

MĚŘICÍ TRANSFORMÁT PROUDU NÍZKÉHO NAPĚTÍ – obecné specifikace trans- formátorů proudu



Charakteristické parametry

Transformátory proudu převádí střídavý proud, obvykle vysoké hodnoty, na úměrně nižší hodnotu, jejíž velikost je dána jejich použitím. Měřicí transformátory proudu (angl. zkratka CT – current transformer) transformují primární proud v proudovém rozsahu od 1 do 120% svého jmenovitého primárního převodu, v různé třídě přesnosti, která je pro danou třídu specifikována.

V konstrukčním provedení sestává tento typ transformátoru z jádra a vinutí, jehož sekundární strana se připojí ke jmenovité zátěži. Transformátor pak funguje s určitým mezním chybovým rozsahem, který je specifikován v normě. Výhodou měřicího transformátoru je, že při překročení měřicího rozsahu dojde k nasycení jádra a tím také k omezení výstupní hodnoty sekundárního proudu. Tato schopnost chrání připojenou zátěž před poškozením v případě, objeví-li se v primárním obvodu proudová špička (vrcholová proudová hodnota) nebo porucha.

Transformátor proudu: přístrojový transformátor, jehož sekundární proud je v podstatě přímo úměrný primárnímu proudu a liší se od něj fázovým úhlem, který při správném směru zapojení je přibližně nulový.

Měřicí transformátor: transformátor proudu určený k napájení indikačních přístrojů, jako například měřicího přístroje, relé apod.

Jisticí transformátor proudu: transformátor proudu určený k napájení ochran (ochranných relé).

Jmenovitý převod (transformátoru): poměr jmenovitého primárního proudu ke jmenovitému sekundárnímu proudu.

Jmenovitý primární proud: hodnota primárního proudu, na které je založena činnost transformátoru a která je uvedena na štítku transformátoru.

Jmenovitý sekundární proud: hodnota sekundárního proudu, na které je založena činnost transformátoru a která je uvedena na štítku transformátoru.

Chyba proudu (angl. current error nebo také ratio error = chyba převodu): chyba způsobená transformátorem proudu, která vyplývá ze skutečnosti, že skutečný převod není roven jmenovitému převodu.

Chyba proudu vyjádřená v procentech je dána vzorcem:

Chyba proudu v procentech = $(K_a \cdot I_s - I_p) \times 100 / I_p$

kde K_a = jmenovitý převod

I_p = skutečný primární proud

I_s = skutečný sekundární proud za předpokladu, že I_p teče za podmínek měření

Nadproudový činitel (angl. Accuracy Limit Factor - ALF): poměr jmenovitého primárního nadproudu při dané přesnosti a jmenovitého primárního proudu.

Fázový posun (angl. Phase displacement): úhlový rozdíl mezi fázory primárního a sekundárního proudu. Směr fázorů je volen tak, aby u dokonalého transformátoru byl roven nule. Fázový posun je kladný v případě, že fázor sekundárního proudu předbíhá fázor primárního proudu. Je vyjádřen v minutách.

Celková chyba (angl. Composite Error): je to efektivní hodnota rozdílu mezi okamžitými hodnotami skutečného primárního proudu a okamžitými hodnotami skutečného sekundárního proudu, násobená jmenovitým převodem. Celková chyba vychází z výsledného omezení harmonického obsahu sekundárního proudu, které, pokud chceme, aby určité typy relé správně fungovaly, musí být definováno.

Třída přesnosti (angl. Accuracy class): označení přiřazené transformátoru proudu, jehož chyba proudu a chyba úhlu nepřekročí dovolené hodnoty při předepsaných podmínkách.

Zátěž (angl. burden): impedance sekundárního obvodu (v ohmech) při daném účinníku.

Jmenovitá zátěž (angl. rated burden): impedance sekundárního obvodu, ze které jsou odvozeny požadavky na přesnost transformátoru. Obvykle je vyjádřena jako zdánlivý výkon (ve VA) při jmenovitém sekundárním proudu a specifikovaném účinníku.

Jmenovitý výstupní výkon (angl. rated output): hodnota zdánlivého výkonu (ve VA, při specifikovaném účinníku), který má transformátor proudu dodávat do sekundárního obvodu, tedy do připojené jmenovité zátěže při jmenovitém sekundárním proudu.



