

Pontozás

**Elektronika 2. B**

2NZH

2017. november 14.

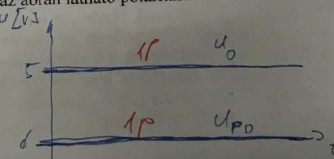
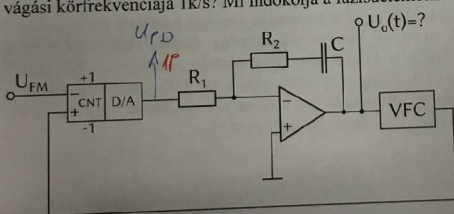
Név, Neptun-kód	Terem, Szék	Felügyelő aláírása

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

A feladatok megoldásához papír, írószér, 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)

1. FM jelet PLL felhasználásával demodulálunk az alábbi kapcsolási vázlatnak megfelelő áramkörrel. A D/A váltó előjeles digitális bemenettel és  $ULSB=1V$  jellemzővel rendelkezik. Az integráló típusú VFC-re  $K_0=20kHz/V$ . Jelölje be az ábrán a fázisdetektor UPD kimeneti feszültségét! Rajzolja fel egy ábrába számszerűen is helyesen  $UPD(t)$  és  $U_0(t)$  időfüggvényét  $f_1=100kHz$ -et feltételezve, állandósult állapotra! Milyen tartományban változhat a moduláló jel frekvenciája, ha a PLL felnyitott szabályozási körének vágási körfrekvenciája  $1k/s$ ? Mi indokolja a fázisdetektorban az ábrán látható polaritású bekötését?



$$f_z = K_0 \cdot U_c, U_c = U_0$$

$$U_0 = \frac{f_z}{K_0} = \frac{100k}{20k} = 5V$$

$$0 \leq f_m < \frac{\omega_c}{2\alpha} = 159 Hz. \quad 1p$$

A PI szabályozó ábránál  $-\frac{R_2}{R_1} \left(1 + \frac{1}{sR_2C}\right)$ , az itt szereplő  $u^-$ -t kell a fázisdetektor fordított bekötésével kompenzálni. 1p

A fel  
meg  
Kéi  
eleg  
jele  
1. A  
áram  
kime  
KM=  
idóáll  
X-sze

U<sub>AM</sub>

$m = \frac{U_m}{U_0}$   
2. típus  $f_{pus} = 7.715$

Felügyelő aláírása

5	IMSc	Σ	eredmény
4	3	24	---
3	2	16	---
2	1	8	---
1	0	0	---

Felügyelő aláírása

5	IMSc	Σ	eredmény
4	3	24	---
3	2	16	---
2	1	8	---
1	0	0	---

Ügyelő aláírása

Σ	eredmény
24	---
12	---
---	---

ingly használata megengedett. egyéb segédesszköz használata tilott. A  
 a következő pontszámokra osztani lehetnek:  
 0-12 pont  
 13-15 pont  
 16-19 pont  
 20-24 pont

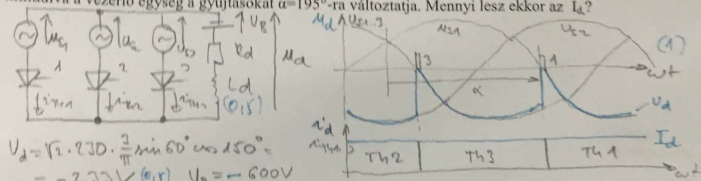
al demodulálunk az alábbi v  
 ermenettel és ULSB=1V jele  
 az ábrán a fázisdetektor UP  
 UPD(t) és Uo(t) időfüggvénye  
 ábrázolt a moduláló jel frekv  
 a 1kHz. Mi indokolja a fázis

Áramkörrel A  
 "val VFC-  
 "trál

egyeb segédesszköz használata tilott. A  
 írenik:

