

Kiegészítő kérdések (iMSc):

1. feladat. Az alkalmazott műveleti erősítő maximális kimenő árama 10mA. A kapcsolás bemenetére 1V egyenfeszültséget kapcsolunk. Mennyi árammal terhelhető ekkor a kapcsolás? (1p)

3. feladat. Minden beállítási és alkatrész értéket változatlanul hagyva a kapcsolási frekvenciát 30kHz-re növeljük. Mennyi lesz ekkor ΔU_d értéke? (1p)

5. feladat. Mennyi lesz a beépített alkatrészen átfolyó áram, ha a Darlington tranzisztor bázisárama 100mA? (2p).

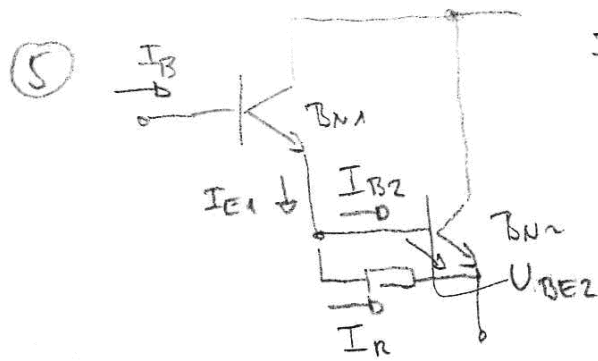
① $U_{ki} = -12 \cdot U_{be} = -12 \cdot 1 = -12V$

$i_V = I_V = \frac{U_{ki}}{R_2} = \frac{-12}{120k} = -0,1mA$

$I_T = I_{HEKIMAX} - I_V = -10mA - (-0,1mA) = \underline{\underline{-9,9mA}} \quad (1)$

③ $\frac{\Delta U_d}{U_d} = \frac{1}{8} (1-D) \frac{1}{f^2 \cdot C \cdot L}$ $f_1 = 20kHz$ $\left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 = 2,25$
 $f_2 = 30kHz$

$\Delta U_d \Big|_{f_2} = \frac{\Delta U_d}{2,25} = \frac{1}{2,25} = \underline{\underline{0,44V}} \quad (1)$



$I_{E1} = I_R + \beta_{N1} \cdot I_B + I_{CE01} = 0,1 + 15 \cdot 0,1 + 0,001 = \underline{\underline{1,601A}}$

$I_R \cdot R = (I_{E1} - I_R) \cdot R_{D0E2} + U_{BE2}$

$I_R \cdot 700 = (1,601 - I_R) \cdot 0,025 + 0,7$

$I_R \cdot 700 \cdot 0,025 = 0,704$

$I_R = \frac{0,704}{700 \cdot 0,025} \approx \underline{\underline{1mA}} \quad (2)$

1.

Elektronika 2.

2NZH

A

2021. december 10.

Név, Neptun-kód	Terem, Szék	Felügyelő aláírása

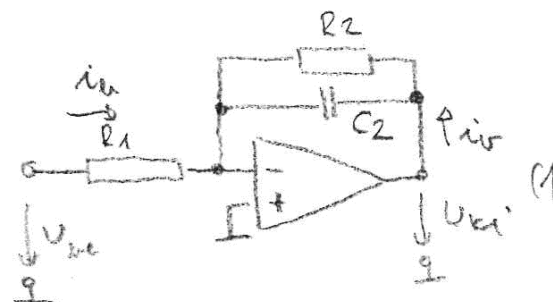
---	1.	2.	3.	4.	5.	iMSc	Σ	éremjegy
Max. pont	4	5	5	5	5	4	24	---
Elért pont								
Javító							---	---

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 erősítős kapcsolást. A kapcsolás bemenő jele a 0...+1V tartományban változik, a jelforrás max. terhelhetősége 100μA. Határozza meg a kapcsolás átviteli függvényét. Határozza meg az elemek értékét úgy, hogy az egyenfeszültségű átvitel -12, a törésponti frekvencia pedig $f_c = 300$ Hz legyen. Mennyi a kapcsolás bemenő ellenállása? Mennyi a **pontos átvitel** a törésponti frekvencián?



$\frac{U_{ke}}{R_1} = - \frac{U_{ki}}{R_2 \cdot \frac{1}{sC_2}}$
 $\frac{U_{ki}}{U_{be}} = \frac{R_2}{R_1} \frac{1}{1 + sR_2C_2} \quad (0,5)$

$R_1 = \frac{U_{beMAX}}{I_{beMAX}} = \frac{1}{100 \cdot 10^{-6}} = 10^4 = \underline{\underline{10k}} \quad (0,5)$ $\frac{R_2}{R_1} = -12 = \frac{R_2}{10k} \Rightarrow R_2 = \underline{\underline{120k}} \quad (0,5)$

$\omega_c = \frac{1}{R_2 \cdot C_2}$ $C_2 = \frac{1}{\omega_c \cdot R_2} = \frac{1}{2\pi \cdot 3 \cdot 10^2 \cdot 12 \cdot 10^5} = 0,044 \cdot 10^{-7} = \underline{\underline{4,4nF}} \quad (0,5)$

