:  $2\mu\text{s}$ . Mekkora túlfeszültség keletkezik a kapcsolókon? (2p)
4. A kapcsolás fázisáramaiban mennyi az első négy **megjelenő felharmónikus** frekvenciája? (1p)
5. Határozza meg a  $I_{LAV}$ ,  $I_{DAV}$ ,  $I_{KAV}$  áram középtételeket és a tápforrásból felvett teljesítményt (1p)



4)  $n = cp \pm 1 = 1, 2, 4, 5, 7 \Rightarrow 100\text{Hz}, 200\text{Hz}, 250\text{Hz}, 350\text{Hz}$  (1)

5)  $I_D = I_d = \frac{P_d}{U_a} = 10A$   
 $\frac{t_{bc}}{t_{ci}} = \frac{I_k}{I_D} \Rightarrow I_k = I_D \cdot \frac{t_{bc}}{t_{ci}} = 10 \cdot \frac{66,7}{37,7} = 20A$   
 $I_L = I_k + I_D = 10 + 20 = 30A$  (1)

## Elektronika 2.

2NZH

B

2019. december 10.

Név, Neptun-kód	Terem, Szék	Felügyelő aláírása

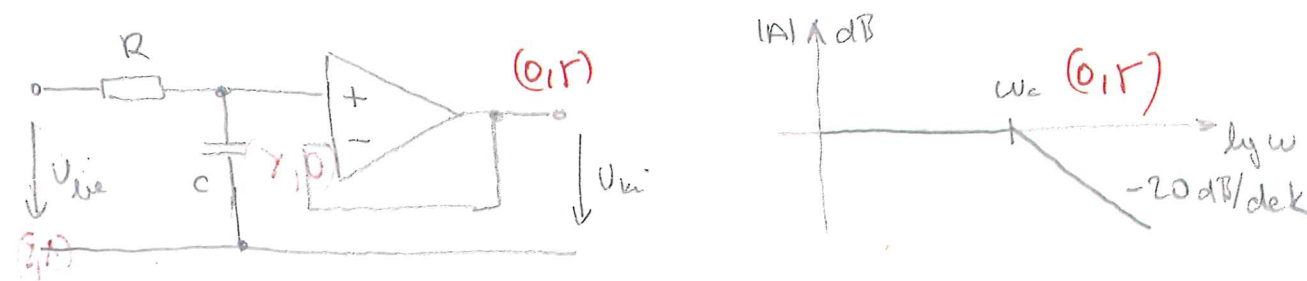
---	1.	2.	3.	4.	5.	iMSc	Σ	éredmijegy
Max. pont	4	5	5	5	5	4	24	---
Elért pont								
Javító							---	---

A feladatok megoldásához papír, írószerszám, 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. Alul áteresztő R-C szűrő kimenete jelkövető erősítő bemenetére csatlakozik. Rajzolja fel a kapcsolást és közelítő Bode diagramját. Határozza meg az elemek értékét úgy, hogy a törésponti frekvencia 2kHz legyen. A bemenő jel **széles frekvencia tartományban** változik, amplitúdója max. 5V, a jelforrás max. terhelhetősége 1mA. Mennyi az átvitel pontos értéke és a fázisforgatás a törésponti frekvencián?



$R = \frac{U_{be,max}}{I_{be,max}} = \frac{5}{10^{-3}} = 5k$  (1)

$\frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{1}{sC} = \frac{1}{1 + sRC}$

