

# Stabilizátory napětí v napájecích zdrojích - měření základních parametrů

Ondřej Šika

# Obsah

<b>1</b>	<b>Zadání</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Teoretický úvod</b>	<b>4</b>
2.1	Stabilizátor . . . . .	4
2.2	Druhy stabilizátorů . . . . .	4
2.2.1	Parametrické stabilizátory . . . . .	4
2.2.2	Zpětnovazební stabilizátory . . . . .	4
2.3	Části stabilizátoru . . . . .	5
2.3.1	Parametrický stabilizátor . . . . .	5
2.3.2	Zpětnovazební stabilizátor . . . . .	5
2.4	Elektronická pojistka . . . . .	5
2.4.1	Druhy pojistek . . . . .	5
2.4.2	Důvody používání . . . . .	5
2.5	Integrované stabilizátory . . . . .	6
2.5.1	LM317T . . . . .	6
2.5.2	L200C . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Schéma zapojení</b>	<b>7</b>
3.1	Parametrický . . . . .	7
3.2	LM317T . . . . .	7
3.3	L200C . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Postup měření</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Naměřené a vypočtené hodnoty</b>	<b>8</b>
5.1	Parametrický stabilizátor . . . . .	8
5.1.1	Stabilizační charakteristika . . . . .	8
5.1.2	Zatěžovací charakteristika . . . . .	8
5.2	LM317T . . . . .	9
5.2.1	Stabilizační charakteristika . . . . .	9
5.2.2	Zatěžovací charakteristika . . . . .	9
5.3	L200C . . . . .	9
5.3.1	Stabilizační charakteristika . . . . .	9
5.4	Zatěžovací charakteristika . . . . .	9
5.5	Činitel stabilizace a vnitřní odpor . . . . .	10
5.5.1	Parametrický stabilizátor . . . . .	10
5.5.2	LM317T . . . . .	10
5.5.3	L200C . . . . .	10
<b>6</b>	<b>Grafy</b>	<b>11</b>
6.1	Parametrický stabilizátor . . . . .	11
6.1.1	Stabilizační charakteristika . . . . .	11
6.1.2	Stabilizační oblast . . . . .	12
6.1.3	Zatěžovací charakteristika . . . . .	13
6.2	LM317T . . . . .	14

6.2.1	Stabilizační charakteristika . . . . .	14
6.2.2	Stabilizační oblast . . . . .	15
6.2.3	Zatěžovací charakteristika . . . . .	16
6.3	L200C . . . . .	17
6.3.1	Stabilizační charakteristika . . . . .	17
6.3.2	Stabilizační oblast . . . . .	18
6.3.3	Zatěžovací charakteristika . . . . .	19
<b>7</b>	<b>Použité přístroje</b>	<b>20</b>
<b>8</b>	<b>Závěr</b>	<b>20</b>

# 1 Zadání

1. Na vzorcích stabilizátorů napětí změřte a znázorněte stabilizační charakteristiku.
2. V samostatném grafu znázorněte (ve vhodném měřítku) stabilizační oblast.
3. Určete činitel stabilizace jednotlivých zapojení. Hodnoty potřebné pro jeho určení v grafu vyznačte.
4. Změřte a znázorněte zatěžovací charakteristiky stabilizátorů od 0 do doporučené maximální hodnoty proudu.
5. Určete hodnotu vnitřního odporu  $R_i$ . Hodnoty potřebné pro jeho určení v grafu vyznačte.
6. Porovnejte jednotlivé stabilizátory z hlediska kvality stabilizace a tvrdosti.
7. Porovnejte tvrdost nestabilizovaného zdroje (měřeného v úloze č. 2) a stabilizovaného.

# 2 Teoretický úvod

## 2.1 Stabilizátor

Napěťový stabilizátor je elektrický obvod (dvojbran) pro udržení konstantního výstupního napětí při změně zátěže a vstupního napětí. Dále snižuje vnitřní odpor zdroje a zvlnění.

