

## Stabilizátory napětí

Podle připojení regulačního prvku rozdělujeme stabilizátory na paralelní a sériové. Nejjednodušším paralelním stabilizátorem je zapojení se zenerovou diodou. Zenerova dioda je součástka, u níž dochází v závěrném směru k rychlému nárůstu proudu při pomalém nárůstu napětí. Tato hodnota se nazývá zenerovo napětí. Zenerovy diody se vyrábí s různými hodnotami výkonu 0,5 až 5 W (soubin zenerova napětí a proudu procházejícího diodou) a napětím 0,8 až 200 V.

Velikost odporu R určíme ze vztahu: 
$$R = \frac{(U_1 - U_2)}{I_1} \quad [\Omega; V, A]$$

Obvykle volíme  $I_F > I_2$  tak, aby při  $I_2 = 0$  nebyla dioda přetížena nadměrnou hodnotou proudu  $I_F$  a naopak, aby při maximální hodnotě  $I_2$  neklesl proud diodou pod minimální hodnotu, kdy začíná napětí na diodě v okolí kolena voltampérové charakteristiky prudce klesat.

### Postup při návrhu:

1. Vycházíme ze zadaných hodnot vstupního a výstupního napětí, minimálního a maximálního výstupního proudu  $I_2$ , přičemž podmínkou správné činnosti je, že vstupní napětí musí být vždy vyšší než výstupní.
2. Nejprve musíme vypočítat velikost odporu R podle výše uvedeného vzorce, přičemž  $I_1$  je součtem maximálního výstupního proudu ke kterému připočteme přibližně 1 mA (tento proud závisí na typu diody a musí být tak velký, aby neklesl pod minimální hodnotu, při které již dochází k poklesu zenerova napětí).
3. Abychom mohli správně určit konkrétní typ rezistoru musíme také vypočítat požadovanou zatížitelnost za vzorce:  $P = (U_1 - U_2) \cdot I_{2MAX} \quad [W; V, A]$
4. Požadované výstupní napětí se musí shodovat se zenerovým napětím diody.
5. Vhodný typ určíme na základě výpočtu výkonové ztráty. Tou je dioda namáhána tehdy, je-li výstupní proud minimální. Vycházíme z následujícího vzorce:

$$P = I_{zmax} \cdot U_2 = \left( \frac{U_1 - U_2}{R} - I_{2MIN} \right) \cdot U_2 \quad [W; V, A]$$

6. Nyní můžeme z katalogu součástek vybrat konkrétní typy rezistoru a zenerovy diody.

### Příklad výpočtu:

1. Vstupní údaje  $U_1 = 12 \text{ V}$ ,  $U_2 = 8 \text{ V}$ ,  $I_{2MAX} = 200 \text{ mA}$ ,  $I_{2MIN} = 4 \text{ mA}$
2.  $R = \frac{(U_1 - U_2)}{I_1} = \frac{4}{0,201} = 19,9 \Omega$

Aby byla zajištěna správná činnost stabilizátoru zvolíme nejbližší nižší hodnotu 18  $\Omega$

3.  $P = (U_1 - U_2) \cdot I_{2MAX} = 4 \cdot 0,2 = 0,8 \text{ W}$

Zvolíme rezistor s nejbližší vyšší zatížitelností, to je 2W

4.  $P = \left( \frac{U_1 - U_2}{R} - I_{2MIN} \right) \cdot U_2 = \left( \frac{4}{18} - 0,04 \right) \cdot 8 = 1,46 \text{ W}$

5. Z katalogu vybereme rezistor **RR W2 E018** hodnoty **18  $\Omega$**  se zatížitelností **2 W** a zenerovu diodu BZY008.2 se zenerovým napětím **8,2 V** a výkonovou ztrátou **2 W**.

Při návrhu konstrukčního uspořádání musíme brát v úvahu, že obe součástky se budou za provozu zahřívat.

