

REFERENČNÝ ZDROJ SIEŤOVÉHO NAPÄTIA

Marián JURÁNI, Master Degree Programme (1)
Dept. of Measurement, FEEIT, SUTBA
E-mail: juranimarian@hotmail.com

Supervised by: Dr. Karol Kováč

ABSTRACT

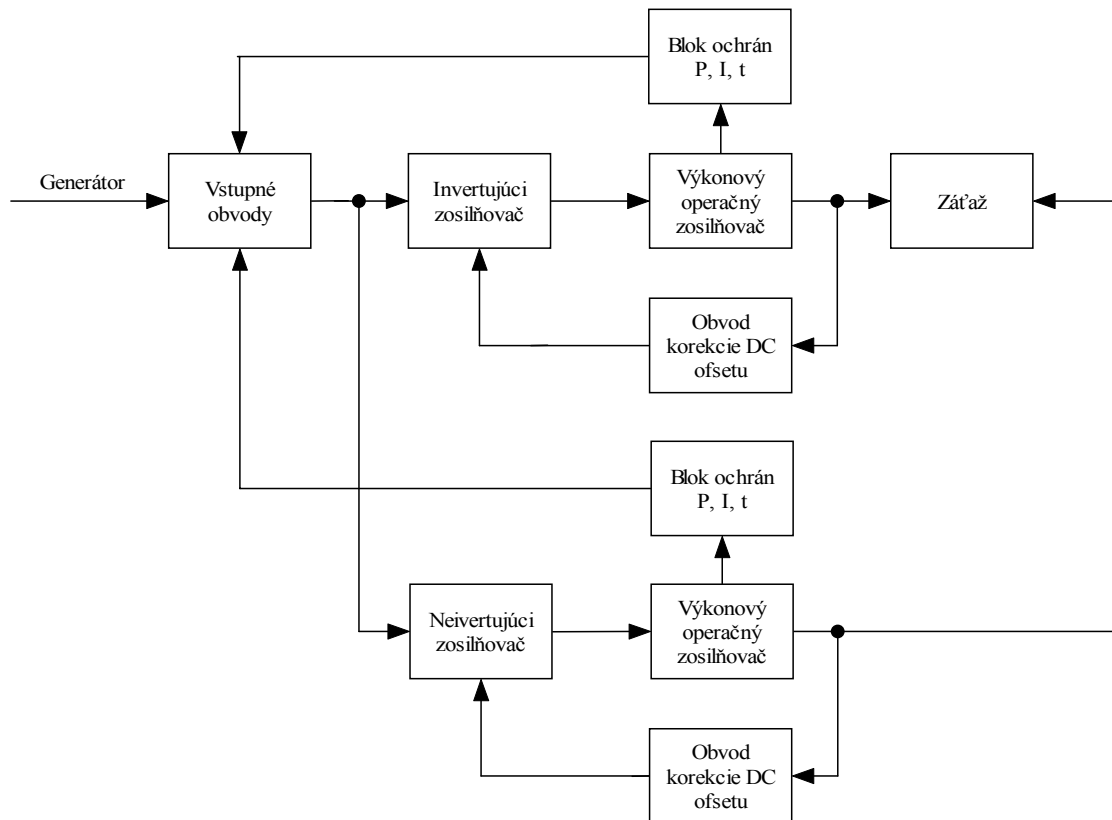
This work solves the application and realization of the line voltage reference source on the base of power operational amplifier. Reference source should be used on measuring purposes at Faculty of Electrical Engineering and Information Technology and must follow terms appointed by European EMC norms for this section.

1 ÚVOD

V skúšobníctve EMC potrebujeme zdroj sieťového napätia s definovanou impedanciou, bez skreslenia resp. s definovaným skreslením, ktorého frekvencia by sa dala meniť v určitom rozsahu. Jedným z riešení je realizácia výkonového operačného zosilňovača na ktorého vstup budeme privádzať signál určitých parametrov získaný z generátora a na výstupe získame zosilnený signál podobných parametrov.

