

# Elektronika 2. A

2NZH

2016. november 22.

Név, Neptun-kód	Terem, Szék	Felügyelő aláírása

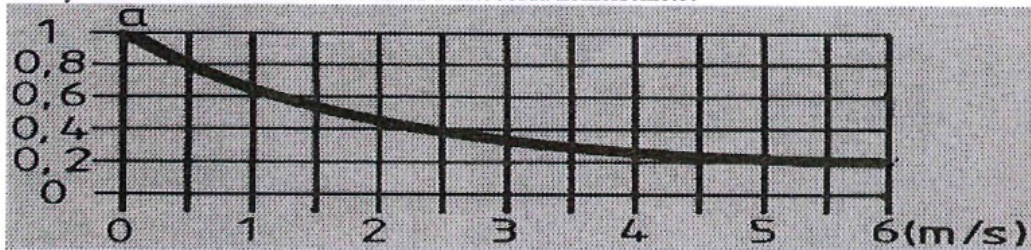
---	1.	2.	3.	4.	5.	Σ	éremjegy
Max. pont	4	5	5	5	5	24	---
Elért pont							
Javító						---	---

A feladatok megoldásához papír, írószerszám, számológép használata megengedett, egyéb segédeszköz használata tiltott. A megoldásra fordítható idő: 90 perc. Az osztályozás a következő 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. Egy tranzisztor belső hőellenállása  $R_{thb}=1.5 [^{\circ}C/W]$ . A tranzisztor egy  $R_{thh}=2.75 [^{\circ}C/W]$  hőátadási ellenállású hűtőbordára van szerelve. A tranzisztor és a hűtőborda közötti hőátadási ellenállás  $R_{tha}=0.25 [^{\circ}C/W]$ . A tranzisztor állandósult veszteségi teljesítménye  $P_d=30W$ , megengedett réteghőmérséklete  $\theta_{jmax}=150^{\circ}C$ . Rajzolja fel állandósult állapotra a termikus helyettesítő kapcsolást. Megfelel-e a hűtőborda a tranzisztor hűtéséhez, ha a maximális környezeti hőmérséklet  $\theta_{amax}=40^{\circ}C$ ? Ha nem, akkor legalább mekkora sebességgel kell a levegőt áramoltatni a hűtőbordán, hogy a hűtés éppen megfelelő legyen? Mennyi lesz ekkor a tranzisztor tokozás és a hűtőborda hőmérséklete?



$$\theta_j = P_d (R_{thb} + R_{tha} + R_{thh}) + \theta_{amax} = 30(1.5 + 0.25 + 2.75) + 40 = 175^{\circ}C$$

$\theta_j > \theta_{jmax}$  NEM FELEL meg! 1p

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

$$R_{thh}' = \frac{\theta_{jmax} - \theta_{amax}}{P_d} - R_{thb} - R_{tha} = \frac{150 - 40}{30} - 1.5 - 0.25 = 1.92$$

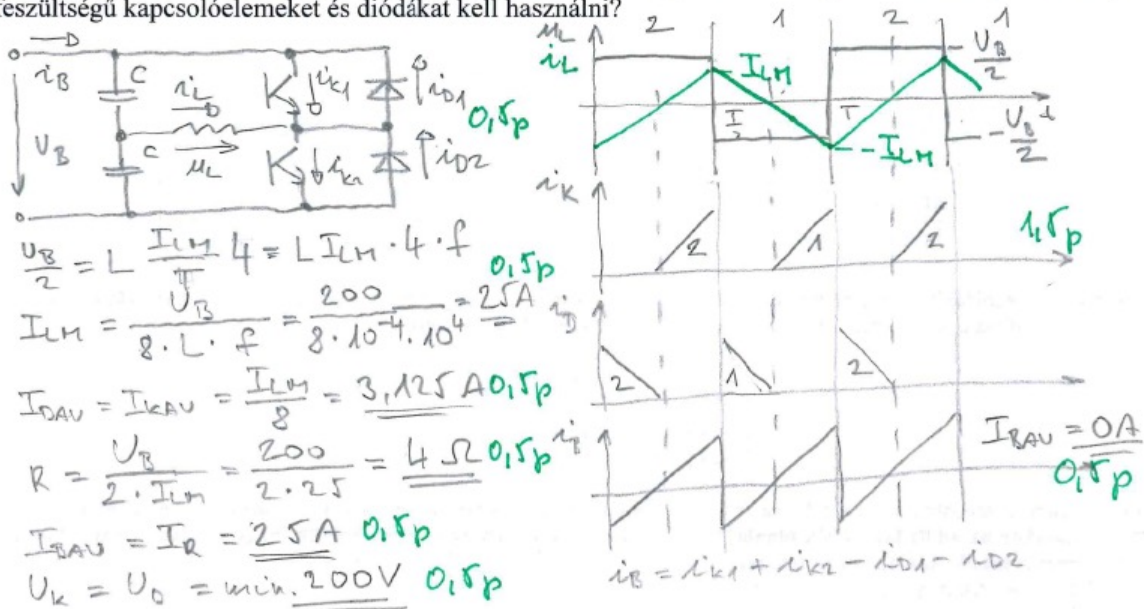
$$a = \frac{1.92}{2.75} = 0.69 \rightarrow v \approx 0.175 \frac{m}{s}$$

