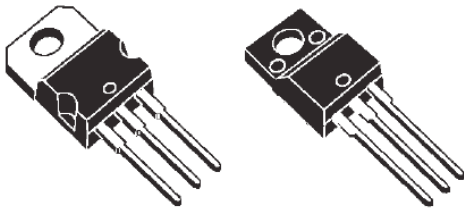


Извори за напојување

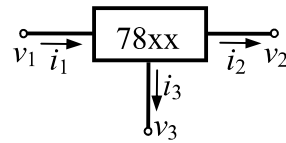
(Насочувачи и стабилизатори 78xx и 79xx)

Воведни забелешки:

Напонскиот стабилизатор 78xx служи за стабилизација на позитивен напон на вредност од xx волти ($xx = 05, 06, 08, 09, 12, 15, 18$ и 24 V). Се изведува во интегрирана варијанта, најчесто во TO220 куќиште, прикажано на слика 1, и има три пинови. Во електричните шеми најчесто се обележува како на слика 2, со тоа што влезот се дефинира помеѓу пиновите 1 и 3, а излезот помеѓу пиновите 2 и 3. Неговото однесување се опишува со следните три правила:



Слика 1



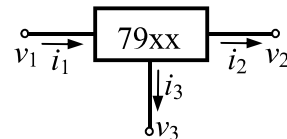
Слика 2

1. $v_1 - v_2 \geq V_{DO}$ ($V_{DO} \approx 2\text{V}$)
2. $v_2 - v_3 = xx$
3. $i_3 \approx 0 \rightarrow i_1 \approx i_2$

Првото правило претставува услов за работа на интегрираното коло, а напонот V_{DO} е дефиниран од производителот и обично е помал од 2 V . Второто правило ја опишува главната функција на стабилизаторот, а таа е добивање на стабилизирани напон на неговиот излез (помеѓу пиновите 2 и 3), чија вредност е дефинирана со бројките xx. Третото правило гласи дека струјата која стабилизаторот ја дава на потрошувачот, е иста со струјата со која стабилизаторот го оптоварува останатиот дел од колото.

Напонскиот стабилизатор 79xx (слика 3) служи за стабилизација на негативен напон на вредност од -xx волти ($xx = 05, 06, 08, 09, 12, 15, 18$ и 24 V). Важат истите три правила како и кај 78xx, но малку поинаку напишани:

1. $v_1 - v_2 \leq -V_{DO}$ ($V_{DO} \approx 2\text{V}$)
2. $v_2 - v_3 = -xx$
3. $i_3 \approx 0 \rightarrow i_1 \approx i_2$



Слика 3

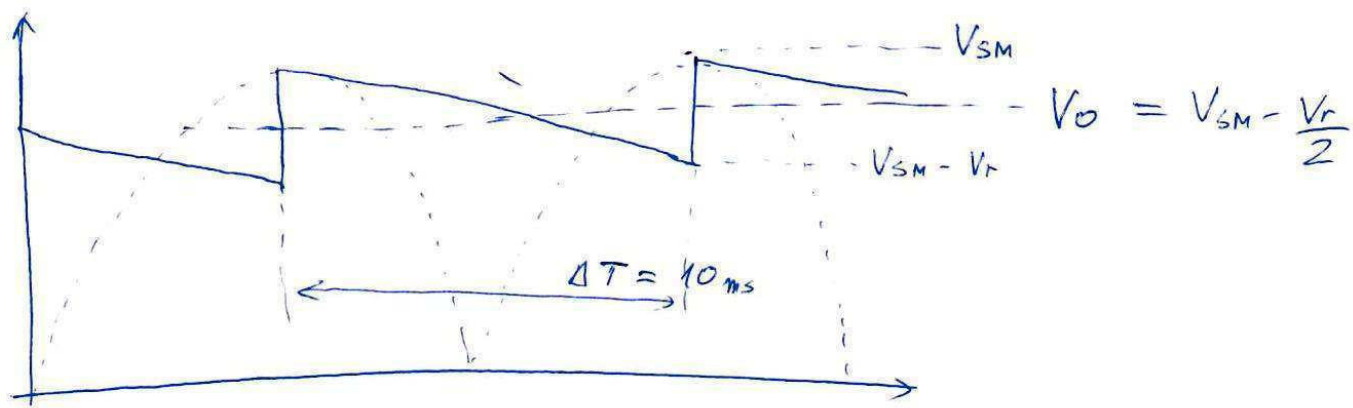
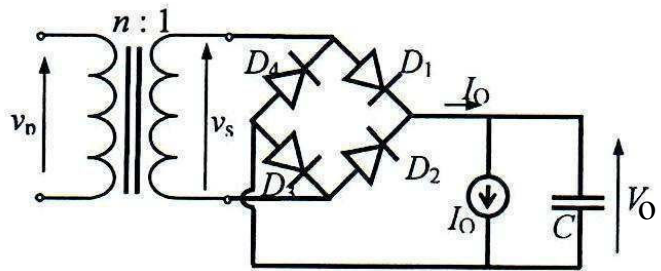
1. Колку треба да изнесува вредноста на капацитивноста C во насочувачот на сликата, ако средната вредност на излезниот напон е $V_O = 16\text{ V}$. Диодите се идеални.

