

Manažerské shrnutí pro EK (není součástí tohoto právního předpisu)

„Měřicí transformátory proudu“ mohou být v ČR uváděny na trh a do provozu jako stanovená měřidla podle zákona č. 505/1990 Sb. o metrologii, ve znění pozdějších předpisů. Stanovená měřidla jsou podle tohoto zákona měřidla, jejichž typ je uveden v druhovém seznamu stanovených měřidel (vyhl. č. 345/2002 Sb.) a jenž jsou zároveň určena (výrobce/dovozce) k měření s významem ochrany veřejného zájmu v oblastech *ochrany spotřebitele, závazkových vztahů, stanovení sankcí, poplatků, tarifů a daní, ochrany zdraví, ochrany životního prostředí, bezpečnosti při práci nebo ochrany jiných veřejných zájmů chráněných zvláštními právními předpisy*. Jedná se tedy o obdobný účel použití, kterým jsou vymezeny stanovené výrobky – měřidla a váhy s neautomatickou činností podle směrnic 2014/31/EU a 2014/32/EU. Na měřidla, která nejsou uváděny na trh v ČR pro výše uvedené účely použití, vymezené zákonem č. 505/1990 Sb., o metrologii, se požadavky tohoto předpisu nevztahují.

Předmětem tohoto notifikovaného předpisu je stanovení metrologických a technických požadavků na stanovená měřidla uvedeného druhu. Předpis stanovuje dále zkoušky pro účely schválení typu a ověřování stanovených měřidel uvedeného druhu.

(Konec manažerského shrnutí.)

VEŘEJNÁ VYHLÁŠKA

Český metrologický institut (ČMI), jako orgán věcně a místně příslušný ve věci stanovování metrologických a technických požadavků na stanovené měřidlo a stanovování metod zkoušení při schvalování typu a při ověřování stanoveného měřidla dle § 14 odst. 1 zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů, a dle ustanovení § 172 a následujících zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „SprŘ“), zahájil z moci úřední dne 21. 12. 2009 správní řízení dle § 46 SprŘ, a na základě podkladů vydává tento:

I.

NÁVRH OPATŘENÍ OBECNÉ POVAHY

číslo: 0111-OOP-C088-18

kterým se stanovují metrologické a technické požadavky na stanovená měřidla, včetně metod zkoušení pro ověřování stanovených měřidel:

„měřicí transformátory proudu“

1 Základní pojmy

Pro účely tohoto opatření obecné povahy platí termíny a definice podle VIM a VIML¹ a následující:

1.1

proudový transformátor

přístrojový transformátor, jehož sekundární proud je úměrný primárnímu proudu a liší se fází o úhel, který je téměř nulový při odpovídajícím zapojení

1.2

měřicí transformátor proudu (MTP)

transformátor, u něhož je za normálních provozních podmínek sekundární proud prakticky úměrný primárnímu proudu; rozdíl fáze mezi vektory primárního a sekundárního proudu se při vhodném způsobu zapojení blíží nule

1.3

jmenovitý primární proud

hodnota primárního proudu, která je uvedena na štítku transformátoru proudu a na které je založena jeho činnost

1.4

jmenovitý sekundární proud

hodnota sekundárního proudu, která je uvedena na štítku transformátoru proudu a na které je založena jeho činnost

1.5

chyba proudu ε_I (chyba převodu)

chyba, kterou transformátor vnáší do měření proudu a která vyplývá ze skutečnosti, že skutečný převod není roven jmenovitému převodu. Tato chyba proudu, vyjádřená v procentech, je dána vzorcem:

$$\varepsilon_I = \frac{(K_n I_s - I_p)100}{I_p} \quad (\%) \quad (1)$$

kde K_n je jmenovitý převod,
 I_p skutečný primární proud,
 I_s skutečný sekundární proud, odpovídající primárnímu proudu I_p za podmínek měření.

1.6

chyba úhlu δ

fázový posuv mezi fázory primárního a sekundárního proudu; orientace fázorů primárních a sekundárních proudů je volena tak, že u ideálního transformátoru je chyba nulová. Chyba úhlu se považuje za kladnou, jestliže fázor sekundárního proudu I_s předchází fázor primárního proudu I_p . Obvykle bývá vyjádřena v úhlových minutách nebo centiradiánech.

POZNÁMKA: Tato definice je správná pouze pro střídavá napětí sinusového průběhu.

¹ TNI 01 0115 Mezinárodní metrologický slovník – Základní a všeobecné pojmy a přidružené termíny (VIM) a Mezinárodní slovník termínů v legální metrologii (VIML) jsou součástí sborníku technické harmonizace „Terminologie v oblasti metrologie“ veřejně dostupného na www.unmz.cz.

1.7

třída přesnosti

označení přiřazené transformátoru proudu, jehož chyba proudu a chyba úhlu nepřekročí dovolené hodnoty v předepsaných provozních podmínkách

1.8

břemeno (zátěž transformátoru)

impedance sekundárního obvodu, vyjádřená v ohmech při daném účinníku. Břemeno je obvykle vyjádřeno jako zdánlivý výkon ve VA spotřebovaný při stanoveném účinníku a při jmenovitém sekundárním proudu.

1.9

jmenovité břemeno

hodnota zátěže, na které jsou založeny požadavky na předepsanou přesnost

1.10

jmenovitý zdánlivý výkon

hodnota zdánlivého výkonu (ve voltampérech při daném účinníku), kterou transformátor přenáší do sekundárního obvodu při jmenovitém sekundárním proudu a připojeném jmenovitém břemenu

1.11

nejvyšší napětí pro zařízení

nejvyšší efektivní hodnota sdruženého střídavého napětí, pro kterou je transformátor konstruován s ohledem na jeho izolaci

1.12

jmenovitá izolační hladina

kombinace hodnot napětí, která charakterizuje izolaci transformátoru z hlediska jeho schopnosti odolávat elektrickému namáhání

1.13

jmenovitý kmitočet

hodnota kmitočtu, ze které jsou odvozeny požadavky tohoto opatření

1.14

jmenovitý krátkodobý tepelný proud (I_{th})

efektivní hodnota primárního proudu, který transformátor vydrží po dobu 1 sekundy při zkratovaném sekundárním vinutí, aniž by došlo k poškození transformátoru; lze použít i jiné časy než 1 sekunda, např. 0,5 s, 3 s, 5 s

1.15

jmenovitý dynamický proud (I_{dyn})

vrcholová hodnota primárního proudu, kterou transformátor vydrží bez elektrického nebo mechanického poškození elektrodynamickými silami při zkratovaném sekundárním vinutí

1.16

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

1.17**budicí proud**

efektivní hodnota proudu protékajícího sekundárním vinutím transformátoru proudu, když je na sekundární svorky přiloženo sinusové napětí jmenovitého kmitočtu, přičemž jsou primární a všechna ostatní vinutí otevřena

1.18**celková chyba**

za ustáleného stavu podmínek efektivní hodnota rozdílu mezi okamžitými hodnotami primárního proudu a okamžitými hodnotami skutečného sekundárního proudu násobenými jmenovitým převodem; kladné znaménko primárního a sekundárního proudu odpovídá dohodnutým značením svorek

Celková chyba ε_c je obecně vyjadřována v procentech efektivních hodnot primárního proudu podle vzorce:

$$\varepsilon_c = \frac{100}{I_p} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (K_n i_s - i_p)^2 dt} \quad (\%) \quad (2)$$

kde K_n je jmenovitý převod transformátoru proudu,
 I_p efektivní hodnota primárního proudu,
 i_p okamžitá hodnota primárního proudu,
 i_s okamžitá hodnota sekundárního proudu,
 T doba trvání jednoho cyklu.

1.19**jmenovitý primární nadproud (IPL)**

hodnota minimálního primárního proudu, při které je celková chyba měřicího transformátoru proudu rovna nebo větší než 10 % při jmenovitém sekundárním břemeni

POZNÁMKA: Celková chyba by měla být větší než 10 %, aby byly chráněny přístroje napájené přístrojovým transformátorem proti vysokým proudům při poruchových stavech.

1.20**nadproudové číslo (FS)**

poměr jmenovitého primárního nadproudu ke jmenovitému primárnímu proudu

POZNÁMKA: V případě, že primárním vinutím transformátoru proudu bude protékat zkratový proud, bude bezpečnost pro napájené přístroje největší, pokud nadproudové číslo (FS) bude malé.