$$\theta_h = \theta_{amax} + R_{thh}' \cdot P_d = 97.5^{\circ}C$$

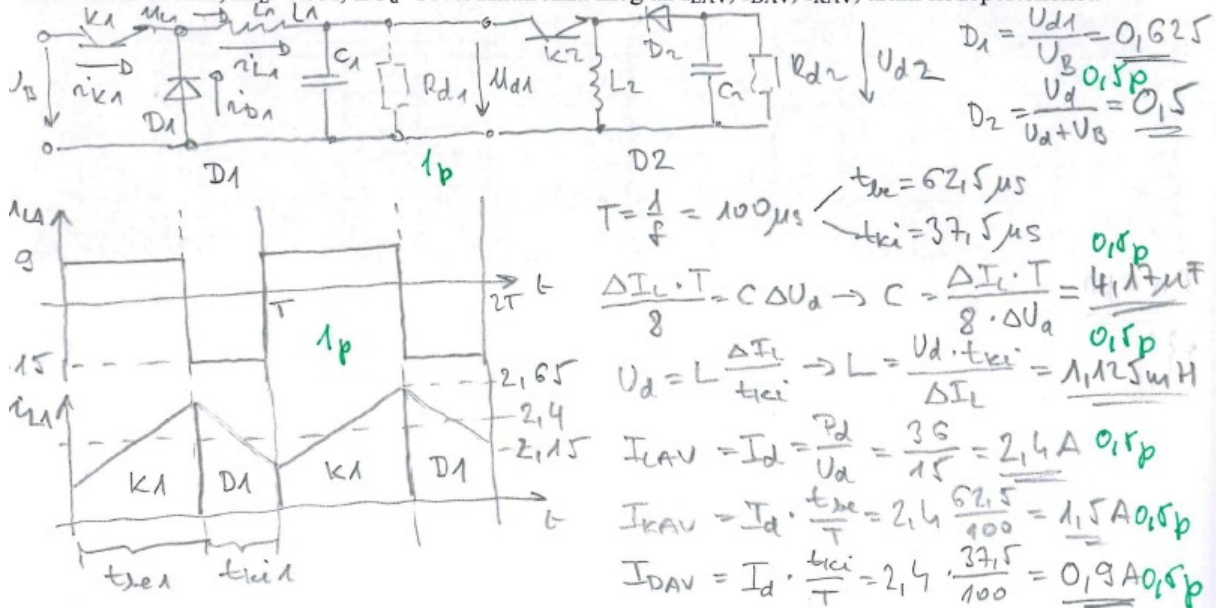
$$\theta_c = \theta_{amax} + (R_{thh}' + R_{tha}) \cdot P_d = 105.1^{\circ}C$$

0.5p 0.5p 0.5p

2. Egy félhíd 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 ~~átólasan elhelyezkedő kapcsolóelemei~~ (K) egyszerre, fél periódus hosszúságú vezérlő jeleket kapnak. Rajzolja fel a kapcsolást. Rajzolja fel az  $u_L(t)$ ,  $i_L(t)$ ,  $i_{K1,2}(t)$ ,  $i_{D1,2}(t)$ ,  $i_B(t)$  időfüggvényeket **állandósult állapotra**. Határozza meg az  $I_{K1,2AV}$ ,  $I_{D1,2AV}$ ,  $I_{BAV}$  áram középvértékeket. Milyen értékű ellenállást kellene párhuzamosan kapcsolni az induktivitással, hogy a diódák éppen ne működjenek? Mennyi lenne ekkor az  $I_{BAV}$  áram középvérték? Minimálisan milyen feszültségű kapcsolóelemeket és diódákat kell használni?

