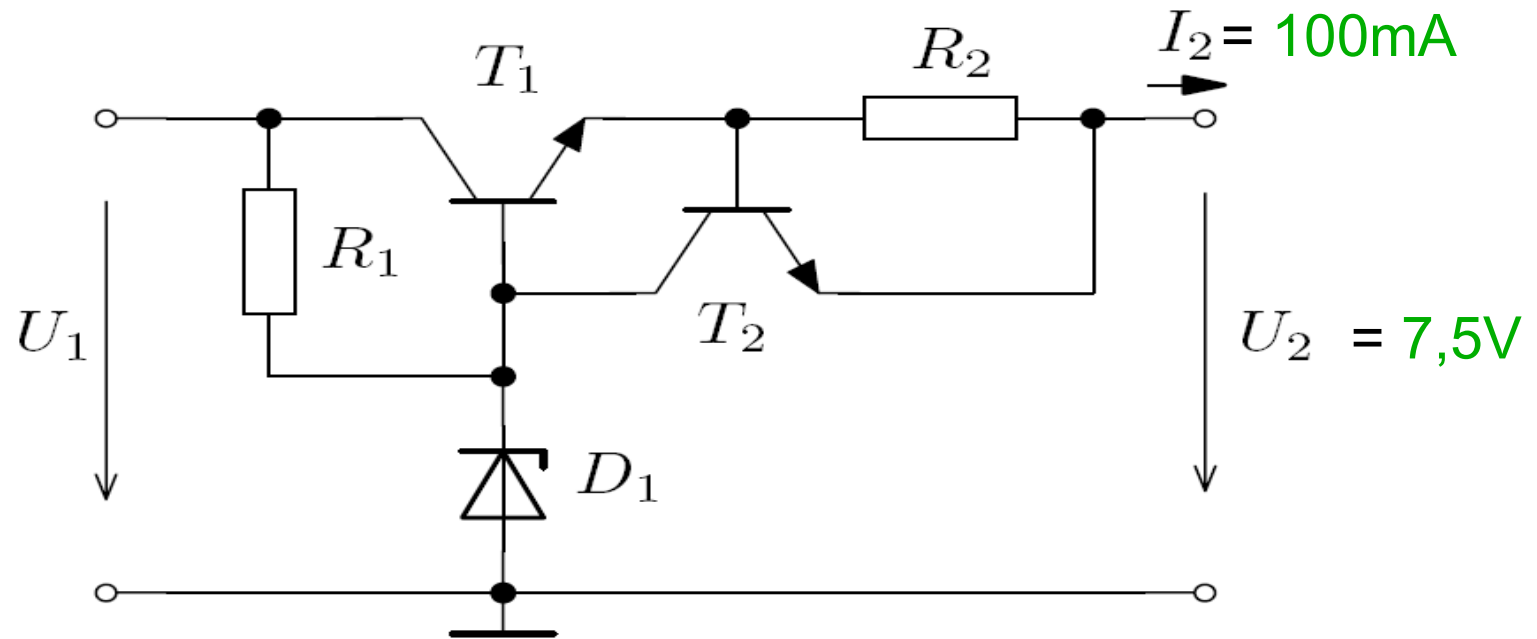


Semestrální práce - X31EOS

# Stabilizátor napětí s proudovou ochranou

Vypracoval : Pavel Provazník

# Stabilizátor napětí s proudovou ochranou

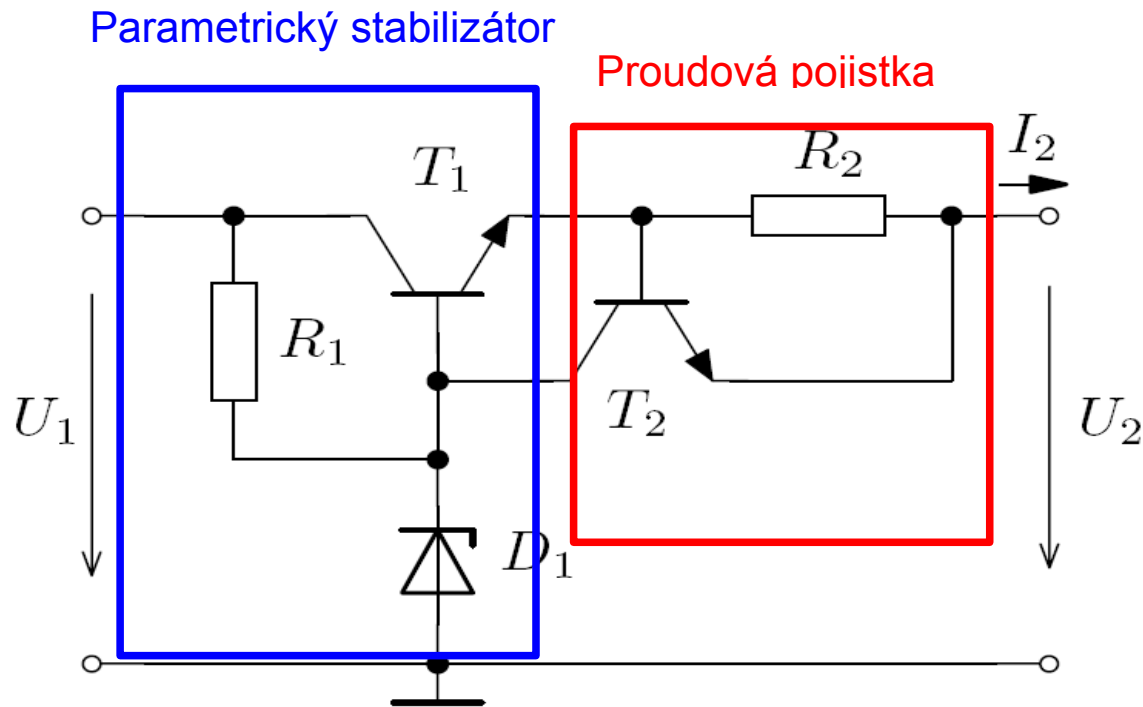


## Zadání :

Navrhněte  $R_1$ ,  $R_2$  tak, aby výstupní napětí  $U_2$  bylo přibližně 7.5V a maximální výstupní proud  $I_2 = 100mA$ , od kterého by měl ochranný obvod začít omezovat výstupní napětí. Zvolte také vhodné typy tranzistorů.

**WinSpice** - Analyzujte zatěžovací charakteristiku zdroje a určete činitel stabilizace  $\Delta S = \Delta u_1 / \Delta u_2$  v napěťovém režimu. Dále určete hodnoty **výstupního odporu** stabilizátoru v napěťovém režimu i proudovém režimu.