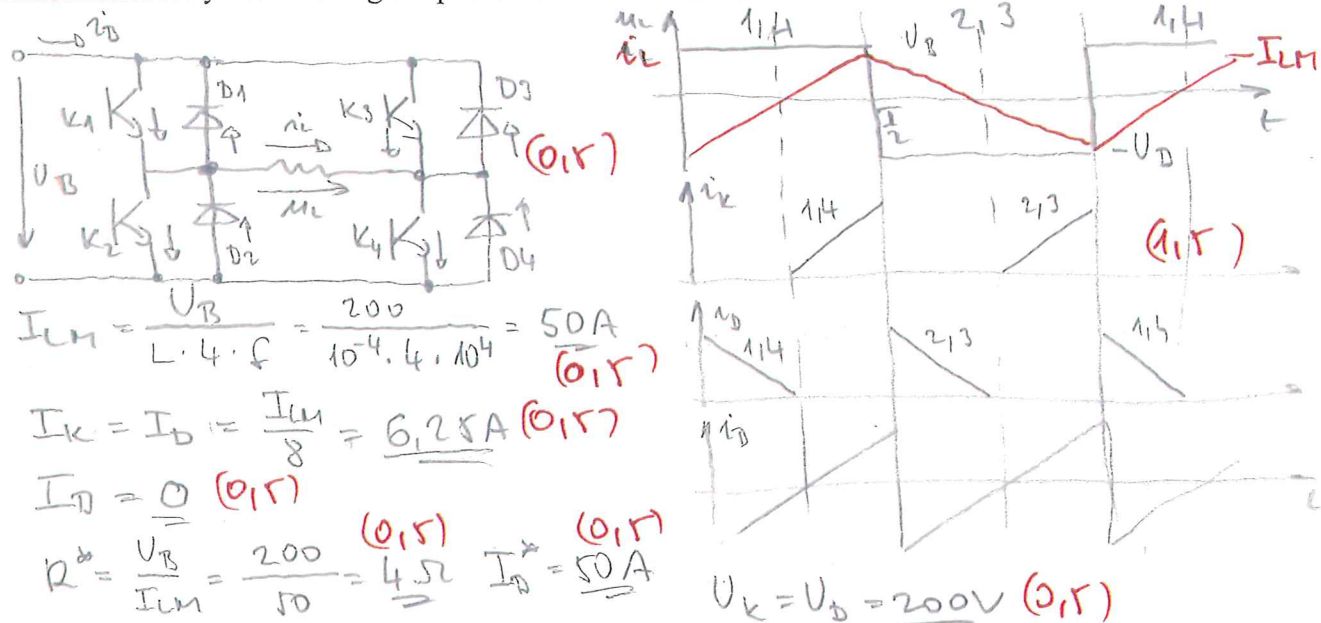
$\omega_c = 2\pi f_c = \frac{1}{R \cdot C}$

$C = \frac{1}{2\pi \cdot f_c \cdot R} = \frac{1}{6,28 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^3} = 15,9 \mu F$  (1)

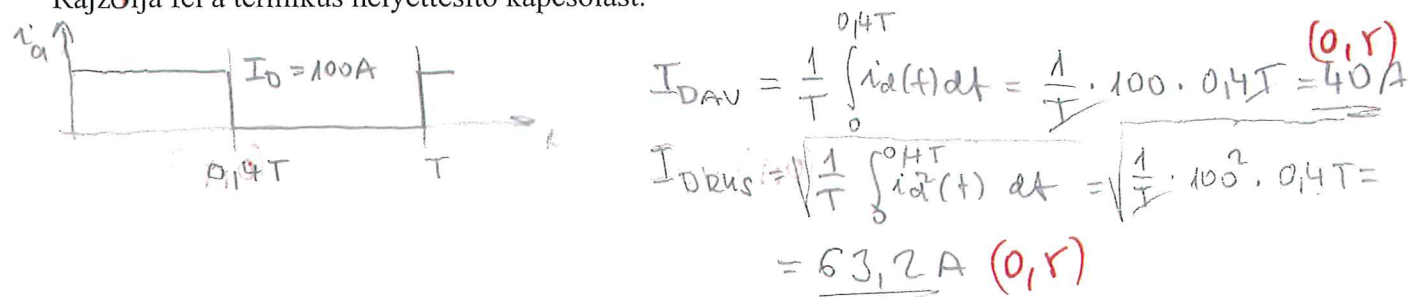
$A_v|_{f_c} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707$  (0,17)  
 $\varphi|_{f_c} = -\arctg \frac{\omega_c}{\omega_c} = -45^\circ$  (0,15)



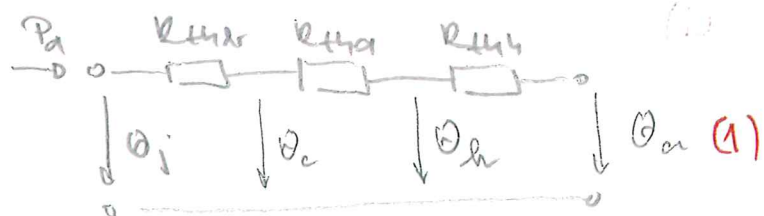
2. Egy teljes híd kapcsolású inverter áramkör terhelése  $L=100\mu\text{H}$ -s induktivitás. A tápfeszültség  $U_B=200\text{V}$ , a működési frekvencia  $f=10\text{kHz}$ . Az inverter átlósan elhelyezkedő kapcsolóelemei (K) egyszerre, fél periódus hosszúságú vezérlő jeleket kapnak. Rajzolja fel a kapcsolást. Rajzolja fel az  $u_L(t)$ ,  $i_L(t)$ ,  $i_{K1,2,3,4}(t)$ ,  $i_{D1,2,3,4}(t)$ ,  $i_B(t)$  időfüggvényeket **állandósult állapotra!** Határozza meg az  $I_{K1,2,3,4AV}$ ,  $I_{D1,2,3,4AV}$ ,  $I_{BAV}$  áram középértékeket. Milyen értékű ellenállást kellene párhuzamosan kapcsolni az induktivitással, hogy a diódák éppen ne működjenek? Mennyi lenne ekkor az  $I_{BAV}$  áram középérték? Minimálisan milyen feszültségű kapcsolóelemeket és diódákat kell használni?