A

4. Egy 3FU30 vezérelt áramirányító  $R_d, L_d, U_B$  terhelést táplál.  $U_s = 230V, R_d = 10\Omega, L_d = \infty$ ,  $U_B = 600V, \alpha = 150^\circ, f = 50Hz$ . 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  $u_{d1}(t), u_{d2}(t), u_{d3}(t)$  hálózati feszültségeket, valamint az  $u_d(t), i_d(t), i_{Th1}(t), i_{Th2}(t), i_{Th3}(t)$  időfüggvényeket. Határozza meg az  $U_d, I_d, I_{Th1AV}, I_{Th2AV}, I_{Th3AV}$  középtértékeket, az  $I_{Th1RMS}, I_{Th2RMS}, I_{Th3RMS}$  effektív értékeket, valamint a hálózatba visszatáplált teljesítmény középtértékét. Mennyi az  $u_d(t)$  feszültség és az  $i_{Th1}(t)$  áram alapharmónikusa közötti fázisszög? Állandósult állapotból kiindulva a vezérlő egység a gyújtásokat  $\alpha = 195^\circ$ -ra változtatja. Mennyi lesz ekkor az  $I_d$ ?



$$U_d = \sqrt{2} \cdot 230 \cdot \frac{2}{\pi} \sin 60^\circ \cos 150^\circ = -233V(0,1)$$

$$I_d = \frac{U_d - U_B}{10} = \frac{-233 + 600}{10} = 36,7A(0,1)$$

$$I_{ThAV} = \frac{I_d}{3} = 12,2A(0,1)$$

$$I_{ThRMS} = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = 21,2A(0,1)$$

$$P_d = U_d \cdot I_d = 233 \cdot 36,7 = 8551W(0,1)$$

$$\varphi_1 = \alpha = 150^\circ(0,1)$$

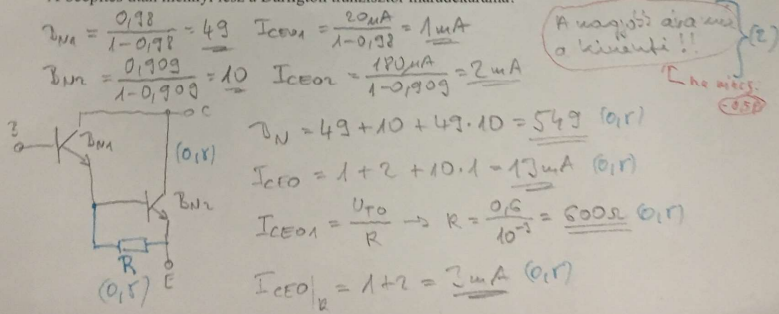
$$I_{d|195^\circ} = \frac{U_B}{R_d} = \frac{600}{10} = 60A(0,1)$$

Elektronik  
 2NZH  
 2017. november

Kód	Térem	Szék
1111	1B07F	103
1.	2.	3.
5	5	5
9	2,5	1,5
5	8	1,5

sz papír, írószer, számológép használata tilott. Az osztályozás a következő:  
 0-9 pont  
 10-12 pont  
 13-15 pont  
 16-19 pont  
 20-24 pont

5. Két npn bipoláris tranzisztorból Darlington kapcsolást alakítunk ki. Az egyik tranzisztorra  $\beta_{N1} = 0,98, I_{CB01} = 20\mu A, I_{C1MAX} = 10A$ , a másik tranzisztorra  $\beta_{N2} = 0,909, I_{CB02} = 180\mu A, I_{C2MAX} = 50A$ . Mindkét tranzisztorra a bázis-emitter jelleggörbét  $U_{T0} = 0,6V, r_D = 0,02\Omega$  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 értékét. A beépítés után mennyi lesz a Darlington tranzisztor maradékárama?



$$\beta_{N1} = \frac{0,98}{1 - 0,98} = 49, I_{CB01} = \frac{20\mu A}{1 - 0,98} = 1\mu A$$

$$\beta_{N2} = \frac{0,909}{1 - 0,909} = 10, I_{CB02} = \frac{180\mu A}{1 - 0,909} = 2\mu A$$

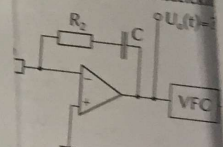
$$I_{BN} = 49 + 10 + 49 \cdot 10 = 549(0,1)$$

$$I_{CE0} = 1 + 2 + 10 \cdot 1 = 13\mu A(0,1)$$

$$I_{CE01} = \frac{U_{T0}}{R} \rightarrow R = \frac{0,6}{10^{-5}} = 600\Omega(0,1)$$

$$I_{CE0|V} = 1 + 2 = 3\mu A(0,1)$$

A nagyjelű áram erősítési tényezője!!  
 "no inter. cosp"





Pontszám

## Elektronika 2. A

2NZH

2017. november 14.