# Stabilizátor napětí s proudovou ochranou

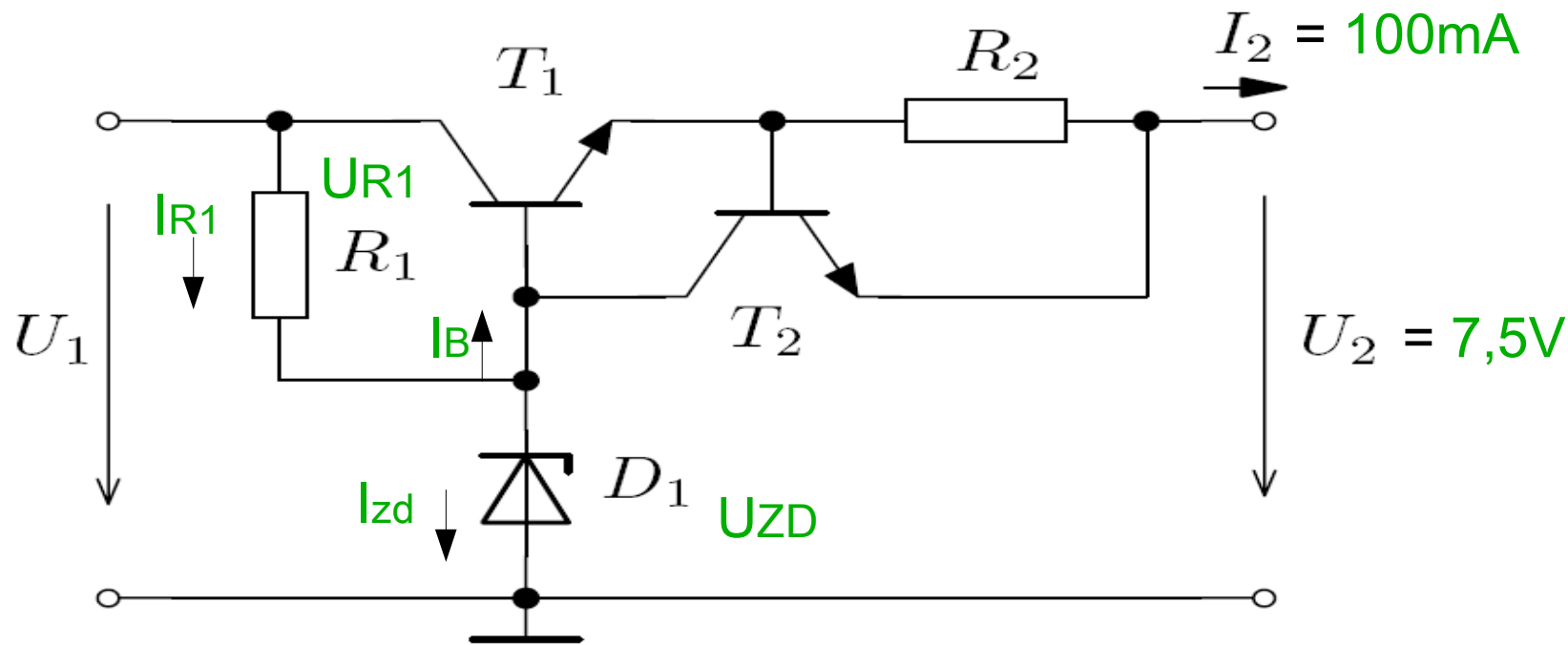


## Princip činnosti stabilizátoru :

Odpor se zenerovou diodou slouží jako referenční zdroj napětí, stabilizaci zajišťuje tranzistor  $T_1$ . Při poklesu napětí  $U_2$  se zvýší napětí  $U_{BE}$ , které více otevře tranzistor (zmenší se vnitřní odpor tranzistoru). Tím se zmenší úbytek napětí mezi kolektorem a emitorem, který kompenzuje pokles napětí  $U_2$ .

## Princip činnosti proudové ochrany :

Zatěžovací proud stabilizátoru vyvolá na snímacím odporu  $R_2$  úbytek napětí, kterým je řízen přechod báze-emitor tranzistoru  $T_2$ . Při úbytku cca 0,6V se tranzistor otvírá a kolektorový proud procházející tranzistorem  $T_2$  vytvoří na kolektoru tranzistoru  $T_2$  napětí, které je vedeno na bázi regulačního tranzistoru  $T_1$ . Při zvětšujícím se proudu stabilizátoru vzrůstá úbytek napětí na odporu  $R_2$ , tranzistor  $T_2$  se více otvírá, kolektorové napětí na něm klesá a tím přivírá regulační tranzistor  $T_1$ . Při tomto zapojení je potřeba dbát na to aby nebyla překročena maximální kolektorová ztráta regulačního tranzistoru  $T_1$  (výkon, který je pouzdro tranzistoru schopno vyzářit do okolí, aniž by došlo k destrukci polovodiče).