$$n = 13$$

$$f = 50\text{ Hz}$$

$$v_{p,eff} = 220\text{ V}$$

$$I_O = 800\text{ mA}$$



$$V_{seff} = \frac{V_{peff}}{n} = \frac{220}{13} = 17\text{ V}$$

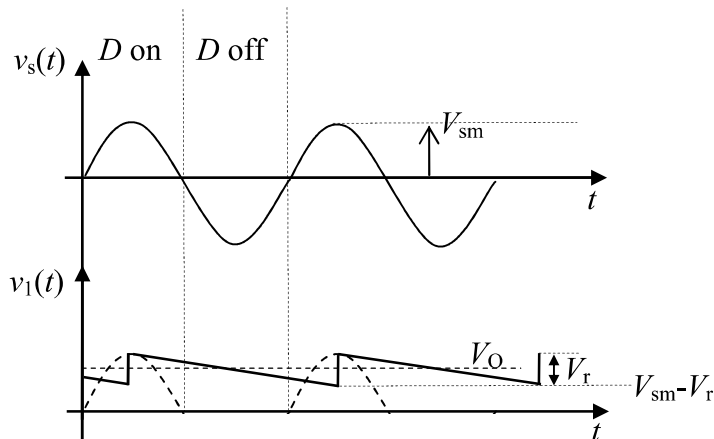
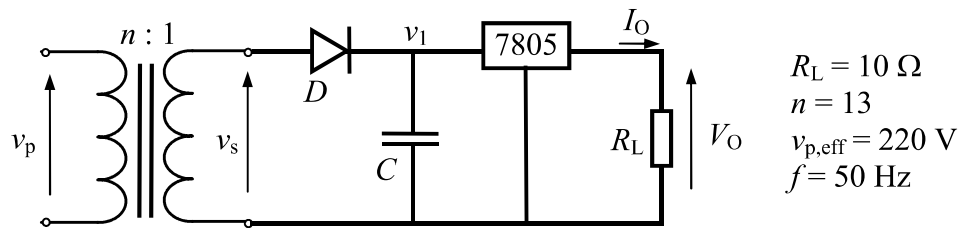
$$V_{SM} = V_{seff} \cdot \sqrt{2} = 24\text{ V}$$

$$V_O = V_{SM} - \frac{V_r}{2} \Rightarrow V_r = 2(V_{SM} - V_O) = 2(24 - 16) = 16\text{ V}$$

$$V_r \cdot C = I_O \cdot \Delta T$$

$$C = \frac{I_O \cdot \Delta T}{V_r} = \frac{800\text{ mA} \cdot 10\text{ ms}}{16\text{ V}} = 500\text{ }\mu\text{F}$$

За насочувачот даден на сликата да се определи вредноста на капацитивниот филтер C за колото да работи исправно. Диодата е идеална.



$$V_{sm} = \frac{v_p}{n} \sqrt{2} = 24 \, V$$

Напонот $v_1(t)$ претставува класичен излезен напон од полубранов насочувач со капацитивен филтер. Тој напон е влезен напон на стабилизаторот 7805, кој на својот излез дава стабилизирани напон од 5V. За да работи правилно колото, треба да се обезбеди минималната вредност на напонот $v_1(t)$ во ниту еден момент да не се спушти под 7V ($5 + V_{DO} = 5 + 2 = 7$). Оттука,

$$V_O = 5 \, V \quad I_O = \frac{V_O}{R_L} = 0,5 \, A \quad T = \frac{1}{f} = 20 \, ms$$