3. Számítsa ki egy dióda bekapcsolt állapotú veszteségi teljesítményének a középértékét, ha a diódán 100A-es amplitúdójú, 40%-os kitöltési tényezőjű, nagyfrekvenciás, négyszögletes hullámformájú áram folyik. A dióda adatai:  $U_{T0}=0.8\text{V}$ ,  $r_D=0.001\text{ohm}$ . A diódát hűtőbordára szereljük. Mekkora lehet a maximális környezeti hőmérséklet, ha  $R_{thb}=1.2^\circ\text{C/W}$ ,  $R_{tha}=0.2^\circ\text{C/W}$ ,  $R_{thh}=2.1^\circ\text{C/W}$ ,  $\theta_{jmeq}=160^\circ\text{C}$ . Rajzolja fel a termikus helyettesítő kapcsolást.



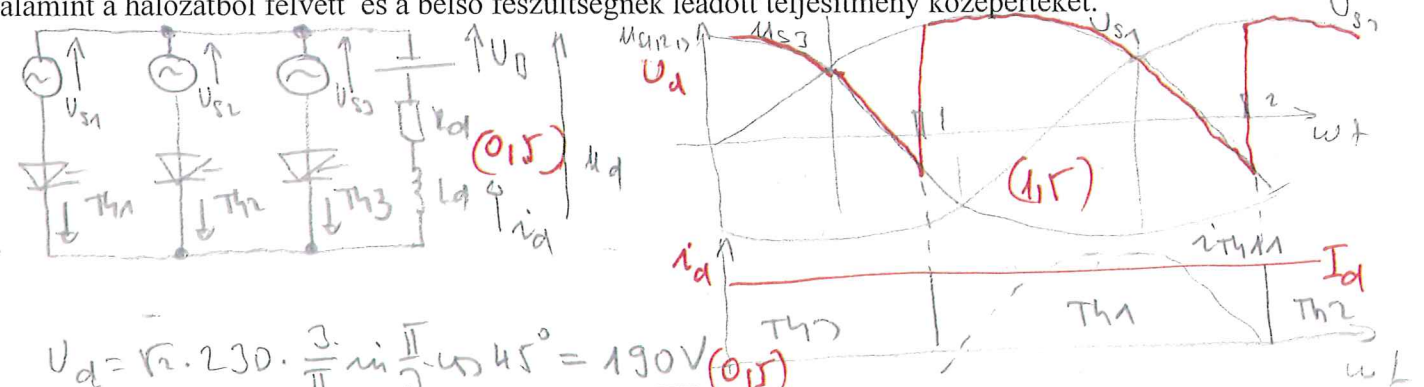
$P_d = U_d \cdot I_{DAV} + r_d \cdot I_{Drms}^2 = 0,8 \cdot 40 + 0,001 \cdot 63,2^2 = 36\text{W}$



$\theta_{jmeq} = P_d(R_{thb} + R_{tha} + R_{thh}) + \theta_a$

$\theta_a = \theta_{jmeq} - P_d(R_{thb} + R_{tha} + R_{thh}) = 160 - 36(1,2 + 0,2 + 2,1) = 160 - 126 = 34^\circ\text{C}$

4. Egy 3F1U3Ü vezérelt áramirányító  $R_d, L_d, U_B$  terhelést táplál.  $U_s=230\text{V}$ ,  $R_d=10\Omega$ ,  $L_d=\infty$ ,  $U_B=100\text{V}$ ,  $\alpha=45^\circ$ ,  $f=50\text{Hz}$ . A hálózat és a félvezető elemek ideálisak. Rajzolja fel a kapcsolást. Állandósult állapotra rajzolja fel az  $u_{s1}(t)$ ,  $u_{s2}(t)$ ,  $u_{s3}(t)$  hálózati feszültségeket, valamint az  $u_d(t)$ ,  $i_d(t)$ ,  $i_{Th1,2,3}(t)$  időfüggvényeket. Határozza meg az  $U_d, I_d, I_{Th1,2,3AV}$  középértékeket, az  $I_{Th1,2,3RMS}$  effektív értékeket, valamint a hálózathoz felvett és a belső feszültségnek leadott teljesítmény középértékét.