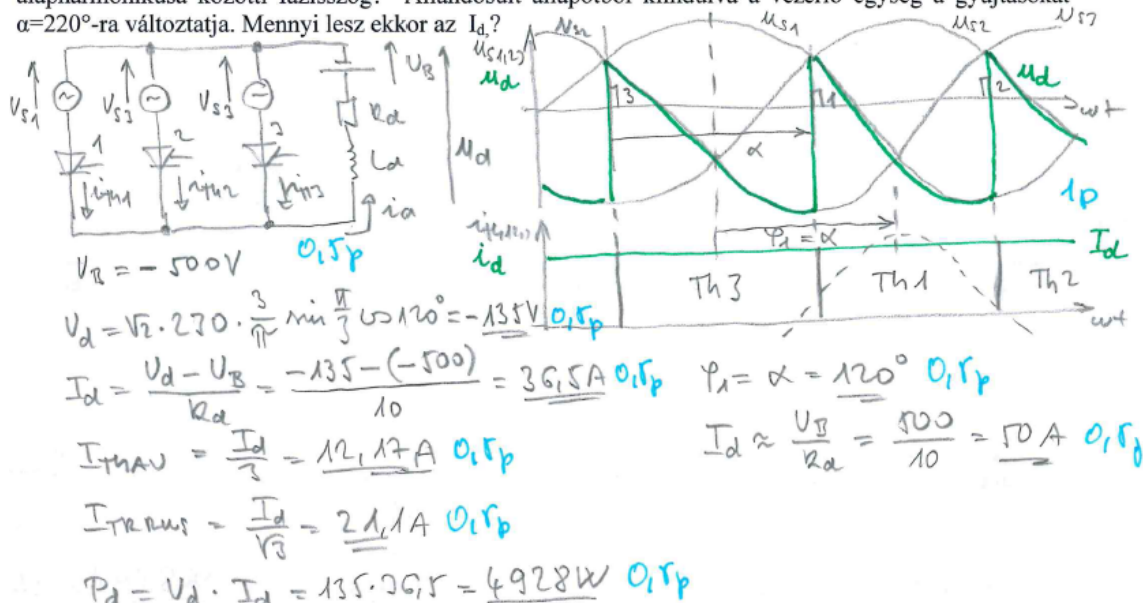


3. Egy műveleti erősítőt tartalmazó áramkör tápfeszültségeit  $+24\text{V}$ -os feszültségből állítjuk elő kapcsoló üzemi DC/DC átalakítókkal. Az első kapcsolás  $+24\text{V}$ -ból  $+15\text{V}$ -ot, a második  $+15\text{V}$ -ből  $-15\text{V}$ -ot állít elő. Mindkét kapcsolás kimenő teljesítménye  $36\text{W}$ . Rajzolja fel a teljes kapcsolást. Impulzusszélesség modulációs vezérlést feltételezve határozza meg a kapcsoló elemek bekapcsolási időarányait ( $D$ ) mindkét kapcsolásra. Folyamatos áramvezetést feltételezve rajzolja fel az első kapcsolásra ( $+15\text{V}$ ) 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  $10\text{kHz}$ ,  $\Delta I_L=0.5\text{A}$ ,  $\Delta U_d=10\%$ . Határozza meg az  $I_{LAV}$ ,  $I_{DAV}$ ,  $I_{KAU}$ , áram középvértékeket.

