

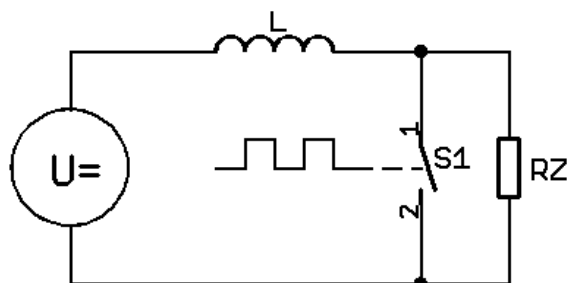
Rezonanční měnič

(c) Ing. Ladislav Kopecký, 2006

V poslední době jsem zaznamenal, že se ve světě začínají prosazovat rezonanční měniče napětí. V naší technické literatuře se však o nich mnoho nedovíme. Například v knize DC/DC měniče od Alexandra Krejčíře (ISBN 80-7300-045-8) jsem se dočetl mlhavé sdělení, že se jedná o komplikovaná zařízení, která se obtížně seřizují. Tato informace mě zaujala a začal jsem přemýšlet, jak by se dal rezonanční měnič sestavit tak, aby byl jednoduchý, levný a nemusel se vůbec seřizovat. Na základě mých úvah vzniklo technické řešení, které je předmětem tohoto článku.

Konvenční měnič napětí

Vyšel jsem z jednoduchého (patrně nejjednoduššího) zapojení, které se používá např. jako zdroj napětí pro LED diody, jež se používají např. do přenosných svítlen.



Obr. 1. Běžný měnič napětí

Měnič na obr. 1 se skládá z indukční cívky L, elektronického spínače S1, který je řízen generátorem obdélníkového průběhu, a zátěže RZ. Předpokládáme, že cívkou neteče žádný proud. Po sepnutí S1 se proud cívkou začne exponenciálně zvyšovat podle vztahu

$$i(t) = U/R(1 - e^{-t/\tau}) \quad (1)$$

kde U je napětí zdroje,

R je celkový činný odpor elektrického obvodu a

$\tau = L/R$ je časová konstanta cívky.

Jestliže frekvence generátoru, řídicího spínače S1, je dostatečně vysoká, můžeme exponenciální průběh proudu aproximovat tečnou v počátku. Pokud rovnici (1) zderivujeme, dostaneme vztah pro směrnici tečny ke křivce (1) v čase t:

$$di(t)/dt = U/L e^{-t/\tau} \quad (2)$$

Ze vztahu (2) snadno zjistíme, že za polovinu periody T/2 vzroste proud cívkou na hodnotu I_{max}, která je dána rovnicí:

$$\frac{I_{\max}}{T/2} = \frac{U}{L} \quad (3)$$

Po rozepnutí spínače S1 tedy teče cívkou L proud I_{max} , který teče do zátěže R_z . Maximální napětí na zátěži tedy je

$$U_{max} = R_z \cdot I_{max} \quad (4)$$

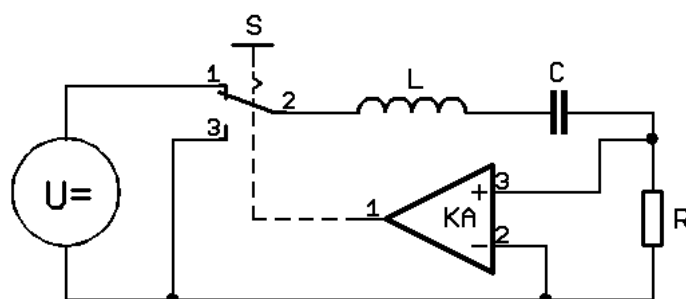
Toto napětí klesá podle exponenciální křivky

$$u(t) = U_{max} e^{-t/\tau} \quad (5)$$

V tomto případě však je časová konstanta závislá na velikosti zatěžovacího odporu.

Pulzní LC oscilátor

Na obr. 2 je nakresleno zařízení, které samočinně udržuje rezonanci sériového rezonančního obvodu.