2 REFERENČNÝ ZDROJ SIEŤOVÉHO NAPÄTIA

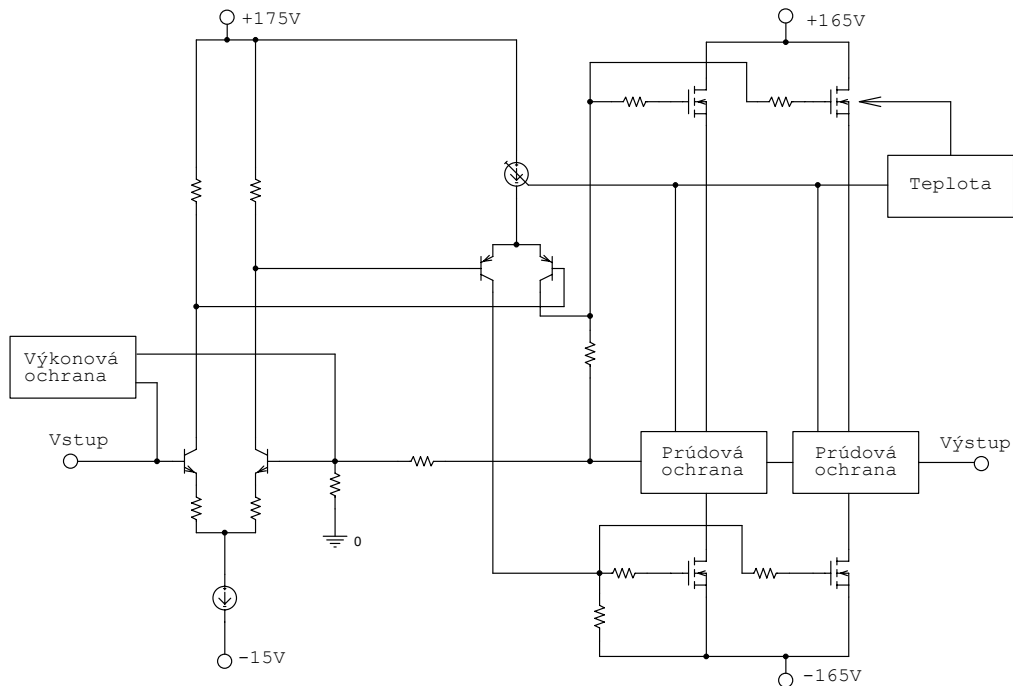
Komerčne predávané sieťové zdroje výkonu rádu kW s požadovanými parametrami výstupného napätia sú mimoriadne drahé zariadenia. S prihliadnutím na ich faktickú nedostupnosť je vyvíjaný referenčný zdroj sieťového napätia, ktorého celková bloková schéma sa nachádza na obrázku 2.1. Popis a vysvetlenie jednotlivých blokov uvedieme v nasledujúcom texte. Na obrázku vidíme, že zdroj sieťového napätia sa skladá z dvoch výkonových operačných zosilňovačov zapojených do mostíka. Týmto zapojením sme schopný zväčšiť napätie dodávané do záťaže, čo by bolo ťažšie realizovateľné pomocou jedného zosilňovača vzhľadom na väčšie nároky na súčiastky koncového stupňa. Invertujúci a neinvertujúci zosilňovač pripravujú signál pre samotný zosilňovač a zabezpečujú funkčnosť celého mostíka. Obvody korekcie DC offsetu zabezpečujú odstránenie prípadného DC offsetu signálu. Sú realizované integrátormi. Blok ochrán P, I, t zabezpečuje výkonovú, prúdovú, teplotnú ochranu. Blok ochrán bude vysvetlený v kapitolách 3 a 5. Popis bloku vstupných obvodov sa nachádza v kapitole 4. Blok výkonového operačného zosilňovača je popísaný v nasledujúcej kapitole. Celkové zosilnenie signálu z generátora je dané súčinom zosilnenia vstupných obvodov, invertujúceho a neinvertujúceho zosilňovača, samotnými výkonovými operačnými zosilňovačmi zapojených v mostíku.



Obr. 2.1 Celková bloková schéma zdroja sieťového napätia

3 VÝKONOVÝ OPERAČNÝ ZOSILŇOVAČ

Schéma výkonového operačného zosilňovača je uvedená na nasledujúcom obrázku.

