



Технически Университет – София
Токохранващи Устройства

Курсов Проект

Тема: Източник на постоянно напрежение
с ис 7805

Разработил: Диан Милчев Илиев

Фак.№ 101207035 ФЕТТ гр.46

Дата: 14.12.2009г.
Гр. София

Ръководител:.....
(Доц. Д-р. П. Карамански)

Съдържание

Глава	Страница
1 Задание	3
2 Блокова схема	4
3 Принципна схема	5
4 Обяснителни записки и изчисления	6
4.1 Общи положения	6
4.2 Стабилизатор	6
4.3 Токоизправител и филтър	12
4.4 Трансформатор	15
5 Спецификация на елементите	19
6 Използвана литература	20
7 Печатна платка	20

Технически Университет – София

Факултет – ФЕТТ

Катедра „Силовая Электроника”

Специалност: Электроника

Задание за курсов проект:

На Диан Милчев Илиев

Тема: Источник на постоянно напряжение

Исходни данни:

Исходно напряжение : $U_{\text{изх}} = 5\text{V}$

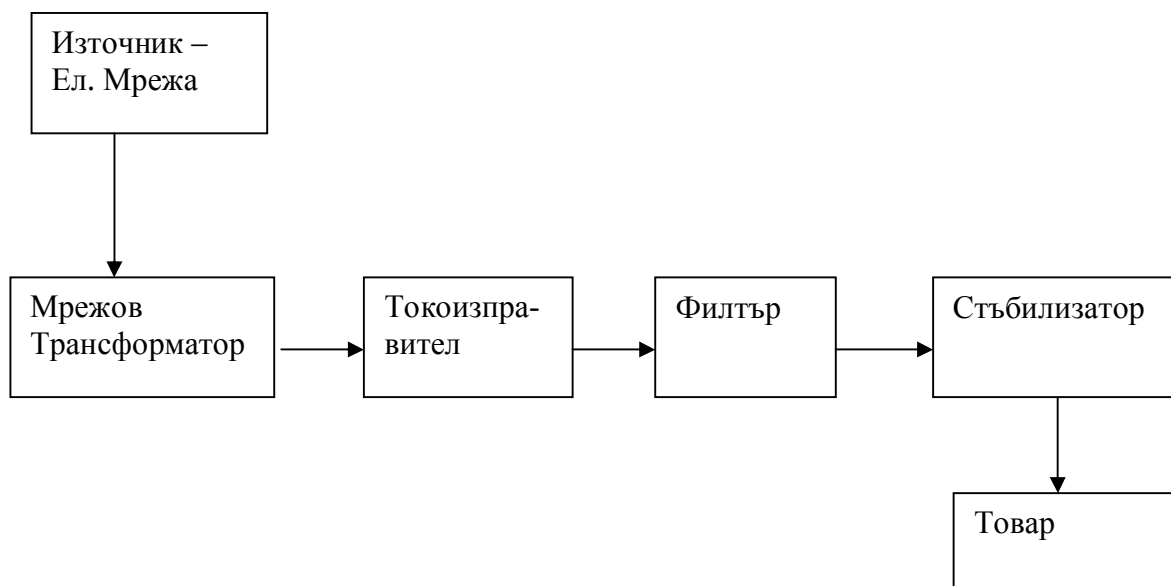
Товарен ток : $I_{\text{T}} = 1,5\text{A}$

Пулсации на $U_{\text{изх}}$: 10mV

Максимален Товарен ток : $I_{\text{Tmax}} = 2,4\text{A}$

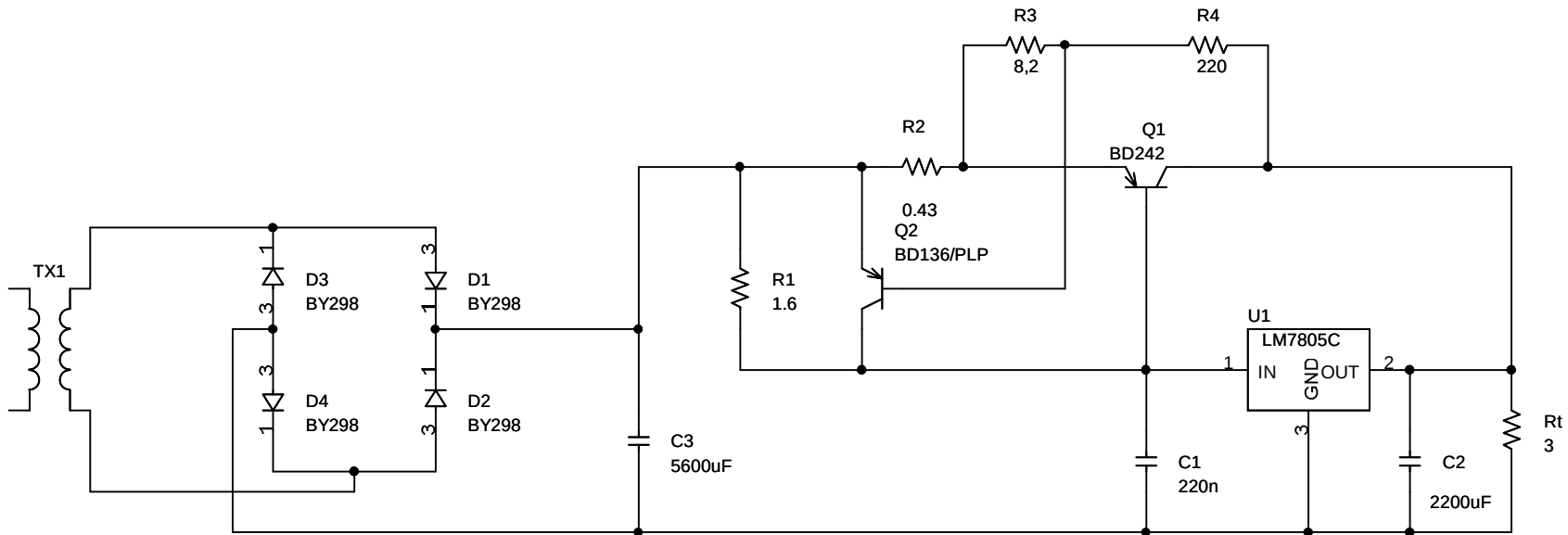
Захранващо напряжение : $230\text{V} / 50\text{Hz} \pm 10\%$

2. Блокова Схема:



Схемата на източника на постоянно напрежение е изградена от четири основни структурни блока:

1. Мрежов трансформатор – Разделя галванично мрежата от веригата на изправеното напрежение и трансформира мрежовото напрежение до необходимата за веригата група стойност.
2. Токоизправител – изправя трансформаторното напрежение.
3. Филтър – филтрира пулсациите на изправеното напрежение.
4. Стъбилизатор – поддържа неизменна стойността на изходното напрежение.



Title		
Voltage Rectifier		
Size	Document Number	Rev
A	Rv 11 001 TTL	<RevCode>
Date:	Thursday, February 04, 2010	Sheet 1 of 1

4. Обяснителни записки и изчисления

4.1 Общи положения:

Задачата за изграждане на източник на постоянно напрежение може да бъде изпълнена по няколко начина. Първият е използването на набор от подходящо свързани галванични елементи. Изпълнението е значително лесно, но недостатък е че така оформената батерия не може да работи стабилно неограничено дълго време. С увеличаване времето на използване, батерията се изтощава и променя характеристиките си.

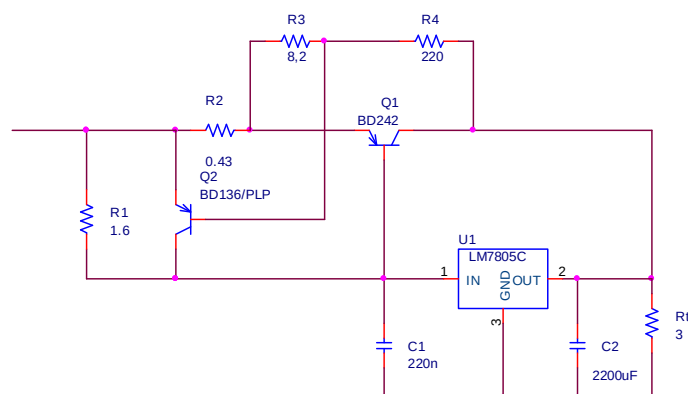
Вторият начин е чрез преобразуване на мрежовото напрежение. Това от своя страна също може да стане по няколко начина. Първият и по-простичък начин е чрез използването на системата - мрежов трансформатор, изправител, филтър и стабилизатор. Тази система е подходяща за малки мощности, тъй като с увеличаването на мощността пропорционално растат и размерите на мрежовия трансформатор, а от там и цената. Освен това коефициента на полезно действие на тази система е по-нисък от това на импулсните захранвания.

Друг начин за изграждане на източник на постоянно напрежение, както вече споменах, е чрез проектиране на т.нар. импулсни захранвания. Тяхното проектиране е значително по-трудоемко, но качествата им са значително по-добри. По-високият К.П.Д и по-малките размери спрямо еквивалента им в изпълнение с мрежови трансформатори, ги правят предпочитани при изграждане на по-мощни захранвания.

Тъй като от заданието виждаме че необходимата изходна мощност не е голяма, за изграждането на текущото захранване ще използваме структурата с мрежови трансформатор.

Проектирането разбира се разбиваме на части, както е показано на блоковата схема по-горе.

4.2 Стабилизатор



Стъбилизатора е изграден на базата на интегралния стабилизатор 7805, като е добавена верига за разширяване обхвата по ток. Предимствата на тази схема са няколко. Интегралният стъбилизатор осигурява голям коефициент на стъбилизация и има вградени защиты от късо съединение, пренапрежение и прегряване. Самата схема с разширен обхват по ток се препоръчва за използване от производителя на интегралната схема при нужда от разширяване обхвата по ток.