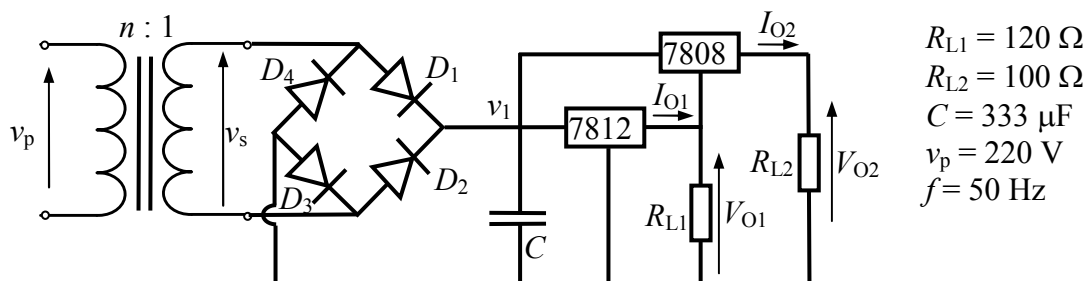
$$V_{1MIN} = V_O + V_{DO} = 7 \, V$$

$$V_r = V_{sm} - V_{1MIN} = 17 \, V$$

$$T \cdot I_O = C \cdot V_r \Rightarrow C = \frac{I_O}{V_r} T = 590 \, \mu F$$

За насочувачот даден на сликата да се определи:

- излезните напони V_{O1} и V_{O2} ,
 - најголемиот преносен однос на трансформаторот n_{MAX} со кој колото исправно работи,
 - Средната вредност на моќноста која се дисипира на секој од интегрираните стабилизатори.
- Диодите се идеални.



а)

$$V_{O1} = 12 \text{ V} \quad V_{O2} = V_{O1} + 08 \text{ V} = 20 \text{ V}$$

$$I_{O1} = \frac{V_{O1}}{R_{L1}} = 100 \text{ mA} \quad I_{O2} = \frac{V_{O2}}{R_{L2}} = 200 \text{ mA}$$

б) За одредување на минималната вредност на v_1 , се зема во предвид построгиот критериум:

$$\left. \begin{array}{l} 7812: V_{1MIN} = V_{O1} + V_{DO} = 14 \text{ V} \\ 7808: V_{1MIN} = V_{O2} + V_{DO} = 22 \text{ V} \end{array} \right\} \Rightarrow V_{1MIN} = 22 \text{ V}$$

$$\left. \begin{array}{l} I_O = I_{O1} + I_{O2} = 300 \text{ mA} \\ T = \frac{1}{2f} = 10 \text{ ms} \end{array} \right\} \Rightarrow V_r = \frac{I_O T}{C} = 9 \text{ V}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_{sm,MIN} = V_{1MIN} + V_r = 31 \text{ V} \\ V_{sm,MIN} = \frac{v_p}{n_{MAX}} \sqrt{2} \end{array} \right\} \Rightarrow n_{MAX} = \frac{v_p \sqrt{2}}{V_{1MIN} + V_r} = 10$$

в) Прво треба да се определи средната вредност на напонот v_1 :

$$\left. \begin{array}{l} V_{1MIN} = 22 \text{ V} \\ V_{1MAX} = V_{sm} = 31 \text{ V} \end{array} \right\} \Rightarrow V_{1SR} = \frac{V_{1MIN} + V_{1MAX}}{2} = 26,5 \text{ V}$$

$$P_{7812} = V_{7812} I_{7812} = (V_{1SR} - V_{O1}) I_{O1} = 1,45 \text{ W}$$

$$P_{7808} = V_{7808} I_{7808} = (V_{1SR} - V_{O2}) I_{O2} = 1,3 \text{ W}$$

4. Колото дадено на сликата претставува лабораториски извор кој може да даде три еднонасочни стабилизирани напони за напојување со различни вредности. Во режим на максимално оптоварување, сите три излези даваат по 100mA излезна струја (излезите работат истовремено).

а) Да се наведат вредностите на напоните на трите излези.