1.21**krajní sekundární elektromotorické napětí**

součin nadproudového čísla, jmenovitého sekundárního proudu a vektorového součtu jmenovitého břemene a impedance sekundárního vinutí

2 Metrologické požadavky**2.1 Normální provozní podmínky****2.1.1 Teplota okolí**

Transformátory proudu jsou klasifikovány ve třech kategoriích, jak je uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1 – Teplotní kategorie

Kategorie	Nejnižší teplota (°C)	Nejvyšší teplota (°C)
-5/+40	-5	+40
-25/+40	-25	+40
-40/+40	-40	+40

POZNÁMKA: Při výběru teplotní kategorie se musí uvažovat rovněž skladovací a dopravní podmínky.

2.1.2 Ostatní provozní podmínky pro vnitřní transformátory proudu

Ostatní provozní podmínky, které se zohledňují, jsou následující:

- vliv slunečního záření; může být zanedbán;
- vliv okolního vzduchu, pokud není silně znečištěn prachem, kouřem, korozivními plyny, parami nebo solí; může být zanedbán;
- vliv relativní vlhkosti může být zanedbán, pokud budou splněny následující podmínky:
 - průměrná hodnota relativní vlhkosti měřená v průběhu 24 hodin nepřekročí 95 %;
 - průměrná hodnota tlaku vodních par v průběhu 24 hodin nepřekročí 2,2 kPa;
 - průměrná hodnota relativní vlhkosti v průběhu jednoho měsíce nepřekročí 90 %;
 - průměrná hodnota tlaku vodních par v průběhu jednoho měsíce nepřekročí 1,8 kPa.

Za těchto podmínek se může občas vyskytnout kondenzace vodních par.

POZNÁMKA: Pro zajištění odolnosti proti působení vysoké vlhkosti a kondenzaci, které by mohly způsobit průraz izolace nebo korozi kovových částí, měl by se použít transformátor, který je pro takové podmínky konstruován.

2.1.3 Ostatní provozní podmínky pro venkovní MTP

Ostatní provozní podmínky, které se zohledňují, jsou:

- pokud průměrná hodnota teploty okolního vzduchu měřená v průběhu 24 hodin nepřekračuje 35 °C, může být zanedbána;
- sluneční záření přesahující hodnotu 1 000 W/m² (v pravé poledne za jasného dne) musí být vzato v úvahu;
- okolní vzduch, pokud je znečištěn prachem, kouřem, korozivními plyny, parami nebo solí, musí být vzat v úvahu;
- tlak větru nepřekračující 700 Pa (tato hodnota odpovídá rychlosti větru 34 m/s) se nebere v úvahu;
- v úvahu se musí brát přítomnost kondenzace nebo srážek.

2.2 Jmenovité hodnoty parametrů MTP

2.2.1 Hodnoty jmenovitých primárních proudů

Transformátory s jedním převodem

Normalizované hodnoty jmenovitých primárních proudů jsou:

(10; 12,5; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 75) A

a jejich dekadické násobky nebo zlomky. Podtrženým hodnotám se dává přednost.

Transformátory s více převody

Hodnoty uvedené v čl. 2.2.1 se vztahují k nejnižším hodnotám jmenovitého primárního proudu.

2.2.2 Hodnoty jmenovitých sekundárních proudů

Hodnoty jmenovitých sekundárních proudů jsou 1 A, 2 A a 5 A; přednostní hodnotou je 5 A a 1 A.

POZNÁMKA: Pro transformátory, které jsou určeny pro zapojení ve skupině spojené do trojúhelníka, budou tyto jmenovité hodnoty dělené $\sqrt{3}$ rovněž normalizovanými hodnotami.

2.2.3 Jmenovitý trvalý tepelný proud

Pokud není jinak stanoveno, jmenovitý trvalý tepelný proud musí být jmenovitým primárním proudem (viz článek 2.4.5).

2.2.4 Hodnoty jmenovité zátěže

Hodnoty jmenovité zátěže pro měřicí transformátory do 30 VA jsou:

(2,5; 5,0; 10; 15; 30) VA. Hodnoty nad 30 VA mohou být zvoleny podle potřeby.

Pro zátěže menší než 5 VA se používá účinník 1, pro 5 VA a větší zátěže účinník 0,8.

2.3 Normalizované hodnoty pro krátkodobé proudy

Transformátory proudu, které mají primární vinutí tvořené cívkou nebo samostatným vodičem, musí vyhovovat požadavkům podle článků 2.3.1 a 2.3.2.

2.3.1 Jmenovitý krátkodobý tepelný proud (I_{th})

Jmenovitý krátkodobý tepelný proud (I_{th}) musí být stanoven každému transformátoru (viz článek 1.14) a tato hodnota musí být vyznačena na štítku.

2.3.2 Jmenovitý dynamický proud (I_{dyn})

Hodnota jmenovitého dynamického proudu (I_{dyn}) musí být za definovaných podmínek 2,5násobkem jmenovitého krátkodobého tepelného proudu (I_{th}) a tato hodnota musí být vyznačena na štítku, pokud se od této hodnoty liší (viz 1.15).

2.4 Třídy přesnosti a dovolené chyby měřicích transformátorů proudu

2.4.1 Stanovení třídy přesnosti měřicích transformátorů proudu

U měřicích transformátorů proudu je třída přesnosti určena nejvyšší dovolenou chybou proudu vyjádřenou v procentech při jmenovitém proudu, předepsanou pro příslušnou třídu přesnosti.

2.4.2 Normalizované třídy přesnosti

Normalizované třídy přesnosti pro měřicí transformátory proudu jsou:

0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1.

2.4.3 Dovolené chyby proudu a chyby úhlu pro měřicí transformátory proudu

Pro třídy 0,1; 0,2; 0,5 a 1 chyba proudu a chyba úhlu při jmenovitém kmitočtu nesmí překročit hodnoty uvedené v tabulce 2, při sekundární zátěži mezi 25 % a 100 % jmenovité zátěže.

Pro třídy 0,2S a 0,5S chyba proudu a chyba úhlu při jmenovitém kmitočtu nesmí překročit hodnoty uvedené v tabulce 3, když sekundární zátěž má hodnotu mezi 25 % a 100 % jmenovité zátěže.

Sekundární zátěž použitá pro zkušební účely pro všechny třídy přesnosti musí mít induktivní účinník 0,8 s výjimkou případu, kdy je zátěž menší než 5 VA; v takovém případě se musí použít účinník 1.

V žádném případě nesmí být zkušební zátěž menší než 1 VA.

POZNÁMKA: Obecně dovolené chyby proudu a chyby úhlu jsou uvedeny pro libovolné umístění externího vodiče vedeného ve vzduchu ve vzdálenosti větší, než je potřeba pro izolační vzdálenost ve vzduchu při nejvyšším napětí pro zařízení (U_m viz tabulka 4).

Tabulka 2 – Největší dovolené chyby proudu a chyby úhlu měřicích transformátorů proudu

Třída přesnosti	± chyba proudu (poměr) v procentech jmenovitého proudu uvedeného v následujícím řádku				± chyba úhlu v procentech jmenovitého proudu uvedeného v následujícím řádku							
					Minuty				Centiradiány			
	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	0,1
0,2	0,75	0,35	0,2	0,2	30	15	10	10	0,9	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

Tabulka 3 – Největší dovolené chyby proudu a chyby úhlu pro měřicí transformátory proudu pro zvláštní použití

Třída přesnosti	± chyba proudu (poměr) v procentech jmenovitého proudu uvedeného v následujícím řádku					± chyba úhlu v procentech jmenovitého proudu uvedeného v následujícím řádku									
						Minuty					Centiradiány				
	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

2.4.4 Rozšířený rozsah zátěže

Pro všechny třídy přesnosti transformátorů, jejichž dovolené chyby jsou dány v tabulkách 2 a 3, může být definován rozšířený rozsah zátěže. V tomto případě musí tyto dovolené chyby platit pro zátěže v rozsahu od 1 VA až do jmenovité hodnoty při účinníku 1. Maximální jmenovitá zátěž je limitovaná hodnotou 15 VA.