METRA BLANSKO

VALUE IS INSIDE

Nejvyšší napětí pro zařízení (*angl.* Highest system voltage = nejvyšší systémové napětí): nejvyšší efektivní hodnota sdruženého střídavého napětí (tedy napětí mezi fázemi), pro kterou je transformátor konstruován. Do tohoto pojmu nepatří dočasné kolísání napětí způsobené poruchou a náhlým odpojením velkých zátěží.

Jmenovitá izolační hladina (*angl.* rated insulation level): kombinace hodnot napětí (průmyslového kmitočtu a atmosférického impulzu, případně napětí atmosférického impulzu a spínacího impulzu), která charakterizuje izolaci transformátoru z hlediska odolnosti vůči elektrickému namáhání. U transformátorů nízkého napětí je používáno zkušební napětí průmyslového kmitočtu hodnoty 4 kV, přiložené po dobu 1 minuty

Jmenovitý krátkodobý tepelný proud (*angl.* rated short-time thermal current I_{th}): efektivní hodnota primárního proudu, kterou je transformátor schopen snést po určitou jmenovitou dobu v případě zkratu na sekundárním vinutí, aniž by došlo k jeho poškození.

Jmenovitý dynamický proud (*angl.* rated dynamic current I_{dyn}): vrcholová hodnota primárního proudu, který je transformátor proudu schopen snést, aniž by došlo k jeho elektrickému nebo mechanickému poškození výslednými elektromagnetickými silami, přičemž sekundární vinutí je zkratováno.

Jmenovitý trvalý tepelný proud (*angl.* rated continuous thermal current): proud, který smí trvale protékat primárním vinutím v případě, že k sekundárním vinutím jsou připojeny jmenovité zátěže, aniž by došlo k překročení specifikovaných hodnot oteplení transformátoru.

Nadproudové číslo (*angl.* Instrument security factor - FS): poměr jmenovitého primárního nadproudu ke jmenovitému primárnímu proudu. Doba, po kterou primární proud musí být vyšší než jmenovitá hodnota, pro danou celkovou chybu měřicího transformátoru proudu, je rovna nebo vyšší jak 10% a sekundární zátěž je rovna jmenovité zátěži. Čím je toto číslo nižší, tím více je připojený přístroj chráněn proti nadproudu.

Kusová zkouška (*angl.* routine test): zkouška, kterou prochází každý transformátor proudu a kterou se ověřují požadavky na transformátor v měnicích se podmínkách výroby. Každý jednotlivý transformátor prochází následujícími zkouškami:

- A. Ověření značení svorek
- B. Izolační zkouška primárního vinutí střídavým napětím průmyslového kmitočtu.
- C. Izolační zkouška sekundárních vinutí střídavým napětím průmyslového kmitočtu.
- D. Izolační zkouška střídavým napětím průmyslového kmitočtu mezi sekcemi primárního a sekundárních vinutí.
- E. Přepětová zkouška mezizávitové izolace
- F. Určení chyb.
- G. Pořadí zkoušek není standardizováno, avšak určení chyb musí být provedeno jako poslední.

Typová zkouška: obsahuje řadu dílčích zkoušek, kterými je prokázána obecná kvalita určitého typu transformátoru proudu a kterými je ověřeno, že transformátor proudu vyhovuje požadavkům příslušných norem. Tyto dílčí zkoušky mohou být provedeny na prototypu a se speciálním uspořádáním měřicího pracoviště, podle požadavků příslušné normy.

Do typové zkoušky patří následující zkoušky:

- A. zkouška krátkodobým proudem
- B. oteplovací zkouška
- C. určení chyb

Pokud nebude uvedeno jinak, musí být všechny dielektrické zkoušky v rámci typové zkoušky prováděny na stejném transformátoru.

Speciální zkoušky / volitelné zkoušky: zkoušky, které mohou patřit do typové nebo kusové zkoušky a které jsou prováděny pouze po dohodě výrobce s kupujícím.

Zkouška krátkodobými proudy (angl. short time current test): pro zkoušku krátkodobým tepelným proudem I_{th} musí být transformátor na výchozí teplotě mezi 10°C a 40°C. Zkouška musí být provedena se zkratovaným sekundárním vinutím a s proudem I po dobu t takovým, že hodnota součinu (I^2t) nebude menší jak (I_{th}^2t) a doba t bude mezi 0,5 s a 5 s.

Dynamická zkouška musí být provedena se zkratovaným sekundárním vinutím a s vrcholovou hodnotou primárního proudu, která není menší než jmenovitý dynamický proud (I_{dyn}) aspoň v prvním vrcholu.

Dynamickou zkoušku je možno kombinovat s výše uvedenou oteplovací zkouškou, ovšem za předpokladu, že první větší vrcholový proud u této zkoušky nebude menší jak jmenovitý dynamický proud I_{dyn} .