б) Да се определи минималната вредност на кондензаторот C за која колото сеуште ја врши функцијата на стабизирање.

в) Да се пресмета вкупната моќност која се дисипира на сите три интегрирани стабилизатори 78xx, во режим на максимално оптоварување. Диодите се идеални.

Познато е:

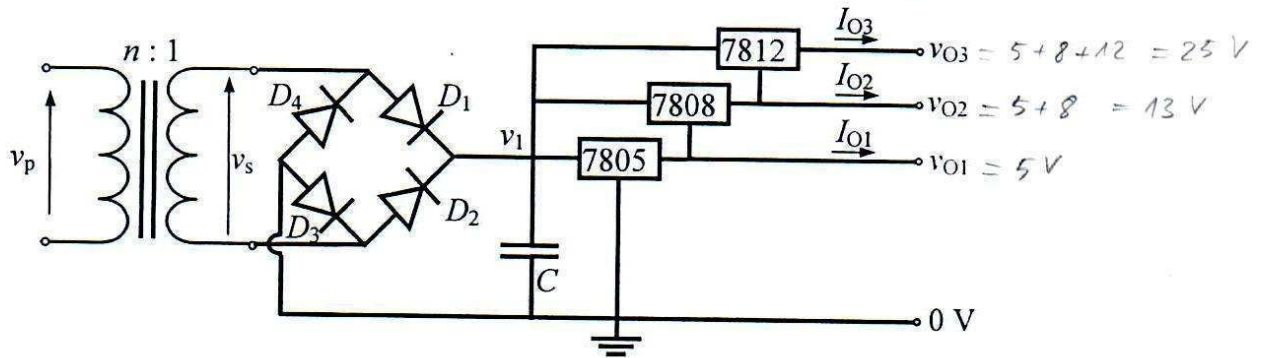
$$V_{DO(7805)} = 2 \text{ V}$$

$$v_p = 220 \text{ V}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$n = 7,4$$

$$I_{O1} = I_{O2} = I_{O3} = 100 \text{ mA}$$



Решение :

$$a) \quad V_{O1} = 5 \text{ V}$$

$$\Rightarrow V_{1MIN} = 7 \text{ V} \quad (3)$$

$$V_{O2} = 5 + 8 = 13 \text{ V}$$

$$\Rightarrow V_{1MIN} = 15 \text{ V} \quad (3)$$

$$V_{O3} = 13 + 12 = 25 \text{ V}$$

$$\Rightarrow V_{1MIN} = 27 \text{ V} \quad (3)$$

$$\Rightarrow V_{1MIN} = 27 \text{ V} \quad (1)$$

$$b) \quad V_{1MAX} = \frac{V_p}{n} \cdot \sqrt{2} \approx 42 \text{ V} \quad (3)$$

$$V_{rMAX} = V_{1MAX} - V_{1MIN} = 15 \text{ V} \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta T = 10 \text{ ms (целобројно)} \\ I_O = 3 \cdot 100 \text{ mA} = 300 \text{ mA} \end{array} \right\}$$

$$V_r \cdot C = I_O \cdot \Delta T \Rightarrow C_{min} = \frac{I_O \cdot \Delta T}{V_{rMAX}} = 200 \mu\text{F} \quad (3)$$

$$B) \quad \text{Во режим на МАХ оптоварување: } V_{1SR} = V_{1MAX} - \frac{V_{rMAX}}{2} = 34,5 \text{ V}$$

$$P_{7805} = (V_{1SR} - V_{O1}) \cdot I_{O1} = (34,5 \text{ V} - 5 \text{ V}) \cdot 100 \text{ mA} = 2,95 \text{ W} \quad (2)$$

$$P_{7808} = (V_{1SR} - V_{O2}) \cdot I_{O2} = (34,5 \text{ V} - 13 \text{ V}) \cdot 100 \text{ mA} = 2,15 \text{ W} \quad (2)$$

$$P_{7812} = (V_{1SR} - V_{O3}) \cdot I_{O3} = (34,5 \text{ V} - 25 \text{ V}) \cdot 100 \text{ mA} = 0,95 \text{ W} \quad (2)$$

$$\Sigma = 25 \text{ воени}$$

4. Колото дадено на сликата претставува струен извор. Во номинален режим на работа струјата I_O која се испорачува на потрошувачот не зависи од вредноста на R_L .

