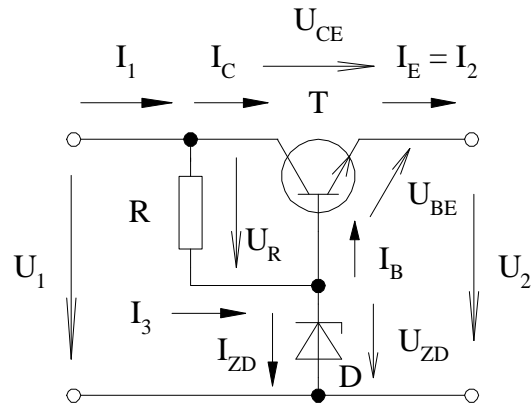


# Výpočet základních analogových obvodů a návrh realizačních schémat

## ➤ Parametrický stabilizátor napětí s tranzistorem



Funkce stabilizátoru je založena na konstantní velikosti napětí  $U_{ZD}$ . Pokles výstupního napětí způsobí zvětšení  $U_{BE}$  a tím větší otevření tranzistoru. Obdobně zvětšení výstupního napětí způsobí zmenšení  $U_{BE}$  a tím přivření tranzistoru. Parametrický stabilizátor je zatěžován (minimálně) proudem do báze tranzistoru.

$$U_2 = U_{ZD} - U_{BE}$$

$$U_{ZD} = U_2 + U_{BE}$$

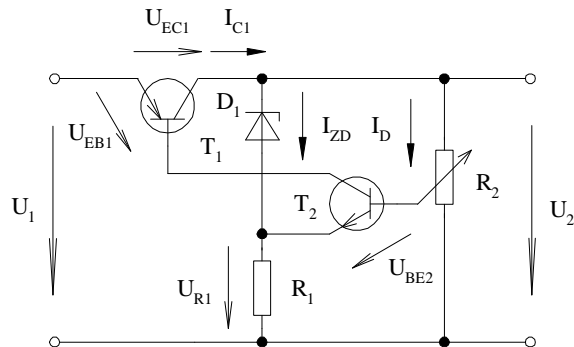
$$U_1 = U_2 + U_{CE}$$

$$I_B = \frac{I_C}{h_{21E}}$$

$$I_3 = I_B + I_{ZD} \quad R = \frac{U_1 - U_{ZD}}{I_3}$$

# Výpočet základních analogových obvodů a návrh realizačních schémat

## ➤ Zpětnovazební stabilizátor napětí s tranzistorem



Funkce stabilizátoru je založena na konstantní velikosti napětí  $U_{ZD}$ . Vzroste-li např. výstupní napětí  $U_2$ , potom při  $U_{ZD} = \text{konst.}$  vzroste i napětí na  $R_1$ , a to rychleji než na děliči tvořeném  $R_2$ . Tranzistor  $T_2$  se tak přivře a omezí velikost  $I_{B1}$ . Přivřením  $T_1$  vzrůstá hodnota odporu C-E a klesá tak výstupní napětí.

Návrh  $T_1$ :

$$U_{EC1} = U_1 - U_2$$

$$P_{C1} = U_{EC1} \cdot I_{C1} \cong U_{EC1} \cdot I_2$$

Proud Zenerovou diodou volíme tak, aby její p.b. ležel za kolenem její závěrné charakteristiky, např. o velikosti  $I_{ZD} = 10 \text{ mA}$ . Zenerovo napětí musí být menší než napětí výstupní:

$$U_{ZD} < U_2$$

$$I_{B1} = \frac{I_{C1}}{h_{21E1}}$$

$$R_1 = \frac{U_2 - U_{ZD}}{I_{ZD} + I_{B1}}$$

Návrh  $T_2$ :

$$U_{CE2} = U_1 - U_{BE1} - R_1 \cdot (I_{ZD} + I_{B1})$$

$$P_{C2} = U_{CE2} \cdot I_{C2}$$

$$I_{B2} = \frac{I_{C2}}{h_{21E2}}$$

Výstupním děličem, tvořeným rezistorem  $R_2$ , volíme proud mnohokrát vyšší než je  $I_{B2}$ :

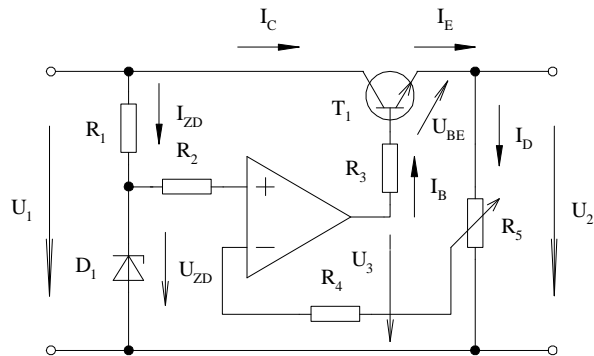
$$I_D \gg I_{B2}$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_D}$$

Pomocí  $P_2$  můžeme přesně nastavit požadovanou hodnotu výstupního napětí  $U_2$  tak, aby potenciál běžce  $P_2$  byl právě o  $U_{BE2}$  větší než napětí  $U_{R1}$ .