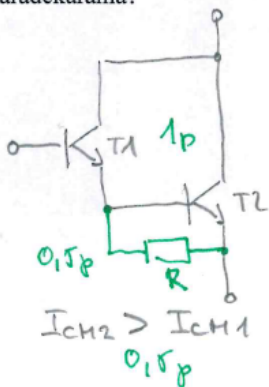




4. Egy 3F1U3Ű vezérelt áramirányító  $R_d$ ,  $L_d$ ,  $U_B$  terhelést táplál.  $U_s = 230V$ ,  $R_d = 10\Omega$ ,  $L_d = \infty$ ,  $U_B = 500V$   
 $\alpha = 120^\circ$ ,  $f = 50Hz$ . A hálózat és a félvezető elemek ideálisak. Az  $U_B$  valóságos iránya ellentétes az áram valóságos irányával. Rajzolja 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  $U_d$ ,  $I_d$ ,  $I_{Th1AV}$ ,  $I_{Th2AV}$ ,  $I_{Th3AV}$  középvértékeket, az  $I_{Th1RMS}$ ,  $I_{Th2RMS}$ ,  $I_{Th3RMS}$  effektív értékeket, valamint a hálózatba visszatáplált teljesítmény középvértékét. Mennyi az  $u_{s1}(t)$  feszültség és az  $i_{Th1}(t)$  áram alapharmónikusa közötti fázisszög? Állandósult állapotból kiindulva a vezérlő egység a gyűjtásokat  $\alpha = 220^\circ$ -ra változtatja. Mennyi lesz ekkor az  $I_d$ ?



5. Két npn bipoláris tranzisztorból Darlington kapcsolást alakítunk ki.. Az egyik tranzisztorra  $A_{N1} = 0.98$ ,  $I_{CB01} = 20\mu A$ , a másik tranzisztorra  $A_{N2} = 0.909$ ,  $I_{CB02} = 180\mu A$ . Mindkét tranzisztorra a bázis-emitter jelleggörbét  $U_{TO} = 0.8V$ ,  $r_D = 0.02\Omega$  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? Határozza meg a beépítendő alkatrész(ek) értékét. A beépítés után mennyi lesz a Darlington tranzisztor maradékárama?



$$\beta_{N1} = \frac{A_{N1}}{1 - A_{N1}} = \frac{0.98}{1 - 0.98} = 50 \quad I_{CE01} = \frac{1}{1 - A_{N1}} \cdot I_{CB01} = 1 \mu A$$

$$\beta_{N2} = \frac{A_{N2}}{1 - A_{N2}} = \frac{0.909}{1 - 0.909} = 10 \quad I_{CE02} = \frac{1}{1 - A_{N2}} \cdot I_{CB02} = 2 \mu A$$

$$\beta_D = \beta_{N1} + \beta_{N2} + \beta_{N1} \cdot \beta_{N2} = 50 + 10 + 500 = 560$$

$$I_{CE0} = I_{CE01} + I_{CE02} + \beta_{N1} \cdot I_{CE01} = 1 + 2 + 10 = 13 \mu A$$

$$R \leq \frac{U_{TO2}}{I_{CE01}} = \frac{0.8}{10^{-3}} \leq 800 \Omega$$

$$I_{CE0R} \approx I_{CE01} + I_{CE02} = 1 + 2 = 3 \mu A$$

# Elektronika 2. B

2NZH

2016. november 22.

Név, Neptun-kód	Terem, Szék	Felügyelő aláírása

---	1.	2.	3.	4.	5.	Σ	érdemjegy
Max. pont	4	5	5	5	5	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 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. Írja fel a félvezető dióda feszültsége és árama közötti elméleti összefüggést. Ez alapján rajzolja fel a félvezető dióda elméleti, illetve valóságos és közelítő jelleggörbéjét. A közelítő jelleggörbe felhasználásával határozza meg a félvezető dióda bekapcsolt állapotú veszteségi teljesítményének a középértékét. Számítsa ki a bekapcsolt állapotú veszteségi teljesítmény középértékét, ha a diódán 100A-es amplitúdójú, 40%-os kitöltési tényezőjű négyszögletes hullámformájú áram folyik, valamint  $U_{T0}=0.6V$  és  $r_D=0.01\Omega$ . Mennyi lenne a veszteségi teljesítmény, ha a diódán folyamatosan 100A-es áram folyna át?

$I_D = I_0 \left( e^{\frac{qU_D}{kT}} - 1 \right)$  0,5p

$U_D(t) = U_{T0} + i_D(t) \cdot r_D$

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T U_D(t) \cdot i_D(t) dt =$$

$$= U_{T0} \frac{1}{T} \int_0^T i_D(t) dt + r_D \frac{1}{T} \int_0^T i_D^2(t) dt =$$

$$= U_{T0} \cdot I_{DAV} + r_D \cdot I_{DRMS}^2$$
 0,5p

$I_{DAV} = \frac{1}{T} \int_0^T i_D dt = \frac{1}{T} \cdot I_D \cdot 0,4T = 40 A$  0,5p

