

ЗАХТЕВИ ЗА МЕРНЕ ТРАНСФОРМАТОРЕ

1. ОПШТИ ЗАХТЕВИ

1.1. Стандардне вредности називних струја, напона и снаге

Мерни трансформатори имају следеће називне вредности:

- секундарне називне струје 1 А и 5 А,
- секундарна називна струја 5 А за струјне мерне трансформаторе 0,2S и 0,5S,
- секундарне називне напоне 100 V, $100/\sqrt{3}$ V, $2 \times 100/\sqrt{3}$ V, $200/\sqrt{3}$ V, $2 \times 200/\sqrt{3}$ V,
- примарне називне струје 10 А, 12,5 А, 15 А, 20 А, 30 А, 40 А, 50 А, 60 А и 75 А, као и њихове децималне делове или умношке,
- примарне називне струје 25 А, 50 А и 100 А, као и њихове децималне умношке, за струјне мерне трансформаторе класе тачности 0,2S и 0,5S,
- називне снаге 2,5 VA, 5 VA, 10 VA, 15 VA и 30 VA за струјне мерне трансформаторе,
- називне снаге 2,5 VA, 5 VA, 10 VA и 15 VA за струјне мерне трансформаторе класе тачности 0,2S и 0,5S,
- називне снаге 10 VA, 15 VA, 25 VA, 30 VA, 50 VA, 75 VA, 100 VA, 150 VA, 200 VA и 300 VA за напонске мерне трансформаторе.

Мерни трансформатори имају називну вредност фреквенције 50 Hz.

1.2 Размагнетисавање струјних мерних трансформатора

Струјни мерни трансформатори размагнетишу се тако што се при отвореном примарном намотају секундарни намотај, или при отвореном секундарном намотају примарни намотај, напаја струјом чија је најмања вредност 5 % од називне струје. При том, ни на једном намотају не појављује се напон чија би темена вредност била већа од 3,5 kV, а код намотаја са секундарном називном струјом од 1 А и називном снагом већом или једнаком 30 VA – напон већи од 5,6 kV.

Ако се очекује појава већег индукованог напона, индуковани напон на намотају са најмањом називном струјом контролише се инструментом за мерење темене вредности напона. Улазна импеданса инструмента треба да буде већа од 1 MW.

Ако се струјни мерни трансформатор размагнетише са секундарне стране, онда се свако језгро посебно размагнетше. За размагнетисавање се могу користити регулациони трансформатори, који омогућују довољно фину регулацију.

При размагнетисавању струјних мерних трансформатора струја се постепено повећава до жељене вредности, а затим смањује до нуле.

2. ГРЕШКА ТРАНСФОРМАТОРА

2.1. Дефиниције

Струјна грешка (P_i) је грешка коју мерни трансформатор уноси у мерења струје и која настаје зато што однос трансформације није једнак називном односу трансформације. Струјна грешка изражена у процентима (%) дата је изразом:

$$P_i = \frac{k_n \cdot I_s - I_p}{I_p} \times 100 \quad (\%)$$

где је:

k_n — називни однос трансформације,

I_p — ефективна вредност примарне струје,

I_s — ефективна вредност секундарне струје која одговара струји I_p у датим условима мерења.

За струје синусидног облика, фазна грешка (δ_i) је фазна разлика између вектора примарне и секундарне струје. Смер вектора одабира се тако да је угао нула за савршени мерни трансформатор. Сматра се да је фазна грешка позитивна ако вектор секундарне струје предњачи вектору примарне струје и изражава се у минутима (min) или центирадијанима (crad).

Напонска грешка (P_u) је грешка коју мерни трансформатор уноси у мерења напона и која настаје зато што однос трансформације није једнак називном односу трансформације. Напонска грешка изражена у процентима (%) дата је изразом:

$$P_u = \frac{k_n \cdot U_s - U_p}{U_p} \times 100 \quad (\%)$$

где је:

k_n — називни однос трансформације,

U_p — ефективна вредност примарног напона,

U_s — ефективна вредност секундарног напона која одговара напону U_p у датим условима мерења.