Név, Neptun-kód

Max. pont	5
Elért pont	5
Javító	

A feladatok megoldásához papír, írószár megoldásra fordítható idő: 90 perc. Az osztályvezetővel egyeztetni kell a megoldásokról.

Név, Neptun-kód	Terem, Szék	Felügyelő aláírása

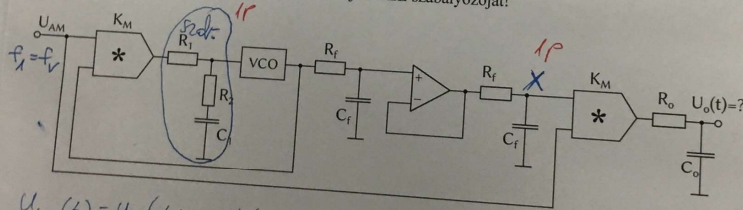
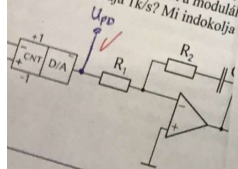
Max. pont	1.	2.	3.	4.	5.	iMSc	Σ	érdemjegy
Elért pont	4	5	5	5	5	3	24	---
Javító								

A feladatok megoldásához papír, írószár, számológép használata megengedett, egyéb segédeszköz használata tiltott. A megoldásra fordítható idő: 90 perc. Az osztályozás a következő ponttartárak 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 oldalán is használható, de ebben az esetben kérjük, hogy a feladat megoldásánál jelezze, hogy a másik oldalon is van feladat.

1. AM jelet analóg szorzó felhasználásával demodulálunk az alábbi kapcsolási vázlatnak megfelelő áramkörrel. Az RF-CF szűrő az  $f_1=100\text{kHz}$  vivőfrekvencián 45 fokot késleltet. A VCO szinuszos kimenetének amplitúdója 1V, frekvenciája  $f_2=100\text{kHz}+10\text{kHz/V}\cdot U_c$ , a szorzók átviteli tényezője  $K_M=2/V$ . Írja fel az  $U_{AM}(t)$  időfüggvényt, ha  $U_v=1V$ ,  $f_m=100\text{Hz}$  és  $m=0,5$ ! Határozza meg az  $R_o\cdot C_o$  időállandót úgy, hogy a kimeneti jel nagyfrekvenciás összetevőjét 40dB-lel csökkentse! Jelölje az ábrán X-szel a helyreállított vivőt és karikázzással jelölje a PLL szabályozóját!



$$U_{AM}(t) = U_v \cdot (1 + m \cdot \sin(2\pi f_m t)) \cdot \sin(2\pi f_c t) = 1 \cdot (1 + 0,5 \cdot \sin(2\pi \cdot 100 t)) \cdot \sin(2\pi \cdot 10^5 t) \quad 1p$$

$$\tau_o = R_o \cdot C_o = 10 \frac{10^{-6}}{2\pi \cdot 2 \cdot 10^5} = \frac{10^{-2-5}}{4\pi} \approx 80 \mu s \quad 1p$$

$$I_{E1} = I_B + I_{C1} + I_{C2} = 0,15 + 2,501 + 0,02 = 2,671 \text{ A}$$

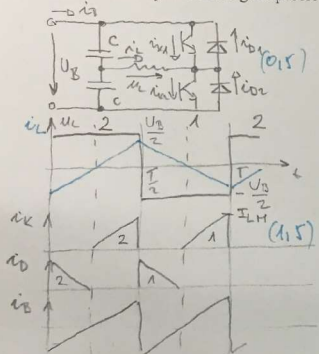
$$I_R \cdot 600 = 0,6 + (2,501 - I_R) \cdot 0,02$$

$$I_R \cdot 600,02 = 0,65$$

$$I_R = 1,08 \text{ mA} \quad (2)$$

A

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 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?