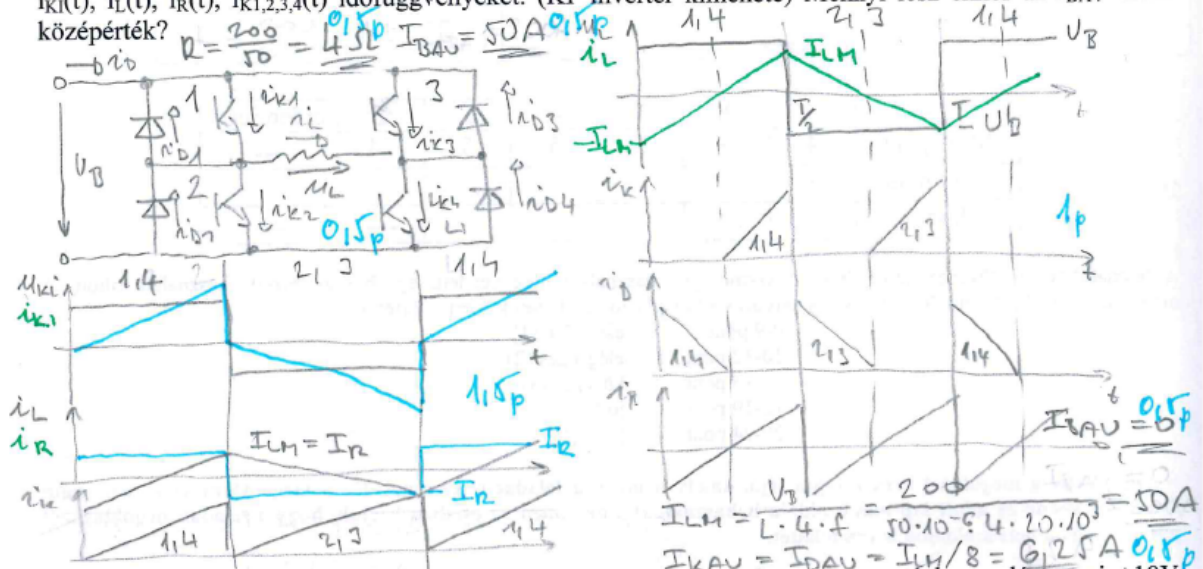
$I_{DRMS}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T i_D^2 dt = \frac{1}{T} \cdot I_D^2 \cdot 0,4T$

$I_{DRMS} = I_D \sqrt{0,4} = 63,2 A$  0,5p

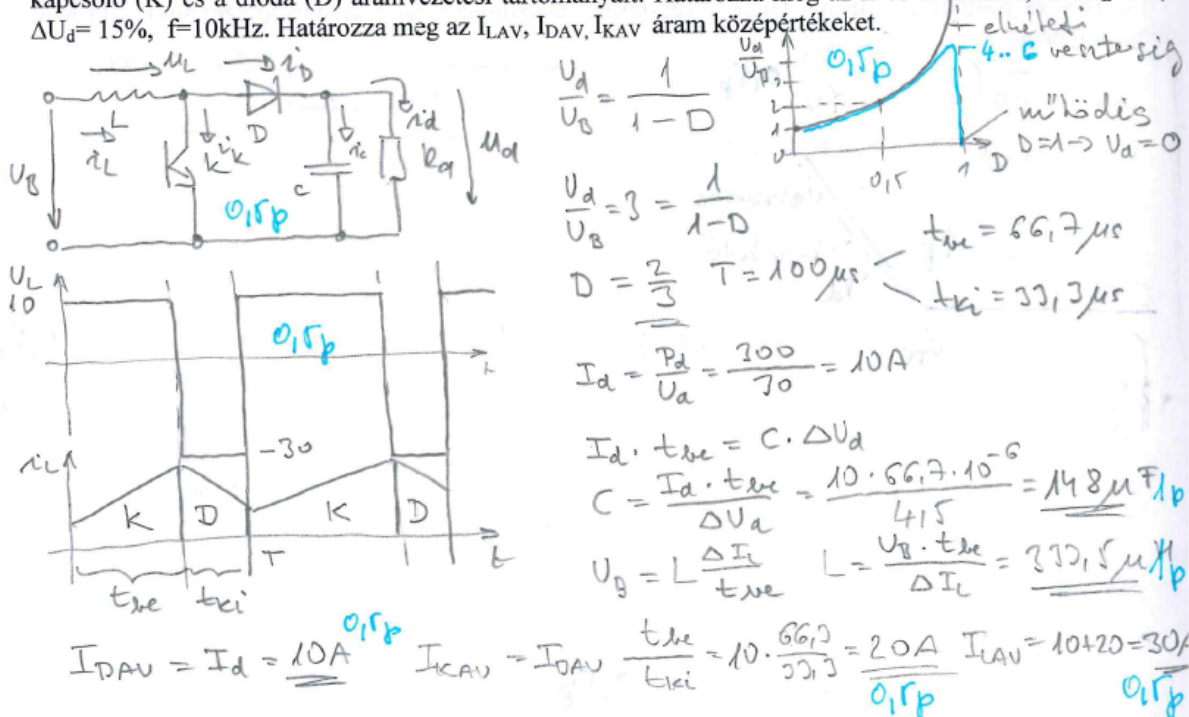
$P_d = 0,6 \cdot 40 + 0,01 \cdot 63,2^2 = 64 W$  0,5p

