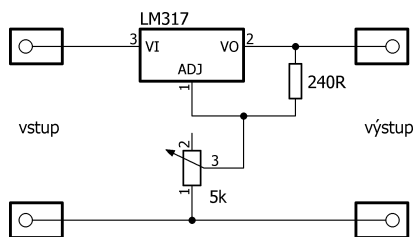


Bezpečný zdroj s obvodem LM317

Alexandra Svobodová

Popisovaný nápad není z mé hlavy, našla jsem jej při hledání něčeho úplně jiného na internetu. Ale tak už to často bývá, že člověk hledá cosi, to nenajde, ale najde něco jiného. Toto povídání je výsledek jedné takové náhody.

Všichni asi znáte integrované obvody typu LM317. Jsou to tzv. třísvorkové stabilizátory napětí s rozsahem od 1,25 do 37 V a zatížitelností podle typu až do 3 ampérů. Jsou to stabilizátory již dosti „fousaté“, ale stále se vyrábějí a myslím si, že se ještě dlouho vyrábět budou. V literatuře i na webu je s nimi mnoho a mnoho různých článků a zapojení. Tyto obvody mají ale jednu nechtěnou, nebo možná by se dalo říci zradu. A totiž, v jedné situaci může dojít k tomu, že se na výstupu objeví téměř plné vstupní napětí. Dneska si povíme o tom, proč tomu tak je, a hlavně také, jak tomu předejít.



Obr. 1.

Typické zapojení stabilizátoru LM317

Na obrázku 1 je vidět zjednodušené zapojení stabilizátoru. Zjednodušené jen trochu a totiž tím, že jsem nekreslila ochranné diody a kondenzátory, které jsou jinak téměř vždy nutné. Pro tentokrát však důležité nejsou, takže se jimi nebudeme zdržovat a schéma si zesložítovat. Na svorky vlevo se přivede napájecí napětí, ze svorek vpravo se odvádí stabilizované napětí dále do zařízení. Odpor společně s potenciometrem tvoří proměnný dělič napětí, kterým se určuje napětí na výstupu. To je dáno vzorcem

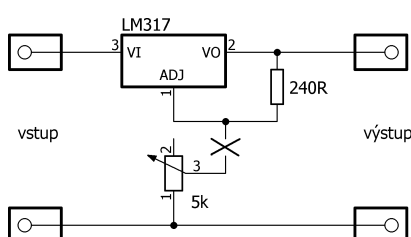
$$U_{\text{výst}} = U_{\text{ref}} \cdot \left(1 + \frac{R_{\text{dolní}}}{R_{\text{horní}}}\right) + I_{\text{adj}} \cdot R_{\text{dolní}},$$

přičemž většinou se tento používá ve zjednodušeném tvaru

$$U_{\text{výst}} = 1,25 \cdot \left(1 + \frac{R_{\text{dolní}}}{R_{\text{horní}}}\right),$$

protože referenční napětí je právě těch 1,25 V, proud I_{adj} je jen několik málo mikroampérů, a tak je chyba velmi

malá. Až potud je všechno v pořádku a zdálo by se, že zalité sluncem. Nicméně, pokud dojde k příhodě z druhého obrázku, tak se situace dramaticky změní.



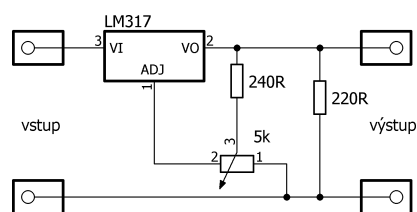
Obr. 2.

Situace při poruše potenciometru

Obrázek ukazuje situaci, ke které dříve nebo později vždy dojde. Každý nebo téměř každý potenciometr postupem času začne občas ztrácet kontakt mezi jezdcem a odporovou dráhou. Je jen otázka času, kdy k tomu dojde. U kvalitních potenciometrů to trvá dlouho, u těch méně kvalitních je to třeba hned od začátku. V čem je problém? V tom, že v okamžiku ztráty kontaktu jezdcem s dráhou je v děliči vlastně zapojený nekonečně velký odpor. Tím pádem se stabilizátor snaží na svém výstupu nastavit nekonečně velké napětí. To se mu pochopitelně nepovede, ale povede se mu to, že se plně otevře a na výstupu je téměř plné napětí z jeho vstupu, snižené jen o úbytek na vnitřním tranzistoru, který činí přibližně 2 V. Co se stane s elektronikou připojenou na takovýto zdroj, je jen otázkou její odolnosti; dost často to ale končí zničením napájeného obvodu, případně i kouřovými efekty.

