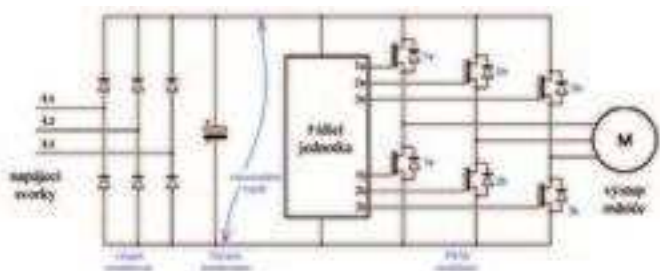


# Údržba řízených pohonů a měření na nich

Tento článek je věnován především pracovníkům, provádějícím údržbu nebo měření na elektrických částech řízených pohonů, měničů, případně UPS.

Jedním z nejrozšířenějších regulátorů střídavých motorů je dnes PWM regulátor, ve kterém polovodičové spínače, většinou triaky nebo dnes IGBT (tranzistory s izolovaným hradlem), jsou řízeny mikroprocesorem ovládaným obvodem tak, aby výstupní napětí bylo konstantní při proměnné šířce impulsů. Tímto napětím je pak napájen motor.

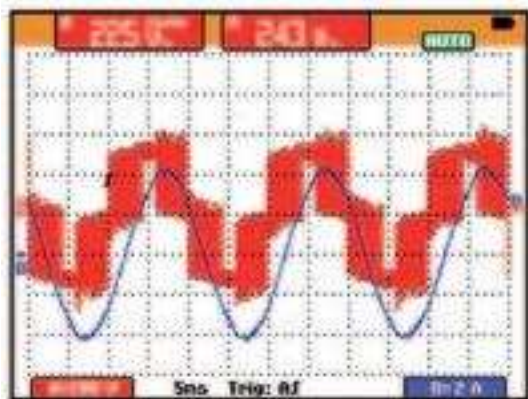


■ Obr. 1 Blokové schéma šířkově modulovaného regulátoru (PWM)

Výstupní napětí je fakticky řada impulsů kladné a záporné polarity s konstantní velikostí s proměnnou šířkou. Tím je vytvářena proměnná střední hodnota napětí během jednoho cyklu. Rozšiřování impulsů zvyšuje velikost průměrného napětí. Jsou-li spínače řízeny tak, že produkují úzké impulsy na začátku a na konci dané periody a širší impulsy ve středu této periody, pak průměrná hodnota výstupního napětí bude přibližně sinusová, s frekvencí opakování odpovídající této periodě. Přestože výstupní napětí vypadá velmi zkrusleně, velká indukčnost motoru, která je jím napájena, protékající proud vyhladí, a ten je pak velmi blízký sinusovce a chod motoru pravidelný. Změnou hodinové frekvence řídicích impulsů spínačů je možno měnit frekvenci takto produkovaného sinusového proudu a tím řídit rychlost otáčení motoru.

Jak je vidět na obr. 2, napětí na vstupních svorkách motoru není sinusové a ještě mění šíři impulsů. Velikost takového napětí nelze v žádném případě měřit běžným způsobem.

Běžný multimetr, i TRMS multimetr, není schopen měřit šířkově modulovaný výstup řízeného regulátoru. Důvodem je, že TRMS multimetr měří tepelný ekvivalent nesinusového šířkově modulovaného napětí přivádě-



■ Obr. 2 Průběh řídicích impulsů spínačů a průběh výstupního napětí regulátoru

ného na svorky motoru. Displej regulátoru přitom zobrazuje efektivní hodnotu napětí základní složky (typicky 30–60 Hz), tedy efektivní hodnotu napětí, které by na výstupu bylo, kdyby motor v dané chvíli byl napájen sinusově. Tuto hodnotu potřebujeme znát pro rychlou kontrolu stavu pohonu. Důvodem rozdílu v naměřené hodnotě je šíře pásma a stínění. Mnoho dnešních multimetrů má širší pásma až 20 KHz i více. Zobrazí proto nejen základní složku, na které běží motor, ale i vysokofrekvenční složky generované regulátorem. Není-li pak ještě multimetr stíněn proti vnikání cizího v rušení do jeho obvodů, vysoká úroveň rušení regulátoru způsobí, že přístroj zobrazuje naprosto chybné hodnoty.

Pokud se vzájemně zkombinuje vliv šíře pásma a stínění, multimetr může dosáhnout chyby 20 až 30 % proti hodnotě zobrazované displejem regulátoru. Pro účely těchto měření a kontrol vyvinula společnost Fluke multimetr Fluke 87V (obr. 3) s novou technologií nízkofrekvenční automaticky nastavitelné zádrže. Přístrojem pak lze snadno provádět běžná měření jak na vstupu regulátoru, tak i napětí na výstupu regulátoru, ale i jeho frekvenci (rychlost otáčení motoru). S použitím vhodného proudového adaptéru s Hallovým senzorem pak i proud.