2.4.5 Rozšířený proudový rozsah

Transformátory proudu tříd přesnosti 0,1 až 1 mohou být označeny jako transformátory s rozšířeným proudovým rozsahem, jestliže vyhovují následujícím požadavkům:

- jmenovitý trvalý tepelný proud musí být jmenovitým rozšířeným primárním proudem vyjádřeným procentem jmenovitého primárního proudu;
- dovolené chyby proudu a chyby úhlu předepsané při 120 % jmenovitého primárního proudu v tabulce 2 musí být zajištěny až do jmenovitého rozšířeného primárního proudu.

Rozšířený primární proud má být vyjádřen v procentech jmenovité hodnoty primárního proudu (např. 150 % I_N).

3 Technické požadavky

3.1 Požadavky na izolaci

Tyto požadavky se vztahují na všechny typy MTP.

3.2 Jmenovité izolační hladiny pro primární vinutí

Nejvyšší napětí pro zařízení je zvoleno jako nejbližší normalizovaná hodnota U_m rovnající se nebo vyšší než je nejvyšší napětí soustavy, kde je přístroj instalován. Normalizované hodnoty U_m musí být vybrány z tabulky 4. Pro MTP instalovaný v normálních podmínkách prostředí, které se týkají izolace, musí být U_m nejméně rovno největšímu napětí elektrické sítě U_{sys} . Pro přístroj instalovaný mimo rozsah normálních podmínek prostředí, které se týkají izolace, může být hodnota U_m zvolena vyšší než nejbližší normalizovaná hodnota U_m , rovnající se nebo vyšší než U_{sys} podle zvláštních potřeb. Pro násuvné MTP bez izolace primárního vodiče je $U_m = 0,72$ kV.

POZNÁMKA: Jako příklad může sloužit volba hodnoty U_m vyšší než nejbližší normalizovaná hodnota U_m rovnající se nebo vyšší než U_{sys} , když má být přístrojový transformátor instalován v nadmořské výšce vyšší než 1 000 metrů, za účelem kompenzace poklesu výdržného napětí vnější izolace.

Tabulka 4 – Předepsané izolační hladiny primárních svorek pro měřicí transformátory

Nejvyšší napětí pro zařízení U_m (efektivní hodnota) kV	Jmenovité zkušební napětí průmyslového kmitočtu (efektivní hodnota) kV	Jmenovité zkušební napětí atmosférického impulsu (vrcholová hodnota) kV	Jmenovité výdržné napětí při spínacím impulsu (vrcholová hodnota) kV
0,72	3	---	---
1,2	6	---	---
3,6	10	20	---
		40	---
7,2	20	40	---
		60	---
12	28	60	---
		75	---
17,5	38	75	---
		95	---
24	50	95	---
		125	---
36	70	145	---
		170	---
52	95	250	---
72,5	140	325	---
100	185	450	---
123	185	450	---
	230	550	---
145	230	550	---
	275	650	---

170	275	650	---
	325	750	---

pokračování

Tabulka 4 – dokončení

Nejvyšší napětí pro zařízení U_m (efektivní hodnota) kV	Jmenovité zkušební napětí průmyslového kmitočtu (efektivní hodnota) kV	Jmenovité zkušební napětí atmosférického impulsu (vrcholová hodnota) kV	Jmenovité výdržné napětí při spínacím impulsu (vrcholová hodnota) kV
245	395	950	---
	460	1 050	---
300	395	950	750
	460	1 050	850
362	460	1 050	850
	510	1 175	950
420	570	1 300	950
	630	1 425	1 050
550	630	1 425	1 050
	680	1 550	1 175
800	880	1 950	1 425
	975	2 100	1 550

3.3 Požadavky na izolace sekundárních vinutí a na vnější izolaci

3.3.1 Požadavky na izolaci mezi sekcemi vinutí

U primárních a sekundárních vinutí rozdělených do dvou nebo více sekcí musí izolace mezi sekcemi vydržet jmenovité krátkodobé střídavé napětí průmyslového kmitočtu efektivní hodnoty 3 kV.

3.3.2 Požadavky na izolaci sekundárního vinutí

Izolace sekundárních vinutí musí vyhovět při jmenovitém krátkodobém střídavém napětí průmyslového kmitočtu efektivní hodnoty 3 kV.

3.3.3 Požadavky na závitovou izolaci

Jmenovité zkušební napětí závitové izolace musí být 4,5 kV (vrcholová hodnota).

Pro některé typy transformátorů lze připustit nižší hodnoty v soulase se zkušebním postupem uvedeným v článku 5.10.

POZNÁMKA: V důsledku zkušebního postupu se může tvar vlny silně zkreslit.

3.3.4 Požadavky na vnější izolaci při znečištění

Pro transformátory proudu pro venkovní použití s keramickým izolátorem citlivým na znečištění jsou v tabulce 5 uvedeny požadované izolační vzdálenosti, měřené po povrchu izolátoru pro jednotlivé stupně znečištění.

Tabulka 5 – Izolační vzdálenosti při znečištění

Stupeň znečištění	Minimální jmenovitá povrchová vzdálenost mm/kV ¹⁾	Poměr povrchové a přeskokové vzdálenosti
I malý II střední	16 20	≤3,5
III silný IV velmi silný	25 31	≤4,0
1) Poměr povrchové vzdálenosti mezi fází a zemí k efektivní hodnotě nejvyššího napětí pro zařízení.		
POZNÁMKY: 1. Je zjištěno, že kvalitu povrchové izolace značně ovlivňuje tvar izolátoru. 2. Ve velmi málo znečištěných oblastech měrné izolační vzdálenosti menší než 16 mm/kV lze použít až limitní hodnotou 12 mm/kV. 3. V případech výjimečně silného znečištění nemusí být dostatečná ani hodnota měrné izolační vzdálenosti 31 mm/kV. Podle provozních zkušeností nebo laboratorních zkoušek lze použít i vyšší hodnotu měrné izolační vzdálenosti. V některých případech může být použito mytí izolátorů.		

3.3.5 Nadmořská výška

Pro instalace v nadmořské výšce vyšší než 1 000 m musí být přeskoková vzdálenost stanovená pro normální referenční atmosférické podmínky přepočítána vynásobením výdržného zkušebního napětí, požadovaného pro dané místo instalace, korekčním činitelem k podle následujícího vzorce.

Výpočet činitelů se provede podle vzorce:

$$k = e^{m(H - 1000)/8150} \quad (3)$$

kde H je nadmořská výška (m),
 $m = 1$ pro síťový kmitočet a atmosférický impulz,
 $m = 0,75$ pro spínací impulz.

3.4 Požadavky na částečné výboje

Požadavky na částečné výboje jsou určeny pro transformátory proudu, které mají $U_m \geq 7,2$ kV. Úroveň částečných výbojů nesmí překročit hladiny, které jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6 – Zkušební napětí pro měření částečných výbojů a přípustné hladiny

Typ uzemnění sítě	Zkušební napětí pro měření částečných výbojů (efektivní hodnota) kV	Přípustné hladiny částečných výbojů pC	
		Typ izolace	
		Vinutí ponořené do oleje	Suchá izolace
Síť s uzemněným středem (koeficient zemního spojení $\leq 1,4$)	U_m	10	50
	$1,2 U_m/\sqrt{3}$	5	20
Síť s izolovaným nebo neúčinně uzemněným středem (koeficient zemního spojení $> 1,4$)	$1,2 U_m$	10	50
	$1,2 U_m/\sqrt{3}$	5	20
POZNÁMKY: 1. Pokud typ uzemnění není definován, platí hodnoty pro izolovanou nebo neúčinně uzemněnou síť. 2. Přípustné hladiny částečných výbojů jsou rovněž platné při měřeních s jiným kmitočtem, než je kmitočet jmenovitý.			

4 Značení měřidla

4.1 Značení svorek

Značení svorek musí identifikovat:

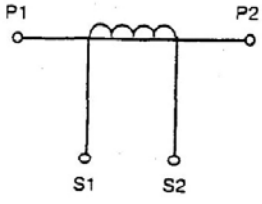
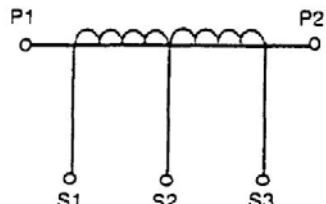
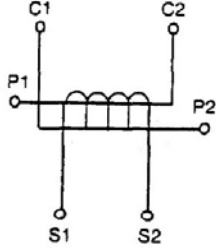
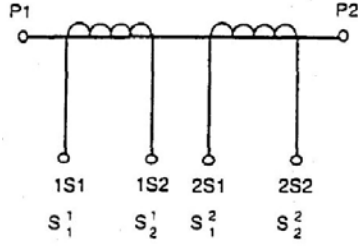
- primární a sekundární vinutí;
- sekce vinutí, pokud existují;
- relativní polarity vinutí a sekcí vinutí;
- střední odbočky, pokud existují.