$P_{d|100A \text{ foly.}} = 0,6 \cdot 100 + 0,01 \cdot 100^2 = 160 W$  0,5p

2. Egy teljesíthíd kapcsolású inverter áramkör terhelése  $L=50\mu\text{H}$ -s induktivitás. A tápfeszültség  $U_B=200\text{V}$ , a működési frekvencia  $f=20\text{kHz}$ . 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 középvértékeket. Milyen értékű (R) ellenállást kellene párhuzamosan kapcsolni az induktivitással, hogy a diódák éppen ne működjenek? Rajzolja fel erre az esetre (R beiktatva) az  $u_{K1}(t)$ ,  $i_{K1}(t)$ ,  $i_L(t)$ ,  $i_r(t)$ ,  $i_{K1,2,3,4}(t)$  időfüggvényeket. (KI=inverter kimenete) Mennyi lesz ekkor az  $I_{BAV}$  áram középvérték?

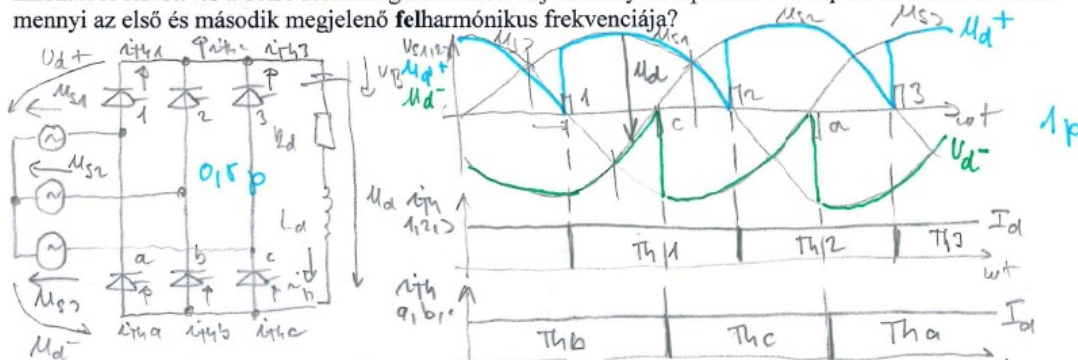


3. Rajzoljon fel egy olyan PWM modulációval vezérelt egyenáramú szaggató kapcsolást, ami  $+10\text{V}$  bemenő egyenfeszültségből ( $U_B$ ) a bemenő feszültséggel megegyező polaritású  $+30\text{V}$ -os kimenő feszültséget ( $U_d$ ) állít elő. Határozza meg, majd rajzolja fel a kapcsolás elméleti, vezérlési jelleggörbéjét és a valóságot is. Ismertesse az eltérések okait. A kimenő teljesítmény  $300\text{W}$ . Határozza meg a kapcsolóelem vezérlésének a kitöltési tényezőjét (D). 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  $\Delta I_L = 2\text{A}$ ,  $\Delta U_d = 15\%$ ,  $f = 10\text{kHz}$ . Határozza meg az  $I_{LAV}$ ,  $I_{DAV}$ ,  $I_{KAV}$  áram középvértékeket.