■ Obr. 3

Na obr. 4 je vidět rozdíl mezi zobrazením regulátoru a měřením multimetrem bez filtru. Tuto hodnotu zobrazí každý běžný multimetr. Obrázek 5 zobrazuje měření se zapnutým filtrem. Obrázek 6 dále ukazuje situaci, kdy se pokoušíme měřit frekvenci běžným přístrojem, například multimetrem s čítačem. Vzhledem k použití šířkově modulace je frekvence neměřitelná. Jak je zřejmé, její velikost zobrazená multimetrem je naprosto odlišná od frekvence základní složky na regulátoru, která určuje otáčky motoru. Na obrázku 7 je pak patrné zapojení filtru na Fluke 87V. Nyní frekvence odpovídá skutečnosti.



■ Obr. 4



■ Obr. 8



■ Obr. 5



■ Obr. 9



■ Obr. 6



■ Obr. 7

Měření na stejnosměrné sběrnici regulátoru je nezbytné pro zjištění jeho správné činnosti. Nemí-li zde napětí správné nebo je-li nestabilní, diody nebo kondenzátory měniče se mohou poškodit. Napětí stejnosměrné sběrnice by mělo být 1,141x větší než je vstupní mezifázové napětí (efektivní hodnota). Znamená to tedy, že pro vstupní napětí 480 V je stejnosměrné napětí 679 V.

Poměrně rozšířeným případem závady u třífázových pohonů je běh na dvě fáze. Tedy ztráta napětí jedné napájecí fáze. Výsledkem této poruchy je větší proud ve dvou zbylých fázích a přehřívání motoru, vedoucí často k jeho úplnému zničení.

Detekovat běh na dvě fáze není jednoduché, protože kromě zvýšení teploty v důsledku větších ztrát motor pracuje zdánlivě normálně.

Měření napětí na svorkách motoru je také zavádějící, protože v důsledku otáčení se ve vinutí, které není ve skutečnosti napájeno (a není tedy ani zatíženo) indukuje napětí blízké napětí za normálního stavu. Nejlepší způsob, jak detekovat tuto závadu, je měření proudu ve všech třech fázích. Na obrázcích 8 a 9 je zobrazeno měření proudu bez a se zapojeným filtrem. K měření byl použit klešťový adaptér s převodem A/mV. Takto jednoduše zjistíme, že jedním z napájecích vodičů neteče žádný proud a jedná se tedy o fázi se závadou.

Po takovémto zjištění může být problém v samotném motoru (přerušené vinutí) nebo v obvodech regulátoru. Abychom toto zjistili, je nezbytné porovnat spínání IGBT spínačů se signály z mikroprocesoru řídicího regulátoru. A zde je ten okamžik, ve kterém vzniká potřeba průmyslového

osciloskopu. Protože zde měříme na místech s různým potenciálem a rozdíl může být až stovky voltů, nelze v žádném případě doporučit běžný osciloskop, a to minimálně ze dvou důvodů. Běžné osciloskopy nemají navzájem izolované vstupy, a protože předem nevíme, jaký je rozdíl potenciálů mezi měřenými body (proto také měříme), hrozí nebezpečí zničení přístroje nebo i regulátoru. Toto nebezpečí hrozí i v případě použití VN oddělovacích členů, které nejsou vesměs konstruovány v kategorii přetížení vyšší než CAT II. Stejný problém hrozí i u většiny bateriových osciloskopů, které deklarují izolované vstupy do 600 V, případně 1 000 V. Po pozorném přečtení štítku však zjistíme, že ani tyto svou ochranou nepřekračují CAT III. Tedy přetížení impulzním napětím vyšším než 1 000 V, které se běžně na obvodech a výstupech regulátorů vyskytuje.