а) Да се пресмета вредноста на излезната струја I_O .

б) Да се скицираат временските дијаграми на напоните $v_s(t)$ и $v_1(t)$.

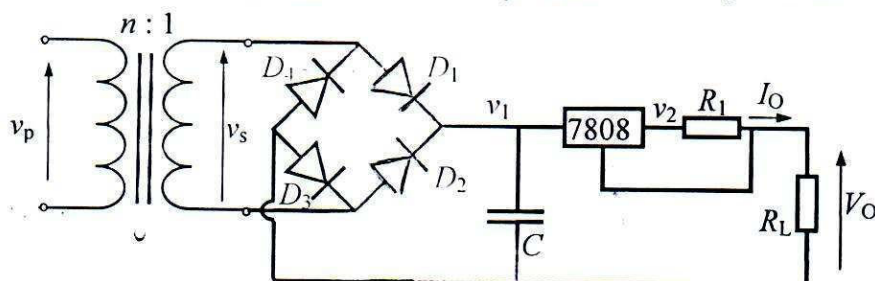
в) Да се определи максималниот отпор R_{LMAX} кој може да се постави на излезот од ова коло, со кој колото се уште може да ја врши својата функција?

г) Да се одреди вредноста на R_L при која се јавува максимална моќност на дисипација на интегрираниот стабилизатор 7808, и да се пресмета таа моќност.

Диодите се идеални.

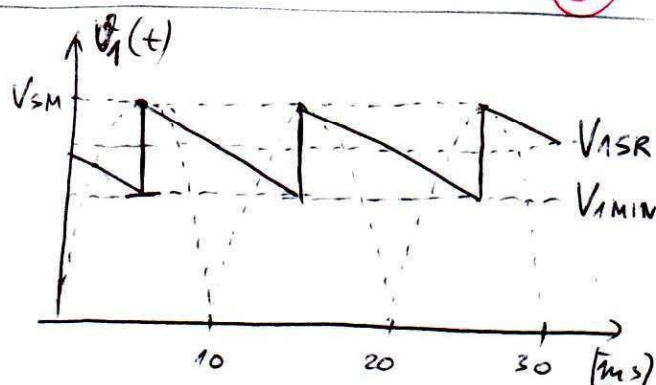
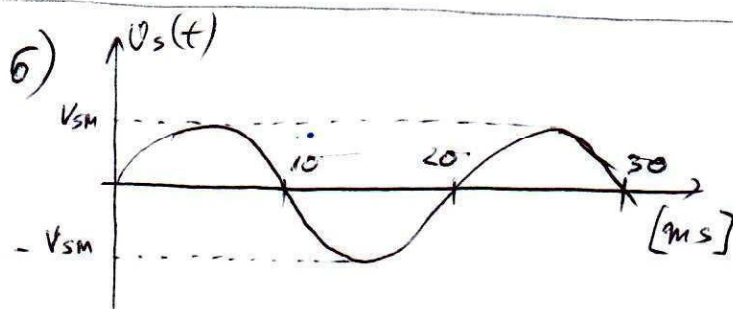
Познато е:

$$R_1 = 40 \, \Omega \quad C = 220 \, \mu F \quad V_{DO(7808)} = 2 \, V \quad v_p = 220 \, V \quad f = 50 \, Hz \quad n = 7,97$$



Решение:

$$а) \quad V_2 - V_O = 8 \, V \Rightarrow I_O = \frac{8 \, V}{R_1} = \frac{8 \, V}{40 \, \Omega} = 200 \, mA$$



$$V_{SM} = \frac{V_P}{n} \cdot \sqrt{2} = 39 \, V$$

$$V_{SM} - V_{1MIN} = V_r$$

$$V_r \cdot C = I_O \cdot \Delta T$$

$$\Rightarrow V_r = \frac{I_O \cdot \Delta T}{C} = \frac{200 \, mA \cdot 10 \, ms}{220 \, \mu F} = 9 \, V$$