Transformátor se považuje za vyhovující těmto zkouškám, pokud po zchládnutí na teplotu okolí (od 10°C do 40°C) vyhoví následujícím požadavkům:

- A. Nedošlo k jeho viditelnému poškození;
- B. Jeho chyby po demagnetizaci se neliší od chyb zjištěných před zkouškami o více jak polovinu mezní chyby platné pro danou třídu přesnosti.
- C. Transformátor vyhoví požadavkům dielektrických zkoušek uvedeným v odstavcích 8.2, 8.3 a 8.4 normy EN 60044-1, avšak se zkušební napětím nebo proudy sníženými na 90% uvedené hodnoty.
- D. Při prohlídce izolace vedle povrchu přívodů není zjištěno významné poškození (např. karbonizace, tedy popálení se zuhelnatěním).

Oteplovací zkouška (angl. temperature-rise test): touto zkouškou se prokazuje shoda s požadavky odst. 4.6. normy EN 60044-1. Oteplovací zkouška trvá tak dlouho, až transformátor dosáhne ustálené teploty (tj. stavu, kdy přírůstek teploty za hodinu nepřesáhne 1 K).

Teplota okolí v místě zkoušky musí být v rozmezí od 10°C do 30°C. Transformátor musí být zabudován tak, jak bude zabudován v provozu.

Oteplení vinutí musí být měřeno (pokud je to možné) změnou odporu. Oteplení jiných částí než vinutí může být měřeno buď teploměry nebo termočlánky.

Ověření správnosti označení svorek (angl. verification of terminal markings): jak název naznačuje, ověřována je správnost označení svorek.

Izolační zkouška střídavým napětím průmyslového kmitočtu (angl. power-frequency test): zkouška výdržným střídavým napětím průmyslového kmitočtu je prováděna v souladu s požadavky normy IEC 60060-1.

Hodnoty zkušební napětí jsou uvedeny v tabulce 3 nebo 5 (normy IEC 60044-1 standard), což závisí na nejvyšším napětí pro zařízení. Trvání zkoušky je 60 s.

Zkušební napětí je přiloženo mezi zkratované primární vinutí a zem. Zkratované sekundární vinutí (s), kostra (rám), pouzdro (pokud je použito) a jádro (pokud má speciální zemnicí svorku) jsou spojeny se zemí.

Přepětová zkouška mezizávitové izolace (angl. inter-turn over voltage test): tato zkouška je prováděna některým z níže uvedených postupů.

Postup B: při rozpojeném primárním vinutí je na svorky každého sekundárního vinutí přivedeno předepsané zkušební napětí (vhodného kmitočtu), po dobu 60 s, za předpokladu, že efektivní hodnota sekundárního proudu nepřekročí hodnotu jmenovitého sekundárního proudu (nebo jmenovitého rozšířeného proudu)

Frekvence zkušební napětí nesmí překročit 400 Hz.

Pokud napětí dosažené při této frekvenci a jmenovitém sekundárním proudu (nebo jmenovitém rozšířeném proudu) bude nižší jak 4,5 kV vrcholové hodnoty, pak získané napětí je považováno za optimální.

Pokud frekvence testovacího napětí je vyšší jak dvojnásobek jmenovité frekvence, je možno trvání zkoušky omezit na méně jak 60 s.

(Pozn.: zde popisované zkoušky platí pro transformátory s prstencovým jádrem / průvlekové transformátory nízkého napětí. Postup zkoušky pro další typy transformátorů najdete v příslušné normě).

V řadě je možno vybírat z široké škály jmenovitých proudů, velikostí přípojníc pro použití u průvlekových transformátorů, velikostí otvorů v jádře a montážních variant pro každou aplikaci.

Vlastnosti

- široký rozsah tříd přesnosti měření
- cenově výhodný transformátor proudu kompaktního provedení
- široký rozsah jmenovitých proudů, velikostí přípojníc, šířek pouzdra a otvorů v jádře
- nejrůznější varianty upevnění, např. na stěnu, na kabel, na přípojnicí, uchycení na lištu DIN
- plombovatelný kryt připojovacích svorek

Obecná specifikace

Příslušné normy: IEC-61869-1&2 / IEC- 60044 -1, BS 3938, IS 2705 -1,2&3.

Pouzdro: polykarbonát s náplní 10% skleněných vláken. Klasifikace materiálových tříd podle hořlavosti: UL 94V-O.