$R_{be} = R_1 = 10k\Omega \quad (0,5)$ $\left| \frac{U_{ki}}{U_{be}} \right|_{f_c} = \frac{R_2}{R_1} \frac{1}{\sqrt{1^2 + (\frac{\omega_c}{\omega_c})^2}} = \frac{12}{10} = \underline{\underline{1,2}} \quad (0,5)$

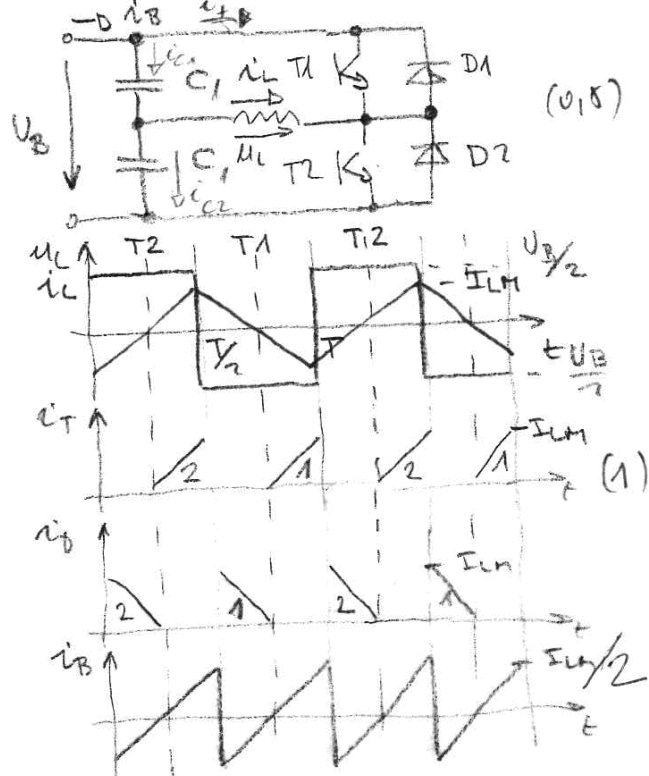
$$u_0 = \frac{d\psi}{dt} = \frac{L}{C} \frac{di}{dt} \ll f \cdot L, \quad i_{c1} - i_{c2} - i_L = 0$$

$$\frac{di_{c1}}{dt} = \frac{i_{c1}}{C_1}, \quad \frac{di_{c2}}{dt} + \frac{di_L}{dt} = \frac{d(u_0)}{dt} = 0 \Rightarrow i_{c1} + i_{c2} = 0$$

$$i_B = i_{c1} - i_L = -\frac{i_L}{2}$$

amikor T_1 s. D_1 vezet.

2. Egy félhíd kapcsolású inverter áramkör terhelése $L=100\mu\text{H}$ -s induktivitás. A tápfeszültség $U_B=400\text{V}$, a működési frekvencia $f=10\text{kHz}$. Az inverter kapcsolóelemei (T) fél periódus hosszúságú, ellenütemű vezérlő jeleket kapnak. Rajzolja fel a kapcsolást! Rajzolja fel az $u_L(t)$, $i_L(t)$, $i_{T1,2}(t)$, $i_{D1,2}(t)$, $i_B(t)$ időfüggvényeket **valós, állandósult állapotra**! Határozza meg az $I_{T1,2AV}$, $I_{D1,2AV}$, I_{BAV} áram középértékeket. Milyen értékű ellenállást kell párhuzamosan kapcsolni az induktivitással, hogy a diódák éppen ne működjenek? Mennyi lesz ekkor az I_{BAV} áram középérték? Minimálisan milyen feszültségű kapcsolóelemeket és diódákat kell használni?



$$U = L \frac{di}{dt}$$

$$\frac{U_B}{2} = L \frac{I_{LM}}{T/4} = L I_{LM} \cdot 4 \cdot f$$

$$I_{LM} = \frac{U_B}{8 \cdot L \cdot f} = \frac{400}{8 \cdot 10^{-4} \cdot 10^4} = 50 \text{ A} \quad (0,5)$$