## 2.2 Druhy stabilizátorů

Napěťové stabilizátory můžeme rozdělit do dvou základních skupin. Parametrické a zpětnovazební.

### 2.2.1 Parametrické stabilizátory

Stabilizují podle parametru některé součástky. To je její nelinearita ve VA charakteristice. Typickým panamerickým stabilizátorem je Zenerova dioda v sérii s rezistorem. Přesnost těchto stabilizátorů není tak vysoká, protože žádná VA charakteristika nikdy není ideální a proto nemají velký rozsah stabilizační oblasti.

### 2.2.2 Zpětnovazební stabilizátory

Jejich činnost spočívá v tom, že porovnávají velikost výstupního napětí referenčním napětím, což je parametrický stabilizátor v jednom pracovním bodě. Proto tyto stabylizátory mají větší stabilizační oblast a větší přesnost.

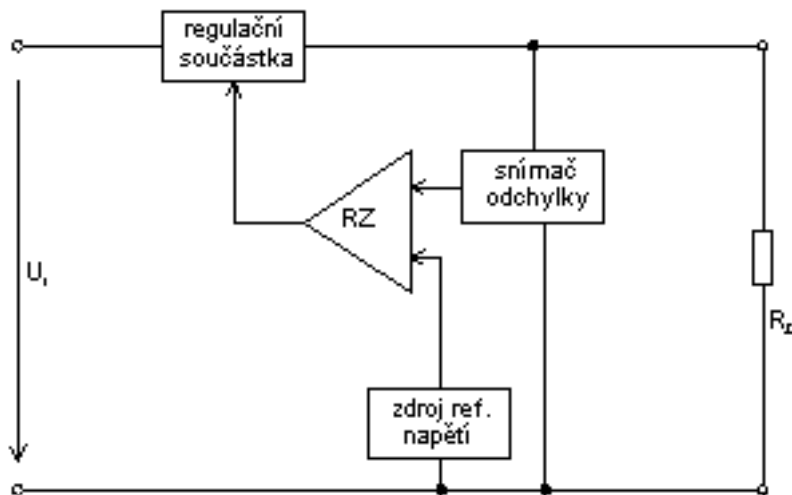
## 2.3 Části stabilizátoru

### 2.3.1 Parametrický stabilizátor

Má pouze dvě části. Stabilizační prvek a vyrovnávací prvek. Většinou je stabilizační prvek Zenerova dioda a vyrovnávací prvek rezistor. Na stabilizačním prvku je pořád stejný úbytek napětí a zbytek je pak na vyrovnávacím prvku. Ten vyrovnává změny vstupního napětí.

### 2.3.2 Zpětnovazební stabilizátor

Zpětnovazební stabilizátor se skládá ze 4 členů: snímač výstupního napětí, zdroj referenčního napětí, diferenciální zesilovač a regulační prvek. Snímač výstupního napětí je většinou odporový dělič, který je nastaven tak, aby ideální výstup z děliče byl stejně velký jako zdroj referenčního napětí. Tyto dvě napětí pak porovnává diferenciální zesilovač (operační zesilovač), který pak pomocí regulačního prvku (tranzistoru) reguluje velikost výstupního napětí.



## 2.4 Elektronická pojistka

### 2.4.1 Druhy pojistek

- Tavná

Tavná pojistka je tenký drátek. Při překročení určitého proudu se drátek přetaví. Tato pojistka je nevratná.

- Elektronická

Elektronická pojistka je vratná pojistka, což je její velkou výhodou. Je to nelineární termistor, který se chová jako tavná pojistka, s tím rozdílem, že se po určité době znovu vrátí.