4.2 Způsob značení

Svorky musí být označeny jasně a nesmazatelně buď na svém povrchu, nebo v jejich bezprostřední blízkosti. Značení musí sestávat z písmen a z následujících, nebo předcházejících, pokud je to nezbytné, čísel. Písmena musí být ve tvaru písmen velké abecedy, tiskací.

4.3 Používaná značení

Preferovaná značení svorek transformátorů proudu jsou uvedena na obrázku 1.

Primární svorky		
Sekundární svorky	a) Transformátor s jedním převodem	b) Transformátor se střední odbočkou na sekundárním vinutí
Primární svorky		
Sekundární svorky	c) Transformátor s primárním vinutím uspořádaným ve dvou sekcích určených pro sériové nebo paralelní zapojení	d) Transformátor se dvěma sekundárními vinutími; každé má své vlastní magnetické jádro. (Dvě alternativní značení pro sekundární svorky.)

Obrázek 1 – Značení svorek

4.4 Indikace polarit

U všech svorek označených P1, S1 a C1 musí mít ve stejném okamžiku hodnoty proudu stejnou polaritu.

4.5 Údaje na štítku

Všechny transformátory proudu musí být opatřeny štítkem, který bude obsahovat alespoň následující údaje:

- název nebo obchodní značku výrobce;
- rok výroby a výrobní číslo a typové označení;
- jmenovitý primární a sekundární proud, tj.:

$$K_n = I_{pn} / I_{sn} \text{ A} \quad (\text{např. } K = 100 \text{ A}/5 \text{ A}),$$
 kde I_{pn} a I_{sn} je jmenovitý primární resp. sekundární proud transformátoru.
- jmenovitý kmitočet (například 50 Hz);
- jmenovitou zátěž a odpovídající třídu přesnosti společně s dodatečnou informací specifikovanou v tomto opatření (viz čl. 2.4.5);
- nejvyšší napětí pro zařízení (např. 1,2 kV nebo 145 kV);
- jmenovitou izolační hladinu (například 6/20 kV nebo 275/650 kV);
- jmenovitý krátkodobý tepelný proud (I_{th}) a jmenovitý dynamický proud, jestliže se liší od 2,5násobku jmenovitého krátkodobého tepelného proudu (např. 13 kA nebo 13/40 kA);
- třídu izolace, jestliže se liší od třídy A;

- j) teplotní kategorii;
- k) hmotnost v kg.

POZNÁMKA:

Položky f) a g) mohou být zkombinovány do jednoho označení (např. 1,6 kV nebo 145/275/650 kV).

Jestliže je použito několik tříd izolačních materiálů, uvede se ta, která omezuje oteplení vinutí. U transformátorů se dvěma vinutími je pak označeno každé vinutí a jemu odpovídající svorky.

Všechny údaje musí být vyznačeny nesmazatelně přímo na transformátoru proudu nebo na štítku připevněném na transformátoru.

4.6 Dodatečné požadavky na značení štítku měřicích transformátorů proudu

Typový štítek musí obsahovat příslušné informace podle čl. 4.5. Třída přesnosti a nadproudové číslo musí být uvedeno za označením jmenovité zátěže (např. 15 VA; třída 0,5; FS 10). Transformátory proudu, které mají rozšířený rozsah proudu (viz 2.4.5) musí mít tento údaj uvedený bezprostředně za údajem třídy (např. 15 VA; třída 0,5; ext. 150 %).

POZNÁMKA Štítek může obsahovat informaci, týkající se několika kombinací zátěže a tříd přesnosti, kterým transformátor může vyhovovat (např. 15 VA, třída 0,5 – 30 VA, třída 1) a v tomto případě nenormalizované hodnoty zátěží, které mohou být použity (např. 15 VA, třída 1 – 7 VA, třída 0,5 v souladu s poznámkou k článku 2.4.4).

5 Schvalování typu měřidla

Proces schvalování typu měřicího transformátoru proudu zahrnuje následující zkoušky a činnosti:

5.1 Zkouška krátkodobými proudy

Pro zkoušku krátkodobým tepelným proudem I_{th} musí být transformátor na výchozí teplotě mezi $+10\text{ °C}$ a $+40\text{ °C}$. Tato zkouška musí být provedena se zkratovaným sekundárním vinutím a s proudem I po čas t takovým, že hodnota součinu $I^2 t$ nebude menší než I_{th}^2 a čas t bude mezi 0,5 s a 5 s.

Dynamická zkouška musí být provedena se zkratovanými sekundárními vinutími a s vrcholovou hodnotou primárního proudu, která není menší než jmenovitý dynamický proud I_{dyn} alespoň v prvním vrcholu. Tato dynamická zkouška může být kombinována s výše uvedenou tepelnou zkouškou provedenou tak, že první nejvyšší vrchol proudu při zkoušce nebude menší než jmenovitý dynamický proud I_{dyn} . Transformátor vyhověl při této zkoušce, jestliže po ochlazení na okolní teplotu mezi $+10\text{ °C}$ a $+40\text{ °C}$ splňuje následující požadavky:

- a) není viditelně poškozen;
- b) jeho chyby po demagnetizaci se neliší od chyb zaznamenaných před zkouškami o více než polovinu mezních chyb v jeho třídě přesnosti;
- c) vyhovuje dielektrickým zkouškám podle čl. 5.10, 5.11 a 5.12 se zkušebními napětími sníženými na 90 % předepsaných hodnot;
- d) při prohlídce izolace vedle povrchu přívodů se neukazuje významné poškození (například zuhelnatění).

Kontrola podle d) se nepožaduje, jestliže proudová hustota v primárním vinutí, odpovídající jmenovitému krátkodobému tepelnému proudu I_{th} , nepřekročí 180 A/mm^2 v případě měděného vinutí, resp. 120 A/mm^2 v případě hliníkového vinutí.

5.2 Oteplovací zkouška

Pro tuto zkoušku se stanoví, že transformátor dosáhl ustálené hodnoty, jestliže přírůstek teploty za hodinu není větší než 1 K. Teplota okolí v místě zkoušky musí být mezi $+10\text{ °C}$ a $+30\text{ °C}$. Při této

zkoušce musí být transformátor sestaven tak, jak bude sestaven v provozu. Oteplení vinutí musí být určeno ze změny odporu; u vinutí s velmi malým odporem lze použít termočlánky. Oteplení jiných částí než vinutí může být měřeno pomocí teploměrů nebo termočlánků. Oteplení vinutí, magnetických obvodů ani žádných jiných součástí nesmí překročit hodnoty uvedené v tabulce 7.

Tabulka 7 – Meze oteplení pro různé části, materiály a dielektrika MTP

Část přístrojového transformátoru	Meze oteplení (K)
1. Olejové přístrojové transformátory – olej v horní vrstvě – olej v horní vrstvě, hermeticky těsný – střed vinutí – střed vinutí, hermeticky těsný – jiné kovové části v kontaktu s olejem	50 – 55 – 60 – 65 – – jako pro vinutí
2. Přístrojové transformátory s pevnou nebo plynovou izolací – vinutí (průměrná hodnota) v kontaktu s izolačními materiály dle následujících tříd: Y – A – E – B – F – H – jiné kovové části v kontaktu s výše uvedenými materiálovými třídami	45 – 60 – 75 – 85 – 110 – 135 – – jako pro vinutí
3. Spojení, šroubové nebo ekvivalentní – – holá měď, holá měděná slitina nebo holá hliníková slitina	
• ve vzduchu	50
• v SF6	75
• v oleji – postříbřený nebo poniklovaný	60
• ve vzduchu	75
• v SF6	75
• v oleji – pocínovaný	60
• ve vzduchu	65
• v SF6	65
• v oleji	60

5.3 Zkouška primárního vinutí impulsním napětím

Zkušební napětí musí být přivedeno mezi svorky primárního vinutí (vzájemně spojené) a zem. Kostra, obal (pokud je) a jádro (má-li být uzemněno) a všechny svorky sekundárního vinutí musí být uzemněny. Impulsní zkoušky obecně sestávají z přivedení referenčních a zkušebních impulsů. Referenční impulsní napětí musí mít amplitudu mezi 50 % a 75 % jmenovitého zkušebního napětí. Při zkoušce musí být zaznamenávána vrcholová hodnota a tvar impulsního napětí. Důkaz o poruše je dán změnou tvaru průběhu impulsního napětí u referenčních a zkušebních impulsů. Pro detekci poruchy lze použít, jako doplňkovou zkoušku ke snímání napětí, záznamu proudů tekoucích při zkoušce do země.