$$I_{TAV} = \frac{I_{LM}}{8} = 6,25 \text{ A} \quad (0,5)$$

$$I_{DAV} = \frac{I_{LM}}{8} = 6,25 \text{ A} \quad (0,5)$$

$$I_{BAV} = 0 \text{ A} \quad (0,5)$$

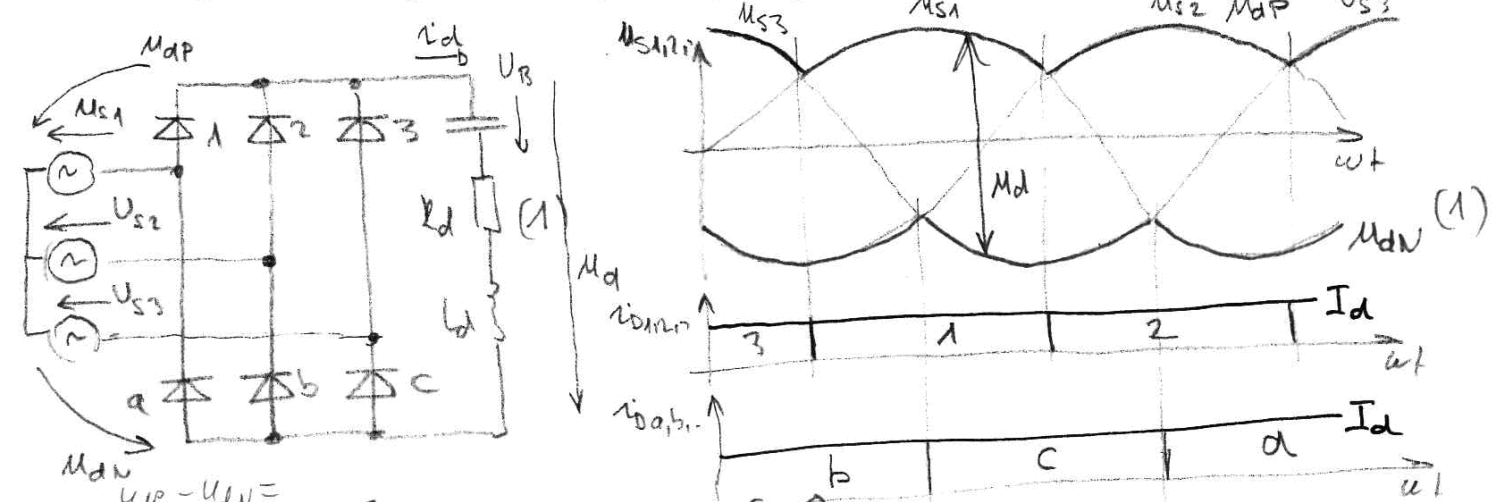
$$I_{LM} = I_R = \frac{U_B}{2R}$$

$$R = \frac{U_B}{2 \cdot I_{LM}} = \frac{400}{2 \cdot 50} = 4 \Omega \quad (0,5)$$

$$I_{BAV} = I_R \cdot \frac{U_B}{2R} = \frac{400}{8} = 50 \text{ A} \quad (0,5)$$

$$U_T = U_{D2} = U_B = 400 \text{ V} \quad (0,5)$$

4. Egy 3F2U6Ü, diódás áramirányító R_d, L_d, U_B terhelést táplál. $U_s=230\text{V}$, $R_d=10\Omega$, $L_d=\infty$, $U_B=100\text{V}$, $f=50\text{Hz}$. 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 $u_d(t)$, $i_d(t)$, $i_{D1...6}(t)$ időfüggvényeket. Határozza meg az $U_d, I_d, I_{D1...6AV}$ középértékeket, az $I_{D1...6RMS}$ effektív értékeket, valamint a hálózathál felvett és az U_B belső feszültségnek leadott teljesítmény középértékét.



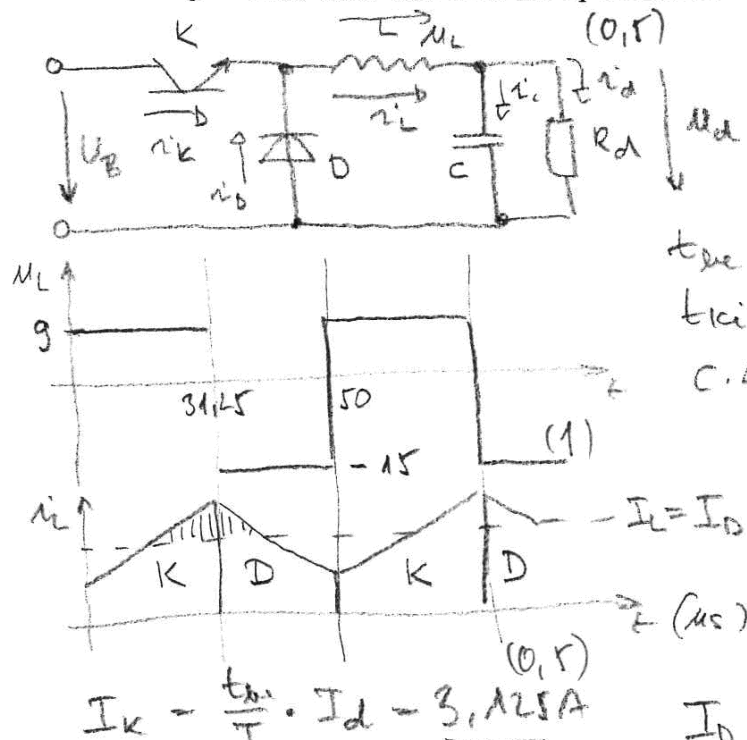
$$U_d = \sqrt{2} \cdot \sqrt{2} \cdot 230 \cdot \frac{3}{\pi} \sin \frac{\pi}{3} = 538,3 \text{ V} \quad (0,5)$$