Схемата е с малко на брой допълнителни компоненти което значително понижава цената и обема на схемата. Основният транзистор с който се разширява обхвата по ток е транзистора Q1, който поема целия допълнителен ток който е необходим. Тъй като той е практически извън защитните вериги на интегралната схема, неговата защита от претоварване по ток се осигурява от транзистора Q2.

Тока през интегралната схема образува пад на напрежение върху резистора R1. Това напрежение е равно на напрежителният пад върху резистора R2 и база-емитерното напрежение на Q1.

Задействането на защитата става при надвишаване прага на максимално допустимия ток през транзистора Q1. На практика когато тока през Q1 надвиши определена критична стойност, върху резистора R2 се образува пад достатъчен да отпусне транзистора Q2. При отпушване на транзистора Q2, той започва да отвежда част от тока на интегралната схема през колектора си, като по-този начин

намалява тока през R1, а с това и напрежителния пад върху него, което довежда до намаляване на база-емитерното напрежение на Q1 и респективно - ограничаване на колекторният ток на транзистора.

Поставянето на кондензаторите C2 и C3 е препоръчано от производителя на интегралната схема. Високият коефициент на стабилизация допуска значителни пулсации на входа на схемата, стига поради тяхното влияние входното напрежение да не пада под прага на сработване на схемата. За да се гарантира че това няма да се случи при изчисляване на минималното входно напрежение то се завишава с 10%.

Изчисляване на съблизатора:

Изисквания:

$$U_o = 5V$$

$$I_o = 1.5A$$

$$I_{o\max} = 2.4A$$

$$\Delta U_o = 10mV$$

$$\Delta U_i = \pm 10\%$$

Избраният електронен съблизатор е MC7805C на фирмата ON Semiconductor, със следните характеристики:

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{in} = 10\text{ V}$, $I_o = 500\text{ mA}$, $T_J = T_{low}$ to T_{high} (Note 1), unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	MC7805B, NCV7805			MC7805C			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage ($T_J = 25^\circ\text{C}$)	V_O	4.8	5.0	5.2	4.8	5.0	5.2	Vdc
Output Voltage ($5.0\text{ mA} \leq I_O \leq 1.0\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$) $7.0\text{ Vdc} \leq V_{in} \leq 20\text{ Vdc}$ $8.0\text{ Vdc} \leq V_{in} \leq 20\text{ Vdc}$	V_O	– 4.75	– 5.0	– 5.25	4.75 –	5.0 –	5.25 –	Vdc
Line Regulation (Note 4) $7.5\text{ Vdc} \leq V_{in} \leq 20\text{ Vdc}$, 1.0 A $8.0\text{ Vdc} \leq V_{in} \leq 12\text{ Vdc}$	Reg_{line}	– –	5.0 1.3	100 50	– –	0.5 0.8	20 10	mV
Load Regulation (Note 4) $5.0\text{ mA} \leq I_O \leq 1.0\text{ A}$ $5.0\text{ mA} \leq I_O \leq 1.5\text{ A}$ ($T_A = 25^\circ\text{C}$)	Reg_{load}	– –	1.3 0.15	100 50	– –	1.3 1.3	25 25	mV
Quiescent Current	I_B	–	3.2	8.0	–	3.2	6.5	mA
Quiescent Current Change $7.0\text{ Vdc} \leq V_{in} \leq 25\text{ Vdc}$ $5.0\text{ mA} \leq I_O \leq 1.0\text{ A}$ ($T_A = 25^\circ\text{C}$)	ΔI_B	– –	– –	– 0.5	– –	0.3 0.08	1.0 0.8	mA
Ripple Rejection $8.0\text{ Vdc} \leq V_{in} \leq 18\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$	RR	–	68	–	62	83	–	dB
Dropout Voltage ($I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$)	$V_I - V_O$	–	2.0	–	–	2.0	–	Vdc
Output Noise Voltage ($T_A = 25^\circ\text{C}$) $10\text{ Hz} \leq f \leq 100\text{ kHz}$	V_n	–	10	–	–	10	–	$\mu\text{V}/V_O$
Output Resistance $f = 1.0\text{ kHz}$	r_O	–	0.9	–	–	0.9	–	$\text{m}\Omega$
Short Circuit Current Limit ($T_A = 25^\circ\text{C}$) $V_{in} = 35\text{ Vdc}$	I_{SC}	–	0.2	–	–	0.6	–	A
Peak Output Current ($T_J = 25^\circ\text{C}$)	I_{max}	–	2.2	–	–	2.2	–	A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV_O	–	–0.3	–	–	–0.3	–	$\text{mV}/^\circ\text{C}$

1. $T_{low} = 0^\circ\text{C}$ for MC78XXAC, C, $T_{high} = +125^\circ\text{C}$ for MC78XXAC, NCV7805
= -40°C for MC78XXB, MC78XXAB, NCV7805

2. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Определяне на относителното изменение на входното напрежение:

$$\Delta U_i = \pm 10\% \Rightarrow a = 0,1 \quad b = 0,1$$

Относителната стойност на коефициента на пулсации на входа на стабилизатора:

От спецификацията на ИС 7805 виждаме че коефициента на стабилизация е много голям $RR > 62\text{dB}$.

От тук при изискването $\Delta U_o = 10\text{mV}$, следва:

$$K_{no} = \frac{\Delta U_o}{U_o} = \frac{0,01}{5} = 0,002 = 0,2\%$$

Поради големия коефициент на затихване на пулсациите в интегралната схема можем да допуснем значително по-голям коефициент на пулсации на входа - от където залагаме $K_{pi} = 10\%$.

$$K_{CT\min} = \frac{K_{ni}}{K_{no}} = \frac{0,1}{0,002} = 50$$

Тази стойност на пулсациите на входа няма да е проблем за стабилизатора, тъй като коефициента на стабилизация на ИС е:

$$RR \geq 62\text{dB} = 1260$$

Изчисляване на входното напрежение:

$$U_{i\min} = \frac{k(U_o + \Delta U_{IC\min})}{1 - K_{ni}} = \frac{1,2 \cdot (5 + 2)}{1 - 0,1} = 9,3\text{V}$$

$$U_i = \frac{U_{i\min}}{1 - b} = \frac{9,3}{1 - 0,1} = 10,4\text{V}$$

$$U_{i\max} = U_i(1 + a) = 10,4(1 + 0,1) = 11,4\text{V}$$

Разпределение на работния ток през ИС и транзистора:

Максималния ток на интегралната схема е 1A (по спецификация) =>

$$I_{IC} = 1\text{A}$$

$$I_{CT1\max} = I_{o\max} - I_{IC} = 2,4 - 1 = 1,4\text{A}$$

Максималното колектор-емитерно напрежение на мощния транзистор Т1 (това е транзистора Q1 от схемата)

$$U_{CET1} = U_{i\max} - U_o = 11,4 - 5 = 6,4\text{V}$$

Максималната мощност отделена от колектора на Т1:

$$P_{CT1} = I_{C\max T1} U_{CET1} = 1,4 \cdot 6,4 = 8,96\text{W}$$

От така намерените параметри избираме транзистора Т1:

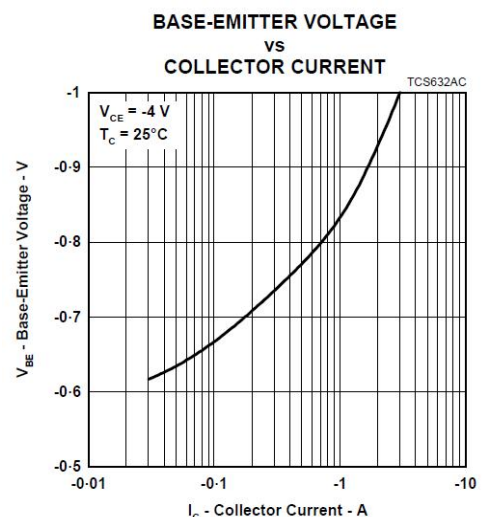
Избираме транзистор BD242 с параметри по спецификация:

$$I_C = 3\text{A}$$

$$U_{EC\max} = 60\text{V}$$

$$P_{C\max} = 40\text{W}$$

$$h_{21} \geq 20$$



Изчисляване на максималния базов ток на T1:

$$I_{BT1\max} = \frac{I_{CT1\max}}{h_{21e}} = \frac{1,4}{20} = 70mA$$

Изчисляване на тока през R1:

$$I_{R1} = I_{IC} - I_{BT1\max} = 1 - 0,07 = 0,93A$$

12. Изчисляване на R1:

От диаграмата по-горе определяме база-емитерното напрежение на T1 при максималния колекторен ток $I_{C\max} = 1,4A$

$$U_{BE} = 0,85V$$

Залагаме отпушващо напрежение за T2 (транзистор Q2 от схемата) $U_{BE} = 0,6V$

И определяме стойността на R1:

$$R1 = \frac{U_{BET1} + U_{BET2}}{I_{R1}} = \frac{0,85 + 0,6}{0,93} = 1,554\Omega$$

$$P_{R1\max} = (U_{BET1} + U_{BET2}) \cdot I_{R1} = 1,45 \cdot 0,93 = 1,35W$$

Избираме стандартна стойност за $R1 = 1,6\Omega \pm 5\% / 2W$

Изчисляване на тока на късо съединение през T1:

избираме го така, че отделената мощност да не надвишава чувствително работната:

$$I_{KC} = I_{C\max} \left(1 - \frac{U_o}{U_{i\max}} \right) = 1,4 \left(1 - \frac{5}{11,4} \right) = 0,786A$$