Parametry zenerových diod											
Zenerovy diody 0,5W				Zenerovy Diody 1,3W				Zenerovy Diody 2W			
Typ	Pouzdro	Uz	Iz	Typ	Pouzdro	Uz	Iz	Typ	Pouzdro	Uz	Iz
BZX83V002,7	DO35	2,5-2,9V	135mA	BZX85V003,9	DO41	3,7-4,1V	290mA	BZY005,1	DO41	4,8-5,4V	300mA
BZX83V003,0	DO35	2,8-3,2V	117mA	BZX85V004,3	DO41	4,0-4,6V	260mA	BZY005,6	DO41	5,2-6,0V	275mA
BZX83V003,3	DO35	3,1-3,5V	109mA	BZX85V004,7	DO41	4,4-5,0V	235mA	BZY006,2	DO41	5,8-6,6V	245mA
BZX83V003,6	DO35	3,4-3,8V	101mA	BZX85V005,1	DO41	4,8-5,4V	215mA	BZY008,2	DO41	7,7-8,7V	165mA
BZX83V003,9	DO35	3,7-4,1V	92mA	BZX85V005,6	DO41	5,2-6,0V	193mA	BZY009,1	DO41	8,5-9,6V	165mA
BZX83V004,3	DO35	4,0-4,6V	85mA	BZX85V006,2	DO41	5,8-6,6V	183mA	BZY010	DO41	9,4-10,6V	135mA
BZX83V004,7	DO35	4,4-5,0V	76mA	BZX85V006,8	DO41	6,4-7,2V	157mA	BZY011	DO41	10,4-11,6V	135mA
BZX83V005,1	DO35	4,8-5,4V	67mA	BZX85V007,5	DO41	7,0-7,9V	143mA	BZY012	DO41	11,4-12,7V	110mA
BZX83V005,6	DO35	5,2-6,0V	59mA	BZX85V008,2	DO41	7,7-8,7V	127mA	BZY013	DO41	12,4-14,1V	110mA
BZX83V006,2	DO35	5,8-6,6V	54mA	BZX85V009,1	DO41	8,5-9,6V	117mA	BZY015	DO41	13,8-15,8V	98mA
BZX83V006,8	DO35	6,4-7,2V	49mA	BZX85V010	DO41	9,4-10,6V	105mA	BZY016	DO41	15,3-17,1V	90mA
BZX83V007,5	DO35	7,0-7,9V	44mA	BZX85V011	DO41	10,4-11,6V	94mA	BZY018	DO41	16,8-19,1V	80mA
BZX83V008,2	DO35	7,7-8,7V	40mA	BZX85V012	DO41	11,4-12,7V	85mA	BZY020	DO41	18,8-21,2V	72mA
BZX83V009,1	DO35	8,5-9,6V	36mA	BZX85V013	DO41	12,4-14,1V	78mA	BZY024	DO41	22,8-25,6V	60mA
BZX83V010	DO35	9,4-10,6V	33mA	BZX85V015	DO41	13,8-15,8V	70mA	BZY027	DO41	25,1-28,9V	53mA
BZX83V011	DO35	10,4-11,6V	30mA	BZX85V016	DO41	15,3-17,1V	63mA	BZY033	DO41	28,0-35,0V	48mA
BZX83V012	DO35	11,4-12,7V	28mA	BZX85V018	DO41	16,8-19,1V	57mA	BZY036	DO41	31,0-35,0V	44mA
BZX83V015	DO35	12,4-14,1V	25mA	BZX85V020	DO41	18,8-21,2V	52mA	BZY039	DO41	34,0-38,0V	40mA
BZX83V016	DO35	13,8-15,6V	23mA	BZX85V022	DO41	20,8-23,3V	48mA	BZY043	DO41	37,0-41,0V	37mA
BZX83V018	DO35	15,3-17,1V	20mA	BZX85V024	DO41	22,8-25,6V	42mA	BZY047	DO41	40,0-46,0V	33mA
BZX83V020	DO35	16,8-19,1V	18mA	BZX85V027	DO41	25,1-28,9V	38mA	BZY051	DO41	44,0-50,0V	30mA
BZX83V022	DO35	18,8-21,2V	17mA	BZX85V030	DO41	28,0-32,0V	35mA	BZY056	DO41	48,0-54,0V	27mA
BZX83V024	DO35	20,8-23,3V	16mA	BZX85V033	DO41	31,0-35,0V	31mA	BZY062	DO41	52,0-60,0V	25mA
BZX83V027	DO35	22,8-25,6V	13mA	BZX85V036	DO41	34,0-38,0V	29mA	BZY068	DO41	58,0-66,0V	21mA
BZX83V030	DO35	25,1-28,9V	12mA	BZX85V039	DO41	37,0-41,0V	26mA	BZY082	DO41	64,0-72,0V	20mA