Uchycení: řada RishXmer CT - dva přichytné samořezné šrouby M4 z každé strany pro uchycení pásovou svorkou; řada Rish CT – jeden samořezný zvedací šroub M4 z každé strany pro pásovou svorku.

Izolační třída: E (max. 120°C)

Systémové napětí: max. 720V

Zkušební napětí: pro transformátor proudu (CT) s prstencovým jádrem (násvuný typ, průvlekový transformátor): 4 kV, 50 Hz/ 1 min. (vyjma typu 50/30 CT a 50/50 CT, které mají zkušební napětí 3 kV, 50 Hz/ 1 min.) nebo CT s vinutou primární stranou: 3 kV, 50 Hz/ 1 min

Pracovní frekvence: 50Hz/60 Hz

Jmenovitý primární proud: 1A až 7500A

Jmenovitý sekundární proud: standardně 5A (1A na požádání)

Jmenovitá zátěž: 1; 1,25; 1,5; 2,5; 3,75; 5; 7,5; 10; 12,5; 15; 20; 30; 45; 60; 100 VA

Třída přesnosti: 0,2; 0,2S pro laboratorní a výkonová měření

0,5; 0,5S pro přesné měření elektrické energie (kWh)

1 pro obecné měření 3 pro indikační přístroje

Rozsah teplot okolí: -25°C až +40°C

Skladovací teplota: -50°C...+80°C

Tepelný zkratový proud (I_{th}): 40xI_n pro typ CT s vinutým primárem a 60xI_n pro průvlekový měřicí transformátor proudu.

Dynamický zkratový proud (I_{dyn}): 2,5 x I_{th}

Nadproudové číslo (FS): 2,5; 5; 10

Mezní hodnoty chyby proudu a fázového posunu měřících transformátorů proudu (třídy od 0,1 do 1)

Třída přesnosti	+/- procentuální chyba proudu (převodu) při níže uvedeném procentu jmenovitého proudu				+/- fázový posun při níže uvedeném procentu jmenovitého proudu							
					minut				centiradiánů			
	5	20	100	120	5	20	100	120	5	20	100	120
0,1	0,4	0,2	0,1	0,1	15	8	5	5	0,45	0,24	0,15	0,15
0,2	0,75	0,35	0,2	0,2	30	15	10	10	0,90	0,45	0,3	0,3
0,5	1,5	0,75	0,5	0,5	90	45	30	30	2,7	1,35	0,9	0,9
1,0	3,0	1,5	1,0	1,0	180	90	60	60	5,4	2,7	1,8	1,8

Mezní hodnoty chyby proudu a fázového posunu u měřících transformátorů proudu (transformátory pro speciální aplikace)

Třída přesnosti	+/- procentuální chyba proudu (převodu) při níže uvedeném procentu jmenovitého proudu					+/- fázový posun při níže uvedeném procentu jmenovitého proudu									
						minut					centiradiánů				
	1	5	20	100	120	1	5	20	100	120	1	5	20	100	120
0,2S	0,75	0,35	0,2	0,2	0,2	30	15	10	10	10	0,9	0,45	0,3	0,3	0,3
0,5S	1,5	0,75	0,5	0,5	0,5	90	45	30	30	30	2,7	1,35	0,9	0,9	0,9

Mezní hodnoty chyby proudu a fázového posunu u měřicích transformátorů proudu (třídy 3 a 5)

Třída	+/- procentuální chyba proudu (převodu) při níže uvedeném procentu jmenovitého proudu	
	50	120
3	3	3
5	5	5

Meze fázového posunu nejsou pro třídu 3 a 5 specifikovány.

Mezní hodnoty chyby proudu a fázového posunu pro třídu ochrany CT (5P a 10P)

Třída přesnosti	Chyba proudu při jmenovitém primárním proudu	Fázový posun při jmenovitém primárním proudu		Celková chyba při jmenovité mezní přesnosti na primární straně
		minut	centiradiánů	
	100%	minut	centiradiánů	%
5P	± 1,0	± 60	± 1,8	5
10P	± 3,0	-	-	10