### 2.4.2 Důvody používání

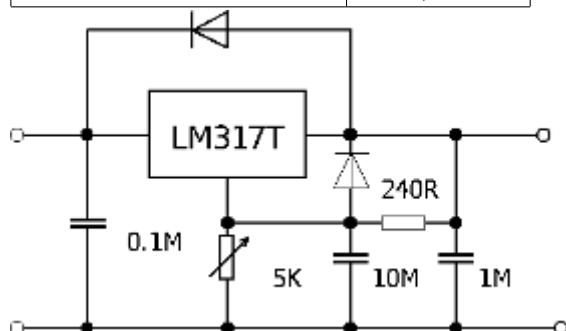
Hlavní výhodou elektronických pojistek je vratnost. Proto se používají všude, kde chceme zamezit většímu proudu a zároveň vím, že se trvalý proud bude pohybovat

v okolí mezního proudu. Tam bychom museli klasické pojistky často měnit. Je také vhodná jako tepelná ochrana obvodu.

## 2.5 Integrované stabilizátory

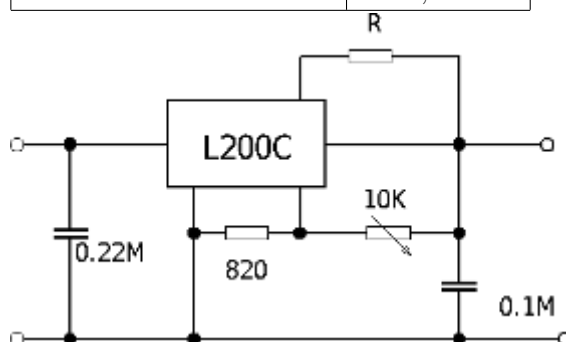
### 2.5.1 LM317T

max. výstupní proud	1,5 A
min.výstupní proud	3,5 mA
rozsah regulace napětí	1,25 - 37 V
referenční napětí	1,25 V
max.rozdílové napětí	40 V
pracovní teplota	0 - 125 °C
teplotní stabilita	1%
orientační cena	16,- Kč



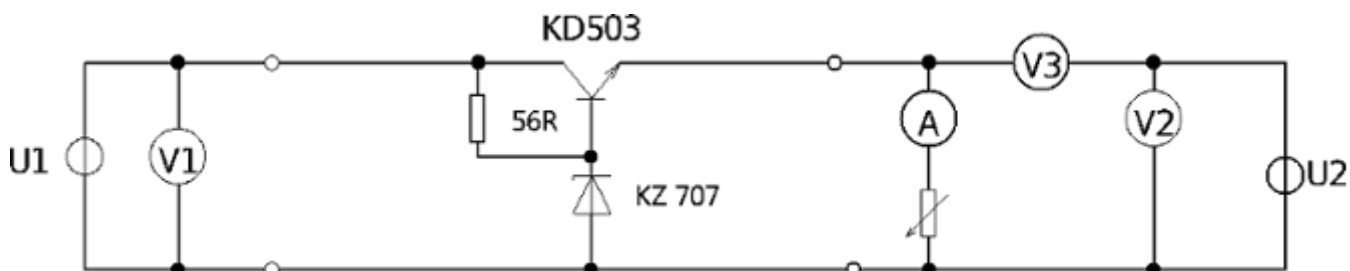
### 2.5.2 L200C

max. výstupní proud	2,5 A
rozsah regulace napětí	2,85 - 37 V
max.rozdílové napětí	32 V
orientační cena	40,- Kč