Изчисляваме коефициента на предаване на делителя R3-R4:

$$\sigma = \frac{\left(\frac{I_{o\max}}{I_{KC}} - 1 \right) U_{BET2}}{\left(\frac{I_{o\max}}{I_{KC}} - 1 \right) U_i - U_o} = \frac{\left(\frac{1,4}{0,786} - 1 \right) 0,6}{\left(\frac{1,4}{0,786} - 1 \right) 10,4 - 5} = 0,0357$$

Избираме стандартна стойност за $R3 < 10\Omega$

$$R3 = 8,2\Omega$$

$$R4 = \frac{R3 - \sigma R3}{\sigma} = \frac{8,2 - 0,0357 \cdot 8,2}{0,0357} = 218,7\Omega$$

Избираме стандартен $R4 = 220\Omega$

Определяме мощностите на резисторите:

$$I_{34} = \frac{U_{i\max}}{R3 + R4} = \frac{11,4}{8,2 + 220} = 50mA$$

$$P_{R3} = I_{34}^2 R3 = 0,05^2 \cdot 8,2 = 0,02W$$

$$P_{R4} = I_{34}^2 R4 = 0,05^2 \cdot 220 = 0,55W$$

Избираме стандартни резистори:

$$R3 = 8,2\Omega \pm 5\% / 0,25W$$

$$R4 = 220\Omega \pm 5\% / 1W$$

Изчисляване на R2:

$$R2 = \frac{U_{BET2} - U_i \sigma}{I_{KC}} = \frac{0,6 - 10,4 \cdot 0,0357}{0,786} = 0,29 \Omega$$

$$P_{R2 \max} = I_{CT1 \max}^2 R2 = 1,4^2 \cdot 0,3 = 0,588 W$$

Избираме стандартна стойност за R2=0,3Ω ± 5% /1W

Максимален възможен ток през T2:

$$I_{CT2 \max} = I_{IC} - \frac{U_{CEsatT2}}{R1} = 1 - \frac{0,5}{1,6} = 0,69 A$$

Избор на подходящ транзистор T2

Подходящ транзистор е транзистора BD140.

Неговите параметри са:

Maximum ratings		BD 136	BD 138	BD 140	
Collector-emitter voltage ($R_{BE} \leq 1 \text{ k}\Omega$)	$-V_{CER}$	—	—	100	V
Collector-base voltage	$-V_{CBO}$	45	60	—	V
Collector-emitter voltage	$-V_{CEO}$	45	60	80	V
Emitter-base voltage	$-V_{EBO}$	5	5	5	V
Collector peak current	$-I_{CM}$	2.0	2.0	2.0	A
Collector current	$-I_C$	1,5	1,5	1,5	A
Base current	$-I_B$	0.2	0.2	0.2	A
Junction temperature	T_j	150	150	150	°C
Storage temperature range	T_{stg}	-55 to +125			°C
Total power dissipation ($T_{case} \leq 25^\circ\text{C}$)	P_{tot}	12.5	12.5	12.5	W
Thermal resistance					
Junction to ambient air	R_{thJA}	≤ 110	≤ 110	≤ 110	K/W
Junction to case bottom	$R_{thJC}^{1)}$	≤ 10	≤ 10	≤ 10	K/W
Static characteristics ($T_{amb} = 25^\circ\text{C}$)		BD 136	BD 138	BD 140	
Collector-emitter-saturation voltage ($-I_C = 500 \text{ mA}$; $-I_B = 500 \text{ mA}$)	$-V_{CEsat}$	<0.5	>0.5	<0.5	V

16. Изчисляване на КПД:

$$I_o = I_i$$

$$\eta = \frac{U_o I_o}{U_i I_i} = \frac{U_o}{U_i} = \frac{5}{10,4} = 48\%$$

Изчисляваме капацитета на C2:

Приемаме работна честота f=2kHz

$$C2 = \frac{I_1}{\omega U_1} = \frac{0,5 I_o}{2\pi f \cdot 0,01 U_o} = \frac{0,5 \cdot 2,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 2000 \cdot 0,01 \cdot 5} = 1,9 \cdot 10^{-4} F$$

Избираме стандартен C2=2200μF±5% / 6V

Изчисляване на необходимия охлаждащ радиатор за ИС и транзисторите.

Добре е ИС и транзисторите да са на общ радиатор, за да може температурният им режим да е един и същ. За тази цел обаче елементите трябва да са електрически изолирани от радиатора посредством подложка. Радиатора е изграден от алуминий!

А. Необходимата площ радиатор за ИС:

$$P_{C\max} = (U_{i\max} - U_o) I_{IC\max} = (11,4 - 5) \cdot 1 = 6,4W$$

$$R_{tjc} = 5^\circ C / W$$

$$R_{cp} = 1^\circ C / W$$

$$T_j = 150^\circ C$$

$$T_A = 45^\circ C$$

$$S_{PA} = \frac{1200 P_C}{T_j - T_A - P_C (R_{tjc} + R_{cp})} = \frac{1200 \cdot 6,4}{150 - 45 - 6,4 \cdot (5 + 1)} = 115,4 cm^2$$

Б. Необходимата площ радиатор за Т1:

$$P_{C\max} = (U_{i\max} - U_o) I_{CT2\max} = (11,4 - 5) \cdot 1,4 = 8,96W$$

$$P_{KC} = U_{i\max} I_{KC} = 11,4 \cdot 0,786 = 8,96W$$

$$R_{tjc} = 3,125^\circ C / W$$

$$R_{cp} = 1^\circ C / W$$

$$T_j = 150^\circ C$$

$$T_A = 45^\circ C$$

$$S_{PB} = \frac{1200 P_C}{T_j - T_A - P_C (R_{tjc} + R_{cp})} = \frac{1200 \cdot 8,96}{150 - 45 - 8,96 \cdot (3,125 + 1)} = 158 cm^2$$

В. Необходимата площ радиатор за Т2:

$$P_{C\max} = U_{CEsat} I_{CT2\max} = 0,5 \cdot 0,698 = 0,35W$$

$$R_{tjc} = 10^\circ C / W$$

$$R_{cp} = 1^\circ C / W$$

$$T_j = 150^\circ C$$

$$T_A = 45^\circ C$$

$$S_{PC} = \frac{1200 P_C}{T_j - T_A - P_C (R_{tjc} + R_{cp})} = \frac{1200 \cdot 0,35}{150 - 45 - 0,35 \cdot (10 + 1)} = 4,2 cm^2$$

Г. Сумарна радиаторна площ:

$$S_P = S_{PA} + S_{PB} + S_{PC} = 115,4 + 158 + 4,2 = 277,6 \approx 280 cm^2$$

4.3 Токоизправител и филтър

За текущия проект, с оглед на невисоката мощност и старание за по-висок КПД, избираме схема на еднофазен мостов токоизправител с капацитивен товар.

Схемата на токоизправителя е добре известната схема „Грец“, а филтърът е изграден с помоща на филтров кондензатор.

Изграждането на филтърът може да бъде направено и на базата на LC – звено. Тази схема позволява намаляването на капацитета на кондензатора, съответно размери и цена на филтъра, и да се повиши коефициента на изглаждане на филтъра. Но бобината трябва да бъде съобразена с изходния ток и да се внимава самата тя да не излезне по-обемиста и скъпа от по-големия кондензатор.

Тъй като за проекта коефициента на филтрация е със занижени изисквания (заради качествата на стабилизатора), а и изходното напрежение е относително ниско – работното напрежение на кондензатора е ниско, а от там и цената на големите кондензатори спада драстично, избирам схема за филтър изграден на базата на кондензатор.

Проектирането ще извършим по графоаналитичния метод за оразмеряване на токоизправители с капацитивен товар. За целта ще използваме графиките дадени в литературен източник №1.

Изисквания към токоизправителя и филтъра:

$$U_o = 10,4V$$

$$I_o = 2,4A$$

$$K_{no} \leq 10\%$$

1. Определяне на вътрешното съпротивление на токоизправителя и залагане на КПД:

Залагаме $\eta = 80\%$

$$r = \frac{U_o}{I_o} \cdot \frac{1-\eta}{\eta} = \frac{10,4}{2,4} \cdot \frac{1-0,8}{0,8} = 1,08\Omega$$

2. Изчисляваме параметърът A

$$A = \frac{I_o \pi r}{p U_o} = \frac{2,4 \cdot 3,14 \cdot 1,08}{2 \cdot 10,4} = 0,39$$

Тук $p=2$, защото схемата е мостова

3. Определяме ъгъла на отсечка на тока през вентилите:

Отчитаме го от графика

$$\Psi = 53^\circ$$

4. Отчитаме параметъра B от графика

$$B = 1,18$$

5. Изчисляваме ефективната стойност на напрежението във вторичната намотка.

$$E_2 = B U_o = 1,18 \cdot 10,4 = 12,3V$$

6. Максималното обратно напрежение върху диодите е:

$$U_{обр} = E_{2max} = \sqrt{2} E_2 = \sqrt{2} \cdot 12,3 = 17,4V$$

7. Изчисляваме коефициента на трансформация

$$K_{TP} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{230}{12,3} = 18,7$$