За напоне синусидног облика, фазна грешка (δ_u) је фазна разлика између вектора примарног и секундарног напона. Смер вектора одабира се тако да је угао нула за савршени мерни трансформатор. Сматра се да је фазна грешка позитивна ако је вектор секундарног напона временски испред вектора примарног напона и изражава се у минутима (min) или центирадијанима (crad).

2.2. НДГ

2.2.1. НДГ за струјне мерне трансформаторе

За струјне мерне трансформаторе класе тачности 0,2S и 0,5S струјна грешка (P_i) и фазна грешка (δ_i) при називној фреквенцији не прелазе вредности дате у Табели 1 овог прилога, када секундарни терет има било коју вредност од 25 % називног терета до 100 % називног терета.

Табела 1 НДГ за струјне мерне трансформаторе класе тачности 0,2S и 0,5S

Класа тачности	$\pm P_i$ (%)					$\pm \delta_i$ (min)					$\pm \delta_i$ (crad)				
	% називне примарне струје														
	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

За струјне мерне трансформаторе класе тачности 0,1; 0,2 и 0,5 струјна грешка (P_i) и фазна грешка (δ_i) при називној фреквенцији не прелазе вредности дате у Табели 2 овог прилога, за све вредности терета од 25 % називног терета до 100 % називног терета.

Терет употребљен при испитивању је индуктиван, фактора снаге 0,8, изузев ако је његова снага испод 5 VA у ком случају је фактор снаге терета једнак јединици. Терет није мањи од 1 VA.

Табела 2 НДГ за струјне мерне трансформаторе класе тачности 0,1; 0,2 и 0,5

Класа тачности	±P _i (%)				±δ _i (min)				±δ _i (crad)			
	% називне примарне струје											
	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	0,9	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

2.2.2. НДГ за напонске мерне трансформаторе

За напонске мерне трансформаторе класе тачности 0,1; 0,2 и 0,5 напонска грешка (P_u) и фазна грешка (δ_u) при називној фреквенцији не прелазе вредности дате у Табели 3 овог прилога, за вредности називног напона између 80 % називног напона и 120 % називног напона и за вредности секундарног терета од 25 % називног терета до 100 % називног терета уз индуктивни фактор снаге 0,8.

Грешке се одређују на прикључцима мерног трансформатора, укључујући и утицај евентуалних осигурача или отпорника који чине саставни део напонског мерног трансформатора.

Табела 3 НДГ за напонске мерне трансформаторе класе тачности 0,1; 0,2 и 0,5

Класа тачности	$\pm P_u$ (%)	$\pm \delta_u$ (min)	$\pm \delta_u$ (crad)
0,1	0,1	5	0,15
0,2	0,2	10	0,3
0,5	0,5	20	0,6

3. МЕТОДЕ

3.1. Методе за испитивање тачности струјних мерних трансформатора

За испитивање тачности струјних мерних трансформатора примењује се диференцијална мерна метода и метода струјног компаратора.

Диференцијална мерна метода се заснива на поређењу две секундарне струје (или напона) два мерна трансформатора приближно једнаких односа трансформације, од којих је један испитивани мерни трансформатор, а други еталон мерни трансформатор, са занемарљиво малом грешком.

Оптерећење везано у секундарно коло испитиваног мерног трансформатора једнако је прописаном испитном оптерећењу.

Метода струјног компаратора заснива се на поређењу магнетнобудних сила, у којој струјни компаратор има улогу еталон мерног трансформатора и извора примарних струја.

Оптерећење везано у секундарно коло испитиваног мерног трансформатора једнако је прописаном испитном оптерећењу.

3.2. Методе за испитивање тачности напонских мерних трансформатора

За испитивање тачности напонских мерних трансформатора, осим диференцијалне мерне методе, примењују се компензациона метода и метода испитивања капацитивним еталон делитељима напона.

При испитивању напонских мерних трансформатора диференцијалном методом, еталон мерни трансформатор и испитивани мерни трансформатор су истог односа трансформације. Оптерећење је везано за секундарне крајеве испитиваног мерног трансформатора.

Испитивање напонских мерних трансформатора може се вршити компензационом методом, коришћењем помоћних трансформатора, при чему еталон мерни трансформатор и испитивани мерни трансформатор не морају бити истог односа трансформације.