$$I_d = \frac{U_d - U_B}{R_d} = \frac{538,3 - 100}{10} = 43,8 \text{ A} \quad (0,5)$$

$$I_{D1,2,3AV} = \frac{I_d}{3} = 14,6 \text{ A} \quad (0,5) \quad P_d = U_d \cdot I_d = 538,3 \cdot 43,8 = 23578 \text{ W} \quad (0,5)$$

$$I_{D1,2,3RMS} = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = 25,28 \text{ A} \quad (0,5) \quad P_B = U_B \cdot I_d = 100 \cdot 43,8 = 4380 \text{ W} \quad (0,5)$$

3. Egy áramkör +15V-os tápfeszültségét +24V-os feszültségből állítjuk elő kapcsoló üzemi DC/DC átalakítóval. A kapcsolás kimenő teljesítménye 75W. 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 , $\Delta I_L=0,4\text{A}$, $\Delta U_d=1\text{V}$. Határozza meg az I_{LAV} , I_{DAV} , I_{KAV} áram középértékeket.



$$D = \frac{U_d}{U_B} = \frac{15}{24} = 0,625 \quad (0,5)$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{20 \cdot 10^3} = 50 \mu\text{s}$$

$$t_{be} = D \cdot T = 0,625 \cdot 50 = 31,25 \mu\text{s} \quad (0,5)$$

$$t_{ki} = T - t_{be} = 50 - 31,25 = 18,75 \mu\text{s} \quad (0,5)$$

$$C \cdot \Delta U_d = \frac{\Delta I_L}{2} \cdot \frac{1}{2}$$

$$C = \frac{\Delta I_L \cdot T}{8 \cdot \Delta U_d} = \frac{0,4 \cdot 50 \cdot 10^{-6}}{8 \cdot 1} = 2,5 \mu\text{F} \quad (0,5)$$

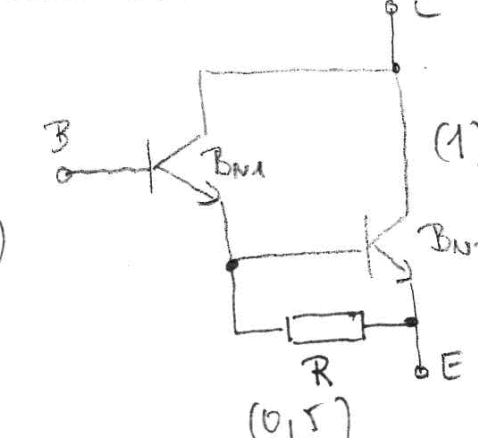
$$L = \frac{U_d \cdot t_{ki}}{\Delta I_L} = \frac{15 \cdot 18,75 \cdot 10^{-6}}{0,4} = 703 \mu\text{H} \quad (0,5)$$

$$I_{LAV} = I_d = \frac{P}{U_d} = \frac{75}{15} = 5 \text{ A} \quad (0,5)$$

$$I_D = \frac{t_{ki}}{T} \cdot I_d = 1,875 \text{ A} \quad (0,5)$$

$$I_K = \frac{t_{be}}{T} \cdot I_d = 3,125 \text{ A} \quad (0,5)$$

5. Két npn bipoláris tranzisztorból Darlington kapcsolást alakítunk ki. Az egyik tranzisztorra $B_{N1}=15$, $I_{CE01}=1\text{mA}$, a másik tranzisztorra $B_{N2}=6$, $I_{CE02}=2\text{mA}$. Mindkét tranzisztorra a bázis-emitter jelleggörbét $U_{TO}=0,7\text{V}$, $r_d=0,025\Omega$ 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?



B_N az I_{ce} -árammal csökken, ezért a nagyobb áramú tranzisztor B_N -je kisebb. $(0,5)$

$$B_U = B_{N1} + B_{N2} + B_{N1} \cdot B_{N2} = 15 + 6 + 15 \cdot 6 = 111 \quad (0,5)$$

$$I_{CE0} = I_{CE01} + I_{CE02} + I_{CE01} \cdot B_{N2} = 1 + 2 + 1 \cdot 6 = 9 \mu\text{A} \quad (0,5)$$

