

CURRENT TRANSFORMERS AND CURRENT SENSORS CONFRONTATION

Jiří Popěk

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xpopěk05@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: David Topolánek

E-mail: xtopol02@stud.feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This work describes and compares properties of current transformers and current sensors.

1. ÚVOD

Rozsah elektrických veličin v elektrizačních soustavách je velmi široký, proto je nutné přizpůsobovat příslušné proudy a napětí standardním hodnotám, které jsou vhodné pro měřicí, jistící a regulační přístroje. Transformace proudů na standardizované hodnoty pak umožňuje navrhovat a hospodárně vyrábět velké série měřících, jistících a regulačních přístrojů. Další důležitou vlastností proudových transformátorů a senzorů je schopnost galvanického oddělení měřených obvodů vysokého napětí od obvodů měřících a jistících, což vede ke zvýšení bezpečnosti obsluhy.

2. ROZBOR

Měřicí transformátory proudu patří zřejmě k nejrozšířenějším převodníkům pro měření velkých střídavých proudů. Jejich nespornou výhodou je galvanické oddělení měřeného a měřícího obvodu. Aby však na svém výstupu poskytovaly signál zpracovatelný s dostatečnou přesností, musela být magnetická vazba mezi primárním a sekundárním vinutím podpořena feromagnetickým jádrem, kvůli kterému provází proudové transformátory po celou svou dlouhou historii řada podstatných nedostatků daných jejich konstrukcí.

Modernějším řešením měření proudu v elektrických soustavách se staly proudové senzory, založené na principu Rogowského cívky. Rogowského cívka je známa již od roku 1912, kdy byla použita k měření magnetických polí. V té době ještě nemohla být použita pro měření proudu, protože výstupní výkon nebyl dostatečný pro měřicí přístroje. Pro měření proudu se Rogowského cívka stala využitelnou po zavedení digitálních přístrojů do sekundárního obvodu.

3. PŘÍSTROJOVÉ TRANSFORMÁTORY PROUDU

Podle typu přístroje, který bude v sekundárním obvodu připojen, se dělí transformátory na měřicí a jistící. Na oba typy se kladou většinou rozdílné požadavky. V některých případech mohou plnit transformátory obě požadované funkce.

Měřicí transformátory proudu se používají ke zvýšení rozsahů měřicích přístrojů, protože v elektrických sítích se běžně vyskytují proudy o velikosti stovek a tisíců ampér. Pro měření je nutné tyto vysoké hodnoty transformovat na hodnoty měřitelné přístroji. Měřicí transformátory musí být přesné především v okolí jmenovité hodnoty. V přechodných stavech není velká přesnost vyžadována.

Jistící transformátory proudu se používají pro napájení ochran, které slouží k ochraně elektrického obvodu. Jistící transformátory musí být přesné při nadproudech a zkratech. Obvykle jsou na ně kladeny velké požadavky na rychlost přenosu, aby se zabránilo poškození chráněného obvodu.

3.1. PRINCIP TRANSFORMÁTORŮ PROUDU

Primární vinutí je zapojeno v sérii s měřeným obvodem. Primární vinutí je obvykle tvořeno jediným závitem. K sekundárnímu vinutí jsou připojeny měřicí a jistící přístroje. Součet impedancí připojených přístrojů nesmí překročit štítkovou hodnotu impedance přístrojového transformátoru. Sekundární vinutí je doplněno zkratovačem, kterým je nutné zkratovat sekundární vinutí v případě nutnosti rozpojení sekundárního obvodu. To je nezbytné, protože sekundární vinutí nesmí být rozpojeno, protéká-li primárním vinutím proud.