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

$$I_{LH} = \frac{U_B}{2 \cdot L \cdot f} = \frac{200}{2 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \cdot 10^4} = 50 \text{ A}$$

$$I_{KAV} = \frac{I_{LH}}{2} = 25 \text{ A} \quad (0,15)$$

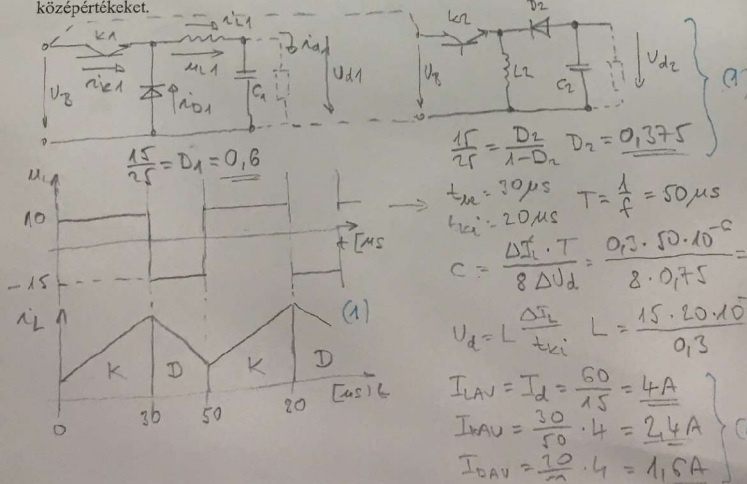
$$I_{DAV} = \frac{I_{LH}}{2} = 25 \text{ A} \quad (0,15)$$

$$I_R = I_{LH} = 50 \text{ A} \rightarrow R = \frac{U_B}{2 \cdot I_R} = 2 \Omega \quad (0,15)$$

$$I_{BAV} = I_{LH} = 50 \text{ A} \quad (0,15)$$

$$U_{CE} = U_{ZD} = 200 \text{ V} \quad (\text{célszerű } 400 \text{ V}) \quad (0,15)$$

3. Egy műveleti erősítők tartalmazó áramkör tápfeszültségeit +25V-os feszültségből állítjuk elő kapcsoló üzemi DC/DC átalakítókkal. Az első kapcsolás +25V-ból +15V-ot, a második +25V-ból -15V-ot állít elő. Mindkét kapcsolás kimenő teljesítménye 60W. 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 (+15V) 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 középvértékeket.



$$\frac{15}{25} = D_1 = 0,6$$

$$\frac{15}{25} = \frac{D_2}{1-D_2} \rightarrow D_2 = 0,375$$

$$t_{on} = 30 \mu\text{s} \quad T = \frac{1}{f} = 50 \mu\text{s}$$

$$t_{off} = 20 \mu\text{s}$$

$$C = \frac{\Delta I_L \cdot T}{8 \Delta U_d} = \frac{0,3 \cdot 50 \cdot 10^{-6}}{8 \cdot 0,125} = 2,5 \mu\text{F} \quad (1)$$

$$U_d = L \frac{\Delta I_L}{t_{off}} \rightarrow L = \frac{15 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{0,3} = 1 \mu\text{H} \quad (1)$$

$$I_{LAV} = I_d = \frac{60}{15} = 4 \text{ A}$$

$$I_{DAV} = \frac{30}{50} \cdot 4 = 2,4 \text{ A} \quad (1)$$

$$I_{KAV} = \frac{20}{50} \cdot 4 = 1,6 \text{ A} \quad (1)$$

átviteli tényezője határozza meg az  $R_o \cdot C_o$  önkritessé! Jelölje az ábrán