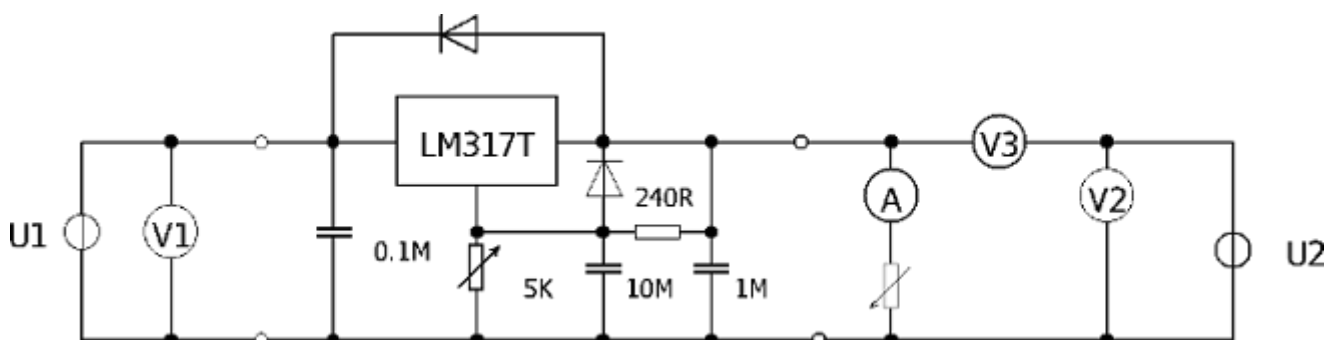


### 3 Schéma zapojení

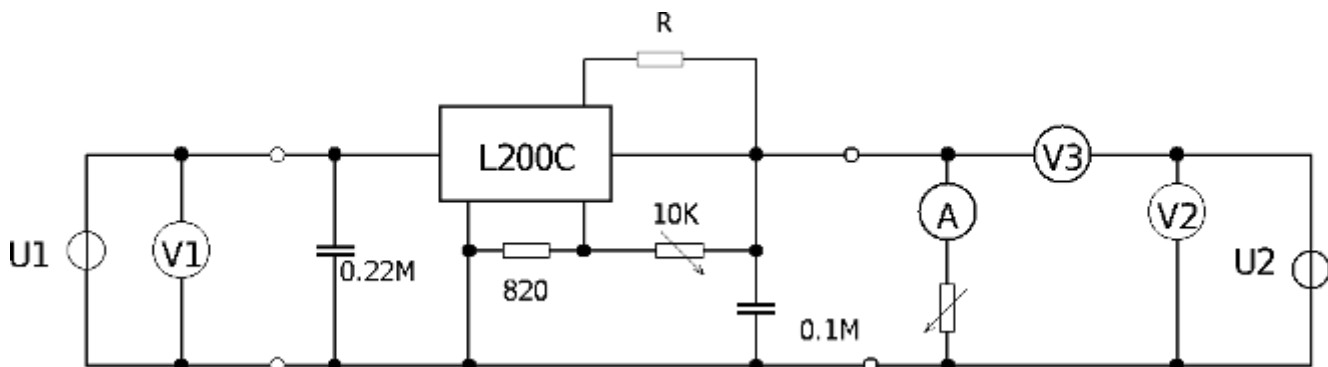
#### 3.1 Parametrický



#### 3.2 LM317T



#### 3.3 L200C



### 4 Postup měření

Při měření stabilizační charakteristiky nastavujeme na zdroji  $U_1$  napětí od nuly a postupně zvyšujeme. Před měřením musíme mít k dispozici informaci o maximálním vstupním napětí, při kterém je možné ještě stabilizátor provozovat! Změny měřeného výstupního napětí budou po dosažení stabilizační oblasti malé, proto použijeme na výstupu dvou voltmetrů  $V_2$  a  $V_3$  zapojených do série. Pomocné napětí na zdroji  $U_2$  nastavíme tak, aby na voltmetru  $V_3$  bylo možné využít nejmenší rozsah (asi tak 0,2 až 1V). Protože napětí na voltmetru  $V_2$  je stabilizované, odečítáme prakticky změny na voltmetru  $V_2$  a výstupní napětí určité z II. Kirchhoffova zákona.