в) R_{LMAX} се одредува ^{OR} V_{2MAX} , кој се одредува ^{OR} V_{1MIN}

$$\left. \begin{aligned} V_{1MIN} &= V_{SM} - V_r = 30 \, V \\ V_{DO(7808)} &= 2 \, V \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} V_{2MAX} &= 30 - 2 = 28 \, V \\ V_{OMAX} &= 28 - 8 = 20 \, V \end{aligned}$$

$$R_{LMAX} = \frac{V_{OMAX}}{I_O} = \frac{20 \, V}{200 \, mA} = 100 \, \Omega$$

г) Макс ~~амплитуда~~ P_{7808} се јавува при $R_L = \emptyset$, бидејќи тогаш е максимален напонот $V_1 - V_2$.

$$R_L = \emptyset \quad V_{1SR} = V_{SM} - \frac{V_r}{2} = 34,5 \, V$$

$$V_O = 0$$

$$V_2 = 8 \, V$$

$$P_{7808} = (V_{1SR} - V_{2SR}) I_O = (34,5 - 8) 200 \, mA = 5,3 \, W$$

3. Робот – играчка треба да се напојува од стабилизирано напојување со вредност $V_O = 12\text{ V}$. На располагање имаме три интегрирани кола, кои можеме да ги вградиме во колото прикажано на сликата, со цел да го добиеме потребниот стабилизирани извор за напојување. Трите интегрирани кола имаат ознаки 7805, 7808 и 7815, соодветно. Да се одреди:

- а) Кое/Кои од овие кола доаѓаат предвид за употреба во бараната апликација и зошто? **5**
 б) Вредноста на отпорникот R_X , за на излезот да се добие бараниот напон. **10**
 в) Моќноста која се троши во празен од (без приклучен робот), на интегрираното коло. **5**
 г) Максималната струја која може да ја повлече роботот, а стабилизаторот се уште да функционира. **5**
 д) Бонус: Врз основа на добиените вредности, кое коло го препорачувате за употреба и зошто? **4**

Пресметките под точките б), в) и г) да се извршат со сите интегрирани кола кои можат да ја обезбедат потребната функција на изворот (На пример, ако сметате дека сите три интегрирани кола можат да се вградат, под б) треба да добиете три вредности за отпорникот: R_{X7805} , R_{X7808} и R_{X7815})

$$R = 100\ \Omega$$

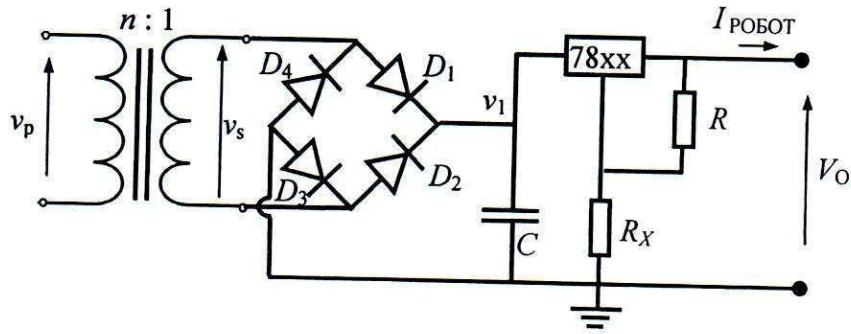
$$C = 100\ \mu\text{F}$$

$$V_p = 220\text{ V}$$

$$f = 50\text{ Hz}$$

$$n = 10,37$$

диодите се идеални



Решение: Чиз R и R_X тече истата струја, па:

$$\begin{aligned} \text{а) } V_O &= 12\text{ V} = \frac{R_X + R}{R} \cdot V_{XX} \\ \text{б) } & \begin{cases} XX = 05 \Rightarrow R_X = 140\ \Omega \checkmark \\ XX = 08 \Rightarrow R_X = 50\ \Omega \checkmark \\ XX = 15 \Rightarrow R_X = -20\ \Omega \times \end{cases} \end{aligned}$$

$$\text{в) } 7805 (R_X = 140\ \Omega) : I_R = \frac{05\text{ V}}{100\ \Omega} = 50\text{ mA} = I$$

$$V_r = \frac{I \cdot \Delta T}{C} = \frac{50\text{ mA} \cdot 10\text{ ms}}{100\ \mu\text{F}} = 5\text{ V}$$

$$V_{1SR} = V_{sm} - \frac{V_r}{2} = \frac{\sqrt{2} V_p}{n} - \frac{V_r}{2}$$

$$P_{7805} = (V_{1SR} - V_O) \cdot I_R = (27,5 - 12) \cdot 50\text{ mA} = 775\text{ mW}$$