У методи испитивања капацитивним еталон делитељима напона, при испитивању тачности напонских мерних трансформатора, користе се високонапонски кондензатор (C_v) и нисконапонски кондензатор променљиве капацитивности (C_n). Вредности кондензатора одабране су тако да је однос њихових капацитивности C_v / C_n једнак називном односу трансформације испитиваног трансформатора.

4. ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ

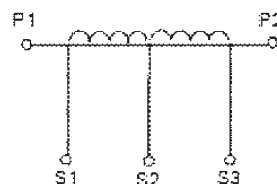
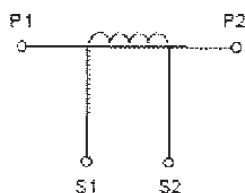
4.1. Ознаке прикључака

Ознаке прикључака струјних мерних трансформатора приказане су на Слици 1. Сви прикључци означени словима P, S и C у истом тренутку имају исти поларитет.

Слика 1 Ознаке прикључака струјних мерних трансформатора

Примарни
прикључци

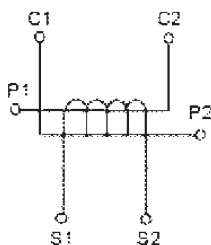
Секундарни
прикључци



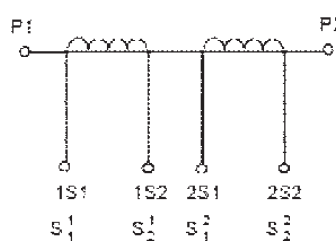
Струјни мерни трансформатор са само
једним односом трансформације

Примарни
прикључци

Секундарни
прикључци



Струјни мерни трансформатор са једним
изводом на секундарној страни

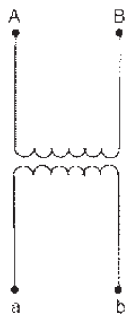


Струјни мерни трансформатор са
примарним намотајем две секције за
спајање на ред и паралелно

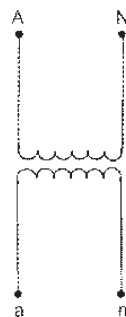
Струјни мерни трансформатор са два језгра

Ознаке прикључака напонских мерних трансформатора приказане су на Слици 2. Велика слова означавају прикључке примарног намотаја, а мала слова означавају прикључке секундарног намотаја. Прикључци означени истим великим и малим словима имају у истом тренутку исти поларитет.

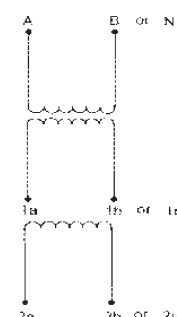
Слика 2 Ознаке прикључака напонских мерних трансформатора



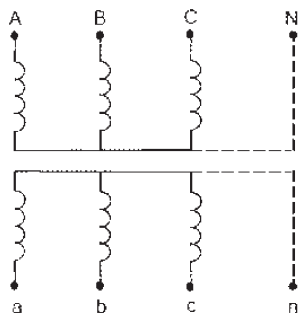
Двополюсно изоловани једнофазни напонски мерни трансформатор са једним секундарним намотајем



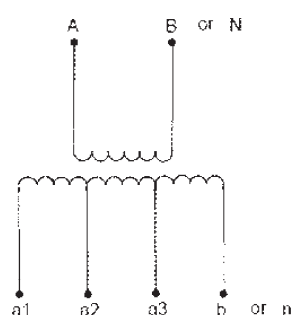
Једнополюсно изоловани једнофазни напонски мерни трансформатор са једним секундарним намотајем



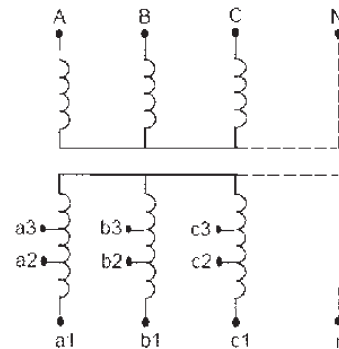
Једнофазни напонски мерни трансформатор са два секундарна намотаја



