

FOUR-QUADRANT CONVERTER FOR LABORATORY USE

Martin Kvapil

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xkvapi02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Procházka

E-mail: prochazkap@feec.vutbr.cz

Abstract: This thesis deals project and realization of universal transistor converter for power electronics course. For this converter was at the same time designed control circuit and drive circuit.

Keywords: Convertor; Tranzistor; PWM; Control circuit; Drive circuit

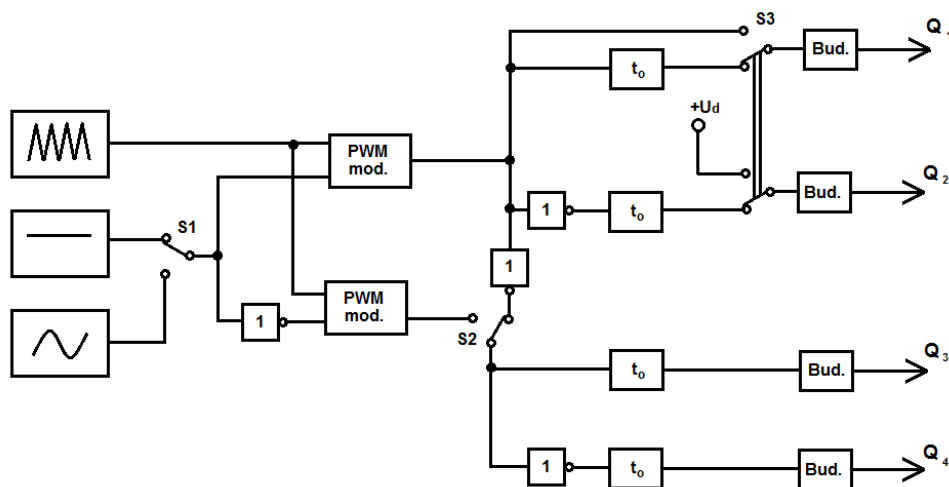
1. ÚVOD

Tranzistorové měniče bez impulzního transformátoru jsou využívány zejména v regulovaných pohonech, ale své místo nacházejí i v napájecích zdrojích. Pochopení této problematiky je tedy velmi žádoucí a z tohoto důvodu se tento projekt zabývá návrhem a konstrukcí univerzálního výkonového měniče s tranzistory MOSFET určeného pro kurz Výkonové elektroniky.

2. POPIS MĚNIČE

V této práci byl kladen co možná největší důraz na jednoduchost a transparentnost celého zapojení. Z tohoto důvodu je celé řízení měniče realizováno analogově s použitím obvodů známých právě z kurzu Výkonové elektroniky. S ohledem použití měniče v laboratořích bylo žádoucí, aby na jednom přípravku bylo možno realizovat několik laboratorních úloh.

Na obrázku 1 je zobrazeno blokové schéma celého přípravku. Z obrázku je patrné, že je možno volit mezi stejnosměrným a střídavým (sinusovým) modulačním signálem. Tato volba je prováděna pomocí přepínače S1. Přípravek tedy může pracovat jako jednofázový střídač (sinusová modulace), či jako čtyřkvadrantový pulzní měnič (stejnosemná modulace). U těchto dvou typů lze volit pomocí přepínače S2 mezi unipolárním a bipolárním spínáním tranzistorů. Dalším typem měniče, který je možno na přípravku realizovat je snižující měnič neboli STEP DOWN.



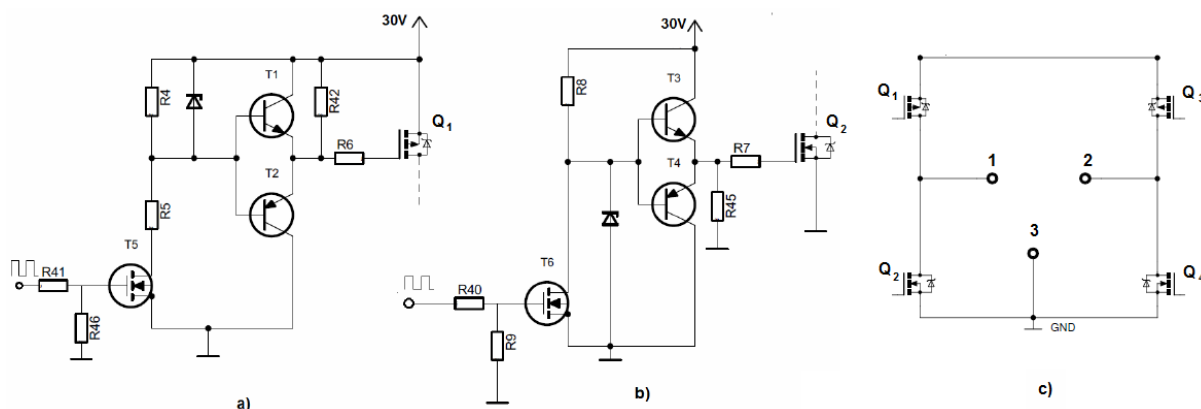
Obrázek 1: Blokové schéma měniče

Na vstupu měniče je pro usměrnění střídavého napájecího napětí šesti pulzní diodový usměrňovač, ten je možno od zbývající části přípravku odpojit a provádět měření pouze na něm. Pomocí propojovacích kabelů je dále možno měnit typ usměrňovače (3-fázový, 1-fázový) a dále pak i celkovou kapacitu filtračních kondenzátorů (1mF, 2mF nebo 3mF). Tím opět vzrostlo využití přípravku pro více měření.