$U_d = \sqrt{2} \cdot 230 \cdot \frac{3}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{3} - \alpha\right) = 190\text{V}$

$I_d = \frac{U_d - U_B}{R_d} = \frac{190 - 100}{10} = 9\text{A}$

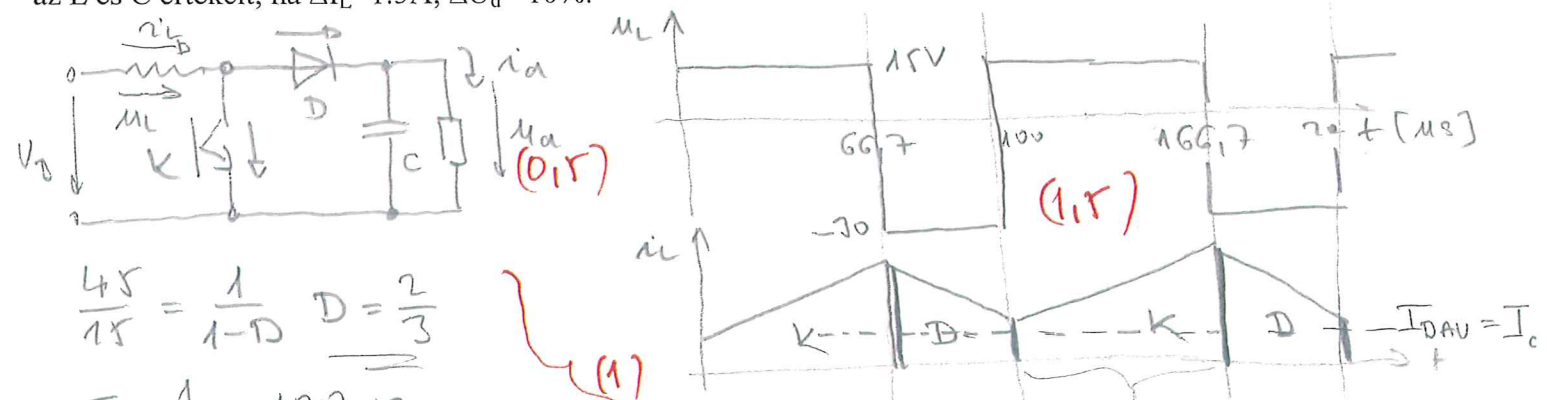
$I_{ThAV} = \frac{I_d}{3} = 3\text{A}$

$I_{ThRMS} = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = 5,2\text{A}$

$P_d = U_d \cdot I_d = 190 \cdot 9 = 1710\text{W}$

$P_B = 100 \cdot 9 = 900\text{W}$

5. Rajzoljon fel egy olyan PWM modulációval vezérelt kapcsoló üzemi átalakító kapcsolást, amely +15V bemenő egyenfeszültségből ( $U_B$ ) a bemenő feszültséggel megegyező polaritású +45V-os kimenő feszültséget ( $U_d$ ) állít elő. A kimenő teljesítmény: 450W, a kapcsolási frekvencia  $f=10\text{kHz}$ . Határozza meg a kapcsolóelem vezérlésének a kitöltési tényezőjét ( $D$ ) és a kapcsolási időket. Folyamatos áramvezetést feltételezve rajzolja fel az  $u_L(t)$  (idő és amplitúdó léptékhelyesen),  $i_L(t)$  időfüggvényeket. Az  $i_L(t)$  időfüggvényben jelölje a kapcsoló (K) és a dióda (D) áramvezetési tartományait. Határozza meg az  $L$  és  $C$  értékeit, ha  $\Delta I_L=1.5\text{A}$ ,  $\Delta U_d=10\%$ .



$\frac{45}{15} = \frac{1}{1-D} \Rightarrow D = \frac{2}{3}$

$T = \frac{1}{f} = 100\mu\text{s}$

$t_{be} \approx 66,7\mu\text{s}$ ,  $t_{ki} = 33,3\mu\text{s}$

$I_a = \frac{P_d}{U_d} = \frac{450}{45} = 10\text{A}$

$U_B = L \frac{\Delta I_L}{t_{be}} \Rightarrow L = \frac{U_B \cdot t_{be}}{\Delta I_L} = \frac{15 \cdot 66,7 \cdot 10^{-6}}{1,5} = 667\mu\text{H}$

$C \cdot \Delta U_d = I_d \cdot t_{be}$   
 $C = \frac{I_d \cdot t_{be}}{\Delta U_d} = \frac{10 \cdot 66,7 \cdot 10^{-6}}{4,5 \cdot 0,1} = 148\mu\text{F}$