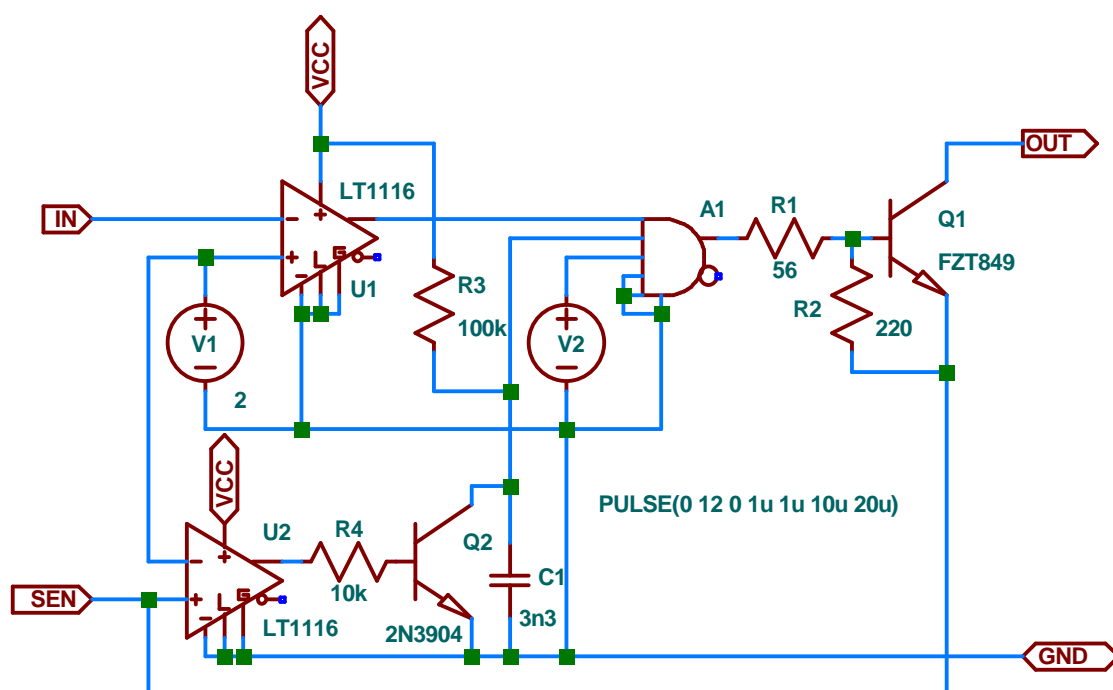


DC-DC měnič s transformátorem

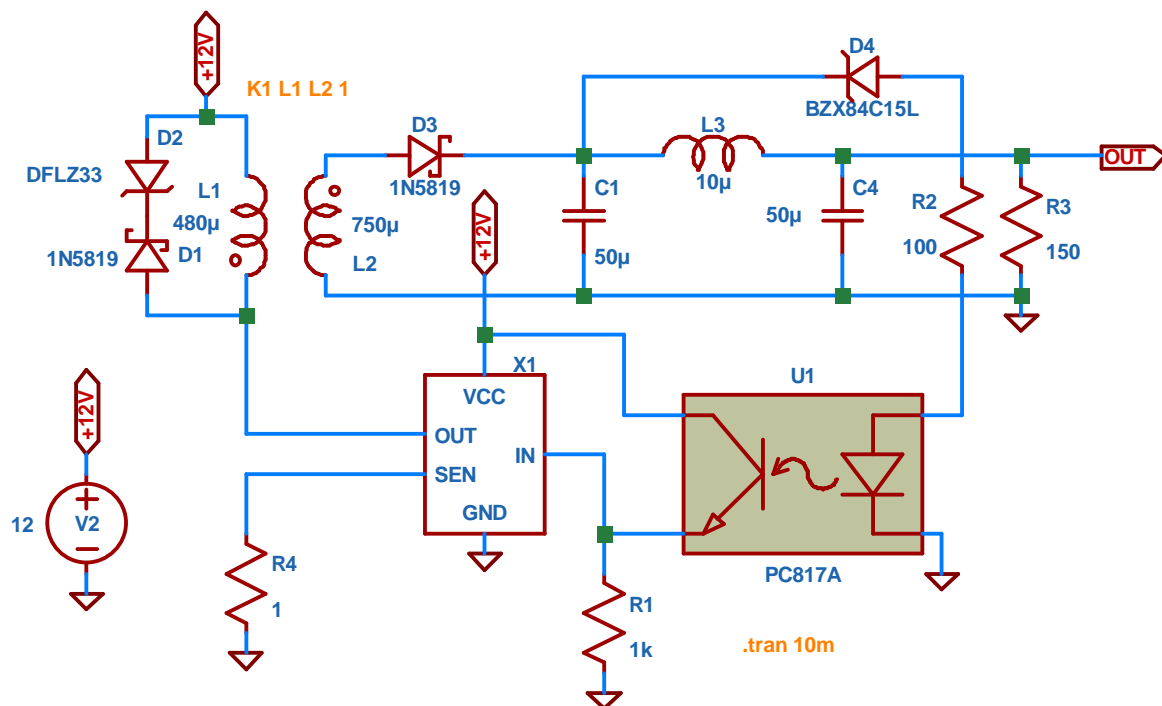
(c) Ing. Ladislav Kopecký

Galvanicky oddělené DC-DC měniče mají velmi široké uplatnění, např. u výkonových elektronických spínačů, komunikace apod., a dají se koupit v kompaktním provedení v hermeticky uzavřeném pouzdře. Jejich cena není zanedbatelná, což mě motivovalo k návrhu izolovaného DC-DC měniče vlastní konstrukce. Nejdříve jsem se snažil takový měnič nasimulovat s pomocí