5.3.1 Zkouška atmosférickými impulsy

Zkušební napětí musí mít odpovídající hodnotu podle tabulky 4 podle nejvyššího napětí pro zařízení a podle stanovené izolační hladiny.

5.3.1.1 Vinutí s $U_m < 300$ kV

Zkouška se musí provést impulsy kladné i záporné polarity. Aplikuje se 15 po sobě následujících impulsů každé polarity bez korekce na atmosférické podmínky. Transformátor vyhověl při zkoušce, když při obou polaritách:

- a) nedošlo k průrazu vnitřní izolace, která se neobnovuje;
- b) nedošlo k přeskoku podél vnější izolace, která se neobnovuje. To je potvrzeno pěti po sobě jdoucími výdržnými impulzy, následujícími po posledním přeskoku
- c) nedošlo k více než dvěma přeskokům podél vnější izolace, která se neobnovuje;
- d) nebyl zjištěn žádný jiný důkaz poruchy izolace (například nedošlo ke změnám ve tvaru průběhu zaznamenávaných veličin).

Pokud dojde k přeskokům a není možné podat během zkoušky důkaz, že k přeskokům došlo v obnovující se izolaci, musí dojít po skončení dielektrických zkoušek k demontáži a prohlídce přístrojového transformátoru. Je-li zpozorováno poškození neobnovující se izolace, přístrojový transformátor nevyhověl zkoušce.

POZNÁMKA: Pro zkoušení vnější izolace je stanovena aplikace 15 kladných a 15 záporných impulsů. Pokud došlo mezi výrobcem a zákazníkem k dohodě o dalších zkouškách pro kontrolu vnější izolace, může být počet atmosférických impulsů snížen na tři impulzy každé polarity bez korekce na atmosférické podmínky.

5.3.1.2 Vinutí s $U_m \geq 300$ kV

Zkouška se musí provést s kladnou i zápornou polaritou. Aplikují se tři po sobě následující impulsy každé polarity, nekorigované na atmosférické podmínky.

Transformátor vyhověl při zkoušce, když:

- a) nedošlo k žádným přeskokům;
- b) nebyl zaznamenán žádný jiný důkaz poruchy izolace.

5.3.2 **Zkouška spínacím impulsem**

Zkušební napětí musí mít příslušnou hodnotu podle tabulky 4 podle nejvyššího napětí pro zařízení a podle stanovené izolační hladiny.

Zkouška musí být provedena s kladnou polaritou. Patnáct za sebou následujících impulsů, korigovaných na atmosférické podmínky, se přivede na transformátor. Pro venkovní transformátory musí být zkouška provedena za deště (viz 5.4). Transformátor vyhověl při zkoušce, jestliže:

- a) nedošlo k průrazu vnitřní izolace, která se neobnovuje;
- b) nedošlo k přeskoku podél vnější izolace, která se neobnovuje;
- c) nedošlo k více než dvěma přeskokům podél vnější izolace, která se neobnovuje;
- d) nebyl zjištěn žádný jiný důkaz poruchy izolace (například nedošlo ke změnám ve tvaru průběhu zaznamenávaných veličin).

Jestliže dojde k přeskokům a není možné podat během zkoušky důkaz, že k přeskokům došlo v obnovující se izolaci, musí dojít po skončení dielektrických zkoušek k demontáži a prohlídce MTP. Je-li zpozorováno poškození neobnovující se izolace, musí být MTP považován za nevyhovující zkoušce.

POZNÁMKA: Impulsy, při nichž došlo k přeskokům na stěny nebo stropy laboratoře, se neuvažují.

5.4 Zkouška za deště venkovních transformátorů

Pro vinutí s $U_m < 300$ kV musí být zkouška provedena se střídavým napětím průmyslového kmitočtu a hodnotou zkušebního napětí podle tabulky 4 v závislosti na nejvyšším napětí pro zařízení, korigovaného na atmosférické podmínky.

Pro vinutí s $U_m \geq 300$ kV musí být zkouška provedena spínacími impulsy kladné polarity a hodnotou zkušebního napětí podle tabulky 4 v závislosti na nejvyšším napětí pro zařízení a na jmenovité izolační hladině.

5.5 Zkouška elektromagnetické kompatibility (EMC) – měření rušivého vysokofrekvenčního napětí (RIV)

Požadavky na RIV se vztahují na přístrojové transformátory s $U_m \geq 123$ kV, které se budou instalovat ve vzduchem izolovaných rozvodnách.

Protože rušivé VF napětí může být ovlivněno vlákny nebo prachem usazeným na izolátorech, je povoleno před začátkem měření otření izolátoru čistou textilií.

Musí být dodržen následující postup:

Přístrojový transformátor vybavený příslušenstvím musí být suchý a čistý a musí mít přibližně stejnou teplotu jaká je v laboratoři, ve které se zkouška provádí. Zkouška se provádí za následujících atmosférických podmínek:

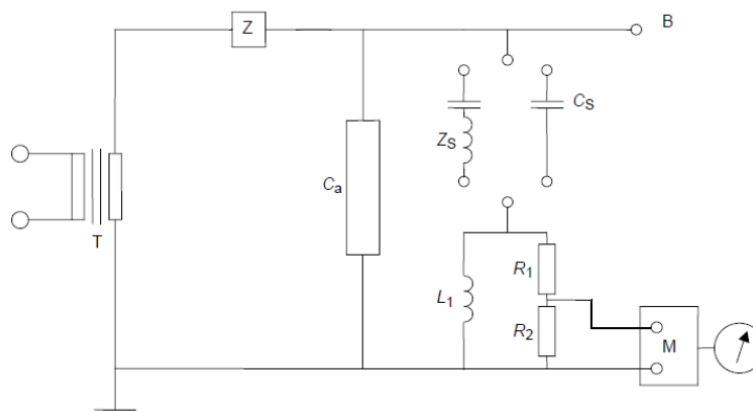
Teplota okolí: (10 až 30) °C

Atmosférický tlak: ($0,870 \cdot 10^5$ až $1,07 \cdot 10^5$) Pa

Relativní vlhkost vzduchu: (45 až 75) %

Zkušební připojovací vedení a jejich konce nesmí být zdrojem rušivého vysokofrekvenčního napětí.

Aby se zabránilo rušivým výbojům od primárních svorek, je třeba tyto svorky vhodným způsobem odstínit napodobením provozního stínění. Doporučuje se použít části trubky s kulovými zakončeními.

**Legenda**

- T zkušební transformátor
 Ca zkoušený předmět
 Z filtr
 B svorka s ochranou proti vzniku korony
 M měřicí souprava se vstupním odporem R_M

$$Z_S + \left(R_1 + \frac{R_2 \cdot R_M}{R_2 + R_M} \right) = 300 \, \Omega$$

Z_S, C_S, L_1, R_1, R_2 viz CISPR 18-2

Obrázek 2 – Uspořádání pro zkoušku elektromagnetické kompatibility

Zkušební napětí se podle obrázku 2 přikládá mezi jednu ze svorek primárního vinutí zkoušeného předmětu (C_a) a zem. Rám, kryt (pokud existuje), jádro (pokud je určeno k uzemnění) a jedna svorka každého sekundárního vinutí se uzemní.

Měřicí obvod musí být naladěný v pásmu od 0,5 MHz do 2 MHz se záznamem měřicího kmitočtu. Výsledky se vyjadřují v mikrovoltech.

Impedance mezi zkušebním vodičem a zemí, ($Z_S + (R_1 + R_2 // R_M)$) na obrázku 3, musí být $300 \, \Omega \pm 40 \, \Omega$ s fázovým úhlem nepřesahujícím 20° při měřicím kmitočtu.

Kondenzátor C_S může být také použitý místo filtru Z_S ; dostačující kapacita je 1 000 pF.