$$7808 (R_X = 50\ \Omega) : I_R = 80\text{ mA} ; V_r = 8\text{ V} ; P_{7808} = 1120\text{ mW}$$

$$\begin{aligned} \text{г) } V_{\min} &= V_{sm} - V_{r\max} = 14\text{ V} \Rightarrow V_{r\max} = 30\text{ V} - 14\text{ V} = 16\text{ V} \\ \Rightarrow I_{\max} &= \frac{V_{r\max} \cdot C}{\Delta T} = 160\text{ mA} \quad (\text{за сите инт. кола}) \end{aligned}$$

$$\text{за } 7805 : I_{\text{робот}, \max} = I_{\max} - I_R = 160 - 50 = 110\text{ mA}$$

$$\text{за } 7808 : I_{\text{робот}, \max} = I_{\max} - I_R = 160 - 80 = 80\text{ mA}$$

д) Поубро е да се употреби 7805, затоа што испорачува поголема максимална струја кон роботот, а развива помала моќност на интегрираното коло.

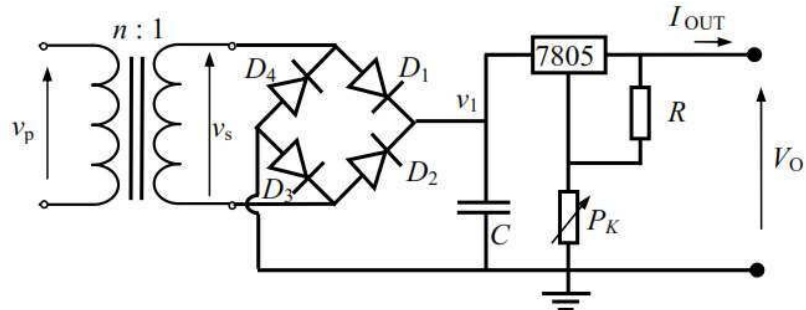
Во колото прикажано на сликата, промената на потенциометарот P_K се користи за да се менува вредноста на излезниот напон V_O . Да се одреди:

а) Опсегот на вредности на V_O кои можат да се добијат на излезот од ова коло, а тоа сеуште да ја врши функцијата на стабилизација, ако низ потрошувачот тече константна струја $I_{OUT} = 500 \text{ mA}$.

б) Опсегот во кој треба да се менува P_K , за да се добијат пресметаните вредности на V_O .

Забелешка: струјата која тече низ отпорникот R може да се занемари во однос на струјата I_{OUT} .

$R = 500 \Omega$
 $C = 500 \mu\text{F}$
 $v_p = 220 \text{ V}$
 $f = 50 \text{ Hz}$
 $n = 10,37$
 диодите се идеални



в) Бонус (4п/8п): Ако потрошувачот е отпорник $R_L = 10 \Omega$, да се повторат пресметките под а) и б).

$$V_{SM} = \frac{V_p \cdot \sqrt{2}}{n} = 30 \text{ V}$$

5п

$$V_r = \frac{I_{OUT} \cdot \Delta T}{C} = 10 \text{ V}$$

5п

$$V_{1MIN} = V_{SM} - V_r = 20 \text{ V}$$

а)

$$V_{OMAX} = V_{1MIN} - 2 \text{ V} = 18 \text{ V} \quad (\text{за да работи колото})$$

5п

$$V_{OMIN} = 5 \text{ V} \quad (\text{определено од 7805, кога } P_K = \emptyset)$$

5п

б)

$$V_O = \frac{R + P_K}{R} \cdot 5 \text{ V} \Rightarrow P_K = R \cdot \left(\frac{V_O}{5 \text{ V}} - 1 \right)$$

$$V_O = 5 \text{ V}$$

$$P_{KMIN} = \emptyset$$

$$V_O = 18 \text{ V}$$

$$P_{KMAX} = 1,3 \text{ k}\Omega$$

5п

Бонус:

б)

