

Vlastní spotřeba Cu vedení při 5A

	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m
2,5 mm ²	0,36	0,71	1,07	1,43	1,78	2,14	2,50	2,86	3,21	3,57
4 mm ²	0,22	0,45	0,67	0,89	1,12	1,34	1,56	1,79	2,01	2,24
6 mm ²	0,15	0,30	0,45	0,60	0,74	0,89	1,04	1,19	1,34	1,49
10 mm ²	0,09	0,18	0,27	0,36	0,44	0,54	0,63	0,71	0,80	0,89

Vlastní spotřeba Cu vedení při 1A

	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m
1 mm ²	0,36	0,71	1,07	1,43	1,78	2,14	2,50	2,86	3,21	3,57
2,5 mm ²	0,14	0,29	0,43	0,57	0,72	0,86	1,00	1,14	1,29	1,43
4 mm ²	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,71	0,80	0,89
6 mm ²	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30	0,36	0,42	0,48	0,54	0,60
10 mm ²	0,04	0,07	0,11	0,14	0,18	0,21	0,25	0,29	0,32	0,36

Délkou vedení se myslí k trafu a nazpět! takže dvakrát hodnota z tabulky

Třídy přesnosti transformátorů proudu												
Třída	Chyba proudu [+/- %] při % In						Chyba úhlu [+/- minut] při % In					
	1%	5%	20%	50%	100%	120%	1%	5%	20%	50%	100%	120%
Měřicí transformátor												
0,1	-	0,4	0,20	-	0,10	0,10	-	15	8	-	5	5
0,2S	0,75	0,35	0,20	-	0,20	0,20	30	15	10	-	10	10
0,2	-	0,75	0,35	-	0,20	0,20	-	30	15	-	10	10
0,5S	1,50	0,75	0,50	-	0,50	0,50	90	45	30	-	30	30
0,5	-	1,50	0,75	-	0,50	0,50	-	90	45	-	30	30
1	-	3,00	1,50	-	1,00	1,00	-	180	90	-	60	60
3	-	-	-	3,00	3,00	3,00	-	-	-	120	120	120
5	-	-	-	5,00	-	5,00	-	-	-	-	-	-
Jistící transformátor												
5P(n)	-	3,00	1,50	-	1,00	1,00	-	180	90	-	60	60
10P(n)	-	-	-	3,00	3,00	3,00	-	-	-	120	120	120

Třídy přesnosti

Podle dovolených chyb se přístrojové transformátory proudu zařazují do těchto tříd přesnosti:

Měřicí transformátory:

0,1 - přesná laboratorní měření

0,2 - laboratorní měření

0,2S - laboratorní měření (rozšířený proudový rozsah - od 1% jmenovitého proudu)

0,5 - měření spotřeby elektrické energie

0,5S - měření spotřeby elektrické energie (rozšířený proudový rozsah - od 1% jmenovitého proudu)

1 - podružné měření

3 - orientační kontrolní měření

Jistící transformátory:

5P

10P

eximus[®] cs S.R.O.

IČO: 25322311, DIČ: CZ25322311, www.eximus.cz, eximus@eximus.cz

Čapkova 22

678 01 Blansko

Česká republika

Tel.: +420 - 516 432 999

+420 - 516 432 680

+420 - 516 433 701

Fax: +420 - 516 432 999

Násuvný transformátor proudu s více průvleky primárního vodiče

V případě měření menších proudů (cca do 100 A) lze dosáhnout úspory použitím násuvného provedení transformátoru proudu s vhodně zvoleným několikanásobně vyšším jmenovitým primárním proudem, oproti závitovému provedení. Primární vodič se v tom případě provleče několikrát vnitřním otvorem násuvného transformátoru. Tímto způsobem lze přizpůsobit daný transformátor proudu různým (menším) primárním proudům.

Příklad:

Provlečeme-li násuvným transformátorem jmenovitého převodu 200/5 A čtyři závity primárního vodiče, můžeme měřit primární proud $200\text{ A} / 4\text{ závity} = 50\text{ A}$

*(samozřejmě **stále platí** jmenovitý výkon a třída přesnosti uvedená na štítku násuvného transformátoru).*

Bezpečnostní upozornění

Je velmi důležité zajistit, aby za provozu nikdy nemohlo dojít k rozpojení sekundárního obvodu transformátoru proudu. V tomto případě by totiž byly na sekundární straně transformátoru produkovány vysokonapěťové špičky (často tisíce voltů), které mohou být životu nebezpečné (pro osoby) a mohly by vést též ke zničení transformátoru a dále může dojít k magnetizaci jádra a tím ke změně vlastností (např. přesnosti) transformátoru.

a) Velikost napětí při rozpojení sekundárním obvodu u transformátoru proudu závisí na průřezu jádra, materiálu jádra a počtu sekundárních závitů. U transformátorů proudu pro menší zátěže a s převodem $< 500 / 5\text{ A}$ jsou napěťové špičky $\leq 200\text{ V}$. U transformátorů proudu s vyšším jmenovitým primárním proudem a sekundárním proudem 1 A, se mohou vyskytnout napěťové špičky i několik kilovoltů. Tyto mohou být vyšší než jsou izolační možnosti závitové izolace a v důsledku toho může dojít k průrazu izolace a mezizávitovému zkratu a tím k poškození transformátoru. Ovšem tyto extrémní případy se vyskytují velmi zřídka. Vytvořené napěťové špičky představují mnohonásobně větší nebezpečí z důvodu ochrany zdraví při práci (bezpečnost práce).