4. Egy 3F2U6Ü vezérelt áramirányító  $R_d$ ,  $L_d$ ,  $U_B$  terhelést táplál.  $U_s = 230V$ ,  $R_d = 10\Omega$ ,  $L_d = \infty$ ,  $U_B = 200V$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $f = 50Hz$ . A hálózat és a félvezető elemek ideálisak. Az  $U_B$  valóságos iránya azonos 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  $u_d(t)$ ,  $i_d(t)$ ,  $i_{Th...}(t)$  időfüggvényeket. Jelölje az ábrán az  $u_d(t)$  feszültséget. Határozza meg az  $U_d$ ,  $I_d$ ,  $I_{Th...AV}$  középértékeket, az  $I_{Th...RMS}$  effektív értékeket, valamint a hálózatból felvett és a belső feszültségnek leadott teljesítmény középértékét. A kapcsolás fázisáramaiban mennyi az első és második megjelenő felharmónikus frekvenciája?

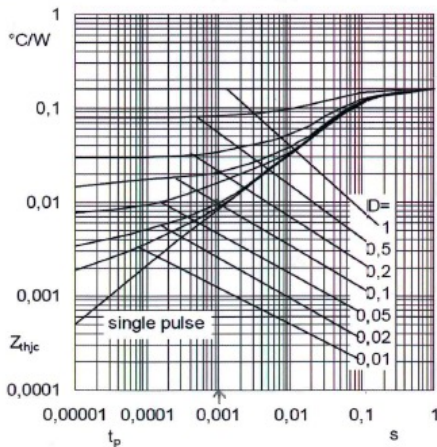


$$U_d = 2\sqrt{2}U_s \frac{2}{\pi} \sin \frac{\pi}{3} \cos 30^\circ = 466V \quad I_{ThAV} = \frac{I_d}{3} = 8,87A \quad P_d = 466 \cdot 26,6 = 12,4kW$$

$$I_d = \frac{U_d - U_B}{R_d} = \frac{466 - 200}{10} = 26,6A \quad I_{ThRMS} = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = 15,57A \quad P_g = 26,6 \cdot 200 = 5,32kW$$

$$f_1 = 50Hz \quad f_r = 270Hz, f_2 = 370Hz$$

5. Egy kapcsolóüzemben működő teljesítmény tranzisztor belső hőellenállása  $R_{thb} = 0,16 [^\circ C/W]$ , az átmeneti hőellenállás a hűtőborda felé  $R_{thá} = 0,2 [^\circ C/W]$ ,  $\theta_{jmg} = 150^\circ C$ . A kapcsolóüzemű működés periódusideje  $T = 10ms$ , a tranzisztor a periódusidő 10%-ban van bekapcsolva. A bekapcsolási idő alatt a tranzisztor veszteségi teljesítménye folyamatosan  $P_{dkM} = 500W$  állandó értékű. Rajzolja fel a termikus helyettesítő kapcsolást. Határozza meg a tranziens termikus impedanciát, a  $P_d$  átlagos disszipációs teljesítményt. Legfeljebb mekkora  $R_{thb}$  hőellenállású hűtőbordára kell felszerelni a tranziszort, ha a maximális környezeti hőmérséklet  $\theta_{amax} = 40^\circ C$ ? Mennyi lenne az előbbi  $R_{thb}$  érték, ha a kapcsolási frekvenciát 20kHz-re növelnénk?



$$t_p = 1ms, D = 0,1 \rightarrow Z_{thc} = 0,02 \frac{^\circ C}{W}$$

$$P_{dkM} = 500W \rightarrow P_d = 50W$$

$$\theta_{jmg} = P_{dkM} \cdot Z_{thc} + P_d (R_{thá} + R_{thh}) + \theta_{amax}$$

$$R_{thh} = \frac{\theta_{jmg} - P_{dkM} \cdot Z_{thc} - \theta_{amax}}{P_d} - R_{thá} = \frac{150 - 500 \cdot 0,02 - 40}{50} - 0,2 = 1,8 \frac{^\circ C}{W}$$

$$\theta_n = 40 + 50 \cdot 1,84 = 132^\circ C$$

$$\theta_c = 40 + 50(1,84 + 0,2) = 142^\circ C$$

$$\theta_{jmg} = P_d (R_{thb} + R_{thá} + R_{thh}) + \theta_{amax}$$

$$R_{thb} = \frac{\theta_{jmg} - \theta_{amax}}{P_d} - R_{thá} - R_{thh} = \frac{150 - 40}{50} - 0,16 - 0,2 = 1,84 \frac{^\circ C}{W}$$