

# SWITCHED RESONANT POWER SUPPLY

**Stanislav Štaud**

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xstaud02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Tomáš Kratochvíl, František Petřů

E-mail: kratot@feec.vutbr.cz, petru-elen@iol.cz

**Abstract:** The project deals with design and development of switched resonant power supply in full bridge configuration and the same with regulated output voltage from (0 to 60) V and output current up to 30 A. Paper contains block diagram of the proposed switched resonant power supply.

**Keywords:** hard-switching, resonant converter, soft-switching, zero current switching, serial resonant circuit

## 1. ÚVOD

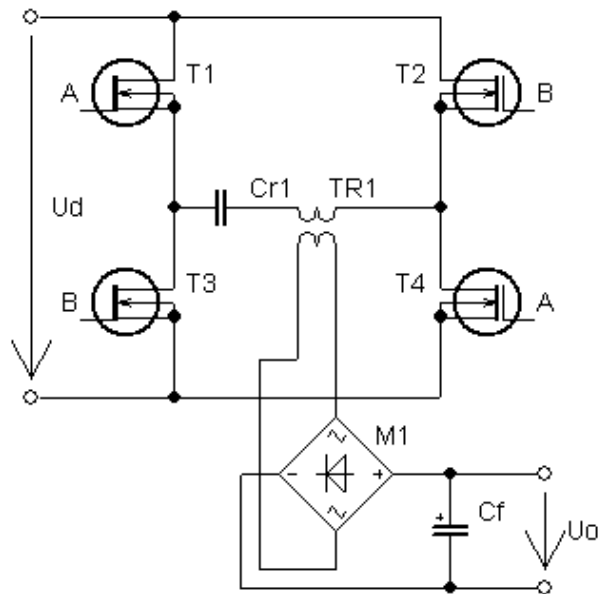
Spínané zdroje dnes najdeme téměř v každém elektronickém zařízení. Oproti zdrojům pracujícím se síťovým kmitočtem jsou jejich výhodami především nízké rozměry, nízká cena a vyšší účinnost. Mezi hlavní nevýhody patří vyšší úroveň rušení a složitější zapojení. Tento článek se zabývá popisem regulovatelného rezonančního měniče v plně můstkovém zapojení. Uvažované vstupní střídavé napětí je v rozsahu (195 – 250) V a síťového kmitočtu 50 Hz. Výstupní stejnosměrné regulovatelné napětí je v rozsahu (0 – 60) V a výstupní proud do 30 A. Návrh zařízení spínaného rezonančního zdroje byl zadán společností Ing. František Petřů – ELEN Brno®.

## 2. ROZBOR PROBLEMATIKY

Spínané zdroje jsou obvody sloužící k regulaci elektrické energie. Spínací prvky těchto zdrojů jsou zatěžovány impulsně, tj. střídavým spínáním a vypínáním. U spínaných zdrojů řízených pomocí pulsně šířkové modulace PWM (Pulse Width Modulation) spínají a vypínají spínače v době, kdy jimi prochází proud. Tento jev se nazývá tzv. „tvrdé spínání“. V době přepínání z vodivého stavu do stavu nevodivého a naopak jsou spínače namáhány velkým přepínacím výkonem. Jedná se o výkon ztrátový a v součtu se ztrátami vodivostními tvoří velkou část z celkových ztrát měniče.

Přepínací ztráty lze velmi účinně potlačit použitím rezonančního měniče. Jedná se o měnič s tzv. „měkkým spínáním“. Použitím rezonančního obvodu je zaručeno, že během spínání a vypínání tranzistorových spínačů měniče jimi nebude procházet proud. Z toho plyne, že i přepínací ztráty budou teoreticky nulové. Proto lze použít vysoký spínací kmitočet aniž by se zhoršila účinnost měniče. Mezi další výhody patří nízké rušení a napěťová tvrdost zdroje. Ta je dána naladěním sériového rezonančního kondenzátoru a celkové rozptylové indukčnosti přepočtené na primární stranu transformátoru do sériové resonance.

Základní schéma zapojení uvažovaného můstkového rezonančního měniče je na Obr. 1 [1]. Jedná se o můstkový propustný měnič jehož topologie je shodná s napěťovým střídačem. Tranzistory měniče spínají s pevnou střídou. Na rozdíl od klasického dvojčinného můstkového měniče není na výstupu zapojena tlumivka [2]. Výstupní kondenzátor se proto nabíjí na špičkovou hodnotu sekundárního napětí. Vlivem pevné střídy spínání a absence výstupní tlumivky nelze regulovat výstupní napětí.