8. Определяме графично параметъра F:

$$F=5,6$$

9. Изчисляване амплитудата на тока през вторичната намотка и вентилите:

$$I_{2\max} = F \frac{I_o}{p} = 5,6 \frac{2,4}{2} = 6,72A$$

10. Определяме графично параметърът D:

$$D=2$$

11. Ефективната стойност на тока през вторичната намотка е:

$$I_2 = \sqrt{2} D \frac{I_o}{p} = \sqrt{2} \cdot 2 \frac{2,4}{2} = 3,39A$$

12. Изчисляване на тока в първичната намотка:

$$I_1 = \frac{I_2}{K_{TP}} = \frac{2,4}{18,7} = 0,181A$$

13. Избираме подходящи изправителни диоди по данните:

$$I_{F(AV)} > 0,5 I_o = 1,2A$$

$$U_{R\max} > E_{2m} = 17,4$$

Такива са диодите BY298

$$I_F = 2A > 1,2A$$

$$I_{FSM} = 70A > I_{2\max} = 6,72A$$

$$U_R = 400V > 17,4V$$

$$U_F = 0,7V$$

14. Определяме параметъра H от графика:

$$H = 600$$

15. Изчисляване на капацитета на филтровия кондензатор:

$$C1 \geq \frac{H}{K_{no} r} = \frac{600}{0,1 \cdot 1,08} = 5556 \mu F$$

Избираме стандартен $C1 = 5600 \mu F \pm 5\% / 25V$

16. Изчисляване стойността на γ_o за четири стойности на товарния ток, като графично отчитаме стойността за $\cos \psi$.

$$I_{o1} = 1A \Rightarrow \gamma_{o1} = I_o \frac{r}{p E_{2\max}} = 1 \frac{1,08}{2 \cdot 17,4} = 0,031 \Rightarrow \cos \psi_1 = 0,82$$

$$I_{o2} = 1,5A \Rightarrow \gamma_{o2} = I_o \frac{r}{p E_{2\max}} = 1,5 \frac{1,08}{2 \cdot 17,4} = 0,0466 \Rightarrow \cos \psi_2 = 0,75$$

$$I_{o3} = 2A \Rightarrow \gamma_{o3} = I_o \frac{r}{p E_{2\max}} = 2 \frac{1,08}{2 \cdot 17,4} = 0,062 \Rightarrow \cos \psi_3 = 0,66$$

$$I_{o4} = 2,4A \Rightarrow \gamma_{o4} = I_o \frac{r}{p E_{2\max}} = 2,4 \frac{1,08}{2 \cdot 17,4} = 0,0745 \Rightarrow \cos \psi_4 = 0,61$$

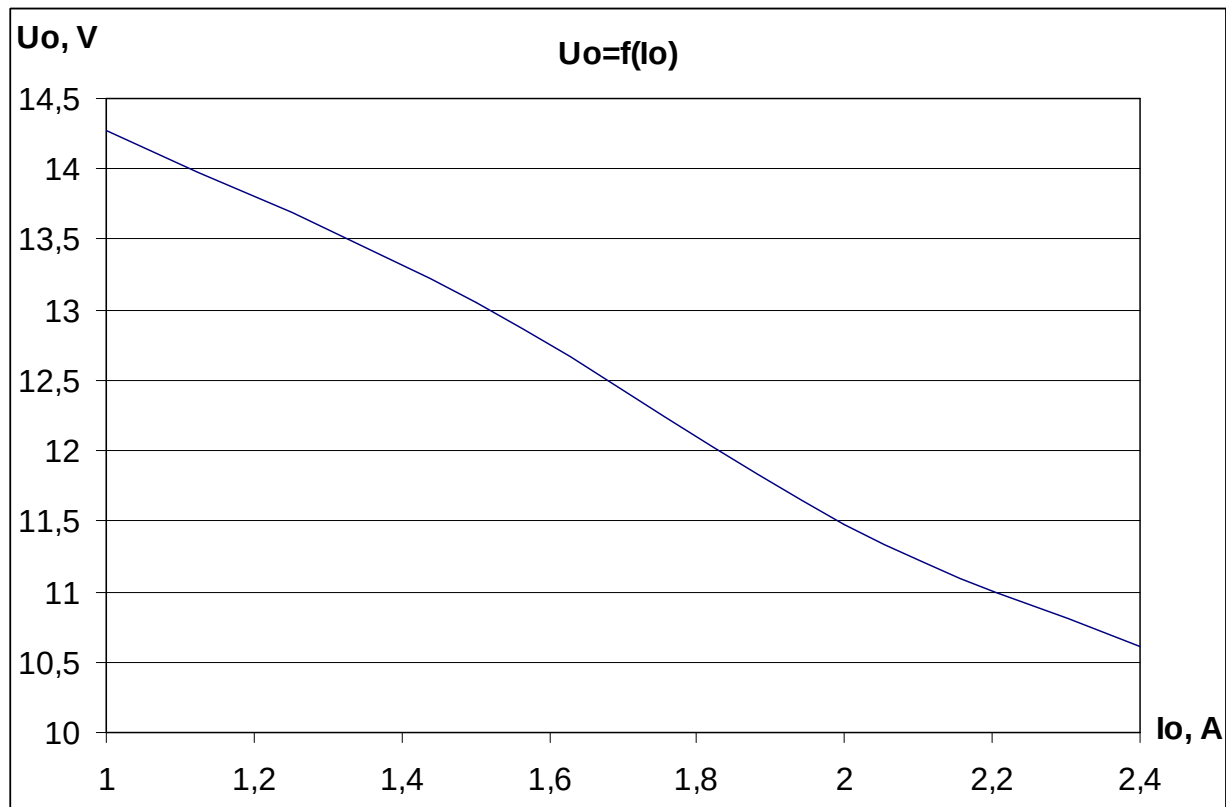
17. Изчисляване на външните характеристики:

$$U_{o1} = E_{2\max} \cos\psi_1 = 17,4 \cdot 0,82 = 14,27V$$

$$U_{o2} = E_{2\max} \cos\psi_2 = 17,4 \cdot 0,75 = 13,05V$$

$$U_{o3} = E_{2\max} \cos\psi_3 = 17,4 \cdot 0,66 = 11,48V$$

$$U_{o4} = E_{2\max} \cos\psi_4 = 17,4 \cdot 0,61 = 10,61V$$



4.4 Трансформатор

Изисквания за трансформатора:

$$E_1 = 230V$$

$$E_2 = 12,3V$$

$$I_2 = 3,4A$$

Задаваме температура на околната среда $t_{amax} = 45^\circ C$

И максимална температура на прегряване $\Delta t^\circ = 50^\circ C$

1. Изчислителна мощност на трансформатора:

$$P_{II} = E_2 I_2 = 12,3 \cdot 3,4 = 41,82 \approx 42W$$

2. Магнитопровода е Ш-образен (броневи тип).

3. Магнитната индукция е $B = 1,2T$

4. Определяме сечението на магнитопровода:

$$S_{CT} = \sqrt{P_{II}} = \sqrt{42} = 6,48 cm^2$$

5. Изчисляваме максималната и минималната широчина на ламелите:

$$b_{max} = \sqrt{S_{CT}} = \sqrt{6,48} = 2,55 cm$$

$$b_{min} = \sqrt{\frac{S_{CT}}{1,5}} = \sqrt{\frac{6,48}{1,5}} = 2,08 cm$$

6. Избираме подходящ стандартен пакет ламели:

Ш30х30 с размери на прозореца $-hxb = 45 \times 15$ и $S_{CT} = 7,92 cm^2$

7. Изчисляваме броя на навивките в намотките:

А. В първичната:

$$\omega_1 = 45 \frac{E_1}{S_{CT} B_{max}} = 45 \frac{230}{7,92 \cdot 1,2} = 1089 \text{ навивки}$$

Б. Във вторичната намотка:

$$\omega_2' = 45 \frac{E_2}{S_{CT} B_{max}} = 45 \frac{12,3}{7,92 \cdot 1,2} = 59 \text{ навивки}$$

За компенсиране пада на напрежение в намотките на трансформатора и във вентилите на токоизправителя увеличаваме броя на навивките на вторичната намотка с 10%:

$$\omega_2 = 1,1 \cdot \omega_2' = 1,1 \cdot 59 = 65 \text{ навивки}$$

8. Изчисляване на тока през първичната намотка:

Поради наличие на загуби в трансформатора, тока в първичната намотка се завишава с 10%

$$I_1 = 1,1 \frac{P_{II}}{E_1} = 1,1 \frac{42}{230} = 0,2A$$

9. Токът на вторичната намотка е известен: $I_2 = 3,4A$

10. Избираме плътност на тока и изчисляваме диаметъра на проводниците:

А. Взимайки под внимание изчислителната мощност и типа на магнитопровода, подходяща плътност на тока и за двете навивки е:

$$j_1' = j_2' = 2,5 \text{ A/mm}^2$$

Б. Диаметъра на проводниците за първичната намотка:

$$d_1 = 1,13 \sqrt{\frac{I_1}{j_1'}} = 1,13 \sqrt{\frac{0,2}{2,5}} = 0,32 \text{ mm}$$

Избираме стандартен кръгал проводник с $d_1 = 0,33 \text{ mm}$

Действителната плътност на тока е:

$$j_1 = j_1' \frac{d_{\text{изчислено}}^2}{d_{\text{избрано}}^2} = 2,5 \frac{0,32^2}{0,33^2} = 2,35 \text{ A/mm}^2$$

В. Диаметъра на проводниците за вторичната намотка:

$$d_2 = 1,13 \sqrt{\frac{I_2}{j_2'}} = 1,13 \sqrt{\frac{3,4}{2,5}} = 1,32 \text{ mm}$$

Избираме стандартен кръгал проводник с $d_2 = 1,35 \text{ mm}$

Действителната плътност на тока е:

$$j_2 = j_2' \frac{d_{\text{изчислено}}^2}{d_{\text{избрано}}^2} = 2,5 \frac{1,32^2}{1,35^2} = 2,38 \text{ A/mm}^2$$

11. Изчисляваме общото сечение на проводниците в намотките:

$$S_M = \frac{\pi}{4} (\omega_1 d_1^2 + \omega_2 d_2^2) = \frac{\pi}{4} (1089 \cdot 0,33^2 + 65 \cdot 1,35^2) = 186,2 \text{ mm}^2$$

12. Изчисляваме коефициента на запълване на прозореца на магнитопровода:

$$K_3 = \frac{S_M}{S_{CT}} = \frac{186,2}{45,15} = 0,28$$

Максималният коефициент на запълване за намотки от кръгал проводник с емайлова изолация е:

$$K_3 = 0,35$$

От където следва че пакета ламели е избран добре.