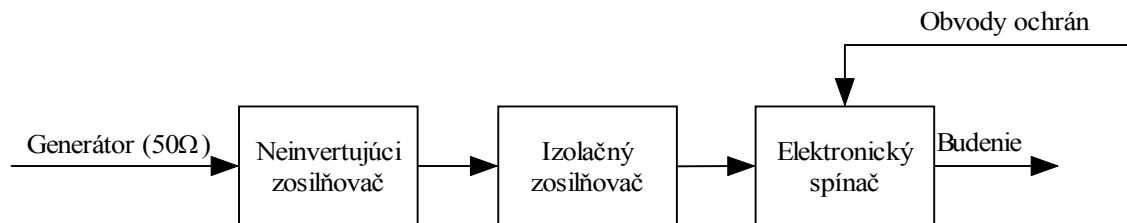


Obr. 3.1 Výkonový operačný zosilňovač

Vstupný signál je privedený do diferenčného zosilňovacieho stupňa. Tento stupeň sa vyznačuje veľkým zosilnením diferenčného signálu, ktorý je pripojený k jeho dvom vstupom. Vstupy sú tvorené bázami dvoch rovnakých tranzistorov. Zosilnenie stupňa je dané odporom zapojenými v kolektoroch obidvoch tranzistorov a tiež prúdom pretekajúcim cez tieto tranzistory. Tieto odpory sú taktiež rovnaké. Výstupný diferenčný signál je odoberaný z kolektorov tranzistorov a slúži ako budenie pre druhý diferenčný stupeň. Zdroj konštantného prúdu je realizovaný bipolárnym tranzistorom v zapojení so spoločným emitorom a prúdovou spätnou väzbou. Na vstupe tranzistora je napäťový delič tvorený zenerovou diodou a odporom. Výstupný konštantný prúd odoberaný z kolektora tranzistora ide ďalej cez prúdové zrkadlo, ktoré slúži ako tepelná stabilizácia, do diferenčného stupňa. Výstupný diferenčný signál z prvého diferenčného stupňa je privedený na vstup druhého diferenčného stupňa, ktorý pracuje na obdobnom princípe ako prvý, len s tým rozdielom, že jeho prúdový zdroj je riadený prúdovou a teplotnou ochranou. Hlavnou úlohou teplotnej ochrany je teplotne stabilizovať pracovný bod. Výkonové unipolárne tranzistory sa v závislosti od rastúcej teploty otvárajú, čo by mohlo posúvať pracovný bod a tým by sa nám menili parametre, čo je neprípustné. Teplota, ktorá je snímaná lineárnym teplotným čidlom na koncovom výkonovom tranzistore priamo ovplyvňuje veľkosť prúdu tečúceho do diferenčného stupňa a tým reguluje aj jeho zosilnenie. Výstupy z tohto diferenčného stupňa slúžia ako budenie pre dve dvojice výkonových unipolárných tranzistorov s N kanálom, ktoré súčasne zabezpečujú dodanie vysokého výkonu do záťaže. Dôležitou úlohou je zabezpečiť hradlovú elektródu proti prepätiam. Na tento účel nám posluží tranzil. Zosilňovač patrí do triedy B, ktorá je význačná tým, že cez koncové tranzistory tečie bez budiaceho signálu veľmi malý pokojový prúd. Ak je koncový stupeň budený, potom každý z koncových tranzistorov vedie prúd len jednej polarita harmonického signálu. Rozkmit výstupného napätia je daný. Na základe toho je pracovný bod týchto tranzistorov volený tak, aby nevznikalo nežiadúce nelineárne skreslenie. Zapojenie prúdovej ochrany je klasické a asi najčastejšie používané v elektronike. Vo výstupných obvodoch unipolárných tranzistorov sú zapojené odpory. Na týchto odporoch vznikne úbytok napätia, ktorý otvorí ďalší bipolárny tranzistor, cez ktorý začne pretekať prúd. Tento tranzistor je zapojený tak, aby odoberal prúd z prúdového zdroja, resp. znižoval dodávaný prúd do druhého diferenčného stupňa. Výsledkom je odmedzenie budenia koncového stupňa. Z výstupu unipolárných tranzistorov je cez delič zavedená spätná väzba do prvého diferenčného stupňa. Hodnotami odporov v deliči je dané celkové zosilnenie výkonového operačného zosilňovača. Spätná väzba taktiež minimalizuje výstupnú impedanciu zosilňovača. V bežnej prevádzke, keď nie je aktívna prúdová ochrana je rozdiel vstupných napätí do diferenčného stupňa minimálny. V momente kedy prúdová ochrana začne zaberat' sa tento rozdiel podstatne zvýši. Toto napätie ďalej spracúva blok výkonovej ochrany, ktorý si popíšeme v kapitole 5.

4 VSTUPNÉ OBVODY

Prioritnou funkciou vstupných obvodov je predpripraviť signál z generátora na samotné zosilnenie, odpojiť budenie na základe informácie získanej z bloku ochrán, zabezpečiť vysoký vstupný odpor zapojenia, galvanicky oddeliť vstup od ostatnej časti obvodu, prípadne korigovať celkové zosilnenie. Jednoduchú blokovú schému znázorňuje obr. 4.1.