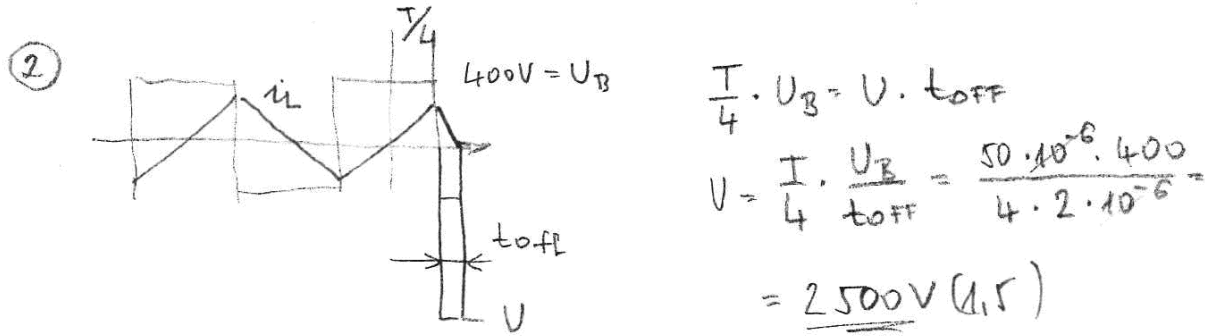
I_{CE01} maradékáramot elvezetik R-en, úgy, hogy a 2. tr. B-E átmenete nem újít ki $(0,5)$

$$R = \frac{U_{BE2T}}{I_{CE01}} = \frac{0,7}{10^{-3}} = 700 \Omega \quad (1)$$

$$I_{CE0|R} = I_{CE01} + I_{CE02} = 1 + 2 = 3 \mu\text{A} \quad (0,5)$$

Kiegészítő kérdések (iMSc)

2. A kiindulási, induktivitás terhelés esetén, állandósult állapotú működés után a kapcsolás diódái kapcsoló vezetés közben szakadássá válnak. A kapcsolók be és kikapcsolási ideje: $2\mu\text{s}$. Mekkora túlfeszültség keletkezik a kapcsolókon? (1.5p)
4. feladat. Mennyi a hálózati fázisáram alapharmonikusának (50Hz) az effektív értéke? (1.5p)
5. Határozza meg a I_{LAV} , I_{DAV} , I_{KAV} áram középértékeket és a tápforrásból felvett teljesítményt (1p)



④ $U_d \cdot I_d = 3U_c \cdot I_{DA}$
 $I_{DA} = \frac{U_d \cdot I_d}{3 \cdot U_c} = \frac{269 \cdot 21,9}{3 \cdot 230} = \underline{8,53A} \text{ (1,5)}$

⑤ $I_{DAV} = I_d = \underline{10A}$
 $\frac{I_{KAV}}{I_{DAV}} = \frac{t_{be}}{t_{ki}} \rightarrow I_{KAV} = I_{DAV} \cdot \frac{t_{be}}{t_{ki}} = 10 \cdot \frac{66,7 \mu\text{s}}{33,3 \mu\text{s}} = \underline{20A}$
 $I_{LAV} = I_{KAV} + I_{DAV} = 10 + 20 = \underline{30A}$
 $P_d = P_B = P_D = U_B \cdot I_{LAV} = 15 \cdot 30 = \underline{450W}$

Elektronika 2.

2NZH

B

2021. december 10.

Név, Neptun-kód	Terem, Szék	Felügyelő aláírása

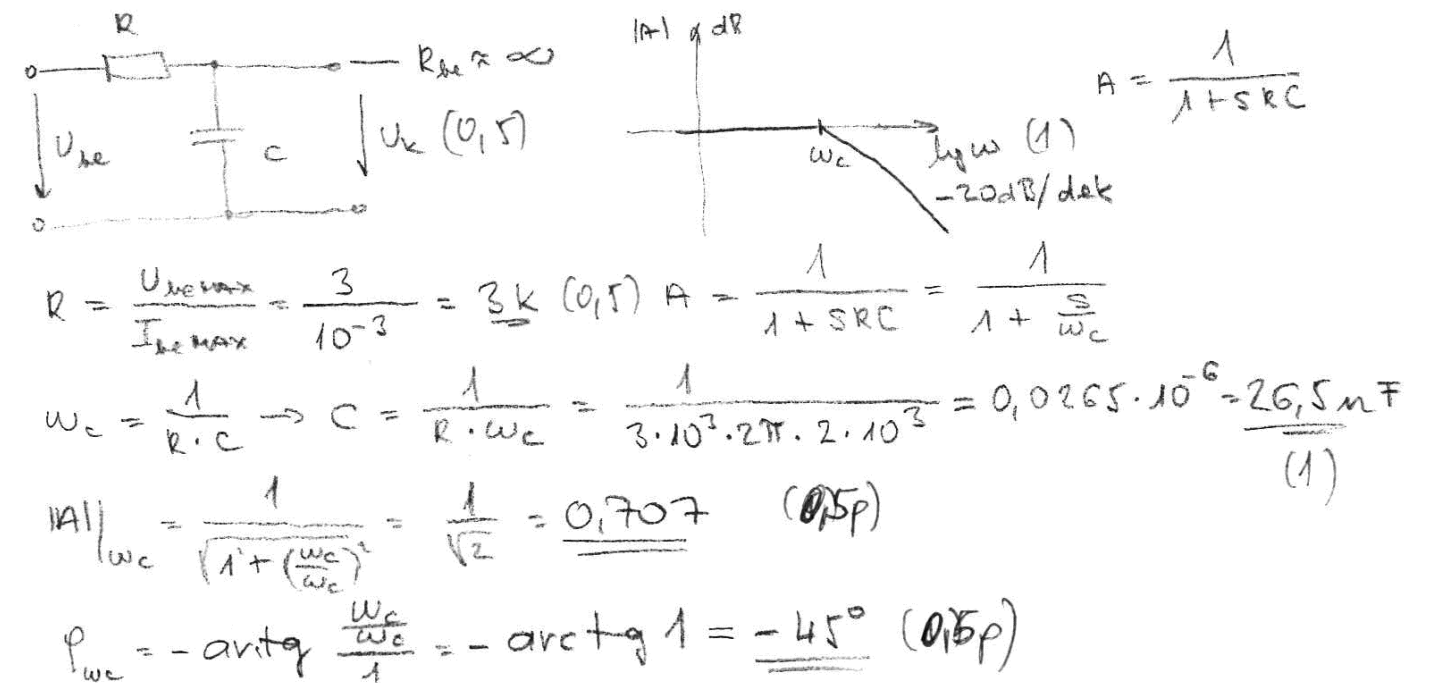
---	1.	2.	3.	4.	5.	iMSc	Σ	éredmény
Max. pont	4	5	5	5	5	4	24	---
Elért pont								
Javító							---	---