Rozměry zenerových diod			
	[mm]		poznámka
	min.	max.	
A	-	4,3	
B	-	2,8	prumer
C	-	0,8	prumer
D	28	-	

Pro rychlé orientační měření zenerova napětí můžeme využít stabilizovaného zdroje s regulací výstupního napětí i proudu. Zdroj nastavíme na minimální výstupní napětí a minimální proudové omezení. Pripojíme zenerovu diodu katodou na kladnou svorku. Zvyšujeme zvolna napětí až se rozsvítí signálka proudového omezení. Odčteme nastavené napětí a tím zjistíme jaké je napětí zenerovy diody.

**Pozor!** Po rozsvícení signálky proudového omezení reagujte rychle. Odečtete hodnotu napětí a regulátor stáhnete na nulu. Pokud by jste po rozsvícení signálky nechali diodu připojenou déle mohla by se znicit.

### Stabilizátory napětí s diskretními součástkami

Jednoduchým doplněním stabilizátoru se zenerovou diodou vznikne sériový stabilizátor. Regulacním prvkem je v tomto případě tranzistor, který je zapojen vsérii se zátěží. Elektrolytické kondenzátory slouží k filtraci výstupního napětí. Nevýhodou uvedeného zapojení je malá odolnost proti zkratu na výstupu.

### Stabilizátory pevného napětí s integrovanými obvody

V katalogu součástek nalezneme specializované integrované obvody určené jako stabilizátory stejnosměrného kladného i záporného napětí v rozsahu od 2 do 24 Vs výstupním proudem 0,1 až 3 A. Podle výstupního proudu jsou dodávány v pouzdrech se třemi vývody TO92 (mají navíc v označení L, např. 78L05) nebo v pouzdrech TO220 s možností připevnení na chladic. Podle doporučení výrobce je obvody vhodné doplnit kondenzátory zajišťujícími stabilitu. Maximální vstupní napětí je 35 až 40 V, respektive -35 až -40 V. Integrované obvody obsahují proudovou ochranu a jsou tedy odolné proti zkratu na výstupu. Bežné stabilizátory rady 78xx a 79xx vyžadují pro správnou činnost, aby vstupní napětí bylo alespon o 3 V vyšší než výstupní. Vyrábí se však i speciální obvody určené zejména do bateriových zařízení, které pracují s menším rozdílem mezi vstupním a výstupním napětím. Použití uvedených obvodu je velmi jednoduché a vyhoví pro většinu běžných napájecích obvodu.


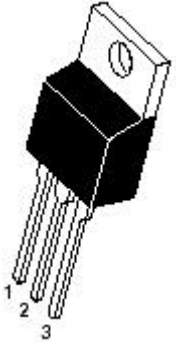
### Katalogové údaje některých vybraných stabilizátoru:

Stabilizátory kladného napětí				Stabilizátory záporného napětí			
Typ	Pouzdro	Napětí [V]	Proud [A]	Typ	Pouzdro	Napětí [V]	Proud [A]
78L05	TO92	5	0,1	79L05	TO92	-5	0,1
78L06	TO92	6	0,1				
78L08	TO92	8	0,1				
78L09	TO92	9	0,1				
78L10	TO92	10	0,1				
78L12	TO92	12	0,1	79L12	TO92	-12	0,1
78L15	TO92	15	0,1	79L15	TO92	-15	0,1
78L18	TO92	18	0,1				
7805	TO220	5	1	7905	TO220	-5	1
7806	TO220	6	1				
7808	TO220	8	1	7908	TO220	-8	1
7809	TO220	9	1	7909	TO220	-9	1
7810	TO220	10	1	7910	TO220	-10	1
7812	TO220	12	1	7912	TO220	-12	1
7815	TO220	15	1	7915	TO220	-15	1
7818	TO220	18	1	7918	TO220	-18	1
7820	TO220	20	1				