### Volba tranzistorů :

**T1** - výkonový tranzistor  
(NPN,  $Bf_1=92$ )  $U_{be}=0,6V$

**T2** – malosignálový tranzistor  
(NPN,  $Bf_2=375$ )

Napětí  $U_{zd} \sim 6,2V$

$$I_B = I_2 / Bf_1 = (0,1 / 92) A = 1,1 mA$$

$$I_{zd} \sim 10 \cdot I_B \sim 11 mA$$

(stabilizace je lepší čím je větší proud  $I_{zd}$  než proud zátěží)

$$I_{R1} = I_{zd} + I_B \sim 12 mA$$

### Návrh rezistorů R1, R2 :

**R2** - snímací rezistor

$$R_2 = \frac{(U_{BE})}{(I_2)_{max}} = \frac{0,6}{0,1} = 6 \Omega$$

$$R_1 = \frac{(U_{R1})}{(I_{R1})} = \frac{(15V - 6,2V)}{(0,12A)} = 800 \Omega$$

$$R_1 \sim 800 \Omega$$

$$R_2 \sim 6 \Omega$$

# Analýza - Winspice

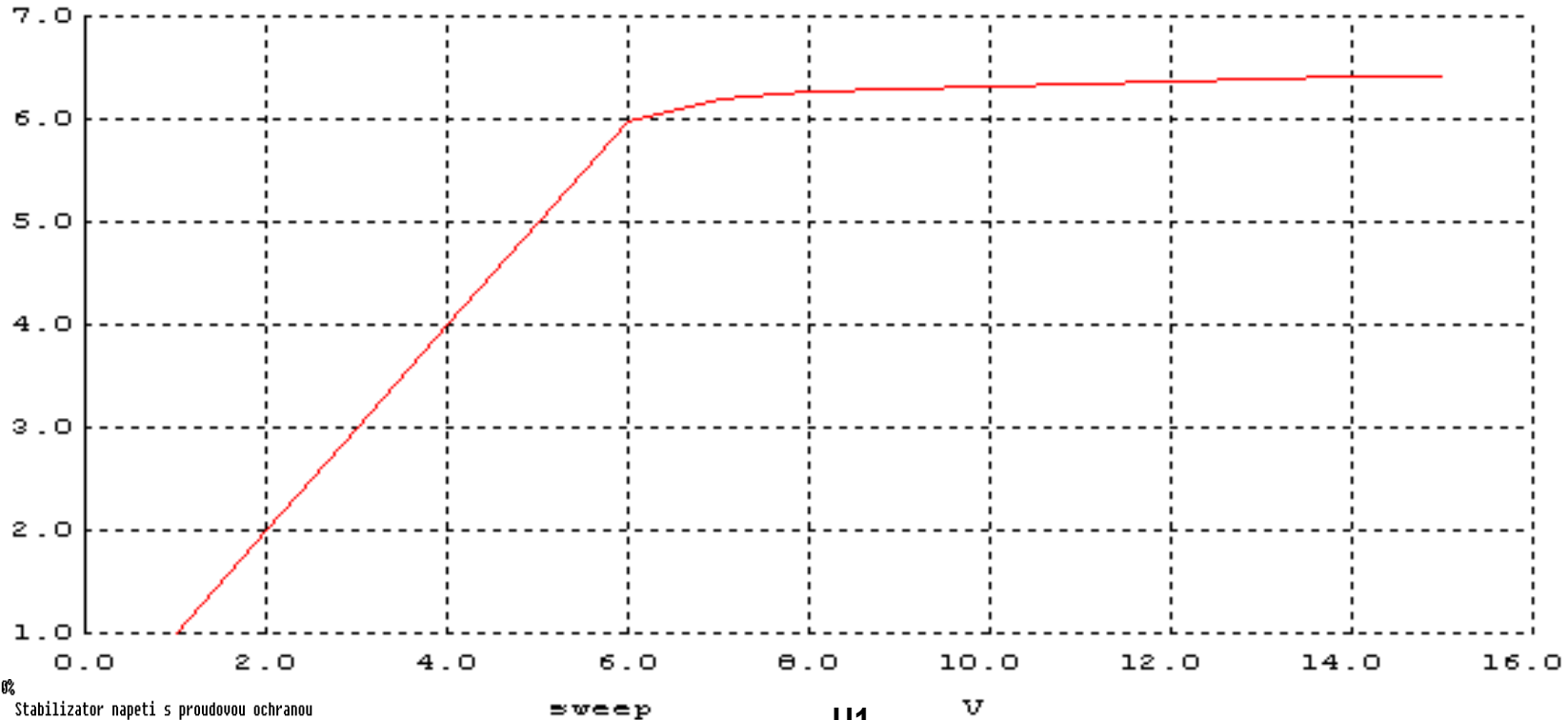
```
.model ZN429 D (IS=11.2F RS=9.22 N=1 BV=6.133 IBV=7.5M  
+ CJO=28.2P VJ=.75 M=.33 TT=50.1N)  
* Motorola 6.2 Volt .2 Watt Zener Diode 06-15-1993  
*DIODY.LIB  
*****
```

```
.model BUV48T NPN(Is=305.5f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=100 Bf=92.39 Ise=609.6f  
+ Ne=1.181 Ikf=19.52 Xtb=2 Br=19.28 Isc=733.1f Nc=1.49  
+ Ikr=2.357 Rc=27.48m Cjc=607.3p Mjc=.3333 Vjc=.5 Fc=.5  
+ Cje=1.822n Mje=.3333 Vje=.5 Tr=1.934u Tf=28.64n Itf=44.23  
+ Xtf=136.6 Vtf=10)  
* TELEFUNKEN pid=buv48t case=TOP3  
* 91-08-15 dsq
```

```
.model BC546B NPN(Is=7.049f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=62.79 Bf=374.6 Ise=68f  
Ne=1.576  
+ Ikf=81.57m Xtb=1.5 Br=1 Isc=12.4f Nc=1.835 Ikr=3.924  
+ Rc=.9747 Cjc=5.25p Mjc=.3147 Vjc=.5697 Fc=.5 Cje=11.5p  
+ Mje=.6715 Vje=.5 Tr=10n Tf=410.2p Itf=1.491 Xtf=40.06 Vtf=10)  
* PHILIPS pid=bc546b case=TO92  
* 91-07-31 dsq
```