Obvykle napěťové špičky dosahují hodnot od 10 do 1 000 V AC. Právě napětí větší než 50 V AC je pokládáno za člověku nebezpečné, proto bychom se měli provozování transformátoru proudu s otevřeným sekundárním vinutím z důvodu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci vyvarovat.

b) Magnetizace jádra - při otevřeném sekundárním vinutí způsobí, že při opětovném spojení sekundárního vinutí dojde ke změně přesnosti transformátoru. Zbytkový magnetismus musí být odstraněn prostřednictvím odmagnetování. Toto odmagnetování se jen těžko v reálných provozních podmínkách provádí.

Stručně shrnuto, provoz transformátoru s otevřeným sekundárem vede jen zřídka ke zničení transformátoru. Hlavní důvod proč se toho vyvarovat je mnohonásobně větší možnost nebezpečí pro osoby a vliv na reprodukovatelnost pozdějších měření.

Uzemnění sekundárních svorek

Zemnění sekundárních svorek transformátoru proudu nízkého napětí do $U_m 1,2\text{ kV}$ může odpadnout, pokud transformátor nemá na krytu nějaké velké kovové plochy, kterých by se dalo dotknout.

V případě potřeby zemnění se vždy zemní svorka označená S1 nebo k (starší označení svorky S1).

Doporučení

Montáž a instalaci nízkonapěťových transformátorů proudu smí provádět jen odborně způsobilé proškolené osoby. Musí přitom dodržovat základní elektrotechnická pravidla.

Při dodržení těchto bezpečnostních doporučení nehrozí žádné nebezpečí užitím námi vyráběných transformátorů, pro osoby ani životní prostředí.

Jmenovitý krátkodobý tepelný proud I_{thn}

Efektivní hodnota primárního proudu, kterou transformátor vydrží po dobu 1 s, aniž by došlo k poškození transformátoru.

Pro jinou dobu trvání nadproudu lze přepočítat podle vztahu $I_{th} = I_{thn} / \sqrt{t}$, kde t je doba trvání I_{th} ($t = 0,5 - 5\text{ s}$)

Jmenovitý primární proud

Jmenovitý primární proud musí být volen, tak aby předpokládaný provozovací proud byl v oblasti největší přesnosti měřicího transformátoru proudu, tj. blízko proudu jmenovitému. Přitom je nutné brát v úvahu závislost dovolených chyb na poměru provozovacího proudu a jmenovitého proudu. Každý transformátor typové řady CLA i CLB je dimenzován tak, že je trvale zatížitelný na 120% jmenovité hodnoty primárního proudu.

Lze vyrobit transformátor s rozšířeným proudovým rozsahem 150-200 % jmenovitého primárního proudu. Jmenovité primární proudy jsou voleny z doporučené řady 5-10-12,5-15-20-25-30-40-50-60-75 a jejich desítkové násobky (zvýrazněné hodnoty jsou přednostní) až do 2 500 A.

Jmenovitý sekundární proud

Jmenovitý sekundární proud transformátoru odpovídá požadavkům ČSN 351360, ČSN 351301 a ČSN EN 60044-1. Doporučené hodnoty sekundárního proudu jsou 5A nebo 1A. Pro volbu je rozhodující délka spojovacího vedení (odpor vedení) mezi měřicím transformátorem proudu a měřicím přístrojem (např. elektroměrem, ampérmetrem...) a pokud se jedná o spojení s elektroměrem, v České republice je důležitý požadavek jednotlivých energetických společností viz. odstavec 3.b.