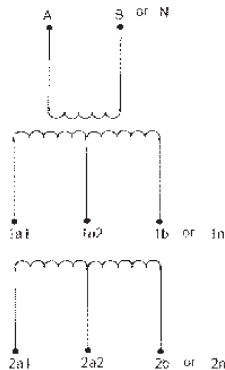
Трофазни напонски мерни трансформатор са два секундарна намотаја



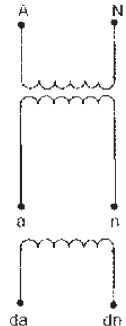
Једнофазни напонски мерни трансформатор са једним секундарним намотајем са више извода



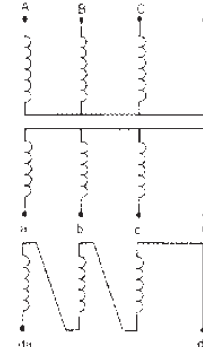
Трофазни напонски мерни трансформатор са једним секундарним намотајем са више извода



Једнофазни напонски мерни трансформатор са два секундарна намотаја са више извода



Једнополюсно изоловани једнофазни напонски мерни трансформатор са намотајем за отворени троугао



Трофазни напонски мерни трансформатор са намотајем у отвореном троуглу

4.2. Заштита метролошких карактеристика

Мерни трансформатор који је преправљен или поправљан, подлеже ванредном оверавању у складу са законом којим се уређује метрологија.

ПРИЛОГ 2

ОВЕРАВАЊЕ МЕРНИХ ТРАНСФОРМАТОРА

1. Опрема за преглед

Опрема за преглед струјних мерних трансформатора састоји се од:

- 1) струјног извора;
- 2) уређаја за мерење грешака;
- 3) еталон струјног мерног трансформатора или струјног компаратора;

- 4) струјног оптерећења;
- 5) амперметра.

Опрема за преглед напонских мерних трансформатора састоји се од:

- 1) напонског извора;
- 2) уређаја за мерење грешака;
- 3) еталон напонског мерног трансформатора, или еталон делитеља;
- 4) напонског оптерећења;
- 5) волтметра.

Као извор струје, односно напона, може се користити мрежа или посебан извор напајања. При томе генерисани напон напајања треба да испуњава услове у погледу стабилности напона и фреквенције као и фактора изобличења (клир фактор). Стабилност напона је у границама $\pm 5\%$. Стабилност фреквенције треба да буде у границама $\pm 1\%$ од назначене вредности.

Уређаји за подешавање струје, односно напона су такви да омогућавају континуирано и сигурно подешавање које је тако поступно да се прописане струје, односно напони, могу подешавати најмање $0,2\%$ од прописане крајње испитне вредности.

Уређаји за мерење грешака мерних трансформатора су такви да омогућавају одређивање струјне и фазне грешке струјних мерних трансформатора, односно напонске и фазне грешке напонских мерних трансформатора.

Еталони и мерна опрема који се користе за преглед мерних трансформатора имају одговарајућу класу тачности која омогућава да проширена мерна несигурност еталона и мерне опреме за преглед мерних трансформатора буде најмање три пута мања од НДГ мерног трансформатора.

2. Следивост

Еталони и мерна опрема за преглед мерних трансформатора су еталонирани, ради обезбеђивања следивости до националних или међународних еталона.

3. Референтни услови

У просторији у којој се врши преглед мерних трансформатора, при оверавању мерних трансформатора, постоје следећа одељења:

- 1) одељење високог напона;
- 2) мерно одељење.

Мерно одељење може да се налази у одељењу високог напона али је у том случају простор у којем се врши мерење одвојен заштитном оградом. Улазна врата у одељење високог напона су осигурана тако да при сваком улажењу долази до аутоматског искључења напајања мерне инсталације високим напонам.

У просторији за оверавање мерних трансформатора одржава се референтна температура ваздуха $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4. Провера означавања прикључака

Провера означавања прикључака струјног мерног трансформатора врши се, у складу са чланом 6. овог правилника и

поделом 4.1. Прилога 1 овог правилника, визуелним прегледом и идентификацијом:

- 1) примарног и секундарног намотаја;
- 2) секције сваког намотаја, уколико их има;
- 3) релативног поларитета намотаја и секцијом намотаја;
- 4) међуизвода, ако их има.