Částečným řešením je připojení kondenzátoru na výstup stabilizátoru a zároveň dalšího kondenzátoru paralelně k jezdcovi potenciometru. Krátké poruchy se tím odstraní, protože kondenzátory nedovolí okamžitou změnu napětí, a tak při krátkém odskočení jezdcem od dráhy se napětí jen trochu „zhoupne“ a pak se vrátí zpět. Člověk si poruchy ani nevšimne, většinou však, jak se potenciometr dále a dále opotřebovává, jednoho dne zdroj stejně něco zničí.

Elegantním řešením je právě nápad pana Wilsona, který vidíte na třetím obrázku.



Obr. 3. Vylepšené zapojení stabilizátoru napětí

V čem je rozdíl? Jen v tom, jak je připojený potenciometr. Zpětnovazební vstup stabilizátoru je trvale připojen na zem přes odporovou dráhu potenciometru. Tím je zaručeno, že pokud potenciometr ztratí kontakt, tak se výstupní napětí nastaví na minimum, což je v tomto případě napětí referenční, čili napětí se zmenší na 1,25 V. Když se kontakt zase obnoví, napětí se vrátí zpět na původně nastavenou velikost.

Výstupní napětí se vypočítá podle vzorce

$$U_{\text{výst}} = 1,25 \cdot \left(1 + \frac{x \cdot R}{R_1}\right),$$

přičemž x je vlastně úhel natočení potenciometru; zadává se v rozsahu 0 až 1 (od jednoho do druhého dorazu). R_1 je zpětnovazební rezistor s odporem 240 Ω z obrázku.

Příklad:

Potenciometr má odpor 5 k Ω a je nastaven přesně na polovinu dráhy, rezistor R_1 má odpor 240 Ω :

$$U_{\text{výst}} = 1,25 \cdot (1 + (0,5 \cdot 5000/240)) = 14,27 \text{ V.}$$

K čemu slouží rezistor 220 Ω na výstupu stabilizátoru? Ten tvoří minimální zátěž stabilizátoru. Podle katalogového listu je minimální potřebný proud výstupem 3,5 mA. Pokud teče proud menší, chová se stabilizátor nekontrolovatelně a nikdo neví, co by se mohlo stát. Pokud je na výstupu připojený nějaký obvod trvale, je tento rezistor zbytečný. V případě odpojitelné zátěže je však potřeba. Zkušenost praví, že bez zátěže je na výstupu stabilizátoru napětí kolem 5 V, ale záleží to kus od kusu. A že zátěž tvoří zpětnovazební dělič? V případě, že všechno funguje tak, jak má, je tomu skutečně tak, ale když potenciometru odskočí jezdec od dráhy, stává se stabilizátor nezatíženým a napětí vyskočí nahoru. Není to sice tak moc jako v případě klasického zapojení, ale i toto napětí může někdy udělat neplechu. Velikost odporu se určí tak, aby minimální potřebný proud tekla při minimálním výstupním napětí. Při maximálním výstupním napětí tvoří tato předzátěž další odpadní teplo; je to

daň za to, že zdroj je pro další součástky bezpečný. Pokud se jako předzátěž použije naznačený rezistor s odporem $220\ \Omega$, tak při napětí $1,25\ \text{V}$ je ztráta na rezistoru jen $0,007\ \text{W}$, při napětí $25\ \text{V}$ jsou to již téměř $3\ \text{W}$ a při napětí $37\ \text{V}$ více jak $6,2\ \text{W}$.

Elegantním řešením by bylo na výstup zapojit zdroj proudu, v tomto případě vlastně proudovou noru, který by zajistil trvalý malý a konstantní odběr, aby při větších napětích nevznikla na předzátěži tak velká výkonová ztráta. Případně lze použít malou žárovku, protože ta má značně

nelineární závislost proudu na napětí. Proudová nora je však určitě výhodnější.

Nové zapojení stabilizátoru jsem si pochopitelně vyzkoušela a mohu konstatovat, že funguje dobře. Až budu příště něco s tímto stabilizátorem dělat, tak jej zcela jednoznačně zapojím takto. Nové zapojení není složitější, není finančně náročnější a nezhoršuje parametry stabilizátoru. Řešit minimální odběr je nutné jen v případě odpojitelné zátěže a tehdy, pokud by nedefinované napětí na výstupu vadilo.

Udivuje mne však, že na tuto jednoduchou fintu nikdo nepřišel dříve, ale tak už to prostě bývá. Svět čekal na Lindsae Roberta Wilsona, B.Sc., Ph.D. Věřím, že se vám toto zapojení také líbí a že přesvědčí i zapřísnělé odpůrce obvodů LM317 o tom, že to nejsou špatné obvody.

Literatura

- [1] Katalogový list LM317.
- [2] http://www.imajeenyus.com/electronics/20160517_potentiometer_feedback/index.shtml.