Filtr Z musí mít velkou impedanci při měřicím kmitočtu, aby se oddělil zdroj průmyslového kmitočtu od měřicího obvodu. Vhodnou hodnotu této impedance při měřicím kmitočtu lze nalézt od 10 000 Ω do 20 000 Ω .

Úroveň pozadí vysokofrekvenčního rušení (vysokofrekvenční rušení způsobené vnějším polem a vysokonapěťovým transformátorem) musí být alespoň 6 dB (nejlépe 10 dB) pod danou úroveň vysokofrekvenčního rušení.

Zkušební napětí se přikládá mezi jednu ze svorek primárního vinutí zkoušeného předmětu (C_a) a zem. Rám, kryt (pokud existuje), jádro (pokud je určeno k uzemnění) a jedna svorka každého sekundárního vinutí se uzemní.

Před vlastním měřením se přiloží napětí $1,5 \times U_m/\sqrt{3}$ a udržuje se po dobu 30 sekund. Potom se napětí přibližně po dobu 10 sekund sníží na $1,1 \times U_m/\sqrt{3}$ a na této hodnotě se udržuje 30 sekund před vlastním měřením rušivého vysokofrekvenčního napětí.

Přístrojový transformátor se považuje za vyhovující této zkoušce, jestliže úroveň rušivého vysokofrekvenčního napětí nepřekročí 2 500 μV při $1,1 U_m/\sqrt{3}$.

5.6 Zkoušky přesnosti

Typové zkoušky k prověření požadavků uvedených v čl. 2.4.3 v případě transformátorů tříd 0,1 až 1 musí být provedeny pro každou hodnotu proudu uvedenou v tabulce 2 při 25 % a 100 % jmenovité zátěže (s podmínkou, že 1 VA bude představovat minimum zátěže). Transformátory mající rozšířený proudový rozsah větší než 120 % musí být zkoušeny při jmenovitém rozšířeném primárním proudu místo při 120 % jmenovitého proudu.

V případě rozšířeného rozsahu zátěže musí být typová zkouška přesnosti provedena pro 1 VA a pro 100 % jmenovité zátěže při účinnosti 1. Maximální jmenovitá zátěž je v tomto případě limitovaná hodnotou 15 VA.

5.7 Kontrola správnosti značení svorek

Tato zkouška se provádí podle čl. 4.2.

5.8 Zkouška střídavým napětím primárního vinutí

Zkušební napětí musí mít příslušnou hodnotu (dle tabulky 4) v závislosti na nejvyšším napětí pro zařízení. Doba trvání zkoušky musí být 60 sekund. Zkušební napětí musí být aplikováno na zkratované primární vinutí a zem. Zkratované(-á) sekundární vinutí, kostra, obal (pokud je) a jádro (pokud má zvláštní zemnicí svorku) musí být spojeno se zemí.

5.9 Zkouška střídavým napětím sekundárního vinutí a mezi částmi vinutí

Zkušební napětí 3 kV musí být přiloženo po dobu 60 sekund postupně mezi zkratované svorky každé sekce vinutí nebo každé sekundární vinutí a zem.

5.10 Přepět'ová zkouška mezizávitové izolace

Přepět'ová zkouška mezizávitové izolace musí být provedena podle jedné z následujících metod. Pokud není jinak dohodnuto, volba jedné z uvedených metod je závislá na výrobcí.

Metoda A:

Při rozpojených sekundárních vinutích (nebo připojených na zařízení s vysokou impedancí, které zaznamenává vrcholovou hodnotu) se na primární vinutí po dobu 60 sekund přivádí sinusový proud o kmitočtu mezi 40 Hz až 60 Hz o efektivní hodnotě odpovídající jmenovitému primárnímu proudu (nebo jmenovitému zvětšenému primárnímu proudu (viz čl. 2.4.5), jestliže tento proud přichází v úvahu). Použitý proud musí být omezen, jestliže zkušební napětí o vrcholové hodnotě 4,5 kV se dosáhne před dosažením jmenovitého proudu (nebo jmenovitého zvětšeného proudu).

Metoda B:

Při rozpojených svorkách primárního vinutí se musí ke svorkám každého sekundárního vinutí připojit na dobu 60 sekund předepsané zkušební napětí o kmitočtu (50 až 400) Hz s podmínkou, že efektivní hodnota sekundárního proudu nepřekročí hodnotu jmenovitého sekundárního proudu (nebo jmenovitý zvětšený proud). Pokud při tomto kmitočtu bude vrcholová hodnota napětí dosažená při jmenovitém sekundárním proudu (nebo zvětšeném proudu) nižší než 4,5 kV, potom toto napětí se považuje za hodnotu zkušebního napětí. Jestliže kmitočet převyšuje dvojnásobek jmenovitého kmitočtu, může se doba zkoušky snížit pod 60 sekund podle vztahu:

$$\text{trvání zkoušky (s)} = \frac{\text{dvojnásobek jmenovité frekvence}}{\text{zkušební frekvence}} \times 60,$$

nejméně však 15 sekund.

5.11 Měření částečných výbojů

5.11.1 Zkušební obvod a měřicí zařízení

Měřicí zařízení musí měřit zdánlivý náboj Q vyjádřený v picocoulombech (pC). Jeho kalibrace musí být provedena po jeho zapojení do zkušebního obvodu. Širokopásmové zařízení musí mít šířku pásma minimálně 100 kHz s horním kmitočtem nepřesahujícím 1,2 MHz. Úzkopásmové přístroje musí mít svůj rezonanční kmitočet v rozsahu od 0,15 MHz do 2 MHz. Přednostně se doporučuje rozsah 0,5 MHz až 2 MHz, ale pokud je to proveditelné, uskuteční se měření při kmitočtu, který zajišťuje nejvyšší citlivost. Citlivost musí umožnit detekci částečných výbojů s amplitudou 5 pC.

POZNÁMKY:

1. Rušení musí být podstatně nižší než uvedená citlivost. Známé impulsy, které jsou způsobeny externím rušením, se neuvažují.
2. Pro potlačení externího rušení lze použít můstkové zapojení.
3. Pokud se použije zařízení umožňující elektronické potlačení rušení, musí být dokázáno pomocí změn jeho parametrů, že umožňuje detekci opakovaně se vyskytujících impulsů.

5.11.2 Zkušební postup pro měření částečných výbojů

Po předzkušebním namáhání podle metody A nebo B se zkušební napětí zvyšuje až na hodnotu zkušebního napětí pro měření částečných výbojů podle tabulky 6 a na této hladině se provádí měření částečných výbojů po dobu 30 sekund. Hladina částečných výbojů nesmí překročit hodnoty uvedené v tabulce 6.

Metoda A:

Napěťová hladina se dosáhne při snižování napětí po provedené zkoušce přiloženým napětím průmyslového kmitočtu.

Metoda B:

Měření částečných výbojů se provede po zkoušce přiloženým napětím průmyslového kmitočtu. Napětí se zvyšuje na 80 % zkušební napětí pro zkoušku přiloženým napětím průmyslového kmitočtu, na této hladině se ponechá po dobu nejméně 60 sekund a bez přerušení se sníží na hodnotu napětí pro měření částečných výbojů.

Pokud není jinak stanoveno, volba jedné z uvedených metod je závislá na výrobcu. Zvolená zkušební metoda musí být uvedena ve zkušebním protokolu.

6 Prvotní ověření

Při ověřování měřicích transformátorů proudu musí být provedeny tyto zkoušky:

- a) technická prohlídka a kontrola správnosti značení svorek;
- b) určení chyb proudu a úhlu transformátoru.

6.1 Potřebné pomůcky

Při zkoušení transformátorů se používá toto zkušební zařízení:

6.1.1 Měřicí sestava

Měřicí sestava, skládající se z etalonového měřicího zařízení pro vyhodnocení difference chyb mezi etalonem a zkoušeným MTP, etalonového měřicího transformátoru proudu nebo etalonového proudového komparátoru zátěží transformátorů proudu, pomocných měřicích přístrojů pro měření proudu, kmitočtu, zkreslení a z napájecích obvodů s regulací.

6.1.2 Sestava pro odmagnetování měřicích transformátorů proudu

Sestava obsahující napájecí zdroj s regulací, ampérmetr, resp. bočník pro měření proudu, dělič napětí s voltmetrem k měření vrcholové a střední hodnoty napětí nebo osciloskop.