Při měření zatěžovací charakteristiky budeme měnit zatěžovací odpor. Ve výstupním obvodu zapojíme do série se zatěžovacím odporem ochranný odpor  $R_0$ , abychom se vyvarovali případného zkratu vyřazením odporu  $R_Z$ . Hodnotu ochranného odporu  $R_0$  určíme alespoň přibližně z výstupního napětí a maximálního dovoleného proudu. Napětí  $U_1$  nastavíme takové, aby bylo dodrženo potřebné pracovní napětí stabilizátoru.

## 5 Naměřené a vypočtené hodnoty

### 5.1 Parametrický stabilizátor

#### 5.1.1 Stabilizační charakteristika

konstantní  $I_Z = 0.1A$

$U_1$ [V]	2	4	6	7.5	8	8.5	9	10
$U_2$ [V]	0.13	1.13	2.15	8	3.15	8	3.6	4.05
$U_3$ [V]	0.13	1.13	2.15	-1.131	3.15	-1.98	3.6	4.05
$U_{OUT}$ [V]	0.26	2.26	4.3	6.869	6.3	6.02	7.2	8.1
$U_1$ [V]	11	12	15	17	19	21	25	30
$U_2$ [V]	8	8	8	8	8	8	8	8
$U_3$ [V]	0.151	0.164	0.2	0.24	0.25	0.320	0.36	0.39
$U_{OUT}$ [V]	8.151	8.164	8.2	8.24	8.25	8.32	8.36	8.39

#### 5.1.2 Zatěžovací charakteristika

konstantní  $U_1 = 15V$

$I_Z$ [A]	0.1	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.50
$U_2$ [V]	4.13	4.12	4.13	4.1	4.1	4.09	4.09	4.06
$U_3$ [V]	4.13	4.12	4.13	4.1	4.1	4.09	4.09	4.06
$U_{OUT}$ [V]	8.26	8.24	8.26	8.2	8.2	8.18	8.18	8.12
$I_Z$ [A]	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.9	1
$U_2$ [V]	4.05	4.05	4.06	4.03	4	3.94	3.66	3.4
$U_3$ [V]	4.05	4.05	4.06	4.03	4	3.94	3.66	3.4
$U_{OUT}$ [V]	8.1	8.1	8.12	8.06	8	7.88	7.32	6.7



## 5.2 LM317T

### 5.2.1 Stabilizační charakteristika

konstantní  $I_2 = 0.1A$

$U_1$ [V]	2	4	6	8	10	11	11.5	12	
$U_2$ [V]	0.18	1.2	2.17	3.14	4.16	4.7	10	5	
$U_3$ [V]	0.18	1.2	2.17	3.14	4.16	4.7	0.1	5	
$U_{OUT}$ [V]	0.36	2.4	4.34	6.28	8.32	9.4	10.1	10	
$U_1$ [V]	12.5	13	15	17	19	21	25	30	
$U_2$ [V]	10	10	10	10	10	10	10	10	
$U_3$ [V]	-0.02	-0.03	-0.016	-0.03	-0.007	-0.015	-0.013	-0.005	
$U_{OUT}$ [V]	9.978	9.970	9.984	9.970	9.993	9.985	9.987	9.995	

### 5.2.2 Zatěžovací charakteristika

konstantní  $U_1 = 15V$

$I_Z$ [A]	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5	
$U_{OUT}$ [V]	4.99	4.98	4.97	4.96	4.95	4.94	4.93	4.92	4.91
$I_Z$ [A]	0.55	0.6	0.7	0.8	0.85	0.9	0.95	1	
$U_{OUT}$ [V]	4.9	4.89	4.88	4.87	4.86	4.85	4.84	4.81	