# Výpočet základních analogových obvodů a návrh realizačních schémat

## ➤ Zpětnovazební stabilizátor napětí s operačním zesilovačem



Funkce stabilizátoru je založena na konstantní velikosti napětí  $U_{ZD}$ . Operační zesilovač reaguje na změnu napětí na invertujícím vstupu, které je přiváděno z trimru  $R_5$ , zatímco na neinvertujícím vstupu je udržováno konst. napětí  $U_{ZD}$ .

Návrh  $T_1$ :

$$U_1 = U_2 + U_{CE} \quad U_{CE} \approx 3V$$

$$P_C = U_{CE} \cdot I_C \quad I_B = \frac{I_C}{h_{21E}}$$

Výstupní napětí operačního zesilovače musí s ohledem na úbytek napětí na ochranném rezistoru  $R_3$  být rovno:

$$U_3 = U_2 + U_{BE} + U_{R3} \quad U_{R3} \text{ volíme}$$

$$R_3 = \frac{U_{R3}}{I_B}$$

Zbývající hodnoty rezistorů:

$$R_1 = \frac{U_1 - U_{ZD}}{I_{ZD}} \quad R_5 = \frac{U_2}{I_D} \quad I_D \text{ volíme: } I_D \ll I_2$$

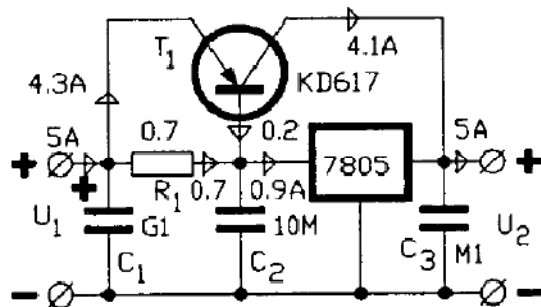
Zenerovu diodu volíme s napětím odpovídajícím  $U_2$  a proudem  $I_{ZD}$  v oblasti nad kolenem závěrné charakteristiky.

Pokud používáme nesymetrické napájení OZ volíme Zenerovu diodu obvykle s napětím poloviční hodnoty napětí napájecího, aby vstupy OZ pracovaly přibližně ve středu nesymetrického napájecího napětí. Stejnou hodnotu napětí musíme přivádět i na druhý vstup OZ z výstupního děliče, tvořeného trimrem  $R_5$ .

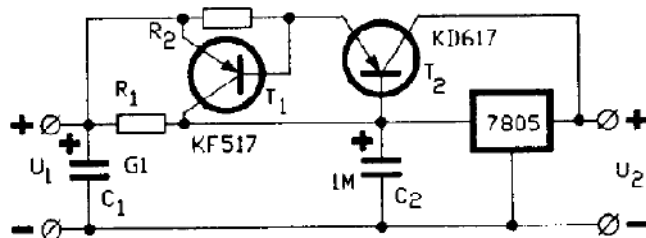
Rezistory  $R_2$  a  $R_4$  jsou ochranné, volí se shodné a tak velké ohmické hodnoty, aby hodnota odporu Zenerovy diody i hodnota  $R_5$  byly proti nim zanedbatelně malé.

# Výpočet základních analogových obvodů a návrh realizačních schémat

## ➤ Zvýšení proudového odběru s integrovaným stabilizátorem 78XX



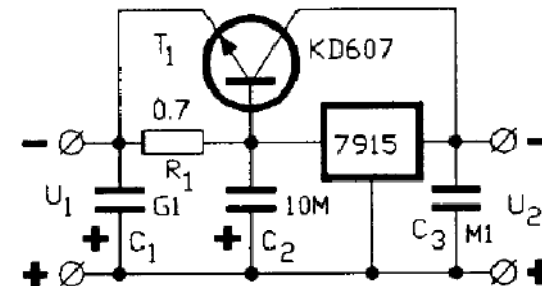
Zvýšení proudového odběru s 7805 na hodnotu 5A



Zvýšení proudového odběru s 7805 na hodnotu 5A s proudovou ochranou proti zničení tranzistoru při zkratu na výstupu. Tranzistor  $T_1$  omezuje velikost proudu tranzistorem  $T_2$ , a tím ho chrání proti proudovému nebo výkonovému přetížení.