6.1.3 Sestava pro určení přídavných odporů přívodních kabelů

Sestava umožňující měření s přesností 3 % nebo lepší (např. číslicový multimetr s možností čtyřsvorkového měření odporů, tj. ve čtyřvodičovém zapojení).

6.1.4 Zátěže měřicího transformátoru proudu

Musí být použity zátěže s účínkem $\cos \beta = 0,8$ resp. $\cos \beta = 1$, určené pro daný kmitočet, umožňující s odpovídající chybou nastavení jmenovité hodnoty, dané kombinací vlastní zátěže, impedance měřicího zařízení a přívodních kabelů. Zátěže měřicích transformátorů proudu (viz článek 2.2.4) s hodnotou $Z < 5$ VA musí mít účinek $\cos \beta = 1$. Pro měření chyb transformátorů s rozšířeným rozsahem zátěže musí být použita zátěž s účínkem $\cos \beta = 1$ až do hodnoty $Z \leq 15$ VA.

6.1.5 Napájecí zdroje

Musí být použity zdroje s regulací proudu harmonického průběhu v potřebném rozsahu s odpovídající přesností nastavení, stabilitou a zkreslením menším než 5 %.

6.1.6 Měřič zkreslení

Pomocí měřiče zkreslení se sleduje tvar křivky proudu, aby zkreslení bylo menší než 5 %.

6.2 Podmínky v průběhu zkoušek

Měřicí transformátory proudu se zkouší při jmenovitém kmitočtu s maximální odchylkou ± 1 %, při harmonickém průběhu proudu, jehož činitel zkreslení nepřevyšuje 5 %, teplotě okolního prostředí $+15$ °C až $+25$ °C, relativní vlhkosti vzduchu maximálně 75 % a vnějším magnetickým poli do 1 mT.

6.3 Popis zkoušek

6.3.1 Mechanické poškození

U měřicích transformátorů proudu se kontroluje, zda nejsou mechanicky poškozeny, jejich úplnost, správnost a čitelnost údajů na štítku, označení a upevnění svorek.

6.3.2 Správnost značení svorek

Při kontrole správnosti značení svorek se zkoušený a etalonový transformátor zapojí v měřicí sestavě tak, aby primární proud ve vinutích obou transformátorů procházel stejným směrem (tomu odpovídá sériové spojení svorky P2 resp. L etalonu se svorkou P1 resp. K zkoušeného MTP nebo naopak). Sekundární svorky obou transformátorů se připojí ke stejně značeným svorkám měřicího zařízení. Pokud při nastavení primárního proudu na hodnotu 10 % I_{IN} je možné měřicím zařízením měřit chyby, je značení svorek správné. V opačném případě se MTP vyřadí z dalšího zkoušení.

6.4 Odmagnetování MTP

6.4.1 Odmagnetování

Zkoušené měřicí transformátory proudu se musí před měřením odmagnetovat některou z metod uvedených v čl. 6.4.2.a) nebo 6.4.2.b), je-li zřejmé, že MTP byl před měřením zmagnetován. V ostatních případech se odmagnetování provádí pouze tehdy, pokud měřené chyby MTP neodpovídají požadovaným hodnotám.

6.4.2 Postup při odmagnetování

a) Primární nebo sekundární vinutí MTP (zpravidla vinutí s největším počtem závitů) se připojí na zdroj proudu s harmonickým průběhem (realizovaný např. zdrojem napětí a sériovým odporem) a jmenovitou frekvencí. Ostatní vinutí musí být rozpojena. Proud napájecího zdroje se zvolna zvyšuje, až dosáhne jmenovité hodnoty odpovídající použitému vinutí, nebo až vrcholová hodnota napětí na rozpojeném vinutí s největším počtem závitů, měřená vrcholovým voltmetrem, dosáhne u provozních transformátorů proudu hodnoty 3 kV. Potom se proud napájecího zdroje zvolna plynule snižuje na nulovou hodnotu. Pokud nelze zaručit ideálně spojitý pokles odmagnetovacího proudu (např. při použití regulačního transformátoru), je nutné sestavit odmagnetovací obvod tak, aby poslední skok na nulovou hodnotu proudu nebyl větší než 0,1 % maximálního proudu při odmagnetování.

POZNÁMKA: Při měření napětí nesmí dojít k zatížení měřicího vinutí proudem větším než 0,1 % jmenovité hodnoty.

b) Zkoušený MTP se zapojí jako v čl. 6.4.2.a). Napájecí proud se zvolna zvyšuje, dokud vzrůstá střední hodnota napětí, měřená na některém dalším vinutí (např. pokud desetiprocentnímu nárůstu magnetovacího proudu odpovídá nárůst střední hodnoty indukovaného napětí větší než jedno procento), nebo pokud špičková hodnota napětí resp. velikost odmagnetovacího proudu nedosáhne hodnoty jako v čl. 6.4.2.a). Další postup je obdobný jako v čl. 6.4.2.a).

POZNÁMKA: Stav, kdy se pracovní bod feromagnetika pohybuje po hraniční hysterezní smyčce, lze orientačně určit také pomocí osciloskopu, kdy se při zvyšování magnetizačního proudu podstatně nemění plocha půlvlny indukovaného napětí.

6.4.3 Odmagnetování transformátorů s více jádry

U transformátorů s více jádry se musí odmagnetovat každé jádro.

6.4.4 Odmagnetování etalonu

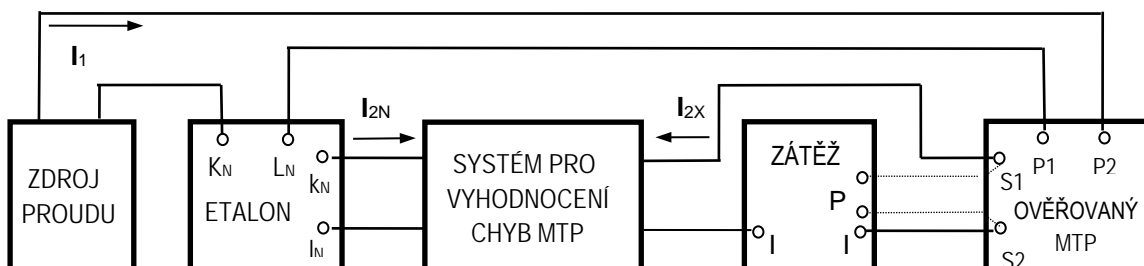
Etalonový MTP měřicí sestavy se musí při zkoušce odmagnetovat po každém náhlém přerušení proudu nebo je-li na základě výsledků podezření, že by mohl být zmagnetován.

6.5 Určení chyb proudu a úhlu měřicích transformátorů proudu

6.5.1 Určení chyb

Základní uspořádání pro určení chyb měřicího transformátoru proudu je znázorněno na obrázku 3.

Chyby proudu a úhlu se odečtou na měřicím zařízení sestavy a případně se korigují na chyby etalonu a měřicího zařízení.



Obrázek 3 – Základní uspořádání pro určení chyb měřicího transformátoru proudu

Pokud jsou známy chyby etalonu, provede se korekce měřeného transformátoru podle vztahu

$$\varepsilon_{IX} = \varepsilon_{IN} + \varepsilon_{IM}, \quad \delta_{IX} = \delta_{IN} + \delta_{IM}, \quad (4)$$

kde ε_{IX} a δ_{IX} jsou chyby měřeného transformátoru (%; '),
 ε_{IN} a δ_{IN} jsou chyby použitého etalonu (%; '),
 ε_{IM} a δ_{IM} jsou údaje systému pro vyhodnocení chyb (%; ').

Chyby měřicích transformátorů proudu se určují nejprve při maximální hodnotě měřicího rozsahu (např. 120 % I_{1N}). Pak se pokračuje k nižším hodnotám proudu dle tabulky 2 nebo tabulky 3. Důvodem je možnost odmagnetování transformátoru během měření. Dovolené meze chyb MTP v předepsaných měřicích bodech třídy přesnosti 0,1; 0,2; 0,5 a 1 jsou uvedeny v tabulce 2, pro MTP třídy přesnosti 0,2 S a 0,5 S v tabulce 3.