2.1. REALIZACE ZAŘÍZENÍ

Jak již bylo uvedeno výše, celé řízení je provedeno analogově. Pro generátor vysokofrekvenčního pilovitého signálu je využito integrátoru a komparátoru s hystezí, amplituda nosné je $\pm 15V$, frekvenci lze měnit v rozsahu $1 \div 100$ kHz. Jako PWM modulátor je použit obyčejný komparátor LM318, jenž porovnává hodnotu modulačního a nosného signálu. Pro generátor sinusového modulačního signálu je využito Wienova členu ve spojení s operačním zesilovačem. Parametry generátoru lze měnit v rozsahu, amplituda $0 \div 15V$, frekvence $50 \div 100$ Hz. Stejnsměrný modulační signál je odvozován z napětí $-15 \div 15V$, což odpovídá střídě $0 \div 1$.

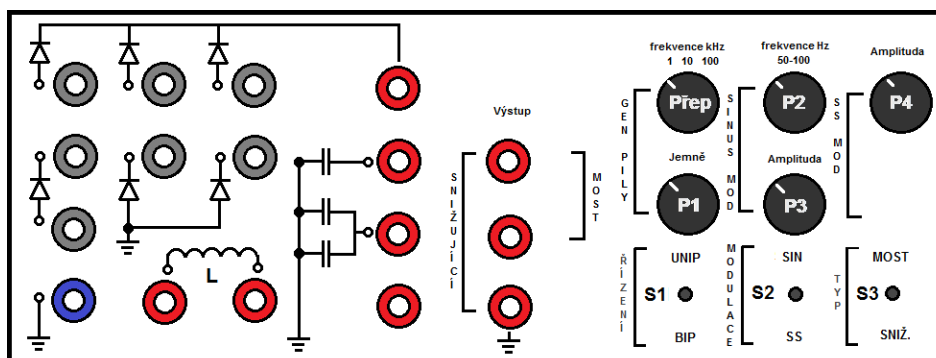
Napětí meziobvodu je s ohledem na bezpečnost pouze 30V. Díky takto nízkému napětí je možno sestavit velmi jednoduchý budič bez nutnosti galvanického oddělení. Na obrázku 2 je uvedeno schéma budiče jak pro horní tak i spodní tranzistor ve větvi. Z obrázku je vidět, že horní tranzistor je s vodivostním kanálem P. To znamená, že emitor výkonového tranzistoru je trvale na kladné napětí sběrnici. Tím pádem je možno tranzistor budít v podstatě pouze děličem napětí. Dvojitý emitorový sledovač slouží jako proudové posílení při zapnutí tranzistoru, kdy hradlem díky jeho kapacitě krátkodobě protéká proud, jenž je omezen pouze odporem báze (gate).



Obrázek 2: Budič a) horní tranzistor, b) spodní tranzistor, c) H-můstek

Přepínání mezi jednotlivými typy měniče a jeho řízením je prováděno pomocí přepínačů S1 až S3. V případě jednofázového střídače popřípadě čtyřkvadrantového pulzního měniče jsou v rytmu PWM spínány všechny tranzistory a zátěž je připojena mezi svorky 1 a 2. Pro případ snižujícího měniče je využit pouze tranzistor Q1, spodní tranzistor 22 je přepínačem S3 trvale vypnut a je využívána pouze jeho substrátová dioda, která plní funkci diody nulové. V tomto režimu je nutno dále přepojit zátěž mezi svorky 1 a 3. Spínání tranzistorů Q3 a Q4 probíhá dále, ovšem vzhledem k tomu, že nespínají žádnou zátěž nezpůsobuje jejich spínání žádný problém.

Na obrázku 3 je zobrazen čelní panel výrobku. Jsou zde vidět zdířky pro připojení zátěže, propojky pro usměrňovač, svorky pro propojení filtračních kondenzátorů, ale i všechny ovládací prvky.



Obrázek 3: Čelní panel výrobku



Obrázek 4: Zhotovený výrobek

3. ZÁVĚR

V této práci byl kladen důraz zejména na jednoduchost ale i na cenu celého zařízení. Na přípravku již proběhla měření, která prokázala naprostou funkčnost celého zařízení. V současnosti se již připravuje výroba přípravků do celé laboratoře.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu práce Ing. Petru Procházce, Ph.D za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé práce.

REFERENCE

- [1] KVAPIL, M. *Čtyřkvadrantový měnič pro laboratorní účely*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013. 27 s. Vedoucí semestrální práce Ing. Petr Procházka, Ph.D..
- [2] PATOČKA, M a VOREL, P. *VYSOKÉ UCENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky. Řídící elektronika: aktivní obvody*. Brno, 2004.