13. Изчисляване масата на медта в трансформатора:

Бобините в трансформатора се навиват върху макара и една върху друга. След което макарата се поставя в средата на магнитопровода. Дебелината на материала от който е изработена макарата оказва влияние върху размера на средната дължина на навивките. Също така кантът на макарата намалява и височината на прозоречния отвор в магнитопровода, а респективно се отразява и на максималния брой навивки на един ред. Трябва да се има в предвид и това, че намотките са с изолационен лак който увеличава диаметъра им.

Приемаме за дебелина на макарата $d_C = 1,5 \text{ mm}$

От размерите на магнитопровода и горните съображения за средна дължина на навивките получаваме:

$$l_{\min 1} = 2(y_1 + 2d_c) + 2(y_2 + 2d_c)$$

$$l_{\min 2} = l_{\max 1}$$

$$l_{\max i} = l_{\min i} + 8 \frac{\omega_i d_i^2}{h - 2d_c}$$

$$l_{cp i} = \frac{l_{\max i} + l_{\min i}}{2}$$

От тези формули намираме стойностите необходими за проекта:

$$l_{\min 1} = 2(y_1 + 2d_c) + 2(y_2 + 2d_c) = 2.31,5 + 2.31,5 = 126mm$$

$$l_{\max 1} = l_{\min 1} + 8 \frac{\omega_1 d_1^2}{h - 2d_c} = 126 + 8 \frac{1089.0,37^2}{45 - 3} = 154mm$$

$$l_{cp1} = \frac{l_{\max 1} + l_{\min 1}}{2} = \frac{126 + 154}{2} = 140mm$$

$$l_{\min 2} = l_{\max 1} = 154mm$$

$$l_{\max 2} = l_{\min 2} + 8 \frac{\omega_2 d_2^2}{h - 2d_c} = 154 + 8 \frac{65.1,43^2}{45 - 3} = 180mm$$

$$l_{cp2} = \frac{l_{\max 2} + l_{\min 2}}{2} = \frac{154 + 180}{2} = 167mm$$

Изчисляваме масата на медта в трансформатора:

$$G_{M1} = 10^{-5} \gamma_M l_{cp1} \omega_1 q_1 = 10^{-5} .8,9.14.1089.0,08553 = 0,116kg$$

$$G_{M2} = 10^{-5} \gamma_M l_{cp2} \omega_2 q_2 = 10^{-5} .8,9.16,7.65.1,4314 = 0,138kg$$

14. Изчисляваме загубите на мощност в медния проводник:

$$P_M = 2,4.(j_1^2 . G_{M1} + j_2^2 . G_{M2}) = 2,4.(2,35^2 . 0,116 + 2,4^2 . 0,138) = 3,45 W$$

15. Изчисляваме масата на магнитопровода:

$$G_{CT} = 10^{-3} \gamma_{CT} V_{CT}$$

$$V_{CT} = (y_2(2b + 2y_3 + y_1)(h + 2y_3)) - 2bhy_2$$

$$G_{CT} = 10^{-3} \gamma_{CT} [(y_2(2b + 2y_3 + y_1)(h + 2y_3)) - 2bhy_2] = 10^{-3} .7,8.162 = 1,26kg$$

16. Изчисляваме загубата на мощност в магнитопровода:

$$P_{CT} = p_{CT} B_{\max}^2 \left(\frac{f}{50} \right)^{1,3} G_{CT} = 2.1,2^2 . 1.1,26 = 3,63W$$

17. Изчисляване КПД на трансформатора

$$\eta = \frac{P_{II}}{P_{II} + P_M + P_{CT}} = \frac{42}{42 + 3,45 + 3,63} = 0,86$$

18. Изчисляване температурата на повърхността на трансформатора:

Отделената в трансформатора мощност под формата на топлина довежда до загряване на магнитопровода и проводниците. Ако тази мощност е прекалено голяма и трансформатора не може да я разсее, може да доведе до прегряването и увреждането му.

Ето защо е важно да проверим дали охладителната площ на трансформатора е достатъчна за да го охлажда, или се налага да бъдат предприети мерки за допълнителното му охлаждане.

Изчисляваме охлаждащата площ на трансформатора:

$$\begin{aligned} S_{охл} &= 2[(2y_3 + 2b + y_1)(h + 2y_3) - 2bh] + y_2(2y_3 + 2b + y_1) + y_2(h + 2y_3) = \\ &= 2(5400 - 1350 + 2700 + 2250) = 18000 \text{ mm}^2 = 180 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Температурата на повърхността е :

$$t^\circ = t_a + \frac{P_M + P_{CT}}{\alpha_t S_{охл}} = 45 + \frac{3,45 + 3,63}{1,3 \cdot 10^{-3} \cdot 180} = 75,3^\circ \text{C}$$

Температурата на прегряване е $30,3^\circ \text{C}$.

Температурата в дълбочина е с 15°C по гореща, от където следва че:

$\Delta t^\circ = 30,3 + 15 = 45,3^\circ \text{C}$ – което е по-малко от заложената температура на прегряване $\Delta t^\circ = 50^\circ \text{C}$

Списък на елементите

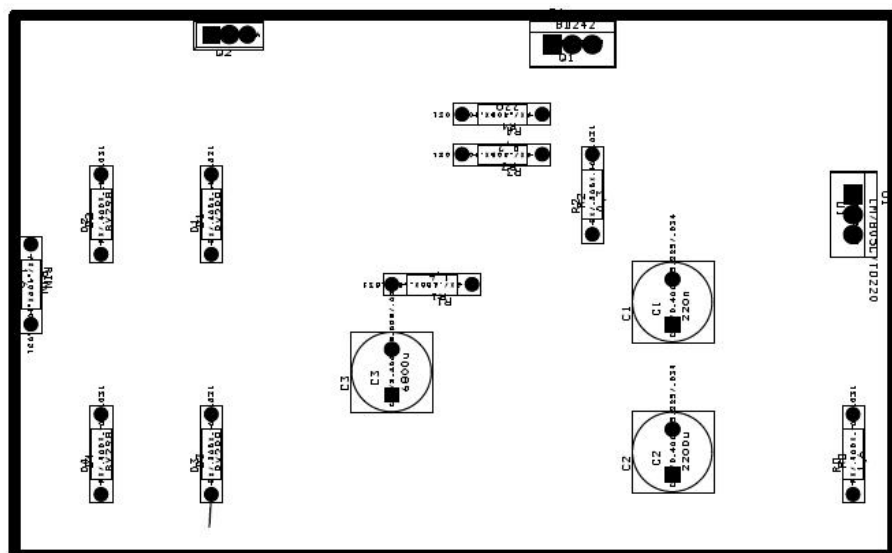
Означение в схемата	Наименование и означение	Кол.	Забележка
C1	Кондензатор керамичен 220nF ±5% 16V	1	
C2	Кондензатор електролитен 2200µF ±5% 6V	1	
C3	Кондензатор електролитен 5600µF ±5% 25V	1	
D1-D4	Диод изправителен BY298 каталог "PANJIT semiconductors" - Taiwan	4	
R1	Резистор постоянен 1,6Ω ±5% 2W	1	
R2	Резистор постоянен 0,3Ω ±5% 1W	1	
R3	Резистор постоянен 8,2Ω ±5% 0,25W	1	
R4	Резистор постоянен 220Ω ±5% 1W	1	
Q1	Транзистор биполярен BD242A каталог „Power Innovations" - UK	1	
Q2	Транзистор биполярен BD140 каталог "Siemens" - Germany	1	
U1	Интегрална схема MC7805C каталог „ON semiconductor" - USA	1	
	</		

Използвана Литература:

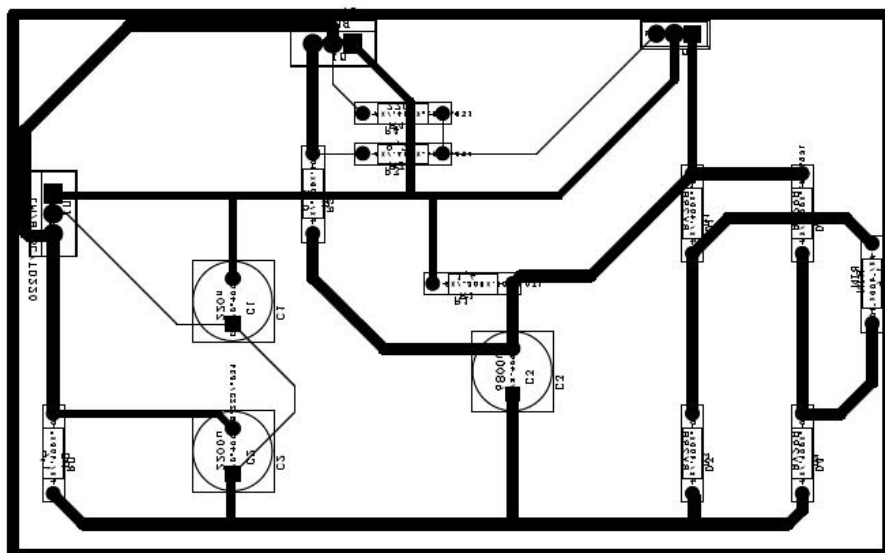
1. Н. Стефанов – Ръководство за проектиране на токозахранващи устройства
2. Н. Стефанов – Токозахранващи Устройства
3. А. Шишков – Транзистори и диоди – кратък справочник
4. Спецификации – www.alldatasheet.com