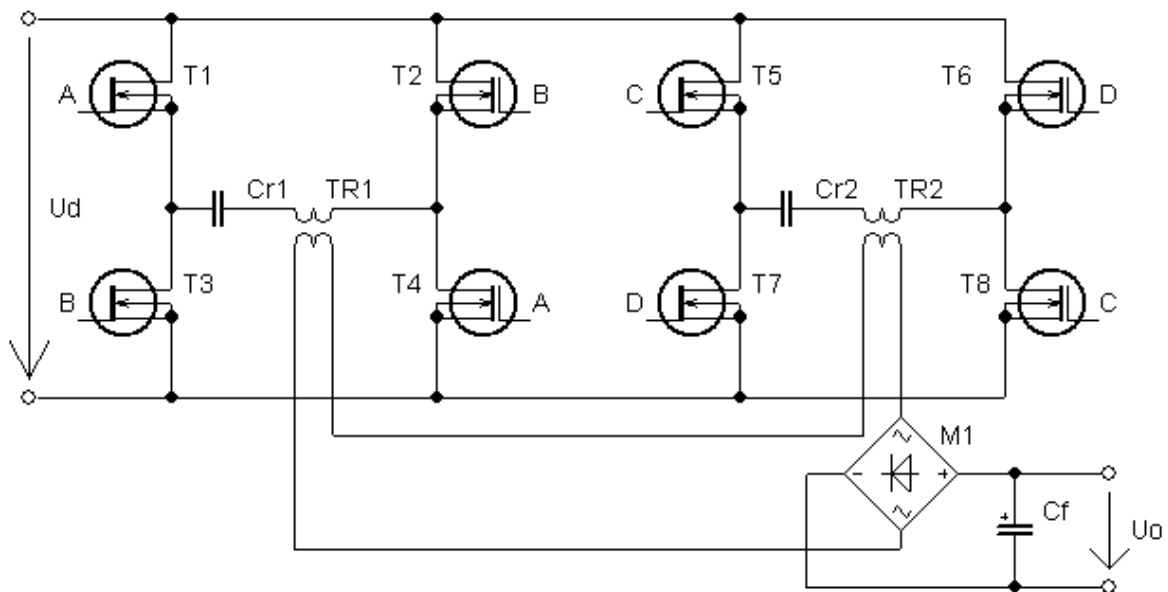


**Obrázek 1:** Základní můstkové zapojení rezonančního měniče [1].

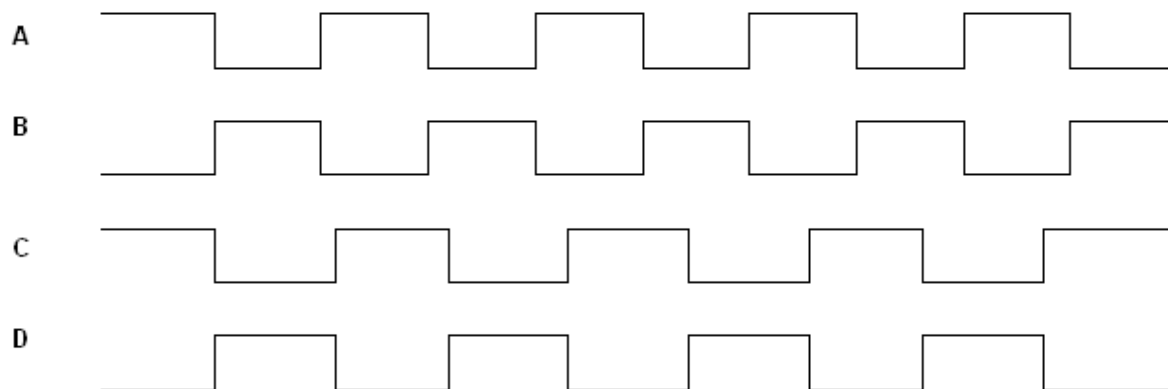
### 3. ŘEŠENÍ REGULACE VÝSTUPNÍHO NAPĚTÍ

Na Obr. 2 je navržené zapojení rezonančního můstkového měniče, který umožňuje regulovat výstupní napětí. Základem měniče jsou dva rezonanční můstkové měniče v základním zapojení. Regulace výstupního napětí je založena na sčítání napětí pomocí sériového spojení sekundárních vinutí transformátorů rezonančních měničů. Pakliže budou napětí na každém ze sekundárních vinutí shodné, lze jejich vzájemným posunem měnit velikost výstupního napětí.

Budicí signály generuje řídicí obvod, který zároveň řídí fázový posun mezi budicími signály tak, aby na výstupu měniče bylo nastavené napětí konstantní při změnách velikosti zátěže nebo změně velikosti napájecího napětí. Změna velikosti výstupního napětí se provádí změnou posunu fáze budících signálů Obr. 3.



**Obrázek 2:** Zapojení měniče s regulací výstupního napětí.



**Obrázek 3:** Časový průběh budících signálů [3]

Budící signály A a B stejně jako C a D jsou vůči sobě komplementární. Řízení výstupního napětí měniče se provádí posunem fáze dvojice budících signálů C a D v jednom můstku vůči dvojici signálů A a B v můstku druhém. Při požadavku na nulové výstupní napětí posune řídicí obvod budící signály tranzistorů v jednom můstku oproti budícím signálům v druhém můstku právě o  $180^\circ$ . Tím dojde k tomu, že výstupní napětí na sekundárních vinutích budou vzájemně v protifázi a odečtou se. Výsledkem tedy bude nulové výstupní střídavé napětí a také nulové stejnosměrné pulsní napětí na výstupu měniče. Nulové výstupní napětí lze nastavit na výstupu měniče jen za splnění podmínky, že napětí na sekundárních obou transformátoru budou zcela shodné.

#### 4. ZÁVĚR

Resonanční měnič v zapojení s regulací výstupního napětí byl navržen a sestaven formou funkčního prototypu v rámci řešení diplomové práce a experimentálním měřením byla ověřena jeho správná činnost. Při vstupním napětí 280V stejnosměrných a výstupním napětí 60V a výstupním proudem 30A byla naměřena účinnost měniče 93 %.

#### PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl ve spolupráci s firmou Ing. František Petrů – ELEN Brno® a dále za podpory výzkumného záměru MSM0021630513 „Elektronické komunikační systémy a technologie nových generací (ELKOM)“.

#### REFERENCE

- [1] VOREL, P., PROCHÁZKA, P. *Řídicí členy v elektrických pohonech*. El. skriptum FEKT VUT Brno. 2009
- [2] FAKTOR, Z. *Transformátory a tlumivky pro spínané napájecí zdroje*. 1. vydání. BEN – technická literatura, Praha, 2002, 248 s. ISBN 80-86056-91-0
- [3] Katalogový list obvodu UCC2895 – [cit. 25. března 2011]. Dostupné na WWW: <http://www.focus.ti.com/lit/ds/symlink/ucc2895.pdf>