Integrované stabilizátory 78XX jsou konstruovány pro trvalý odběr 1A. Proto je nutno do zapojení zakomponovat prvek, který převezme zbývající proud. Na rezistoru  $R_1$  vzniká úbytek napětí vlivem protékajícího proudu do stabilizátoru 7805. Tento úbytek napětí  $U_{R1}$  spolehlivě otevírá tranzistor  $T_1$ . Ten pak převezme zbývající proud a vede jej až na výstupní stranu.

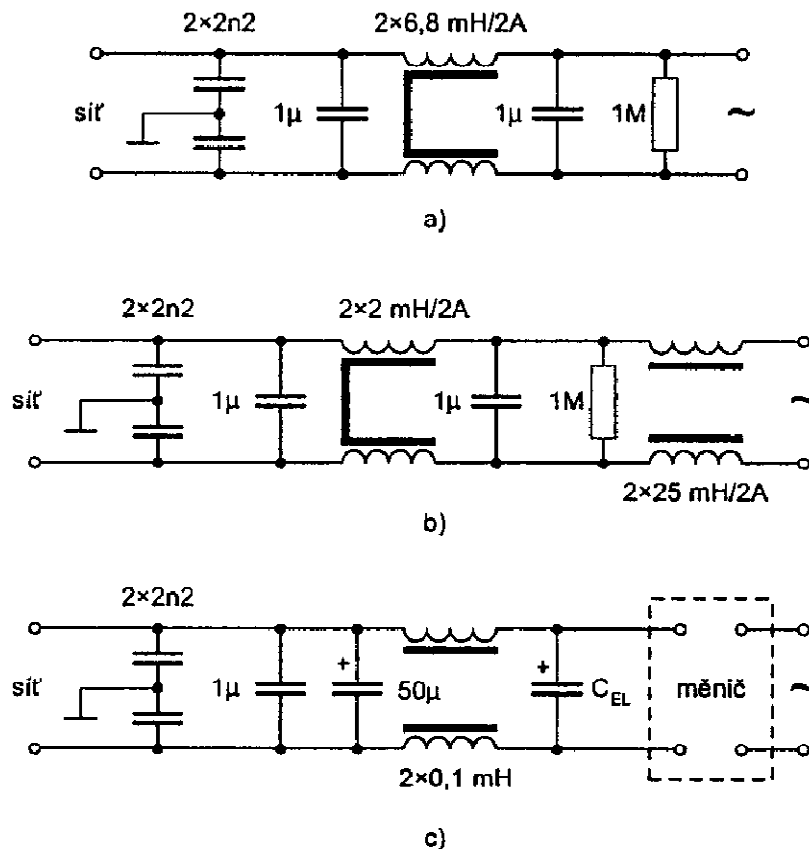
Rezistor  $R_1$  volíme v hodnotách od  $0,7R$  do  $1R$ .



Varianta pro záporné napětí -15V s 7915

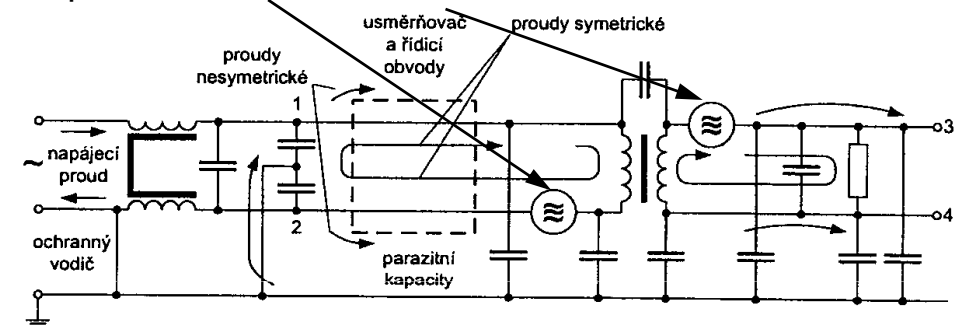
# Výpočet základních analogových obvodů a návrh realizačních schémat

## ➤ Filtry pro odrušování zařízení malých výkonů

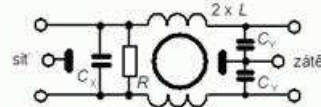


Vybraná schémata pro odrušení zařízení malých výkonů:  
 a) základní zapojení; b) rozšířené zapojení; c) základní schéma odrušení výstupu spínaného napájecího zdroje

Na obrázku níže jsou naznačeny některé rušící zdroje – spínací tranzistor a dioda.