Печатна платка

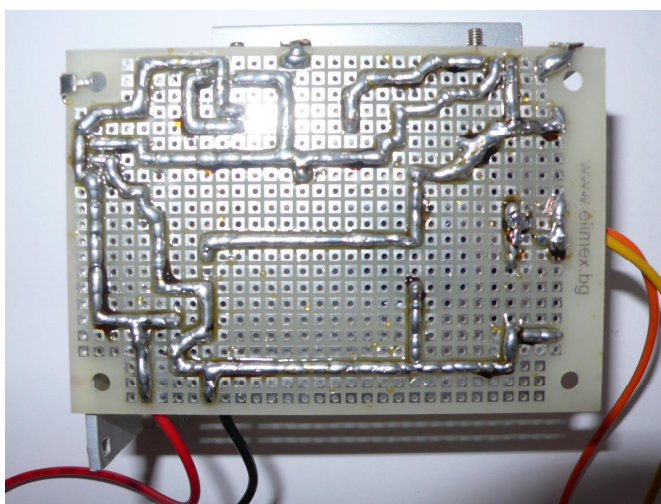
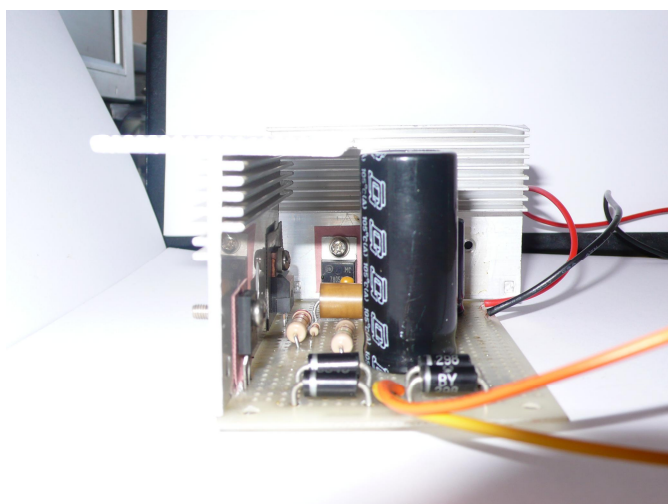
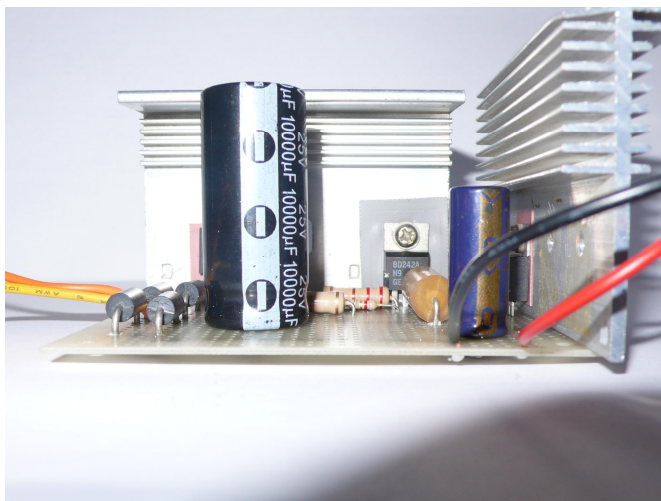
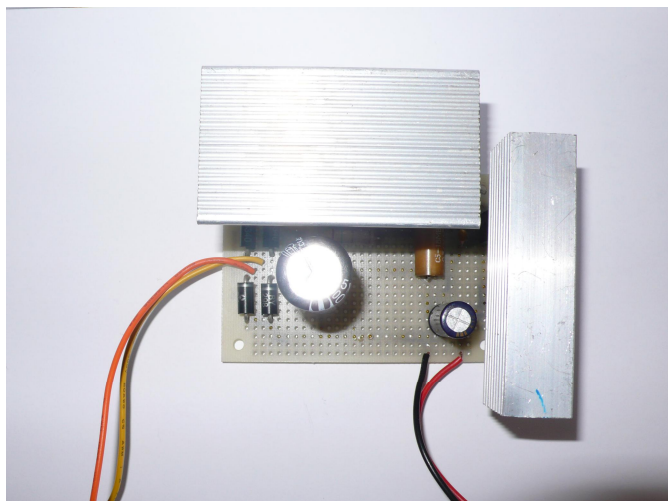
Страна елементи:



Страна спойки:



Прототип на схемата:



MC7800, MC7800A, NCV7805

1.0 A Positive Voltage Regulators

These voltage regulators are monolithic integrated circuits designed as fixed-voltage regulators for a wide variety of applications including local, on-card regulation. These regulators employ internal current limiting, thermal shutdown, and safe-area compensation. With adequate heatsinking they can deliver output currents in excess of 1.0 A. Although designed primarily as a fixed voltage regulator, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

- Output Current in Excess of 1.0 A
- No External Components Required
- Internal Thermal Overload Protection
- Internal Short Circuit Current Limiting
- Output Transistor Safe-Area Compensation
- Output Voltage Offered in 2% and 4% Tolerance
- Available in Surface Mount D²PAK-3, DPAK-3 and Standard 3-Lead Transistor Packages
- NCV Prefix for Automotive and Other Applications Requiring Site and Control Changes
- Pb-Free Packages are Available

MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value			Unit
		369C	221A	936	
Input Voltage (5.0 – 18 V) (24 V)	V_I	35 40			Vdc
Power Dissipation	P_D	Internally Limited			W
Thermal Resistance, Junction-to-Ambient	$R_{\theta JA}$	92	65	Figure 14	$^\circ\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction-to-Case	$R_{\theta JC}$	5.0	5.0	5.0	$^\circ\text{C/W}$
Storage Junction Temperature Range	T_{stg}	–65 to +150			$^\circ\text{C}$
Operating Junction Temperature	T_J	+150			$^\circ\text{C}$

Stresses exceeding Maximum Ratings may damage the device. Maximum Ratings are stress ratings only. Functional operation above the Recommended Operating Conditions is not implied. Extended exposure to stresses above the Recommended Operating Conditions may affect device reliability.

*This device series contains ESD protection and exceeds the following tests:

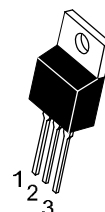
Human Body Model 2000 V per MIL-STD-883, Method 3015.

Machine Model Method 200 V.



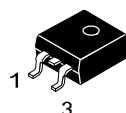
ON Semiconductor®

<http://onsemi.com>



TO-220-3
T SUFFIX
CASE 221AB

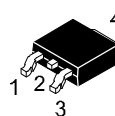
Heatsink surface
connected to Pin 2.



Pin 1. Input
2. Ground
3. Output

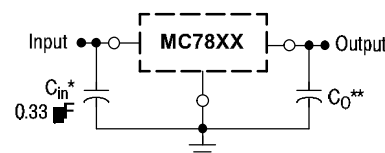
D²PAK-3
D2T SUFFIX
CASE 936

Heatsink surface (shown as terminal 4 in
case outline drawing) is connected to Pin 2.



DPAK-3
DT SUFFIX
CASE 369C

STANDARD APPLICATION



A common ground is required between the input and the output voltages. The input voltage must remain typically 2.0 V above the output voltage even during the low point on the input ripple voltage.

XX, These two digits of the type number indicate nominal voltage.

* C_{in} is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.

** C_O is not needed for stability; however, it does improve transient response. Values of less than 0.1 μF could cause instability.

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 22 of this data sheet.

DEVICE MARKING INFORMATION

See general marking information in the device marking section on page 28 of this data sheet.

MC7800, MC7800A, NCV7805

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{in} = 10\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $T_J = T_{low}$ to T_{high} (Note 1), unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	MC7805B, NCV7805			MC7805C			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage ($T_J = 25^\circ\text{C}$)	V_O	4.8	5.0	5.2	4.8	5.0	5.2	Vdc
Output Voltage (5.0 mA $\blacksquare$ I_O $\blacksquare$ 1.0 A, P_D $\blacksquare$ 15 W) 7.0 Vdc $\blacksquare$ V_{in} $\blacksquare$ 20 Vdc 8.0 Vdc $\blacksquare$ V_{in} $\blacksquare$ 20 Vdc	V_O	– 4.75	– 5.0	– 5.25	4.75 –	5.0 –	5.25 –	Vdc
Line Regulation (Note 4) 7.5 Vdc $\blacksquare$ V_{in} $\blacksquare$ 20 Vdc, 1.0 A 8.0 Vdc $\blacksquare$ V_{in} $\blacksquare$ 12 Vdc	Reg_{line}	– –	5.0 1.3	100 50	– –	0.5 0.8	20 10	mV
Load Regulation (Note 4) 5.0 mA $\blacksquare$ I_O $\blacksquare$ 1.0 A 5.0 mA $\blacksquare$ I_O $\blacksquare$ 1.5 A ($T_A = 25^\circ\text{C}$)	Reg_{load}	– –	1.3 0.15	100 50	– –	1.3 1.3	25 25	mV
Quiescent Current	I_B	–	3.2	8.0	–	3.2	6.5	mA
Quiescent Current Change 7.0 Vdc $\blacksquare$ V_{in} $\blacksquare$ 25 Vdc 5.0 mA $\blacksquare$ I_O $\blacksquare$ 1.0 A ($T_A = 25^\circ\text{C}$)	ΔI_B	– –	– –	– 0.5	– –	0.3 0.08	1.0 0.8	mA
Ripple Rejection 8.0 Vdc $\blacksquare$ V_{in} $\blacksquare$ 18 Vdc, $f = 120\text{ Hz}$	RR	–	68	–	62	83	–	dB
Dropout Voltage ($I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$)	$V_I - V_O$	–	2.0	–	–	2.0	–	Vdc
Output Noise Voltage ($T_A = 25^\circ\text{C}$) 10 Hz $\blacksquare$ f $\blacksquare$ 100 kHz	V_n	–	10	–	–	10	–	3V/ V_O
Output Resistance $f = 1.0\text{ kHz}$	r_O	–	0.9	–	–	0.9	–	m $\blacksquare$
Short Circuit Current Limit ($T_A = 25^\circ\text{C}$) $V_{in} = 35\text{ Vdc}$	I_{SC}	–	0.2	–	–	0.6	–	A
Peak Output Current ($T_J = 25^\circ\text{C}$)	I_{max}	–	2.2	–	–	2.2	–	A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV_O	–	–0.3	–	–	–0.3	–	mV/ $^\circ\text{C}$