8п

$$V_{SM} = 30 \text{ V}$$

$$I_{OUT} = \frac{V_O}{R_L} \Rightarrow V_r = \frac{V_O \cdot \Delta T}{R_L \cdot C}$$

$$V_{1MIN} = V_{SM} - \frac{V_O \cdot \Delta T}{R_L \cdot C} \geq 2 + V_O \Rightarrow V_O \leq \frac{V_{SM} - 2 \text{ V}}{1 + \frac{\Delta T}{R_L \cdot C}}$$

$$V_{OMAX} = 9,33 \text{ V}$$

$$\Rightarrow P_{KMAX} = 433 \Omega$$

$$V_{OMIN} = 5 \text{ V} \quad (\text{поради 7805})$$

$$\Rightarrow P_{KMIN} = \emptyset$$

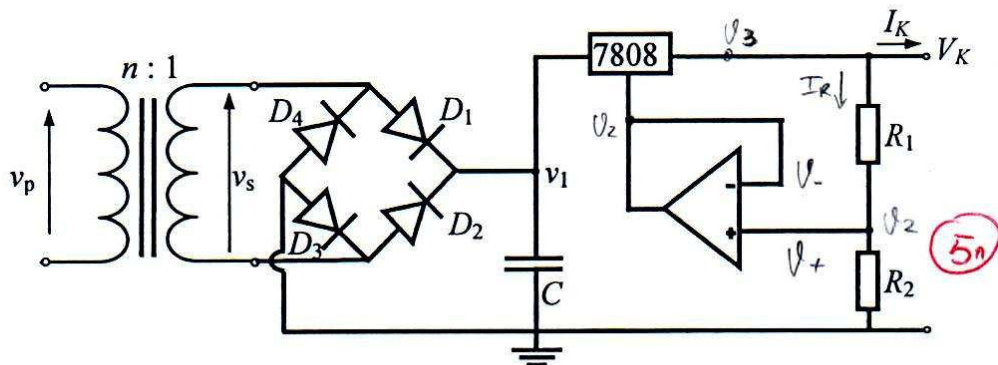
3. Колото дадено на сликата се употребува за напојување на уред на кој за работа му е потребен напон $V_K = 12\text{ V}$ и струја $I_K = 200\text{ mA}$.

а) Да се определи потребната вредност на отпорникот R_1

б) Да се определи минималната вредност на кондензаторот C .

в) Да се пресмета дисипираната моќност на интегрираниот стабилизатор 7808.

$V_{DO(7808)} = 2\text{ V}$ $v_p = 220\text{ V}$ $f = 50\text{ Hz}$ $n = 15,55$ $R_2 = 100\text{ k}\Omega$ Диодите се идеални.



Решение:

а) $v_3 = V_K = 12\text{ V}$

$v_2 = v_- = v_+ = V_K \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

$v_3 - v_2 = 8\text{ V}$

$8\text{ V} = 12\text{ V} - 12\text{ V} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

$R_1 = 2R_2 = 200\text{ k}\Omega$

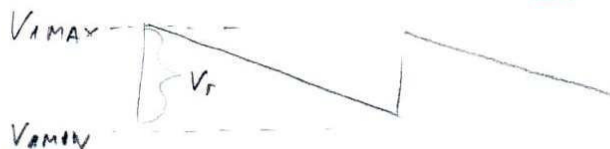
5n

б) $v_3 = V_K = 12\text{ V}$

$v_1 - v_3 \geq V_{DO(7808)} = 2\text{ V}$

$v_1 \geq 14\text{ V} = v_{1\text{MIN}}$

$v_{1\text{MAX}} = v_{SM} = \frac{v_p}{n} \sqrt{2} = 20\text{ V}$



$V_r = v_{1\text{MAX}} - v_{1\text{MIN}} = 6\text{ V}$

$C_{\text{MIN}} = \frac{I_{VK} \cdot \Delta T}{V_r} = 333\text{ }\mu\text{F}$

5n

$I_{VK} = I_K + I_R \approx I_K = 200\text{ mA}$

$I_R = \frac{V_K}{R_1 + R_2} = 40\text{ }\mu\text{A} \ll I_K$

в)

$V_{7808} = v_{1SR} - V_K = v_{1\text{MAX}} - \frac{V_r}{2} - V_K = 5\text{ V}$

$P_{7808} = V_{7808} \cdot I_K = 5\text{ V} \cdot 200\text{ mA} = 1\text{ W}$

$\Sigma = 25\text{ n}$

5n