modelu obvodu MC34063, který jsem vytvořil pro simulaci zvyšujícího DC-DC měniče. Bohužel se ukázalo, že se tento model chová velmi nevypočitatelně a je nestabilní (Nevím, je-li problém pouze v mém modelu nebo v architektuře předlohy.), proto jsem navrhl vlastní spínací regulátor, který je stabilní pro různé hodnoty zátěže a parametry LC filtru na výstupu měniče. Navíc je opatřen nadproudovou ochranou.

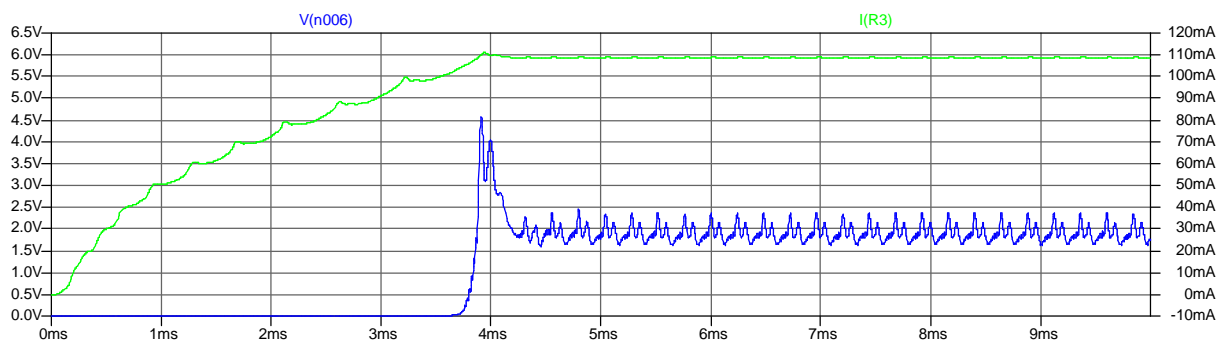


Obr. 1. Spínací regulátor s nadproudovou ochranou.