Obr. 2. Pulzní LC oscilátor

Podmínka rezonance

$$U_L - U_C = 0 \quad (6)$$

je splněna díky kladné zpětné vazbě, přivedené na neinvertující vstup (+) komparátoru KA. Jestliže ve vztahu (6) za napětí na cívce a kondenzátoru dosadíme, dostaneme

$$\omega \cdot L \cdot I - I / (\omega \cdot C) = 0.$$

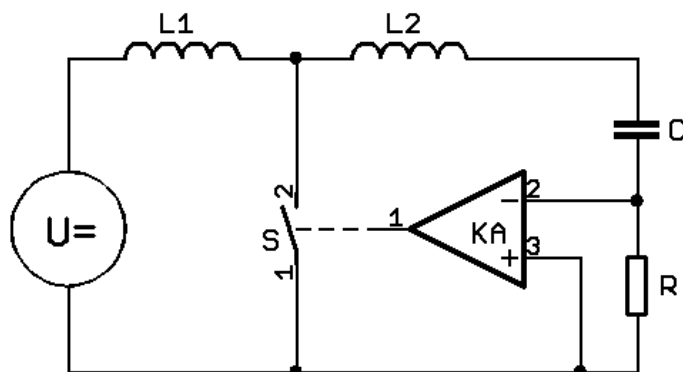
Po úpravě dostaneme podmínku rezonance ve tvaru

$$\omega^2 = 1 / (L \cdot C) \quad (7)$$

Vzhledem k tomu, že v rezonanci se napětí U_L a U_C vzájemně ruší, jeví se LC obvod pouze jako činná zátěž.

Základní zapojení rezonančního měniče

Nyní jsme již dostatečně teoreticky vybaveni na to, abychom mohli zkonstruovat rezonanční měnič. Jestliže provedeme syntézu obou předchozích zapojení, dostaneme požadovaný měnič.

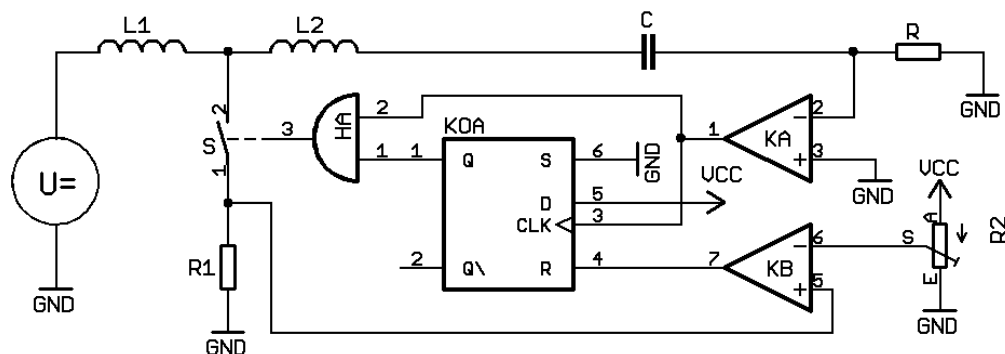


Obr. 3. Rezonanční měnič

Nyní si funkci obvodu na obr. 3 zjednodušeně popíšeme. Předpokládejme, že spínač S je rozepnut. Na invertujícím vstupu (-) komparátoru KA je kladné vzrůstající napětí, protože se kondenzátor C nabíjí ze zdroje U. Po nabití kondenzátoru na maximální napětí se směr proudu v obvodu otočí a komparátor sepne spínač S, kterým nyní teče proud jednak ze zdroje, jednak z kondenzátoru. Po vybití kondenzátoru C se polarita proudu v obvodu opět obrátí a děj se opakuje. Tento popis je poněkud zjednodušený: ve skutečnosti svou roli hrají i indukčnosti, v nichž se průtokem proudu, který není konstantní, indukuje napětí. V důsledku toho se kondenzátor nabíjí na vyšší napětí než je napětí zdroje a místo k „vybití“ dojde k nabití na opačnou polaritu.

Rezonanční měnič s proudovým omezením

Zapojení na obr. 3 má nevýhodu v tom, že spínač S není chráněn proti proudovému přetížení. Na obr. 4 najdete zapojení, které tento nedostatek odstraňuje.



Obr. 4. Rezonanční měnič s proudovou pojistkou

Tento obvod funguje následovně: Výstup komparátoru KA je přiveden také na hodinový vstup klopného obvodu KOA. Jakmile se na výstupu komparátoru KA objeví kladná hrana napětí, výstup Q klopného obvodu přejde do úrovně H, na obou vstupech součinnového hradla HA jsou úrovně H a sepne se spínač S. Pokud napětí na neinvertujícím vstupu (+) komparátoru KB přesáhne napětí na jezdcí trimru R2, klopný obvod KOB se zresetuje, na jeho výstupu Q se objeví úroveň L a spínač S se rozepne. Při vhodném nastavení parametrů obvodu dojde k tomu, že po vypnutí spínače S proud z teče z kondenzátoru zpět do zdroje.