FIU3U vezére  $\alpha=150^\circ, f=50$   
 z áram valós;  
 z(t),  $u_3(t)$  h  
 ket. Határozz  
 y értékeket, v  
 g és az  $i_{T1}$   
 rló egység a g

60W/15  
 $U_2 = -0,00V$   
 $233 + 600$   
 $\frac{10}{10} = 26,7 \text{ A} \quad (0,15)$

Név: TAK



*kontorok*

**Elektronika 2. B**

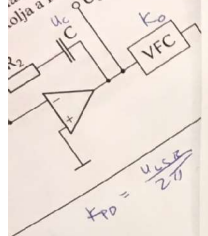
2NZH

2017. november 14.

Név, Neptun-kód	Terem, Szék	Felügyelő aláírása
-----------------	-------------	--------------------

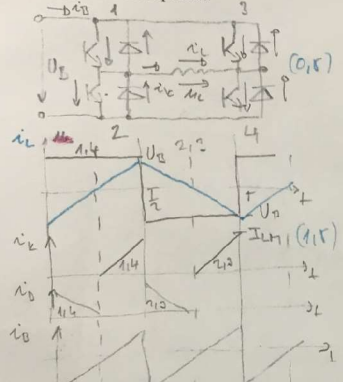
B

az alábbi kapcsolási vázlatnak U<sub>B</sub>=200V, f=20kHz. Az inverter átlósan elhelyezkedő kapcsolóelemei (K) egyszere, fél periódus hosszúságú vezérlő jeleket kapnak. Rajzolja fel az kapcsolást. Rajzolja fel az u<sub>L</sub>(t), i<sub>L</sub>(t), i<sub>K1,2,3,4</sub>(t), i<sub>D1,2,3,4</sub>(t), i<sub>B</sub>(t) időfüggvényeket **valós, állandósult állapotra**. Határozza meg az I<sub>K1,2,3,4AV</sub>, I<sub>D1,2,3,4AV</sub>, I<sub>BAV</sub> áram középértékeket. Milyen értékű (R) ellenállást kellene párhuzamosan kapcsolni az inductivitással, hogy a diódák éppen ne működjenek? Rajzolja fel erre az esetre (R beiktatva) az u<sub>K1</sub>(t), i<sub>K1</sub>(t) időfüggvényeket. (KI=inverter kimenete) Mennyi lesz ekkor az I<sub>BAV</sub> áram középérték?



$$f_{FD} = \frac{U_{K1}}{2 \cdot U}$$

2. Egy teljesídhid kapcsolású inverter áramkör terhelése L=50uH-s inductivitás. A tápfeszültség U<sub>B</sub>=200V, a működési frekvencia f=20kHz. Az inverter átlósan elhelyezkedő kapcsolóelemei (K) egyszere, fél periódus hosszúságú vezérlő jeleket kapnak. Rajzolja fel az kapcsolást. Rajzolja fel az u<sub>L</sub>(t), i<sub>L</sub>(t), i<sub>K1,2,3,4</sub>(t), i<sub>D1,2,3,4</sub>(t), i<sub>B</sub>(t) időfüggvényeket **valós, állandósult állapotra**. Határozza meg az I<sub>K1,2,3,4AV</sub>, I<sub>D1,2,3,4AV</sub>, I<sub>BAV</sub> áram középértékeket. Milyen értékű (R) ellenállást kellene párhuzamosan kapcsolni az inductivitással, hogy a diódák éppen ne működjenek? Rajzolja fel erre az esetre (R beiktatva) az u<sub>K1</sub>(t), i<sub>K1</sub>(t) időfüggvényeket. (KI=inverter kimenete) Mennyi lesz ekkor az I<sub>BAV</sub> áram középérték?



$$U_B = L \frac{dI_L}{dt} \Rightarrow I_L = \frac{U_B}{L} \cdot t = 4 \cdot L \cdot I_{Lm} \cdot f$$