3.2. VLASTNOSTI TRANSFORMÁTORŮ PROUDU

Feromagnetické jádro je však příčinou několika negativních vlastností, které je nutné respektovat během používání transformátoru. V běžném provozu se vhodnou konstrukcí dají některé vlastnosti eliminovat, avšak při poruchových stavem může jejich vlivem dojít ke značným nepřesnostem. Nejvýznamnější je nelinearita magnetizační charakteristiky feromagnetických materiálů, které se používají pro výrobu magnetických obvodů transformátorů. Pro zajištění potřebného rozsahu linearit magnetizační charakteristiky je nutné dostatečně dimenzovat průřez magnetického obvodu proudového transformátoru. Tím však značně rostou jeho rozměry a hmotnost.

4. PROUDOVÉ SENZORY

Proudové senzory jsou založeny na principu Rogowského cívky, která je známa již dlouhou dobu, ale uplatnila se až zavedením digitálních přístrojů do sekundárních obvodů, díky kterým je možné využít její výhodné vlastnosti. Tyto nové senzory zužitkují výhody moderních sekundárních zařízení lépe než klasické přístrojové transformátory. Digitální ochrany potřebují pouze informace týkající se primárního proudu a napětí a mají nezbytné informace ke zpracování měřených dat.

4.1. PRINCIP PROUDOVÝCH SENZORŮ

Proudové senzory jsou založeny na principu Rogowského cívky. Rogowského cívka je speciálně vinutá cívka na nemagnetickém jádře, která je umístěna okolo vodiče, kterým protéká měřený proud. Výstupní napětí je úměrné derivaci okamžité hodnoty měřeného

proudu. Výsledný neintegrováný signál je odlišný od průběhu měřeného proudu, avšak integrací tohoto signálu získáme přesný časový průběh měřeného proudu.

4.2. VLASTNOSTI PROUDOVÝCH SENZORŮ

Proudové senzory mají velmi široký rozsah proudů, které jsou schopny změřit. V současnosti jsou k dispozici senzory s rozsahy od 30A do 100kA. Maximální hodnota proudového rozsahu je ovlivněna frekvencí a amplitudou měřeného proudu. Nejnižší a nevyšší hodnota závisí především na použité měřicí technice.

Díky absenci magnetického jádra je zaručena linearita měření v celém proudovém rozsahu. Chyba proudového senzoru je v celém rozsahu lineární a je způsobena reaktancí vinutí, výrobními odchylkami ve vinutí a průřezu jádra a také velikostí zesílení integrátoru.

5. POROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ

Vlastnost	Transformátory proudu	Proudové senzory
Výstupní signál	1A/5A	(0,01-100)mV/A
Zátěž sek. Obvodu	1-50VA	>4MΩ
Přesnost	Měření: 0,2-1 %	S korekčním činitelem do 1%
	Jištění: 5%,10%	
Dynamický rozsah	40*In	Teoreticky neomezený
Linearita rozsahu	Lineární ve jmenovitém rozsahu	Lineární v celém rozsahu
Saturace jádra	Způsobuje zkreslení signálu	Neexistuje
Rozpojení sek. obvodu	Způsobuje indukovaní nebezpečného napětí	Nemá vliv na bezpečnost

6. ZÁVĚR

Princip proudového senzoru se neliší od transformátoru, vazba mezi měřeným a měřicím obvodem zůstává stále induktivní. Zásadně se však liší vlastnosti obou převodníků. Díky absenci magnetického jádra nemá proudový senzor žádnou z nevýhod proudových transformátorů. Protože proudové senzory nemají magnetické jádro, které by mohlo být nasyceno, zůstává měřicí rozsah lineární pro libovolně velké proudy. Rozměry proudového senzoru jsou několikanásobně menší než rozměry odpovídajícího proudového transformátoru. Také hmotnosti obou převodníků jsou nesrovnatelné.

LITERATURA

- [1] Kůs, J.. *www.elektrika.cz* [online]. c1998-2009, 23.7.2003 [cit. 2009-11-11]. Dostupný z WWW: <<http://elektrika.cz/data/clanky/tempow030723>>.
- [2] SHEPARD, D. E., YAUCH, D. W. *An Overview of Rogowski Coil Current Sensing-Technology*. <http://www.dynamp.com> [online]. September 2009 [cit. 2009-11-30].