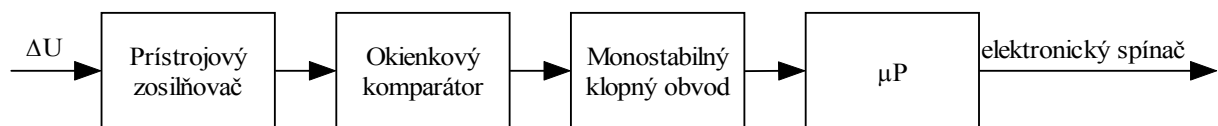


Obr. 4.1 Vstupné obvody

Signál z generátora, ktorého výstupný odpor je 50Ω sa zosilňuje neinvertujúcim zosilňovačom na úroveň vhodnú pre izolačný zosilňovač. Neinvertujúci zosilňovač, ktorý je realizovaný pomocou operačného zosilňovača súčasne zabezpečuje vysoký vstupný odpor celého zariadenia. Izolačný zosilňovač oddeľuje vstupnú časť obvodu od výstupnej. Na jeho realizáciu sme pre jednoduchosť použili integrovaný obvod ISO124 s veľmi malým skreslením signálu. Súčasne aj napájacie napätia vstupnej a výstupnej časti sú oddelené pomocou obvodu DCP012415. Elektronický spínač tvorený unipolárnym tranzistorom s N kanálom odpája budenie na základe informácie získanej z obvodov ochrán (obdĺžnikové impulzy privedené na jeho hradlo).

5 BLOK OCHRÁN P, I, T

Pod blokom ochrán, ktorý je znázornený na obrázku 2.1 rozumieme výkonovú, prúdovú a teplotnú ochranu. Funkciu, ako aj princíp prúdovej a teplotnej ochrany sme si už ozrejmili v kapitole 3, preto si pre úplnosť ozrejmíme ešte funkciu veľmi dôležitej výkonovej ochrany. Vstupom do tejto ochrany je diferenčné napätie odoberané z obidvoch vstupov prvého diferenčného zosilňovača ako sme si popísali na záver kapitoly 3. Bloková schéma výkonovej ochrany sa nachádza na nasledujúcom obrázku.



Obr. 5.1 Výkonová ochrana

Vstupujúce diferenčné napätie sa zosilní pre okienkový komparátor. Tento komparátor má nastavené dve referenčné hodnoty. Vstupujúci signál sa porovná. Ak presiahne referenčnú úroveň, na výstupe získame obdĺžnikové impulzy s rôznou dĺžkou trvania (striedou), z ktorých monostabilný klopný obvod urobí impulzy s konštantnou dĺžkou trvania na ktoré mikropočítač stihne bez problémov zareagovať. Tieto impulzy sú informáciou pre mikropočítač, že má odpojiť budenie vo vstupných obvodoch.

6 POSTUP PRÁCE A DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY

- vytvorenie simulácie
- realizácia zapojenia výkonového operačného zosilňovača pre nižšie napájacie napätia a overenie jeho vlastností
- pridanie ochrán
- návrh dosky plošného spoja, osadenie, oživenie
- realizácia vstupných obvodov a mostíkového zapojenia
- návrh a realizácia potrebných zdrojov napájania
- umiestnenie jednotlivých modulov do skrinky s prihliadnutím na pravidlá EMC
- oživenie zariadenia ako celku, testovanie

Zariadenie sme testovali najprv bez záťaže a potom s ohmickou záťažou. Zatiaľ maximálny dodávaný výkon bol 600W. Pri spektrálnej analýze výstupného signálu sme dosiahli odstup prvej harmonickej od ostatných harmonických 40dB. Úlohou ostáva ešte doriešiť a otestovať ochranu výstupu proti napätovým špičkám, lebo ako sa ukázalo doterajšia ochrana je nedostačujúca. Plánom do budúcnosti zostáva návrh mikropočítačovej jednotky.

7 ZÁVER

Naším realizačným cieľom je po skompletizovaní referenčného sieťového zdroja vytvoriť automatizovaný merací systém na báze programovateľného funkčného generátora a multimetrov pripojiteľných na zbernicu GPIB. Pomocou softvéru na riadiacom počítači budeme schopní nastavovať parametre sieťového napätia ako napríklad skreslenie, frekvenciu, amplitúdu fluktuácie, výpadky a iné. Mikroprocesorová jednotka v referenčnom zdroji sieťového napätia bude tiež pripojiteľná pomocou sériovej linky k riadiacemu počítaču. Mikroprocesorová jednotka bude detekovať teplotu koncových tranzistorov, vyhodnocovať stav ochrán. Dosiahnutím tohto cieľa by sa časť v súčasnosti vykonávaných meraní dostala na vyššiu kvalitatívnu úroveň, pričom by sa nezanedbateľným spôsobom uľahčila činnosť meracieho personálu.

LITERATÚRA

- [1] Jurkovič, K., Zodl, J.: Príručka nízkofrekvenčnej obvodovej techniky, Bratislava, Alfa 1976
- [2] Čermák, J., Jurkovič, K.: Návrh a konstrukce nízkofrekvenčních tranzistorových zesilovačů, Praha, SNTL 1972
- [3] Stengl, J. P., Tihanyi J.: Výkonové tranzistory MOSFET, Praha, BEN 1999
- [4] Beneš, O., Černý, A., Žalud, V.: Tranzistory řízené elektrickým polem, Praha, SNTL 1972
- [5] Dostál, J.: Operační zesilovače, Praha, SNTL 1981