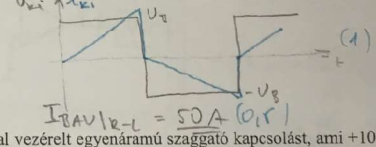
$$I_{Lm} = \frac{200}{4 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^4} = 50A$$

$$I_{KAV} = \frac{50}{2} = 25A$$

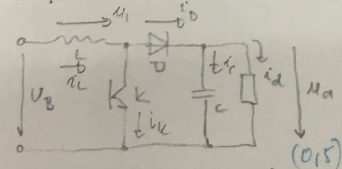
$$I_{DAV} = \frac{50}{2} = 25A$$

$$I_{BAV} = 0A$$

$$I_L = I_{Lm} = \frac{U_B}{R} \Rightarrow R = \frac{200}{50} = 4\Omega$$

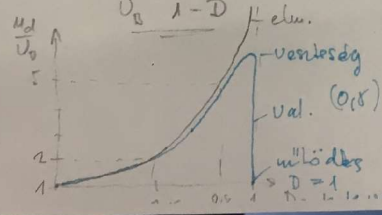


3. Rajzoljon fel egy olyan PWM modulációval vezérelt egyenáramú szaggató kapcsolást, ami +10V bemenő egyenfeszültségből (U<sub>B</sub>) a bemenő feszültséggel megegyező polaritású +40V-os kimenő feszültséget (U<sub>d</sub>) állít elő. Határozza meg, majd rajzolja fel a kapcsolás elméleti vezérlési jelleggörbéjét és a valóságot is. Ismertesse az eltérések okait. A kimenő teljesítmény 400W. Határozza meg a kapcsolóelem vezérlésének a kitöltési tényezőjét (D). Folyamatos áramvezetést feltételezve rajzolja fel az u<sub>L</sub>(t) (idő és amplitúdó lépték helyesen), i<sub>L</sub>(t) időfüggvényeket. Az i<sub>L</sub>(t) időfüggvényben jelölje a kapcsoló (K) és a dióda (D) áramvezetési tartományait. Határozza meg az L és C értékeit, ha ΔI<sub>L</sub>=1.5A, ΔU<sub>d</sub>=10%, f=10kHz. Határozza meg az I<sub>LAV</sub>, I<sub>DAV</sub>, I<sub>KAV</sub> áram középértékeket.

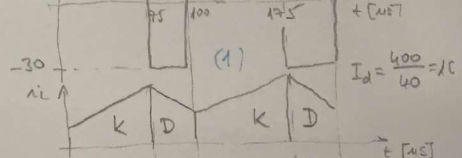


$$U_B \cdot t_{on} + (U_B - U_d)(T - t_{on}) = 0$$

$$\frac{U_d}{U_B} = \frac{1}{1-D}$$



$$\frac{40}{10} = \frac{1}{1-D} \Rightarrow D = 0,75$$



$$C = \frac{t_{on} \cdot I_d}{\Delta U_d} = \frac{75 \cdot 10^{-6} \cdot 10}{4} = 1,875 \mu F$$

$$L = \frac{U_B \cdot t_{on}}{\Delta I_L} = \frac{10 \cdot 75 \cdot 10^{-6}}{1,5} = 500 \mu H$$

$$I_{DAV} = I_d = 10A$$

$$I_{KAV} = I_K = 10 \cdot \frac{75}{25} = 30A$$

$$I_{LAV} = I_D + I_K = 40A$$

ata tiltott. A

örrel. A  
ú VFC-  
ábrába  
llapotra!  
ének  
nek?

+ kell

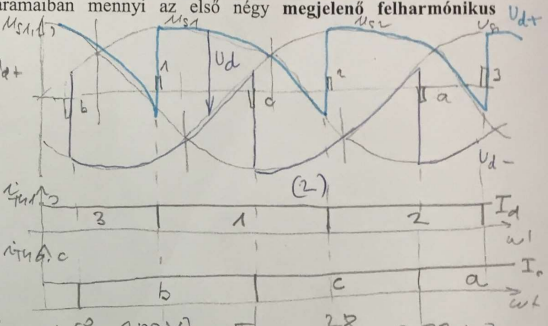
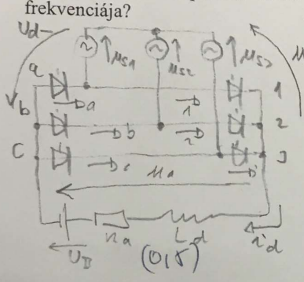
1p

U<sub>B</sub>=100V  
 az áram  
 u<sub>s1</sub>(t), u<sub>s2</sub>(t)  
 az u<sub>a</sub>(t)  
 amint a  
 maiban

vezérlési körének  
 bekötését?  
 van fordított polaritással  
 az integrátor ami utána jön,  
 vintit fordít, és így a két  
 fele egymást.