Výkonový odběr vybraných zátěží

- Elektromagnetický ampérmetr (rozměry rámečku: 48, 72, 96, 144 mm) 1,0 VA
- Bimetalové měřicí přístroje (.../5A) 3,0 VA
- Bimetalové a elektromagnetické ampérmetry (.../5A) 3,5 VA
- Wattmetry 3,5...5,5 VA
- Měřiče účinníku 4,0 VA
- Převodníky proudu 0,5 VA
- Výkonové převodníky 0,5 VA
- Elektroměry 2,5 VA
- Elektroměr činného, jalového, zdánlivého výkonu 5,0 VA

q = průřez vodiče (mm ²)	Výkonový odběr připojovacích vodičů, v [VA]																			
	V případě CT se jmenovitým sekundárním proudem I=5A										V případě CT se jmenovitým sekundárním proudem I=1A									
	L= vzdálenost CT k místu měření										L= vzdálenost CT k místu měření									
	1m	2m	4m	6m	8m	10m	15m	20m	1m	2m	4m	6m	8m	10m	15m	20m	30m	40m	50m	
2x0,5	1,837	3,67	7,35	11,02	...	...	...	...	0,074	0,15	0,30	0,44	0,59	0,74	1,11	1,48	2,22	2,96	3,7
2x0,75	1,235	2,47	4,94	7,41	9,88	...	...	...	0,049	0,1	0,20	0,29	0,39	0,49	0,74	0,98	1,47	1,96	2,45
2x1	0,918	1,84	3,67	5,51	7,34	9,18	...	...	0,037	0,07	0,15	0,22	0,30	0,37	0,56	0,74	1,11	1,48	1,85
2x1,5	0,613	1,23	2,45	3,68	4,94	6,13	9,20	...	0,025	0,05	0,10	0,15	0,2	0,25	0,38	0,50	0,75	1,00	1,25	
2x2,5	0,368	0,74	1,47	2,21	2,94	3,68	5,52	7,36	0,015	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,23	0,30	0,45	0,60	0,75	
2x4	0,233	0,47	0,93	1,4	1,86	2,33	3,50	4,66	0,009	0,02	0,04	0,05	0,07	0,09	0,14	0,18	0,27	0,36	0,45	
2x6	0,149	0,3	0,6	0,89	1,19	1,49	2,23	2,98	0,003	0,006	0,012	0,018	0,024	0,03	0,045	0,06	0,09	0,12	0,15	

**METRA BLANSKO**

VALUE IS INSIDE

Přípustné proudové zatížení Cu a Al přípojníc s barevným nátěrem. Sekce přípojníc ve vertikální poloze. Odstup přípojníc roven tloušťce přípojnice.						
Rozměry (mm)	Maximální					
	1 přípoj-		2 přípoj-		3 přípojnice	
	měď	hliník	měď	hliník	měď	hliník
12 x 2	150	80	232	140	262	
15 x 2	180	95	275	170	300	
15 x 3	282	115	364	210	440	
20 x 2	230	120	348	270	360	
20 x 3	290	145	453	350	520	
20 x 5	319	254	560	446	728	570
20 x 10	497	393	924	730	1320	1060
25 x 3	350	180	540	330	600	
25 x 5	470	230	760	430	965	
30 x 3	410	205	625	385	680	
30 x 5	447	356	760	606	944	739
30 x 10	676	536	1200	956	1670	1340
40 x 3	530	280	800	500	835	
40 x 5	573	456	952	762	1140	898
40 x 10	850	677	1470	1180	200	1650
50 x 5	697	556	1140	916	1330	1050
50 x 10	1020	815	1720	1400	232	1940
60 x 5	826	655	1330	1070	1510	1190
60 x 10	1180	951	1960	1610	2610	2200
80 x 5	1070	851	1680	1360	1830	1460
80 x 10	1500	1220	2410	2000	3170	2660
100 x 5	1300	1050	2010	1650	2150	1730
100 x 10	1810	1480	285	2390	372	3110
120 x 10	2570	1350	378	2400	460	3250
160 x 10	329	1750	475	3000	580	4150
200 x 10	400	2150	570	3650	695	4950
200 x 15	0	2550	0	4200	0	5600

Mezní oteplení vinutí

Třída izolace (podle IEC 60085)	Maximální oteplení K
Všechny třídy ponořeny v oleji	6
Všechny třídy ponořeny v oleji a hermeticky utěsněny	0
Všechny třídy zality do živичné směsi	6
Třídy neponořené do oleje ani nezalité do ži- vičné směsi:	5
Y	5
A	4
E	5
B	6
F	0
H	7
	5
	8
	5
	1
	1
	0
	1
	3
	5
POZN.: u některých produktů (např. pryskyřic) by výrobce měl uvádět příslušnou izolační třídu.	

Objednání a servis:
 METRA BLANSKO s.r.o.
 Pražská 2536/7
 678 01 Blansko, Czech Republic

IČ: 02356180
 DIČ: CZ02356180
 Web: www.metra.cz