# Převodní charakteristika zdroje, činitel stab. $\Delta S$

U2 V — v(4)



DC analysis ... 100%  
 Stabilizator napeti s proudovou ochranou  
 DC transfer characteristic Mon Apr 30 19:57:13 2007

index	sweep	U(1)	U(2)	U(3)
0	1.000000e+00	1.000000e+00	1.000000e+00	9.999998e-01
1	2.000000e+00	2.000000e+00	2.000000e+00	2.000000e+00
2	3.000000e+00	3.000000e+00	3.000000e+00	2.999999e+00
3	4.000000e+00	4.000000e+00	4.000000e+00	3.999997e+00
4	5.000000e+00	5.000000e+00	5.000000e+00	5.000001e+00
5	6.000000e+00	6.000000e+00	5.982389e+00	5.987704e+00
6	7.000000e+00	7.000000e+00	6.094525e+00	6.199238e+00
7	8.000000e+00	8.000000e+00	6.124537e+00	6.258499e+00
8	9.000000e+00	9.000000e+00	6.147754e+00	6.299168e+00
9	1.000000e+01	1.000000e+01	6.166133e+00	6.325572e+00
10	1.100000e+01	1.100000e+01	6.182892e+00	6.347348e+00
11	1.200000e+01	1.200000e+01	6.198993e+00	6.368925e+00
12	1.300000e+01	1.300000e+01	6.214396e+00	6.389890e+00
13	1.400000e+01	1.400000e+01	6.229253e+00	6.407999e+00
14	1.500000e+01	1.500000e+01	6.243697e+00	6.425981e+00