B

4. Egy 3F2UÜ vezérelt áramirányító R<sub>d</sub>, L<sub>d</sub>, U<sub>B</sub> terhelést táplál. U<sub>s</sub>=230V, R<sub>d</sub>=10Ω, L<sub>d</sub>=∞, U<sub>B</sub>=100V α=45°, f=50Hz. A hálózat és a félvezető elemek ideálisak. Az U<sub>B</sub> valóságos iránya azonos az áram valóságos irányával. Rajzolja fel a kapcsolást. Állandósult állapotra rajzolja fel az u<sub>s1</sub>(t), u<sub>s2</sub>(t), u<sub>s3</sub>(t) hálózati feszültségeket, valamint az u<sub>d</sub>(t), i<sub>d</sub>(t), i<sub>TH...AV</sub>(t) időfüggvényeket. Jelölje az ábrán az u<sub>s</sub>(t) feszültséget. Határozza meg az U<sub>d</sub>, I<sub>d</sub>, I<sub>TH...AV</sub> középértékeket, az I<sub>TH...RMS</sub> effektív értékeket, valamint a hálózatból felvett és a belső feszültségnek leadott teljesítmény középértékét. A kapcsolás fázisáramjaiban mennyi az első négy megjelenő felharmónikus frekvenciája?



$$U_d = 2\sqrt{2} \cdot 230 \cdot \frac{3}{\pi} \sin 60^\circ \cos 45^\circ = 380V$$

$$I_d = \frac{U_d - U_B}{R_d} = \frac{380 - 100}{10} = 28A$$

$$P_d = U_d \cdot I_d = 380 \cdot 28 = 10.640W$$

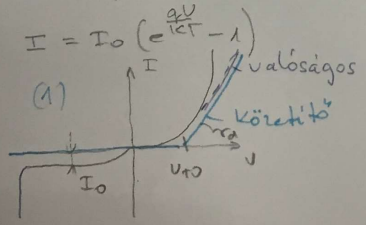
$$P_B = U_B \cdot I_d = 100 \cdot 28 = 2800W$$

$$I_{THAV} = \frac{28}{3} = 9,33A$$

$$I_{THRMS} = \frac{28}{\sqrt{3}} = 16,1A$$

250, 350, 550, 650 Hz (0,5)

5. 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. A dióda feszültsége 5A-en 0,7V, 15A-en pedig 0,9V. Mennyi lenne a veszteségi teljesítmény, ha a diódán folyamatosan 100A-es áram folyna át?



$$P_d = \frac{1}{T} \int i(t) \cdot U_{T0} + \frac{1}{T} \int i^2(t) \cdot r_d dt$$

$$P_d = U_{T0} I_{AV} + r_d \cdot I_{RMS}^2 \quad (0,1)$$

$$0,7 = U_{T0} + r_d \cdot 5$$

$$0,9 = U_{T0} + r_d \cdot 15$$

$$0,2 = 10 \cdot r_d \Rightarrow r_d = 0,02$$

$$U_{T0} = 0,6V \quad (0,7)$$

$$I_{AV} = \frac{1}{T} \int I_d dt = \frac{0,4T}{T} \cdot 100 = 40A$$

$$I_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int I_d^2 dt} = 63,24A$$

$$P_d = 40 \cdot 0,6 + 0,02 \cdot 63,24^2 = 24 + 80 = 104W$$

$$P_{100} = 100 \cdot 0,6 + 100^2 \cdot 0,02 = 60 + 200 = 260W \quad (0,1)$$