

# Pulse Source 0-60V / 25A

**Lukáš Botek**

Secondary School (4), SŠPHZ Kollárova 617, Uherské Hradiště

E-mail: boteklukas@seznam.cz

Supervised by: Bohumír Brhel

E-mail: brhel@sspzhz-uh.cz

**Abstract:** The purpose of this project is to design a Push-Pull converter, which has great power and great efficiency in a small size and low weight. The converter uses Chip SG3525 to control the pulse width. This circuit changes the width of pulses depending on the output voltage of the supply.

**Keywords:** Push-Pull Converter, switch power supply circuit

## 1. ÚVOD

Impulsní zdroje mají oproti klasickým zdrojům mnoho výhod např.: nízká hmotnost, velká účinnost, malé rozměry, velký rozsah vstupního napětí a možnost nastavení výstupního napětí/proudu bez velkého snížení účinnosti. Tento typ zdroje se objevil s příchodem výkonných spínacích tranzistorů, většinou typu MOSFET a IGBT. Tyto tranzistory neslouží jako spojitý regulátor, ale nachází se jen ve stavech sepnuto nebo rozepnuto. Výstupní napětí/proud je stabilizován a regulován pomocí pulsně šířkové modulace (poměr času  $t_{on} / T$ , tzv. PWM).

Práce se zabývá návrhem spínaného zdroje, u kterého rozlišujeme tři základní topologie: blokující jednočinný zdroj, jednočinný propustný zdroj a dvojitý zdroj. Pro svou práci jsem si vybral topologii dvojitý zdroj v zapojení Push-Pull (obr. 1).

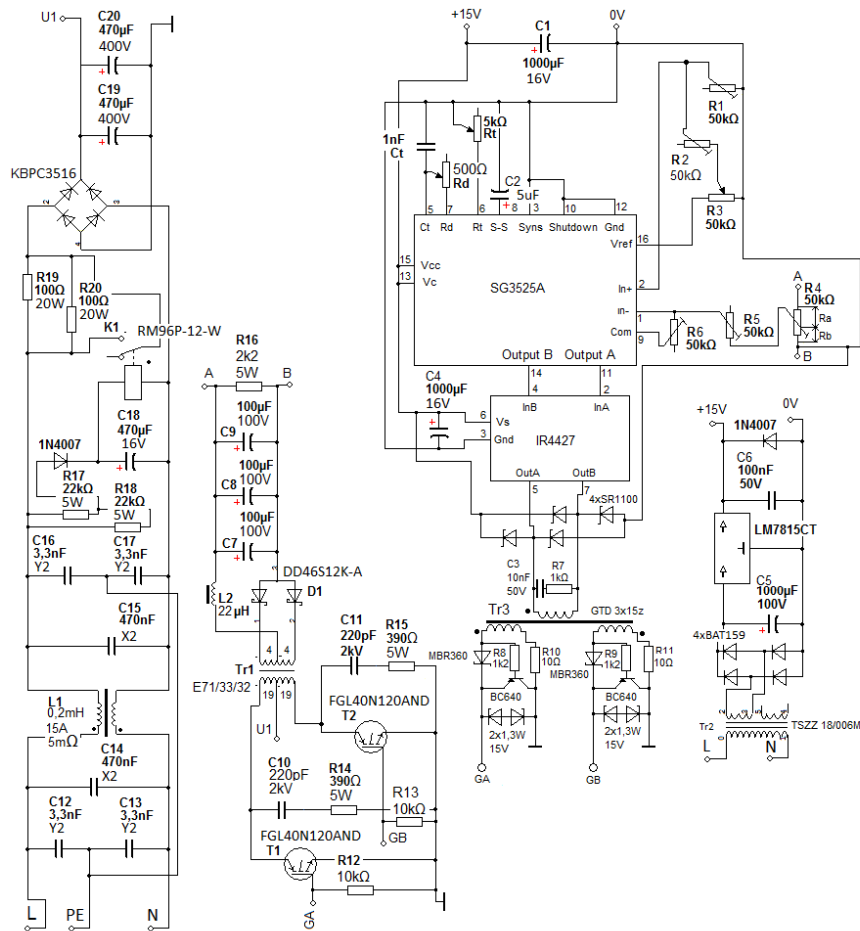
## 2. ROZBOR A REALIZACE

Výhodou zvoleného zapojení je: účinnost přes 80 %, možnost přenášení velkých výkonů, pracovní frekvence je omezena jen použitými polovodičovými součástkami, materiálem jádra transformátoru a tlumivky. Nevýhodou je složitější vinutí impulsního transformátoru a to, že tranzistory jsou namáhány 200 % napájecího napětí.

Pro řízení zdroje je použito IO SG3525 (obr. 1), z důvodu malé proudové zatížitelnosti  $Output_A$  a  $Output_B$  (SG3525, s 3 a IR4427, s 1) je použito IO IR4427. Z důvodu galvanického oddělení zdroje od sítě je použit GTD (oddělovací transformátor), který je navinut trifilárně na hrníčkovém jádře P36/22. Všechna tři vinutí mají 15z a jsou navinuta lakovaným drátem 0,3 mm. Frekvence zdroje a deadtime jsou nastaveny na 100 kHz a 1  $\mu$ s pomocí  $C_t$ ,  $R_t$  a  $R_d$  (SG3525, s 6).

Silová část zdroje je tvořena síťovým filtrem, který pohlcuje rušení šířící se ze zdroje do sítě. Dále z důvodu omezení proudového nárazu při zapnutí zdroje jsou za filtrem zařazeny paralelně dva rezistory  $R_{21}$  a  $R_{22}$ , které jsou po chvíli vyzkratovány kontaktem relé K1 (obr. 1). Tranzistory jsou chráněny proti napětovým překmitům a  $dU/dt$  články RC (Brejcha, s 22). Napětové překmity vznikají rozptylovou indukčností mezi primárními vinutími.