činitel stabilizace  $\Delta S = \Delta U_1 / \Delta U_2 \sim 27$

# Výstupní odpor

-pomocí příkazu TF (Transfer Function Analysis)

## A, Napět'ový režim

činný odpor ~ 130Ω

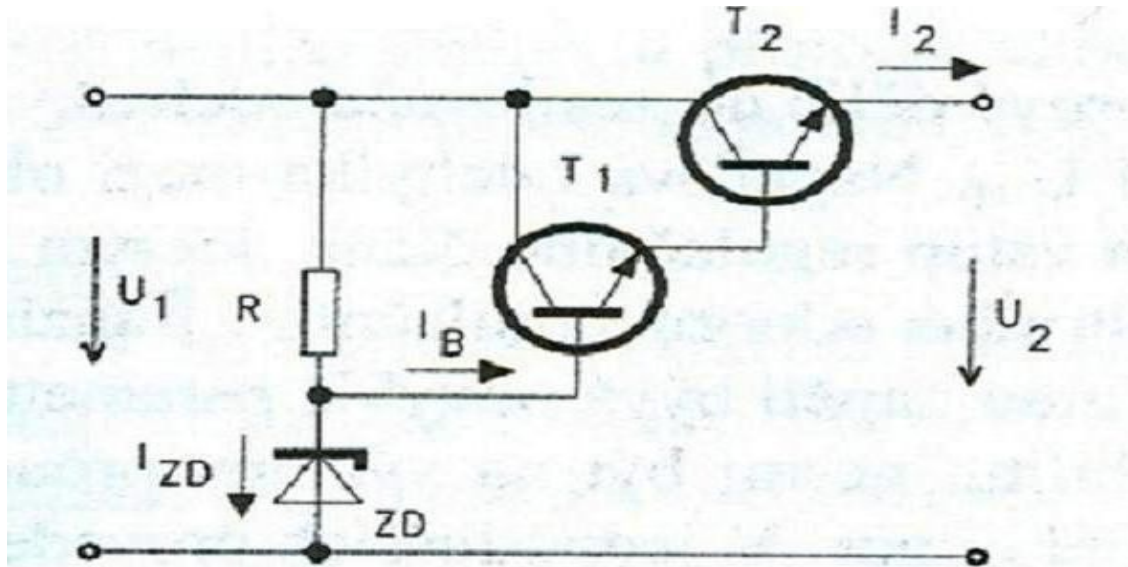
$$R_{\text{výstA}} = \Delta U_2 / \Delta I_2 \sim 8,5 \Omega$$

## B, Proudoový režim

činný odpor ~ 30Ω

$$R_{\text{výstB}} = \Delta U_2 / \Delta I_2 \sim 30 \Omega$$

# Zlepšení dosažených výsledků



## Stabilizátor s Darlingtonovým zapojením

-použití dvojice tranzistorů v D.zapojení lze dosáhnout podstatně lepších vlastností a to tím, že proud z výstupu stab. do báze tranzistoru  $I_B$  je již tak malý, že se zanedbatelnou chybou lze považovat zdroj ref. napětí se Zenerovou diodou za nezatížený.

**Nevýhody těchto zapojení** : teplotní závislost (zenerova dioda, tranzistor -  $U_{BE}(-2\text{mV/K})$ )

-zpětnovazební stabilizátory



# INTEGROVANÉ stabilizátory

- **s nastavitelným výstupním napětím** – velikost tohoto napětí se nastavuje diskrétními součástkami, realizované pro malé výkony (+výkonový tranzistor ), stabilizátor typu 723
- **s pevným výstupním napětím** – pro větší proudové zatížení, nižší kvalita, stabilizátor typu 78XX

## Spínané stabilizátory

– vhodné i pro velké vstupní výkony, galvanické oddělení..

:-)