1. $T_{low} = 0^\circ\text{C}$ for MC78XXAC, C, $T_{high} = +125^\circ\text{C}$ for MC78XXAC, NCV7805
= -40°C for MC78XXB, MC78XXAB, NCV7805

2. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

MC7800, MC7800A, NCV7805

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{in} = 11\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $T_J = T_{low}$ to T_{high} (Note 5), unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	MC7806B			MC7806C			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage ($T_J = 25^\circ\text{C}$)	V_O	5.75	6.0	6.25	5.75	6.0	6.25	Vdc
Output Voltage ($5.0\text{ mA} \blacksquare I_O \blacksquare 1.0\text{ A}$, $P_D \blacksquare 15\text{ W}$)	V_O							Vdc
8.0 Vdc $\blacksquare V_{in} \blacksquare 21\text{ Vdc}$		–	–	–	5.7	6.0	6.3	
9.0 Vdc $\blacksquare V_{in} \blacksquare 21\text{ Vdc}$		5.7	6.0	6.3	–	–	–	
Line Regulation, $T_J = 25^\circ\text{C}$ (Note 6)	Reg_{line}							mV
8.0 Vdc $\blacksquare V_{in} \blacksquare 25\text{ Vdc}$		–	5.5	120	–	0.5	24	
9.0 Vdc $\blacksquare V_{in} \blacksquare 13\text{ Vdc}$		–	1.4	60	–	0.8	12	
Load Regulation, $T_J = 25^\circ\text{C}$ (Note 6)	Reg_{load}	–	1.3	120	–	1.3	30	mV
5.0 mA $\blacksquare I_O \blacksquare 1.5\text{ A}$								
Quiescent Current ($T_J = 25^\circ\text{C}$)	I_B	–	3.3	8.0	–	3.3	8.0	mA
Quiescent Current Change	$\blacksquare I_B$							mA
8.0 Vdc $\blacksquare V_{in} \blacksquare 25\text{ Vdc}$		–	–	–	–	0.3	1.3	
5.0 mA $\blacksquare I_O \blacksquare 1.0\text{ A}$		–	–	0.5	–	0.08	0.5	
Ripple Rejection	RR	–	65	–	58	65	–	dB
9.0 Vdc $\blacksquare V_{in} \blacksquare 19\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$								
Dropout Voltage ($I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$)	$V_I - V_O$	–	2.0	–	–	2.0	–	Vdc
Output Noise Voltage ($T_A = 25^\circ\text{C}$)	V_n	–	10	–	–	10	–	$3V/V_O$
10 Hz $\blacksquare f \blacksquare 100\text{ kHz}$								
Output Resistance $f = 1.0\text{ kHz}$	r_O	–	0.9	–	–	0.9	–	m $\blacksquare$
Short Circuit Current Limit ($T_A = 25^\circ\text{C}$)	I_{SC}	–	0.2	–	–	0.2	–	A
$V_{in} = 35\text{ Vdc}$								
Peak Output Current ($T_J = 25^\circ\text{C}$)	I_{max}	–	2.2	–	–	2.2	–	A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV_O	–	–0.3	–	–	–0.3	–	$\text{mV}/^\circ\text{C}$

5. $T_{low} = 0^\circ\text{C}$ for MC78XXAC, C $T_{high} = +125^\circ\text{C}$ for MC78XXAC, NCV7805
 $= -40^\circ\text{C}$ for MC78XXB, MC78XXAB, NCV7805

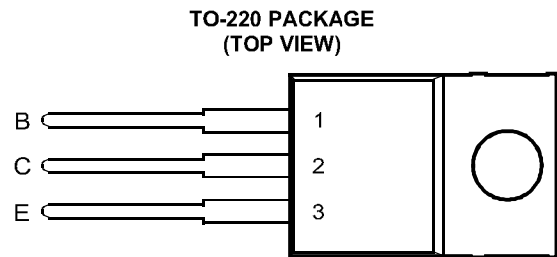
6. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

BD242, BD242A, BD242B, BD242C PNP SILICON POWER TRANSISTORS

Copyright © 1997, Power Innovations Limited, UK

JUNE 1973 - REVISED MARCH 1997

- Designed for Complementary Use with the BD241 Series
- 40 W at 25°C Case Temperature
- 3 A Continuous Collector Current
- 5 A Peak Collector Current
- Customer-Specified Selections Available



Pin 2 is in electrical contact with the mounting base.

MDTRACA

absolute maximum ratings at 25°C case temperature (unless otherwise noted)

RATING		SYMBOL	VALUE	UNIT
Collector-emitter voltage ($R_{BE} = 100 \Omega$)	BD242	V_{CER}	-55	V
	BD242A		-70	
	BD242B		-90	
	BD242C		-115	
Collector-emitter voltage ($I_C = -30 \text{ mA}$)	BD242	V_{CEO}	-45	V
	BD242A		-60	
	BD242B		-80	
	BD242C		-100	
Emitter-base voltage		V_{EBO}	-5	V
Continuous collector current		I_C	-3	A
Peak collector current (see Note 1)		I_{CM}	-5	A
Continuous base current		I_B	-1	A
Continuous device dissipation at (or below) 25°C case temperature (see Note 2)		P_{tot}	40	W
Continuous device dissipation at (or below) 25°C free air temperature (see Note 3)		P_{tot}	2	W
Unclamped inductive load energy (see Note 4)		$\frac{1}{2}LI_C^2$	32	mJ
Operating junction temperature range		T_j	-65 to +150	°C
Storage temperature range		T_{stg}	-65 to +150	°C
Lead temperature 3.2 mm from case for 10 seconds		T_L	250	°C

NOTES: 1. This value applies for $t_p \leq 0.3 \text{ ms}$, duty cycle $\leq 10\%$.

2. Derate linearly to 150°C case temperature at the rate of 0.32 W/°C.

3. Derate linearly to 150°C free air temperature at the rate of 16 mW/°C.

4. This rating is based on the capability of the transistor to operate safely in a circuit of: $L = 20 \text{ mH}$, $I_{B(on)} = -0.4 \text{ A}$, $R_{BE} = 100 \Omega$, $V_{BE(off)} = 0$, $R_S = 0.1 \Omega$, $V_{CC} = -20 \text{ V}$.

PRODUCT INFORMATION

Information is current as of publication date. Products conform to specifications in accordance with the terms of Power Innovations standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.



BD242, BD242A, BD242B, BD242C

PNP SILICON POWER TRANSISTORS

JUNE 1973 - REVISED MARCH 1997

electrical characteristics at 25°C case temperature

PARAMETER	TEST CONDITIONS			MIN	TYP	MAX	UNIT
$V_{(BR)CEO}$ Collector-emitter breakdown voltage	$I_C = -30 \text{ mA}$ (see Note 5)	$I_B = 0$	BD242 BD242A BD242B BD242C	-45 -60 -80 -100			V
I_{CES} Collector-emitter cut-off current	$V_{CE} = -55 \text{ V}$ $V_{CE} = -70 \text{ V}$ $V_{CE} = -90 \text{ V}$ $V_{CE} = -115 \text{ V}$	$V_{BE} = 0$ $V_{BE} = 0$ $V_{BE} = 0$ $V_{BE} = 0$	BD242 BD242A BD242B BD242C			-0.2 -0.2 -0.2 -0.2	mA
I_{CEO} Collector cut-off current	$V_{CE} = -30 \text{ V}$ $V_{CE} = -60 \text{ V}$	$I_B = 0$ $I_B = 0$	BD242/242A BD242B/242C			-0.3 -0.3	mA
I_{EBO} Emitter cut-off current	$V_{EB} = -5 \text{ V}$	$I_C = 0$				-1	mA
h_{FE} Forward current transfer ratio	$V_{CE} = -4 \text{ V}$ $V_{CE} = -4 \text{ V}$	$I_C = -1 \text{ A}$ $I_C = -3 \text{ A}$	(see Notes 5 and 6)	25 10			
$V_{CE(sat)}$ Collector-emitter saturation voltage	$I_B = -0.6 \text{ A}$	$I_C = -3 \text{ A}$	(see Notes 5 and 6)			-1.2	V
V_{BE} Base-emitter voltage	$V_{CE} = -4 \text{ V}$	$I_C = -3 \text{ A}$	(see Notes 5 and 6)			-1.8	V
h_{fe} Small signal forward current transfer ratio	$V_{CE} = -10 \text{ V}$	$I_C = -0.5 \text{ A}$	$f = 1 \text{ kHz}$	20			
$ h_{fe} $ Small signal forward current transfer ratio	$V_{CE} = -10 \text{ V}$	$I_C = -0.5 \text{ A}$	$f = 1 \text{ MHz}$	3			

NOTES: 5. These parameters must be measured using pulse techniques, $t_p = 300 \mu\text{s}$, duty cycle $\leq 2\%$.