Chyby transformátoru se měří při zátěži 25 % jmenovité hodnoty zátěže a při jmenovité hodnotě zátěže. Sekundární zátěž použitá pro zkušební účely pro všechny třídy přesnosti musí mít induktivní účinník 0,8 mimo případ, kdy je zátěž menší než 5 VA; v takovém případě se musí použít účinník 1.

V případě, že má transformátor rozšířený rozsah zátěže, měří se chyby transformátoru při 1 VA a při jmenovité hodnotě zátěže. Pro měření chyb transformátorů s rozšířeným rozsahem zátěže se používá zátěž s účinníkem $\cos \beta = 1$ až do hodnoty $Z \leq 15$ VA. Maximální jmenovitá zátěž je v tomto případě limitovaná hodnotou 15 VA.

6.5.2 Chyby proudového transformátoru s rozšířeným rozsahem

U transformátoru s rozšířeným měřicím rozsahem se určí chyby proudu a úhlu při nejvyšší hodnotě jmenovitého primárního proudu rozšířeného rozsahu (místo při hodnotě 120 % I_{1N}). Naměřené chyby nesmí překročit hodnoty platné pro 120 % I_{1N} .

6.5.3 Určení chyb u transformátoru s více jádry

U měřicího transformátoru proudu se dvěma nebo více jádry se určí chyby proudu a úhlu odpovídající vinutím (transformátorům) na jednotlivých jádrech postupně, přičemž vinutí, která nejsou zkoušena, jsou spojena nakrátko. Zjištěné chyby musí být v mezích dovolené chyby podle tabulky 2 nebo tabulky 3.

6.5.4 Určení chyby u transformátoru s děleným magnetickým obvodem

U MTP s děleným magnetickým obvodem je nutno zkontrolovat jeho správné uzavření a zajištění.

6.5.5 Určení chyb proudových transformátorů s více převody

U proudových transformátorů s více převody se určí chyby proudu a úhlu při všech jmenovitých převodech a pro hodnoty primárního proudu podle tabulky 2 nebo tabulky 3 a typu MTP. Při ověřování MTP instalovaných v provozu (zejména VVN) se připouští určení chyb proudu a úhlu jen při převodu, pro který je MTP zapojen.

6.5.6 Požadavky na nastavení primárního proudu a zátěže

Nastavení primárního proudu v jednotlivých měřených bodech musí být zaručeno s chybou nepřekračující 0,5 % jmenovité hodnoty proudu v rozsahu měřených proudů (120 až 20) % a 0,3 % jmenovité hodnoty proudu v rozsahu měřených proudů (5 až 1) %. Chyby absolutní hodnoty zátěží při ověřování MTP nesmí být větší než 3 % jmenovité hodnoty. Chyby reálné a imaginární složky zátěží obecného typu nesmí být větší než 3 % jmenovitých hodnot.

6.5.7 Chyby proudových transformátorů s příslušenstvím

Největší dovolené chyby proudu a úhlu nesmí být překročeny u MTP s připojeným příslušenstvím, pokud je nedílnou součástí transformátoru.

6.6 Určení chyb proudu a úhlu kombinovaných měřicích transformátorů

6.6.1 Požadavky na chyby proudu kombinovaných transformátorů

U kombinovaných provozních transformátorů proudu a napětí musí transformátor proudu podle provedení vyhovovat podmínkám uvedeným v článku 6.5.

6.6.2 Vzájemné působení transformátorů

U kombinovaných měřicích transformátorů se musí při určování chyb zjistit vzájemné působení obou transformátorů:

- a) vliv transformátoru proudu na transformátor napětí;
- b) vliv transformátoru napětí na transformátor proudu.

6.6.3 Postup při ověření vzájemného vlivu transformátorů

- a) Vliv zkoušeného transformátoru proudu na zkoušený transformátor napětí se zjistí tak, že se zjistí chyby napětí a úhlu zkoušeného transformátoru napětí:
 - při rozpojených primárních svorkách transformátoru proudu,
 - při primárním proudu 120 % I_{IN} (nebo při proudu rozšířeného rozsahu) a při 25 % a 100 % hodnoty jmenovité sekundární zátěže Z_N .
- b) Vliv zkoušeného transformátoru napětí na zkoušený transformátor proudu se zjistí tak, že se zjistí chyby proudu a úhlu zkoušeného transformátoru proudu:
 - při rozpojených primárních svorkách transformátoru napětí,
 - při primárním napětí 120 % U_{IN} a při 25 % a 100 % hodnoty jmenovité sekundární zátěže.

6.6.4 Dovolené chyby vzájemným působením

Zjištěné chyby proudu, napětí a úhlu kombinovaného měřicího transformátoru při vzájemném působení musí vyhovovat podmínkám uvedeným v článku 6.5, stanoveným pro oddělené zjišťování chyb.

7 Následné ověření

Následné ověření se provádí stejným postupem jako prvotní ověření podle kapitoly 6.

8 Přezkoušení měřidla

Při přezkušování měřidel podle § 11a zákona o metrologii na žádost osoby, která může být dotčena jeho nesprávným měřením, se postupuje dle kapitoly 7. Jako největší dovolené chyby se uplatní 1,25násobek největších dovolených chyb dle kapitoly 7.

9 Oznámené normy

ČMI oznámí pro účely specifikace metrologických a technických požadavků na měřidla a pro účely specifikace metod zkoušení při schvalování jejich typu a ověřování, vyplývajících z tohoto opatření obecné povahy, české technické normy, další technické normy nebo technické dokumenty mezinárodních popřípadě zahraničních organizací, nebo jiné technické dokumenty obsahující podrobnější technické požadavky (dále jen „oznámené normy“). Seznam těchto oznámených norem

s přiřazením k příslušnému opatření oznámí ČMI společně s opatřením obecné povahy veřejně dostupným způsobem (na webových stránkách www.cmi.cz).

Splnění oznámených norem nebo splnění jejich částí se považuje v rozsahu a za podmínek stanovených tímto opatřením obecné povahy za splnění těch požadavků stanovených tímto opatřením, k nimž se tyto normy nebo jejich části vztahují.

Shoda s oznámenou normou je jedním ze způsobů, jak prokázat splnění požadavků. Tyto požadavky mohou být splněny i jiným technickým řešením garantujícím stejnou nebo vyšší úroveň ochrany oprávněných zájmů.

II. ODŮVODNĚNÍ

ČMI vydává podle § 14 odst. 1 písmeno j) zákona o metrologii k provedení § 6 odst. 2, § 9 odst. 1 a 9 a § 11a odst. 3 zákona o metrologii toto opatření obecné povahy, kterým se stanovují metrologické a technické požadavky na stanovená měřidla a zkoušky při schvalování typu a při ověřování stanovených měřidel – „měřící transformátory proudu“.

Vyhláška č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, ve znění pozdějších předpisů, zařazuje v příloze Druhový seznam stanovených měřidel uvedený druh měřidel pod položkou 4.1.4 Měřící transformátory proudu a napětí mezi měřidla podléhající schvalování typu a povinnému ověřování.

Tento předpis (Opatření obecné povahy) bude oznámen v souladu se směrnicí Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 2015/1535 ze dne 9. září 2015 o postupu při poskytování informací v oblasti technických předpisů a předpisů pro služby informační společnosti.

III. POUČENÍ

V souladu s ustanovením § 172 odst. 1 SprŘ ve spojení s ustanovením § 39 odst. 1 SprŘ stanovuje ČMI lhůtu pro uplatnění připomínek do 30 dnů od data vyvěšení na úřední desce. K připomínkám podaným po této lhůtě se nepřihlíží.

Dotčené osoby se tímto vyzývají k uplatnění připomínek k tomuto návrhu opatření obecné povahy. S ohledem na ustanovení § 172 odst. 4 SprŘ se připomínky podávají v písemné podobě.

Dle ustanovení § 174 odst. 1 SprŘ ve spojení s ustanovením § 37 odst. 1 SprŘ musí být patrné, kdo připomínky činí, vůči kterému opatření obecné povahy směřují, v čem je spatřován rozpor s právními předpisy nebo nesprávnost opatření obecné povahy, musí obsahovat podpis osoby, která je činí.

Do podkladů návrhu opatření obecné povahy je možné nahlédnout u Českého metrologického institutu, Úsek pro legální metrologii, Okružní 31, 638 00 Brno, a to po telefonické dohodě.

Tento návrh opatření obecné povahy bude zveřejněn po dobu 15 dnů.

Český metrologický institut
generální ředitel