7824	TO220	24	1	7924	TO220	-24	1
78S05	TO220	5	2				
78S09	TO220	9	2				
78S10	TO220	10	2				
78S12	TO220	12	2				
78S15	TO220	15	2				
78S18	TO220	18	2				
78S24	TO220	24	2				
78T05	TO220	5	3				

**Poznámka:** Stabilizátory rady 7905 až 7924 vyžadují pro správnou funkci minimální výstupní zatežovací proud 5 mA.

#### Pouzdra:

		Vývod číslo	Kladný 78xx	Záporný 79xx
		1	vstup	GND
		2	GND	vstup
		3	výstup	výstup
<b>TO92</b>	<b>TO220</b>			

#### Poznámka:

Pri montáži stabilizátoru v pouzdrech TO220 nesmíme zapomenout, že kovová část je spojena s vývodem číslo 2. Proto se především záporné stabilizátory montují na izolační podložku.

Príklad montáže:

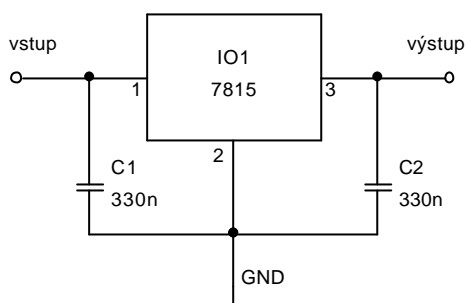
K izolaci je použito slídové podložky a ze spodní strany chladice izolační pruchodky.

Pro snížení tepelného odporu jsou dotykové plochy potřeny slabou vrstvou silikonové vazelíny.

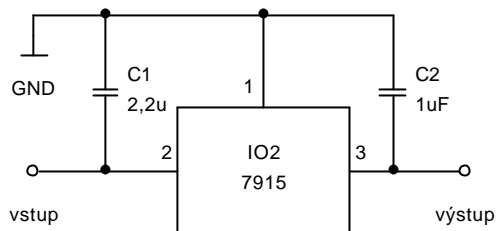
Po namontování je třeba ohmmetrem zkontrolovat izolační stav.

#### Doporučená zapojení:

## Stabilizátor kladného napetí



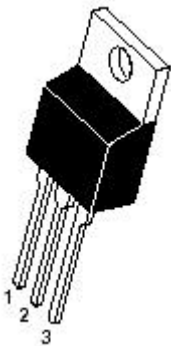
## Stabilizátor záporného napetí



### Stabilizátory nastaviteľného napetí s integrovanými obvody

Typickými zástupci této skupiny stabilizátoru jsou obvody LM317T pro kladné napetí a LM337T pro záporné. Jsou vyráběny v pouzdrech TO220. Výstupní napetí lze regulovat přibližně v rozsahu 1,2 až 37 V a maximální výstupní proud s dostatečně dimenzovaným chladičem může být až 1,5 A. Vstupní napetí musí být minimálně o 3 V vyšší než výstupní a nesmí přesáhnout 40 V. Minimální výstupní proud je 10 mA. V katalogu součástek jsou uvedeny další typy obvodu v jiných pouzdrech a s většími i menšími výstupními proudy.

Zapojení vývodu:

	Vývod číslo	Kladný LM317T	Záporný LM337T
	1	regulace napetí	regulace napetí
	2	výstup	vstup
	3	vstup	výstup
<b>TO220</b>			

**Poznámka:**

Kovová část pouzdra je spojena s vývodem číslo 2, proto při montáži na chladic spojený s kostrou zařízení používáme izolační podložky.