## 5.3 L200C

### 5.3.1 Stabilizační charakteristika

konstantní  $I_2 = 0.1A$

$U_1$ [V]	3	4	6	8	9	10	11	11.5	
$U_2$ [V]	0.17	1.18	2.16	3.13	3.67	4.17	4.64	4.89	
$U_3$ [V]	0.17	1.18	2.16	3.13	3.67	4.17	4.64	4.89	
$U_{OUT}$ [V]	0.34	2.36	4.32	6.26	7.34	8.34	9.28	9.78	
$U_1$ [V]	12	12.5	13	16	18	21	25	30	
$U_2$ [V]	5.07	5.1	10	10	10	10	10	10	
$U_3$ [V]	5.07	5.1	0.06	0.06	0.07	0.08	0.2	0.21	
$U_{OUT}$ [V]	10.14	10.2	10.06	10.06	10.07	10.08	10.2	10.21	

### 5.4 Zatěžovací charakteristika

konstantní  $U_1 = 0.1A$

$I_Z$ [A]	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	
$U_{OUT}$ [V]	4.99	4.98	4.97	4.96	4.95	4.94	4.93	4.92	
$I_Z$ [A]	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.8	0.9	1	
$U_{OUT}$ [V]	4.91	4.9	4.89	4.88	4.87	4.86	4.85	4.84	

## 5.5 Činitel stabilizace a vnitřní odpor

### 5.5.1 Parametrický stabilizátor

činitel stabilizace

$$k = \frac{\Delta U_{OUT}}{\Delta U_{IN}} = \frac{8.39 - 8.1}{30 - 10} = 0.0145$$

vnitřní odpor

$$R_i = \frac{\Delta U_{OUT}}{\Delta I_Z} = \frac{8.26 - 6.6}{1 - 0.1} = 1.84\Omega$$

### 5.5.2 LM317T

činitel stabilizace

$$k = \frac{\Delta U_{OUT}}{\Delta U_{IN}} = \frac{9.995 - 9.978}{30 - 12.5} = 9.7 * 10^{-4}$$

vnitřní odpor

$$R_i = \frac{\Delta U_{OUT}}{\Delta I_Z} = \frac{4.98 - 4.81}{1 - 0.1} = 0.188\Omega$$

### 5.5.3 L200C

činitel stabilizace

$$k = \frac{\Delta U_{OUT}}{\Delta U_{IN}} = \frac{10.21 - 10.06}{30 - 13} = 8.8 * 10^{-3}$$

vnitřní odpor

$$R_i = \frac{\Delta U_{OUT}}{\Delta I_Z} = \frac{4.99 - 8.84}{1 - 0.1} = 0.166\Omega$$

## **6 Grafy**

### **6.1 Parametrický stabilizátor**

#### **6.1.1 Stabilizační charakteristika**

### **6.1.2 Stabilizační oblast**

### **6.1.3 Zatěžovací charakteristika**

## **6.2 LM317T**

### **6.2.1 Stabilizační charakteristika**

### 6.2.2 Stabilizační oblast

### **6.2.3 Zatěžovací charakteristika**



## **6.3 L200C**

### **6.3.1 Stabilizační charakteristika**

### **6.3.2 Stabilizační oblast**

### **6.3.3 Zatěžovací charakteristika**

## 7 Použité přístroje

Zdroj 3206-26-CL 143

Rezistor AL 1732

Stabilizátor L200, LM317, KD 503

Multimetr E11, E6, E7, 37

## 8 Závěr

Stabilizační a zatěžovací charakteristiky vyšly u všech stabilizátorů podle teoretických předpokladů. Nejlepší činitel stabilizace měl zpětnovazební stabilizátor LM317T a byl  $9.7 * 10^{-4}$ . Dále zpětnovazební stabilizátor L200C který měl  $k = 8.8 * 10^{-3}$  a nakonec parametrický stabilizátor  $k = 0.0145$ . Vnitřní odpory u stabilizátorů byly vždy pod  $1\Omega$ , což jsou poměrně tvrdé zdroje. Parametrický stabilizátor měl větší vnitřní odpor, než stabilizátory zpětnovazební. LM317T měl vnitřní odpor  $0.188\Omega$ , L200C měl  $R_i = 0.166\Omega$  a parametrický měl  $R_i = 0.188\Omega$