6. These parameters must be measured using voltage-sensing contacts, separate from the current carrying contacts.

thermal characteristics

PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNIT
$R_{\theta JC}$ Junction to case thermal resistance			3.125	°C/W
$R_{\theta JA}$ Junction to free air thermal resistance			62.5	°C/W

resistive-load-switching characteristics at 25°C case temperature

PARAMETER	TEST CONDITIONS [†]			MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{on} Turn-on time	$I_C = -1 \text{ A}$	$I_{B(on)} = -0.1 \text{ A}$	$I_{B(off)} = 0.1 \text{ A}$		0.2		μs
t_{off} Turn-off time	$V_{BE(off)} = 3.7 \text{ V}$	$R_L = 20 \Omega$	$t_p = 20 \mu\text{s}$, $dc \leq 2\%$		0.3		μs

[†] Voltage and current values shown are nominal; exact values vary slightly with transistor parameters.

PRODUCT INFORMATION

PNP Silicon Transistors

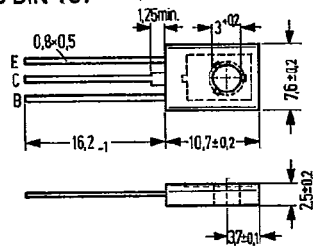
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

BD 136
BD 138
BD 140

For AF driver and output stages of medium performance

BD 136, BD 138, and BD 140 are epitaxial PNP silicon planar transistors in TO 126 plastic package (12 A 3 DIN 41869, sheet 4). The collector is electrically connected to the metallic mounting area. Together with BD 135, BD 137, and BD 139 as complementary pairs the transistors BD 136, BD 138, and BD 140 are designed for use in driver stages of high performance AF amplifiers.

Type	Ordering code	Type	Ordering code
BD 136	Q62702-D107	Mica washer	Q62902-B62
BD 136-6	Q62702-D107-V1	Spring washer	Q62902-B63
BD 136-10	Q62702-D107-V2	A 3 DIN 137	
BD 136-16	Q62702-D107-V3		
BD 136 paired	Q62702-D107-P		
BD 138	Q62702-D109		
BD 138-6	Q62702-D109-V1		
BD 138-10	Q62702-D109-V2		
BD 138 paired	Q62702-D109-P		
BD 140	Q62702-D111		
BD 140-6	Q62702-D111-V1		
BD 140-10	Q62702-D111-V2		
BD 140 paired	Q62702-D111-P		
BD 136/135 compl. paired	Q62702-D139-S1		
BD 138/137 compl. paired	Q62702-D140-S1		
BD 140/139 compl. paired	Q62702-D141-S1		



Approx. weight 0.5 g Dimensions in mm

Transistor fixing with M 3 screw. Starting torque max 0.8 Nm. Below the screw head, a washer or spring washer should be used.
1) If a 60 μ mica washer (ungreased) is used, the thermal resistance increases by 8 K/W and in case of a greased one by 4 K/W.

Maximum ratings

	BD 136	BD 138	BD 140	
Collector-emitter voltage ($R_{BE} \leq 1 \text{ k}\Omega$)	$-V_{CER}$	—	100	V
Collector-base voltage	$-V_{CBO}$	45	60	V
Collector-emitter voltage	$-V_{CEO}$	45	60	V
Emitter-base voltage	$-V_{EBO}$	5	5	V
Collector peak current	$-I_{CM}$	2.0	2.0	A
Collector current	$-I_C$	1.5	1.5	A
Base current	$-I_B$	0.2	0.2	A
Junction temperature	T_j	150	150	$^{\circ}\text{C}$
Storage temperature range	T_{stg}	-55 to +125		$^{\circ}\text{C}$
Total power dissipation ($T_{case} \leq 25^{\circ}\text{C}$)	P_{tot}	12.5	12.5	W

Thermal resistance

	R_{thJA}	$R_{thJC}^{1)}$		
Junction to ambient air	≤ 110	≤ 110	≤ 110	K/W
Junction to case bottom	≤ 10	≤ 10	≤ 10	K/W

Static characteristics ($T_{\text{amb}} = 25^\circ\text{C}$)

The transistors BD 136, BD 138, and BD 140 are grouped according to the DC current gain h_{FE} and marked by numerals of the German DIN standard.

h_{FE} group	6	10	16	
Type	BD 136 BD 138 BD 140	BD 136 BD 138 BD 140	BD 136 — —	BD 136 BD 138 BD 140
$-I_{\text{C}}$ (mA)	h_{FE} $I_{\text{C}}/I_{\text{B}}$	h_{FE} $I_{\text{C}}/I_{\text{B}}$	h_{FE} $I_{\text{C}}/I_{\text{B}}$	$-V_{\text{BE}}$ (V)
5	> 25	> 25	> 25	—
150	63 (40 to 100)	100 (63 to 160)	160 (100 to 250)	—
500	> 25	> 25	> 25	1,2

Static characteristics ($T_{\text{amb}} = 25^\circ\text{C}$)

		BD 136	BD 138	BD 140	
Collector-emitter-saturation voltage ($-I_{\text{C}} = 500 \text{ mA}$; $-I_{\text{B}} = 500 \text{ mA}$)	$-V_{\text{CEsat}}$	< 0.5	> 0.5	< 0.5	V
Collector cutoff current ($-V_{\text{CB}} = 30 \text{ V}$)	$-I_{\text{CBO}}$	< 100	< 100	< 100	nA
Collector cutoff current ($-V_{\text{CB}} = 30 \text{ V}$; $T_{\text{amb}} = 125^\circ\text{C}$)	$-I_{\text{CBO}}$	≤ 10	≤ 10	≤ 10	μA
Emitter cutoff current ($-V_{\text{EB}} = 5 \text{ V}$)	$-I_{\text{EBO}}$	≤ 10	≤ 10	≤ 10	μA
Collector-emitter breakdown voltage ($-I_{\text{CEO}} = 50 \text{ mA}$)	$-V_{(\text{BR})\text{CEO}}$	> 45	> 60	> 80	V
Condition for matching pairs ($-I_{\text{C}} = 150 \text{ mA}$; $-V_{\text{CE}} = 2 \text{ V}$)	$\frac{h_{\text{FE1}}}{h_{\text{FE2}}}$	≤ 1.41	≤ 1.41	≤ 1.41	—

Dynamic characteristics ($T_{\text{amb}} = 25^\circ\text{C}$)

Transition frequency ($-I_{\text{C}} = 50 \text{ mA}$; $-V_{\text{CE}} = 10 \text{ V}$; $f = 100 \text{ MHz}$)	f_{T}	> 75	> 75	> 75	MHz
---	----------------	------	------	------	-----

BY296 THRU BY299

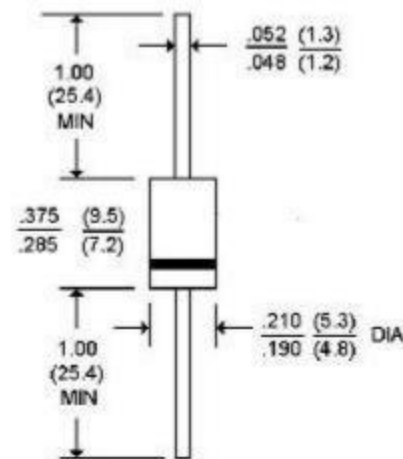
SOFT RECOVERY PLASTIC RECTIFIER

VOLTAGE - 100 to 800 Volts CURRENT - 2.0 Amperes

FEATURES

- High surge current capability
- The plastic package carries Underwriters Laboratory Flammability Classification 94V-O
- Void-free plastic package
- 2.0 Ampere operation at $T_A=55^\circ\text{C}$ with no thermal runaway
- Fast switching for high efficiency
- Exceeds environmental standards of MIL-S-19500/228

DO-201AD



Dimensions in inches and (millimeters)

MECHANICAL DATA

Case: Molded plastic, DO-201AD

Terminals: Axial leads, solderable per
MIL-STD-202, Method 208

Polarity: Band denotes end

Mounting Position: Any

Weight: .04 ounce, 1.1gram

MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Ratings at 25°C ambient temperature unless otherwise specified.

Single phase, half wave, 60 Hz, resistive or inductive load.

For capacitive load, derate current by 20%.

	SYMBOLS	BY296	BY297	BY298	BY299	UNITS
Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage	V_{RRM}	100	200	400	800	Volts
Maximum RMS Voltage	V_{RMS}	70	140	280	560	Volts
Maximum DC Blocking Voltage	V_{DC}	100	200	400	800	Volts
Maximum Average Forward Rectified Current .375"(9.5mm) lead lengths at $T_A=55^\circ\text{C}$	$I_{(AV)}$	2.0				Amps
Peak Forward Surge Current 10ms single half sine-wave superimposed on rated load	I_{FSM}	70.0				Amps
Maximum Repetitive Peak Forward Surge (Note 1)	I_{FRM}	10.0				Amps
Maximum Instantaneous Forward Voltage at 3.0A	V_F	1.3				Volts
Maximum DC Reverse Current $T_A=25^\circ\text{C}$ At Rated DC Blocking Voltage $T_A=100^\circ\text{C}$	I_R	10.0 500				$^\circ\text{C}$ A
Maximum Reverse Recovery Time (Note 3) $T_J=25^\circ\text{C}$	T_{RR}	150				ns
Typical Junction Capacitance (Note 2) $T_J=25^\circ\text{C}$	C_J	28.0				pf
Typical Thermal Resistance (Note 4)	R_{JA}	15.0				$^\circ\text{C}/\text{W}$
Operating Temperature Range	T_J	-50 to +125				$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{STG}	-50 to -150				$^\circ\text{C}$

NOTES:

1. Repetitive Peak Forward Surge Current at $f < 15\text{KHz}$.
2. Measured at 1 MHz. And applied reverse voltage of 4.0 volts.
3. Reverse Recovery Test Conditions; $I_F=0.5\text{A}$, $I_R=1.0\text{A}$, $I_{rr}=0.25\text{A}$.
4. Thermal Resistance from Junction to Ambient at .375"(9.5mm) lead lengths with both leads to heat sink.

Прототип на схемата:

