

SINGLE-PHASE INVERTER 12V DC/230V AC CONTROLLED BY DSC

Jiří Stejskal

Master Degree Programme (2), FEEC BUT
E-mail: xstejs15@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Bohumil Klíma

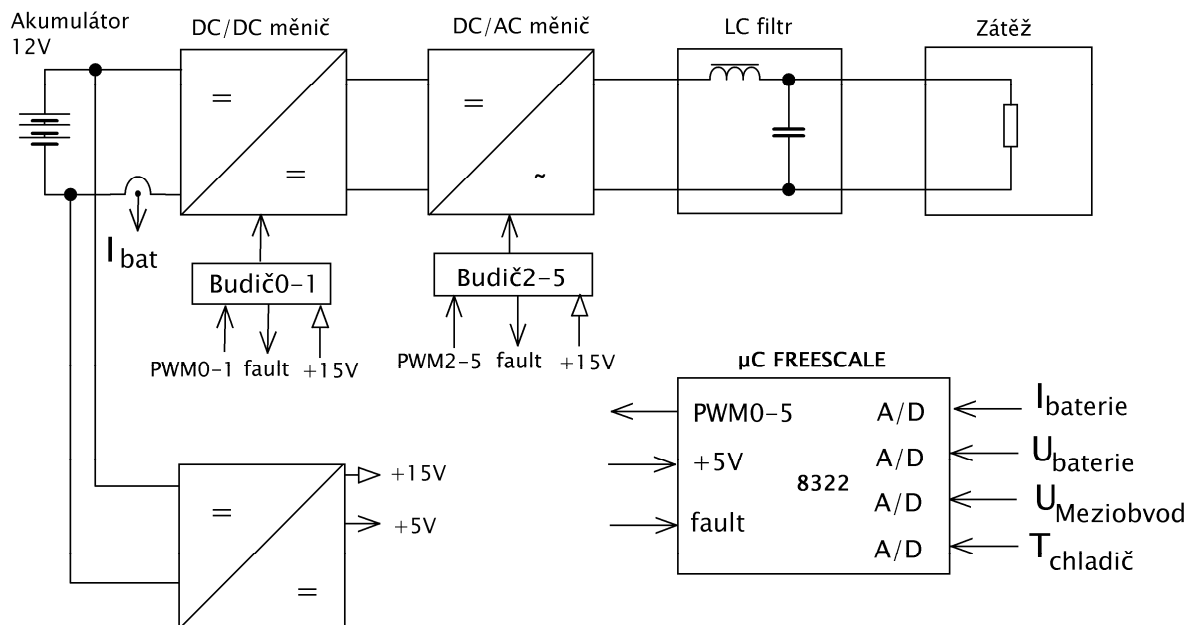
E-mail: klima@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This paper describes particular parts of power inverter such as gate driver, DSC, LC filter, low power supply, DC/DC converter and H-bridge and manner of its control by digital signal controller. Inverter is designated for generating of a mobile artificial electric grid (for example in a car).

1. ÚVOD

Střídač je měnič elektrické energie, který provádí přeměnu stejnosměrné elektrické energie na energii střídavou. V tomto článku je ukázán popis jednotlivých částí střídače, jehož parametry jsou 12V DC/230V AC. Pro řízení byl vybrán mikrokontrolér DSC 56F8322, který slouží k digitální regulaci tohoto měniče.



Obrázek 1: Blokové schéma jednofázového střídače

2. ROZBOR

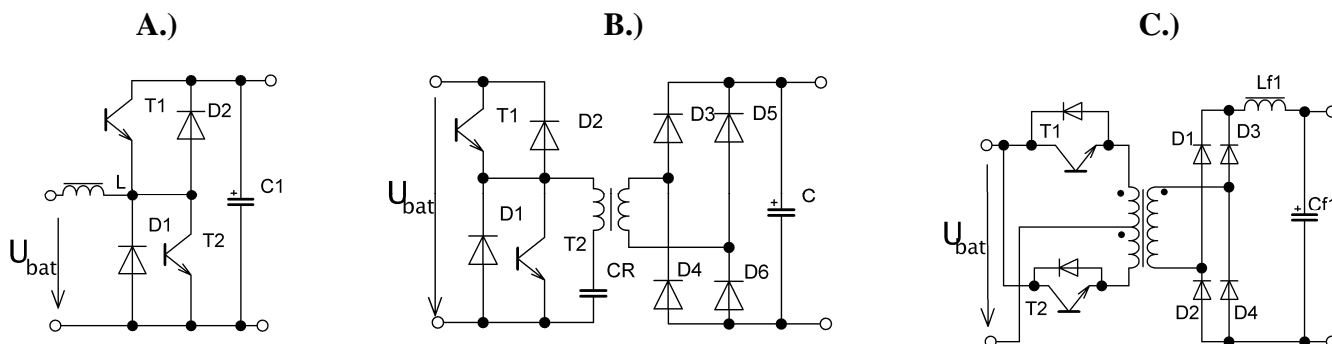
Na obrázku 1. je znázorněno blokové schéma jednofázového střídače 12V DC/230V AC. Kromě zdroje stejnosměrného napětí (předpokládá se akumulátor 12 V) a střídavé zátěže, která je zapojena uživatelem, se jedná o uzavřený systém. V tabulce 1 jsou uvedeny základní parametry střídače. Na základě těchto hodnot jsou dimenzovány polovodičové a vinuté součástky. Převod transformátoru byl zvolen ohledem na možný regulační zásah 1:40.

Vstupní hodnota napětí	$U_d=11\div 14,5V$
Celkový výkon střídače	$S=250VA$
Výstupní hodnota 1. harm. napětí	$U_{1ef}=230V$
Pracovní kmitočet DC/DC měniče	$f_1=100kHz$
Pracovní kmitočet DC/AC měniče	$f_2=100kHz$

Tabulka 1: Parametry měniče

2.1. DC/DC MĚNIČ

Tento blok slouží ke zvýšení malého napětí baterie na stejnosměrné napětí, kterým bude střídačem přeměněno na střídavé napětí 230V / 50Hz. Výběr této části je zásadní pro účinnost celé soustavy popisovaného měniče. Některé možnosti jsou ukázány na obrázku 2. Na obrázku 2A. je zapojení, které neobsahuje transformátor. Výhodou tohoto zapojení je, že toto zapojení umožňuje tok energie oběma směry a dovoluje připojení jalové zátěže. Nevýhodou tohoto zapojení je, že nedovoluje libovolně veliký poměr výstupního a vstupního napětí na kondenzátoru C_1 – maximálně pětinasobek – bez rapidního poklesu účinnosti. Toto zapojení není tedy vhodné pro popisovanou aplikaci. Na obrázku 2B. je ukázáno zapojení rezonančního měniče, který nepotřebuje na výstupu měniče tlumivku. Nevýhodou je, že při tomto zapojení není možné regulovat výstupní napětí na kondenzátoru. U tohoto zapojení je dosaženo velké účinnosti, ale z pohledu digitálního řízení je potenciál DSC při tomto zapojení nevyužit. Obrázek 2C. ukazuje zapojení dvojčinného propustného měniče, u kterého je možné změnou střídy regulovat napětí na kondenzátoru. Nevýhodou je, že pokud střída obou tranzistorů není stejná, může docházet ke stejnosměrnému přesycování transformátoru. Toto je však při digitálním řízení zajištěno s vysokou přesností.



Obrázek 2: Silové zapojení některých DC/DC měničů

2.2. DC/AC MĚNIČ A LC FILTR

V tomto bloku je zapojen klasický čtyřkvadrantový můstek, kdy vhodným spínáním tranzistorů a filtrací výstupního napětí za výstupním LC filtrem je dosaženo sinusového průběhu napětí s vysokou přesností.

2.3. NAPÁJECÍ BLOK A MĚŘENÍ ELEKTRICKÝCH VELIČIN

Slouží k napájení proudových čidel, operačních zesilovačů, budičů a DSC. Aby při změnách vstupního napětí akumulátoru (např. při vybíjení) byla na výstupu zajištěna konstantní hodnota efektivního napětí, je třeba toto napětí měřit a regulovat uzavřenou regulační smyčkou. Regulace je digitální a pro převod zpětnovazebních veličin jsou použity vestavěné A/D převodníky DSC.

2.4. BUDIČE

Slouží k přizpůsobení logických signálů z generátoru PWM na požadovanou úroveň a ke galvanickému oddělení řídicích obvodů od řídicí elektrody tranzistoru. Z důvodu jednoduchosti jsou použity budiče na principu tzv. nábojové pumpy s integrovaným obvodem IR2128S.

2.5. ŘÍDICÍ ČÁST

Pro řízení celé soustavy byl vybrán digitální signálový kontrolér firmy Freescale MC56F8322. Procesor je vybaven 6 výstupy PWM. Tento počet dostačuje pro řízení celého střídače. Dále obsahuje tři dvojice A/D převodníků, které jsou integrovány přímo v DSC. Dalšími vlastnostmi jsou: 60 MIPS výpočetního výkonu a 16bitové 60MHz jádro.

2.6. REGULAČNÍ STRUKTURA STŘÍDAČE

Regulační struktura je tvořena výhradně softwarově pomocí DSC. Z regulačního hlediska není podstatné, že měnič obsahuje transformátor, protože z pohledu dynamických vlastností se chová jako ideální proporcionalní člen. Pro řízení je použita kaskádní regulace napětí s podřízenou proudovou smyčkou, která je velmi výhodná pro regulaci znázorněného střídače z důvodu, že proudová smyčka eliminuje setrvačnost tlumivky L, a tím snižuje řád regulované soustavy o jedničku, z důvodu, že proudový regulátor implementovaný v signálovém procesoru je velmi rychlý a stabilní a při rychlých regulačních dějích platí přímá úměra mezi žádaným proudem I_2 a skutečným proudem I_{sk} tekoucím tlumivkou.

3. ZÁVĚR

V článku jsou popsány jednotlivé funkční bloky střídače 12V DC / 230V AC. Dále je uvedena regulační struktura řízení DC/DC měniče. Tato regulační struktura má za úkol udržovat konstantní hodnotu napětí na kondenzátoru C_{f1} . Výstupní střídavé napětí je docíleno sinusovou modulací stejnosměrného napětí čtyřkvadrantovým můstkem (DC/AC měničem) bez zpětnovazební regulace. Všechny řídicí algoritmy jsou realizovány číslicově v digitálním signálovém kontroléru MC56F8322.

4. LITERATURA

- [1] Klíma B.; Mikroprocesorové řízení elektrických pohonů; El. text FEKT VUT v Brně
- [2] Patočka M.; Vybrané statě z výkonové elektroniky svazek IV; El. text FEKT VUT v Brně