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

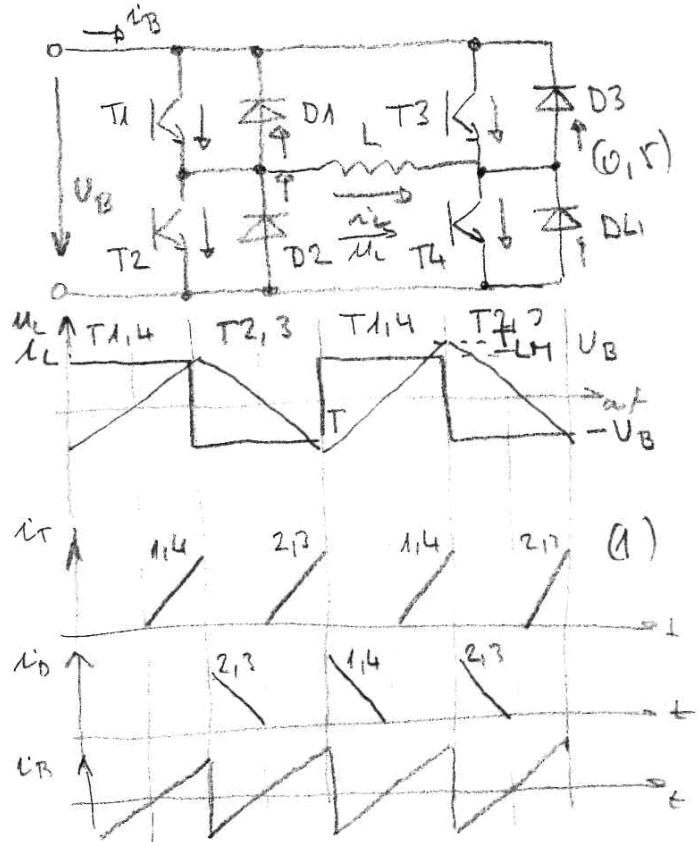
0-9 pont	elégtelen (1)
10-12 pont	elégséges (2)
13-15 pont	közepes (3)
16-19 pont	jó (4)
20-24 pont	jeles (5)

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. Elsőfokú, alul átteresztő R-C szűrő kimenete végtelen bemenő impedanciájú áramkörhöz csatlakozik. Rajzolja fel a kapcsolást és közelítő Boode amplitúdó diagramját. A bemenő jel széles frekvencia tartományban változik, amplitúdója max. 3V, a bemenő jelforrás max. terhelhetősége 1mA. Határozza meg az elemek értékét úgy, hogy a törésponti frekvencia 2kHz legyen. Mennyi az átvitel pontos értéke és a fázisforgatás a törésponti frekvencián?



2. Egy teljes híd kapcsolású inverter áramkör terhelése $L=100\mu\text{H}$ -s induktivitás. A tápfeszültség $U_B=400\text{V}$, a működési frekvencia $f=20\text{kHz}$. Az inverter átlósan elhelyezkedő kapcsolóelemei (T) egyszerre, fél periódus hosszúságú, ellenütemű vezérlő jeleket kapnak. Rajzolja fel a kapcsolást. Rajzolja fel az $u_L(t)$, $i_L(t)$, $i_{T1,2,3,4}(t)$, $i_{D1,2,3,4}(t)$, $i_B(t)$ időfüggvényeket **állandósult állapotra!** Határozza meg az $I_{T1,2,3,4AV}$, $I_{D1,2,3,4AV}$, I_{BAV} áram középvértékeket. Milyen értékű ellenállást kellene párhuzamosan kapcsolni az induktivitással, hogy a diódák éppen ne működjenek? Mennyi lenne ekkor az I_{BAV} és az $I_{D1,2,3,4AV}$ áram középvérték?



$$U = L \frac{di}{dt}$$

$$U_B = L \frac{I_{LM}}{T} \cdot 4 = L \cdot I_{LM} \cdot 4 \cdot f$$

$$I_{LM} = \frac{U_B}{4 \cdot L \cdot f} = \frac{400}{4 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^4} = 50\text{A}$$

$$I_{TAV} = \frac{I_{LM}}{8} = 6,25\text{A (0,1r)}$$

$$I_{DAV} = \frac{I_{LM}}{8} = 6,25\text{A (0,1r)}$$

$$I_{BAV} = 0 \text{ (0,1r)}$$

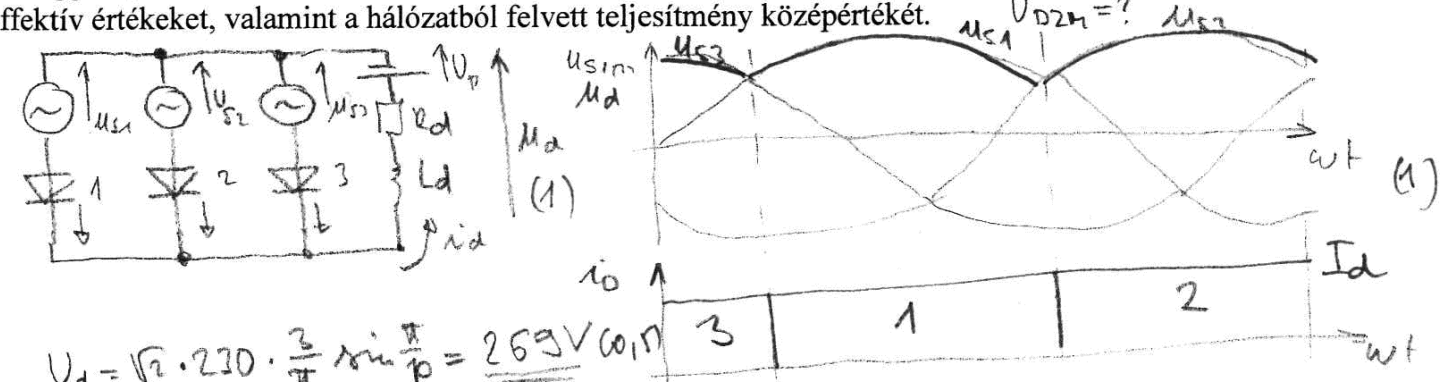
$$I_{LM} = \frac{U_B}{R} \rightarrow R = \frac{U_B}{I_{LM}} = \frac{400}{50} = 8\Omega \text{ (0,1r)}$$

$$I_{BAV} = I_R = I_{LM} = 50\text{A (0,1r)}$$

$$I_{TAV} = \frac{2 \cdot I_R \cdot \frac{T}{2}}{2T} = \frac{2 \cdot 50}{4} = 25\text{A (1)}$$

$$I_{DAV} = 0$$

4. Egy 3F1U3Ü diódás, áramirányító R_d , L_d , U_B terhelést táplál. $U_s=230\text{V}$, $R_d=10\Omega$, $L_d=\infty$, $U_B=50\text{V}$, $f=50\text{Hz}$. 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 $u_d(t)$, $i_d(t)$, $i_{D1}(t)$, $i_{D2}(t)$, $i_{D3}(t)$ időfüggvényeket. Határozza meg az U_d , I_d , I_{D1AV} , I_{D2AV} , I_{D3AV} középvértékeket, az I_{D1RMS} , I_{D2RMS} , I_{D3RMS} effektív értékeket, valamint a hálózathoz felvett teljesítmény középvértékét.



$$U_d = \sqrt{2} \cdot 230 \cdot \frac{3}{\pi} \sin \frac{\pi}{6} = 269\text{V (0,1r)}$$

$$I_d = \frac{U_d - U_B}{R_d} = \frac{269 - 50}{10} = 21,9\text{A (0,1r)}$$

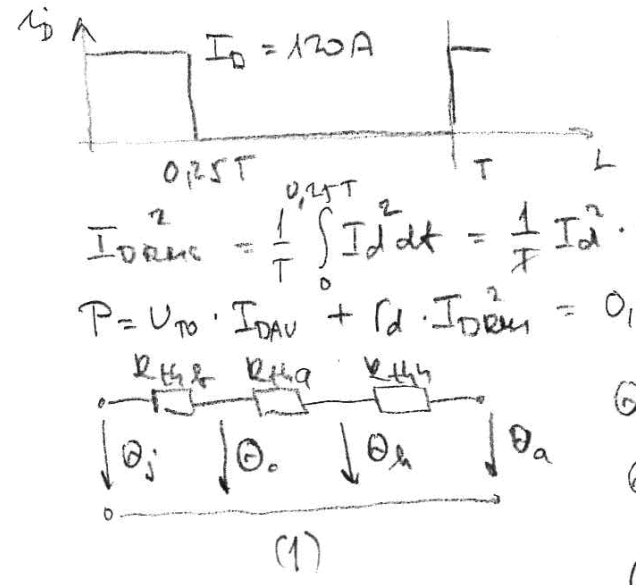
$$I_{DAV} = \frac{I_d}{3} = 7,3\text{A (0,1r)}$$

$$I_{DRMS} = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = 12,64\text{A (0,1r)}$$

$$P_d = U_d \cdot I_d = 269 \cdot 21,9 = 5891\text{W (0,1r)}$$

$$U_{D2MAX} = \sqrt{2} U_v = \sqrt{2} \cdot \sqrt{3} \cdot U_s = \sqrt{2} \cdot \sqrt{3} \cdot 230 = 563\text{V (0,1r)}$$

3. Számítsa ki egy dióda bekapcsolt állapotú veszteségi teljesítményének a középvértékét, ha a diódán 120A-es amplitúdójú, 25%-os kitöltési tényezőjű, 15kHz-es frekvenciájú, 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 $R_{thb}=1,5^\circ\text{C/W}$, $R_{tha}=0,2^\circ\text{C/W}$, $R_{thh}=2,4^\circ\text{C/W}$, $\theta_{jmeg}=160^\circ\text{C}$. Rajzolja fel a termikus helyettesítő kapcsolást. Határozza meg a maximális környezeti hőmérséklet esetén a hűtőborða hőmérsékletét.



$$I_{DAV} = \frac{1}{T} \int_0^{0,25T} I_d dt = \frac{1}{T} I_d \cdot 0,25T = \frac{I_d}{4}$$

$$I_{DAV} = \frac{120}{4} = 30\text{A (1p)}$$

$$I_{DRMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^{0,25T} I_d^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T} I_d^2 \cdot 0,25T} = 0,25 \cdot I_d \rightarrow I_{RRM} = 60\text{A}$$

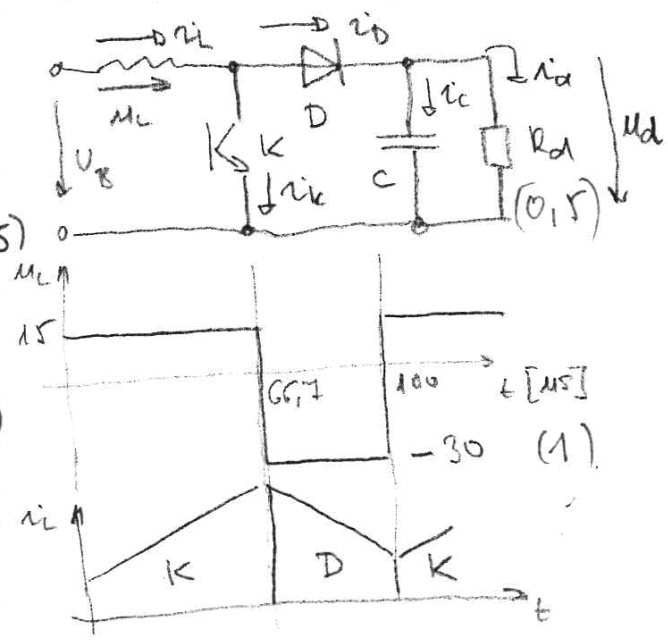
$$P = U_{T0} \cdot I_{DAV} + I_d \cdot I_{DRM}^2 = 0,8 \cdot 30 + 0,001 \cdot 60^2 = 24 + 3,6 = 27,6\text{W (1,5)}$$

$$\theta_j = P_d (R_{thb} + R_{tha} + R_{thh}) + \theta_{amax}$$

$$\theta_{amax} = 160 - 27,6 (1,5 + 0,2 + 2,4) = 46,84^\circ\text{C (1)}$$

$$\theta_h = \theta_{amax} + P_d \cdot R_{thh} = 46,84 + 27,6 \cdot 2,4 = 113,1^\circ\text{C (1)}$$

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 vezérlési 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 $\Delta I_L=1,5\text{A}$, $\Delta U_d=3\text{V}$. Mennyi lenne a kimenő feszültség $D=1$ esetén?



$$\frac{U_d}{U_B} = \frac{1}{1-D} \quad D = \frac{2}{3} \quad T = \frac{1}{f} = 100\mu\text{s}$$

$$t_{be} = D \cdot T = 66,7\mu\text{s}$$

$$t_{ci} = T - t_{be} = 33,3\mu\text{s} \quad (0,15)$$

$$I_d = \frac{P_d}{U_d} = \frac{450}{45} = 10\text{A (0,15)}$$

$$C \cdot \Delta U_d = I_d \cdot t_{be} \rightarrow C = \frac{I_d \cdot t_{be}}{\Delta U_d} = 222\mu\text{F}$$

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

$$U_d|_{D=1} = 0\text{V (1p)}$$