5. Размагнетисавање струјних мерних трансформатора

Размагнетисавање струјних мерних трансформатора спроводи се на начин описан у поделу 1.2 Прилога 1 овог правилника.

6. Испитивање тачности мерних трансформатора

6.1. Испитивање тачности струјних мерних трансформатора

Испитивање тачности струјних мерних трансформатора врши се методама испитивања датим у поделу 3.1. Прилога 1, на испитним тачкама, за сваки намотај, датим у ст. 1. и 2. и Табелама 1 и 2 тачке 2.2.1. Прилога 1. овог правилника, за вредности секундарног терета 25% називног терета и 100% називног терета.

При испитивању класе тачности струјних мерних трансформатора са више секундарних намотаја, секундари који се не испитују кратко се спајају.

При испитивању тачности преспојивих струјних мерних трансформатора са различитим називним односима трансформације, а који се постижу редним или паралелним везивањем примарних делова намотаја, преспојиви струјни мерни трансформатори се испитују при највећем називном односу трансформације и за испитне тачке дате у ставу 1. овог подела.

Код осталих називних односа трансформације довољно је обавити само испитивање при називном оптерећењу са 100% испитне струје. Измерене грешке не одступају више од $0,03\%$ и $1'$ од грешака измерених при највећем називном односу трансформације.

Ако се код једног називног односа трансформације добије веће одступање од вредности наведених у ставу 4. овог подела, онда је потребно струјни мерни трансформатор испитати код свих осталих односа трансформације и при свим испитним тачкама датим у ставу 1. овог подела.

Код струјних мерних трансформатора код којих се промена називног односа трансформације постиже преспајањем делова намотаја, испитивање тачности врши се на свим испитним тачкама сваког назначеног односа трансформације.

Ако струјни мерни трансформатор има више називних снага и класа тачности, онда се испитивање врши на свим испитним тачкама за најбољу класу тачности.

За испитивање при $1/4$ оптерећења, испитивање се врши само при највећој и најнижој испитној струји.

6.2. Испитивање тачности напонских мерних трансформатора

Испитивање тачности напонских мерних трансформатора врши се методама испитивања датим у поделу 3.2. Прилога 1 овог правилника, на испитним тачкама датим у ставу 1. овог подела и Табели 3 тачке 2.2.2. Прилога 1 овог правилника, за вредности називног напона 80% називног напона, 100% називног напона и 120% називног напона и за вредности секундарног терета 25% називног терета и 100% називног терета уз индуктивни фактор снаге $0,8$.

Испитивање тачности напонских мерних трансформатора са више секундарних намотаја врши се у два случаја:

- 1) намотаји који се не испитују су отворени;
- 2) намотаји који се не испитују оптерећују се називним оптерећењима.

Намотај за везивање у отворени троугао не оптерећује се.

При испитивању тачности преспојивих напонских мерних трансформатора са различитим називним односима трансформације који се постижу преспајањем примарног или секундарног намотаја испитивање тачности врши се за све наведене односе трансформације и при свим испитним тачкама.

Код напонских мерних трансформатора декларисане класе тачности за два назначена оптерећења, грешке се одређују за свако назначено оптерећење.

6.3. Испитивање тачности комбинованих мерних трансформатора

Испитивање тачности комбинованих мерних трансформатора обавља се у складу са пододељком 6.1. овог прилога за струјни део и у складу са пододељком 6.2. овог прилога за напонски део.

6.4. Испитивање тачности капацитивних напонских мерних трансформатора

Испитивање тачности капацитивних напонских мерних трансформатора обавља у складу са пододељком 6.2. овог прилога.

Стварне вредности фреквенције и температуре при којима је испитивана тачност капацитивних напонских мерних трансформатора назначене су у записнику о прегледу.

7. Жигосање

Мерни трансформатори за које се прегледом утврди да испуњавају прописане захтеве, жигошу се жигом у складу са законом којим се уређује метрологија и прописом донетим на основу тог закона.

Основни жиг се ставља на натписну плочицу на место предвиђено за наношење жига.