Schématické znázornění cest rušivých proudů u spínacích zdrojů.



Síťový odrušovací filtr vestavěný v přístrojové zásuvce a jeho vnitřní zapojení

Odrušované kmitočtové pásmo	Doporučené hodnoty odrušovacích kondenzátorů
10 kHz - 0,5 MHz	5 - 4 - 2 - 1 - 0,5 μF
0,5 - 6 MHz	0,5 - 0,25 - 0,1 μF
6 - 30 MHz	100 nF až 1000 pF
nad 30 MHz	méně než 1000 pF

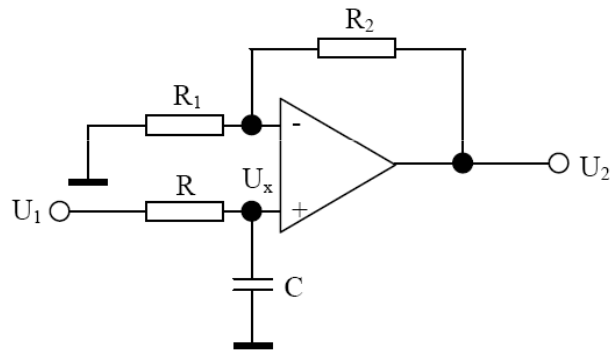
Doporučené hodnoty velikosti kondenzátorů použitých jako samotný odrušovací prvek – např. u napájecích přívodů integrovaných obvodů

# Výpočet základních analogových obvodů a návrh realizačních schémat

## ➤ Aktivní filtry

Využívají aktivního prvku, dnes již výhradně OZ. Výhoda spočívá v tom, že se jejich konstrukce obejde bez cívek a že zesilovač kompenzuje útlum, který vzniká na pasivních součástkách (R,C). Další výhodou je impedanční oddělení vstupu a výstupu a také příznivý poměr vstupní a výstupní impedance filtru.

Návrh filtru DP 1. řádu:



Doplň propust 1. řádu

Základní vztahy:

$$U_x = U_1 \frac{1}{1 + j\omega RC}$$

$$U_2 = U_x \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

Pro dolní mezní kmitočet platí vztah:

$$f_D = \frac{1}{2\pi RC}$$

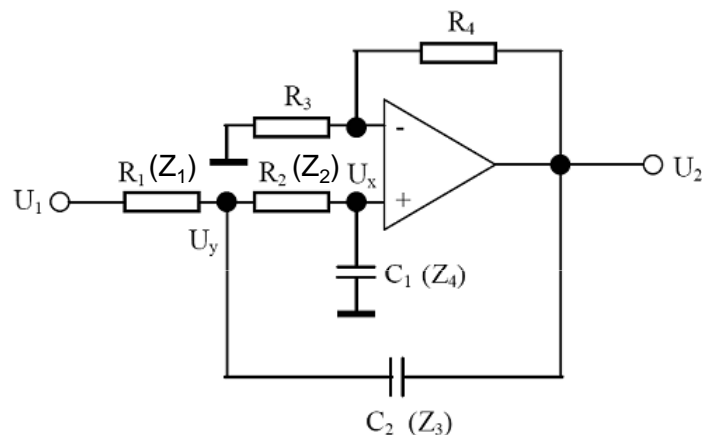
a následně volíme hodnoty R a C tak, abychom dosáhli požadovaného mezního kmitočtu. Napěťové zesílení pro jakýkoli kmitočet  $f$  zjistíme dle vztahu:

$$A = \frac{1}{\sqrt{1 + (f / f_d)^2}}$$

# Výpočet základních analogových obvodů a návrh realizačních schémat

## ➤ Aktivní filtry

Návrh filtru DP 2. řádu:



Doplň propust 2. řádu

Základní vztahy:

$$A = \frac{U_2}{U_x} = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right)$$

$$U_x = U_y \frac{Z_4}{Z_2 + Z_4}$$

$$U_y = U_2 \frac{Z_1(Z_2 + Z_4)}{Z_3 + Z_1(Z_2 + Z_4)} + U_1 \frac{Z_3(Z_2 + Z_4)}{Z_1 + Z_3(Z_2 + Z_4)}$$

Pro dolní mezní kmitočet platí vztah:

$$f_D = \frac{1}{2\pi RC}$$

Kde  $R = R_1 = R_2$  a  $C = C_1 = C_2$