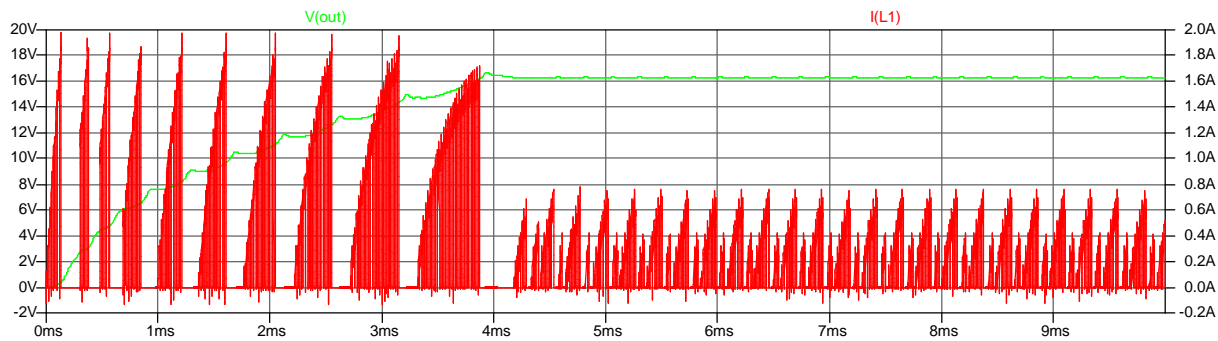
Srdcem regulátoru na obr. 1 je zdroj impulzů (oscilátor) V2, který má pevnou střihu, nejlépe 1:1. Tento signál je přes součinné hradlo A1 veden do výstupního tranzistoru Q1. Referenční zdroj V1 o napětí 2V slouží jednak pro komparátor U1, na jehož druhý vstup (IN) je přiváděn signál napěťové zpětné vazby, jednak pro komparátor U2, který je součástí nadproudové ochrany. Záleží na stavu obou komparátorů, jestli signál z V2 projde přes hradlo A1 na výstup OUT. Vstup SEN je spojen s emitorem tranzistoru Q1 a je dále přiveden na vstup + komparátoru U2. Nyní si ukážeme, jak je tento regulátor zapojen v měnič. Schéma zapojení najdete na obr. 2. Galvanicky oddělená napěťová zpětná vazba je realizována pomocí optočlenu PC 817 a Zenerovy diody. Měnič převádí napětí 12V na 15V při jmenovitém zatížení 50 mA. Na dalším obrázku vidíte výsledek simulace při přetížení o 100% (R3 = 150).



Obr. 2. DC-DC měnič s transformátorem.



Obr. 3a. Výsledek simulace.



Obr. 3b. Výsledek simulace – pokračování.

Na obr. 3a je zelenou barvou vykreslen proud tekoucí zatěžovacím odporem R3, průběh zpětnovazebního napětí na vstupu IN regulátoru X1 je nakreslen modrou barvou. Na obr. 3b si všimněte, jak účinkuje nadproudová ochrana (červená křivka) při náběhu regulátoru.

Na konec si ještě ukážeme postup při návrhu DC-DC měniče s transformátorem, který je podobný návrhu zvyšujícího měniče, který je popsán v předchozím článku.

1) Nejdříve musíme definovat, co od měniče chceme. V našem případě požadujeme, aby vstupní napětí 12V převáděl na 15V a jmenovitý výstupní proud byl 50mA.

2) Dále zvolíme pracovní kmitočet oscilátoru a určíme periodu T:

$$f = 50\text{kHz}, T = 1/f = 20\mu\text{s}.$$

3) Určíme jmenovitý proud I_1 primáru:

$$P = U_2 \cdot I_2 = 15\text{V} \cdot 0,05\text{A} = 0,75\text{W}$$

$$I_1 = P/U_1 = 0,75\text{W}/12\text{V} = 0,0625\text{A}$$

4) Určíme maximální proud $I_{1\text{max}}$ na primáru:

V případě lineárního růstu proudu a střídá 1: 1 platí:

$$I_{1\text{max}} = 4 \cdot I_1 = 4 \cdot 0,0625 = 0,25\text{A}$$

5) Vypočítáme indukčnost primárního vinutí:

$$L1 = (U_1/I_{1\text{max}}) \cdot T/2 = (12\text{V}/0,25\text{A}) \cdot 10\mu\text{s} = 480\mu\text{H}$$

6 Vypočítáme indukčnost sekundáru:

Platí:

$$N_2/N_1 = U_2/U_1$$

$$L = A_L \cdot N^2$$

$$L2/L1 = (U_2/U_1)^2$$

Odtud

$$L2 = L1 \cdot (U_2/U_1)^2 = 480 \cdot (15/12)^2 = 750\mu\text{H}$$

7) Vypočteme velikost odporu pro proudové omezení:

$$R4 = U_{\text{SEN}}/I_{\text{vyp}} = 2\text{V}/2\text{A} = 1\Omega.$$

Parametry dalších součástí (např. ve filtru) odhadneme a ověříme simulací. Zenerovo napětí diody D2 zvolíme s ohledem na maximální přípustné napětí U_{CE} výstupního tranzistoru ve spínacím regulátoru.