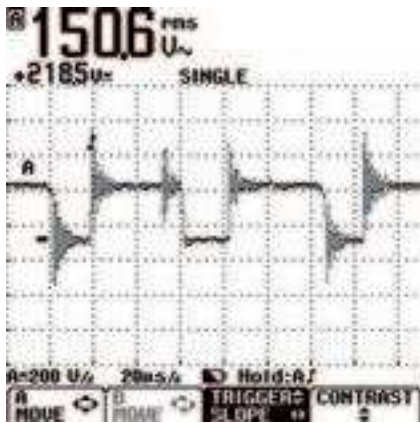
Zde pak připadá v úvahu v současnosti jediný dostupný přístroj, který splňuje vysoké nároky na přepětovou ochranu a izolaci jeho vstupů. Jedná se o některý z řady Scopemetrů rodiny Fluke 190. Máme možnost výběru z dvoukanalových verzí Fluke 19X a nově i čtyřkanalových, řady Fluke 190-X04 (obr. 10). Při použití čtyřkanalového přístroje máme možnost zobrazit všechny tři fáze výstupního napětí a současně i řídicí signál. Snadno tak zkontrolujeme na řízeném pohonu vše potřebné bez nebezpečí, že „sáhneme“ někam, kde je velký rozdíl potenciálu a zničíme některé zařízení.

Při rozhodování o frekvenčním rozsahu Scopometru je dobré ještě mít na mysli jeden jev, který na výstupech řízených pohonů nastává a který se velmi podceňuje. Jsou to odrazy na vedení k motorům, které mohou produkovat vysokonapětěvé špičky o velikosti až jednotky kilovoltů. Tento jev vzniká impedančním nepřízřivostem výstupu regulátoru na impedanci



■ Obr. 10





■ Obr. 11

motoru pro vysokofrekvenční složky. Protože, jak již bylo výše uvedeno, napětí na výstupu regulátoru je impulzní a obsahuje tak vysokou úroveň vysokofrekvenčních složek o frekvencích jednotek až desítek MHz.

Snahou všech výrobců regulátorů je co nejvyšší účinnost. Toho lze dosáhnout co možná nejstrmějšími hranami impulzů výstupního napětí. Jak známo, ty pak obsahují vysokofrekvenční složky. Tyto složky s vysokou frekvencí se pak díky impedančnímu nepřípůsobení odrážejí od konce vedení, interferují a vytvářejí přepětové impulzy. Tyto napěťové špičky mohou snadno poškodit vinutí motoru, nebo snížit jeho izolační vlastnosti. Jak je vidět na obrázku 11, odrazy se projevují zákmity na hranách impulzů výstupního napětí regulátoru. Abychom mohli tyto zákmity identifikovat, je třeba použít osciloskop s dostatečnou šíří pásma, a to vzhledem k jejich možné frekvenci 100 až 200 MHz. To je i důvod proč Fluke svou rodinu Scopemetrů vyrábí pro tento frekvenční rozsah. Vzhledem k možností tohoto textu odkazují čtenáře se zájmem o tuto problematiku ke kontaktu společnosti Blue Panther s.r.o., autorizovaného distributora Fluke, pro další informace o přístrojích, případně školeních z oblasti měření na regulátorech.

Ing. Jaroslav Smetana

**EKO KLIMA A/C s.r.o.**  
KLIMATIZACE PRO VOZIDLA

- Vývoj, projekce, výroba, montáž a servis klimatizací pro dopravní prostředky
- Certifikace ČSN EN ISO 9001:2001
- Certifikace technické způsobilosti dodavatele pro klimatizační jednotky kolejových vozidel
- Certifikace k instalaci, údržbě a servisu zařízení s fluorovanými plyny

- ELEKTRICKÉ LOKOMOTIVY
- ELEKTRICKÉ VOZY
- MOTOROVÉ LOKOMOTIVY
- MOTOROVÉ VOZY
- TRAŤOVÉ STROJE PRO ÚPRAVU A ÚDRŽBU ŽELEZNIČNÍHO SVRŠKU

**EKO KLIMA A/C**, T. N. Kautníka 111, Choceň 565 01  
tel./fax.: +420 465 472 490, +420 776 658 882  
klíma-eko@chocen.cz, ekoklima-ac@ekoklima-ac.cz

[www.klima-eko.cz](http://www.klima-eko.cz)  
[www.ekoklima-ac.cz](http://www.ekoklima-ac.cz)

Neodolali jsme... A Vy?

## C. A. Greentest FTV 100

...ŘEŠENÍ PRO VAŠE MĚŘENÍ

**Tester  
fotovoltaických systémů**

- provádí měření potřebná k výpočtu účinnosti solárních zařízení
- počítá výkon fotovoltaických panelů
- analyzuje elektrické energie
- vypočítá účinnost solárního panelu
- kalkuluje účinnost převodníku
- 5.7" barevný LCD displej

**Kontaktujte nás!**

**Blue Panther s.r.o.**  
Mezi Vodami 29  
143 00 Praha 4-Modřany  
Tel.: 241 762 724-5  
Fax: 241 773 251  
info@blue-panther.cz

**Blue Panther Slovakia, s.r.o.**  
Trnavská 112  
821 01 Bratislava  
Tel./Fax: +421 248 292 215  
www.blue-panther.sk