Definice

- Jmenovitý primární proud [I_P]
Hodnota primárního proudu, která je uvedena na štítku transformátoru proudu a na které je založena jeho činnost.
- Jmenovitý sekundární proud [I_S]
Hodnota sekundárního proudu, která je uvedena na štítku transformátoru proudu a na které je založena jeho činnost.
- Jmenovitý převod transformátoru proudu [K_n]
Poměr jmenovitého primárního proudu k jmenovitému sekundárnímu proudu transformátoru.
- Chyba proudu
Chyba, kterou transformátor vnáší do měření proudu a která vyplývá ze skutečnosti, že skutečný převod není roven jmenovitému převodu a vyjadřuje se v procentech.
- Chyba úhlu
Rozdíl fáze mezi fázory primárního a sekundárního proudu a vyjadřuje se v úhlových minutách nebo centiradiánech. Chyba úhlu je kladná, jestliže fázor sekundárního proudu předbíhá fázor primárního proudu.
- Třída přesnosti
Označení přiřazené transformátoru proudu, jehož chyba proudu a úhlu nepřekročí dovolené hodnoty v předepsaných podmínkách.
- Nadproudové číslo (FS)
Poměr jmenovitého primárního nadproudu ke jmenovitému proudu.
Při tomto nadproudu dosáhne chyba proudu při jmenovité zátěži hodnoty větší než je 10%; je uváděna ve formě: FS5 nebo $n < 5$.
- Nadproudový činitel
Poměr jmenovitého primárního nadproudu při dané přesnosti a jmenovitého primárního proudu. Uvádí se u jisticích transformátorů proudu (třída přesnosti 5P a 10P). Je to násobek jmenovitého primárního proudu při kterém nepřekročí chyba proudu při jmenovité zátěži stanovené hodnoty (podle třídy přesnosti 5% nebo 10%). Normalizované hodnoty nadproudových čísel jsou 5-10-15-20-30.
- Jmenovitý krátkodobý tepelný proud [I_{th}]
Efektivní hodnota nejvyššího primárního proudu, který může procházet po dobu 1 sekundy primárním vinutím transformátoru při zkratovaném sekundárním vinutí, aniž se poškodí. U transformátorů typu CLA a CLB je I_{th} vždy minimálně šedesátinásobkem jmenovitého primárního proudu.
- Jmenovitý dynamický proud [I_{dyn}]
Vrcholová hodnota nejvyšší amplitudy primárního proudu, kterou transformátor vydrží bez elektrického nebo mechanického poškození elektrodynamickými silami při zkratovaném sekundárním vinutí.
U transformátorů typu CLA a CLB je I_{dyn} vždy 2,5 násobek I_{th} .
- Jmenovitý trvalý tepelný proud
Hodnota proudu, který může trvale protékat primárním vinutím aniž by došlo k překročení předepsané hodnoty oteplení, když k sekundárnímu vinutí je připojeno jmenovité břemeno.

Jmenovitá zátěž [P_n]

Při volbě jmenovité zátěže transformátoru je vždy nutné vycházet z těchto požadavků:

a) Z reálné spotřeby přístrojů zapojených v sekundárním obvodu transformátoru a ze ztrát v daném vedení (např. mezi měřicím transformátorem a elektroměrem). Každý měřicí transformátor může být zatížen skutečnou zátěží v rozsahu 25-100 % jmenovité zátěže. Měřicí transformátory s třídou přesnosti 0,1- 0,2- 0,2S a jmenovitou zátěží do 15 VA mohou mít rozšířený rozsah zátěže např. 1 VA - 15 VA.

Příklad:

Přibližné spotřeby měřicích, jisticích a regulačních přístrojů:

elektroměr 0,25-1,2 VA

ampérmetr elektromagnetický 0,6-1,5 VA

wattmetr ferodynamický 0,5-5,0 VA

5m (10 m celá smyčka) Cu vodiče průřezu 2,5 mm² 1,8 VA (platí pro 5 A)

5m (10 m celá smyčka) Cu vodiče průřezu 2,5 mm² 0,07 VA (platí pro 1 A)

Z uvedeného příkladu ztrát ve vedení je vidět rozdíl mezi ztrátami při 5 A a 1 A sekundárním výstupu transformátoru. Při stejném průřezu drátu klesne toto přídatné zatížení na 1/25 oproti zatížení při sekundárním proudu 5 A. (Spotřeba jednotlivých přístrojů však zůstává stejná!) Nevýhodou sekundárního vinutí 1 A je ale možnost vzniku nebezpečného napětí na sekundárních svorkách transformátoru, zvláště při vyšších jmenovitých primárních proudech transformátoru.

b) Z podmínek pro připojení elektroměrových rozvaděčů při nepřímém měření spotřeby u jednotlivých energetických společností. Konkrétní aktuální podmínky vždy konzultujte s daným rozvodným závodem:

- **ČEZ** - požaduje měřicí transformátory proudu s třídou přesnosti 0,5S o jmenovité zátěži 5-10 VA (10 VA pokud vzdálenost mezi elektroměrem a měřicím transformátorem přesahuje 5 m a není více než 20 m) se sekundárním proudem 5 A
- **PRE** - požaduje měřicí transformátory proudu s třídou přesnosti 0,5S o jmenovité zátěži 5-10 VA (10 VA pokud vzdálenost mezi elektroměrem a měřicím transformátorem přesahuje 5 m a není více než 20 m) se sekundárním proudem 5 A
- **EON** - požaduje měřicí transformátory proudu s třídou přesnosti 0,5S o jmenovité zátěži min. 10 VA se sekundárním proudem 5 A (platno od 1.4.2011)