Zpětná vazba je zapojena jako rozdílový zesilovač (obr. 1), jehož zesílení je nastaveno trimry:  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_5$  a  $R_6$ . Pro správnou funkci rozdílového zesilovače musí být splněna podmínka:  $R_1 \times R_2 = R_6 \times R_5$ . Zesílení rozdílového zesilovače je za předpokladu, že  $R_5 = R_2$  a  $R_1 = R_6$  dáno vztahem  $A_u = U_{out}/V_{ref} = R_2/R_1[-]$ . Dělicí poměr ( $D_p$ ) nastavený trimrem  $R_4$  udává maximální výstupní napětí zdroje a je dán  $D_p = U_{out}/V_{ref} = R_a/R_b[-]$  (obr. 1). Potenciometrem  $R_3$  se provádí samotná regulace výstupního napětí.



Obrázek 1: Zapojení spínaného zdroje

## 2.1. Výpočet transformátoru Tr1 a tlumivky L2

Transformační poměr

$$p = \left( \frac{U_{in\_min}}{U_{out} + 2 \times U_F} \right) \times 0,95 = 4,64[-]$$

kde:  $U_F = 0,7 \text{ V}$  (diode forward voltage),  $U_{in\_min} = 300 \text{ V}$ ,  $U_{in\_max} = 400 \text{ V}$

Počet primárních závitů

$$N_1 = \frac{U_d \times s}{f \times \Delta B \times S_{st}} = 18,7 \cong 19[z]$$

kde:  $s = 0,4[-]$  (střída měniče),  $U_d = 230/0,7 = 328,6[V]$ ,  $\Delta B = 0,1[T]$  (indukce v jádře),  $S_{st} = 7,04 \times 10^{-4}[m^2]$  (plocha středního sloupce jádra) (E71/33/32, s 2, 3)

Počet sekundárních závitů

$$N_2 = N_2/p = 4,1 \cong 4[z]$$

Tlumivka

$$L_2 = \left( \frac{1}{2 \times f} \right) \times (U'_{in\_max} - U_{out}) \times \left( \frac{U_{out} + 2 \times U_F}{U'_{in\_max} + 2 \times U_F} \right) \times \left( \frac{1}{0,4 \times I_{out}} \right) = 15,6[\mu H]$$

kde:  $U'_{in\_max} = U_{in\_max}/p - 2 \times U_F = 123,5[V]$ ,  $I_{out} = 25[A]$  (výstupní proud),  $U_{out} = 60[V]$  (výstupní napětí)

Maximální přenášení výkon Tr1

$$P_{\xi} = S_{\text{okna}} \times S_{\text{st}} \times k \times J_s \times f \times \Delta B \times \sqrt{s} = 1782,8[\text{W}]$$

kde:  $S_{\text{okna}} = 5,72 \times 10^{-4}[\text{m}^2]$  (plocha okna jádra),  $k = 0,1[-]$  (činitel plnění okna),  
 $J_s = 7000000[\text{A}/\text{m}^2]$  (střední proudová hustota)

## 2.2. Konstrukce Tr1 a L2

Vzhledem k vysokému pracovnímu kmitočtu se bude výrazně projevovat skin efekt. Proto je primární vinutí navinuto 15 lakovanými dráty 0,3 mm a sekundární vinutí je navinuto 30 lakovanými dráty 0,6 mm. Tlumivka L2 byla zakoupena na < <http://www.tme.eu/cz/> > (DTMSS-27/0.022/30V) a její parametry jsou 22  $\mu\text{H}$  a 30 A.

## 3. ZÁVĚR

Pro odstranění překmitu jsem použil kombinaci RCD místo RC členu, ale k jeho odstranění nebo částečnému snížení nedošlo. V současné době pracuji na převinutí Tr1 měděnou pásovinou pro snížení rozptylové indukčnosti mezi oběma primárními vinutími. Dále plánuji dokončit nastavení ochranných obvodů.



**Obrázek 2:** Hotový impulsní transformátor

## PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat Ing. Bohumíru Brhelovi za cenné rady a pomoc při realizaci zařízení.

## LITERATURA

- [1] VACULÍK, Josef, BC, Svářečka pro obloukové svařování se spínaným zdrojem [online]. Brno, 23. 5. 2011 [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: [https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/4966/Josef\\_Vaculik\\_DP.pdf?sequence=2](https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/4966/Josef_Vaculik_DP.pdf?sequence=2)
- [2] BREJCHA, Michal. Návrh číslicově řízeného regulátoru osvětlení s tranzistorem IGBT [online]. Brno [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/soutez/brejcha.pdf>
- [3] SG3525 [online]. [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: [http://www.onsemi.com/pub\\_link/Collateral/SG3525A-D.PDF](http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/SG3525A-D.PDF)
- [4] IR4427 [online]. [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://www.irf.com/product-info/datasheets/data/ir4426.pdf>
- [5] SCHMIDT-WALTER, Heinz, Dr a Holger WENZEL. [online]. [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: [http://schmidt-walter.eit.h-da.de/smps\\_e/vgw\\_hilfe\\_e.html](http://schmidt-walter.eit.h-da.de/smps_e/vgw_hilfe_e.html)
- [6] E71/33/32[online]. [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://www.farnell.com/datasheets/1595812.pdf>
- [7] [online]. [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://danyk.cz/zdroje.html>