

ТЕХНИЧКА ПРЕПОРУКА бр.4
ПРИМЕНА ЗАШТИТЕ И ЛОКАЛНЕ АУТОМАТИКЕ У
ЕЛЕКТРОДИСТРИБУТИВНИМ МРЕЖАМА
10 kV, 20 kV, 35 kV и 110 kV

- ОПШТИ ДЕО -

IV издање

мај 2001.

ИЗДАВАЧ:	ЈП ЕПС ДИРЕКЦИЈА ЗА ДИСТРИБУЦИЈУ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ СРБИЈЕ БЕОГРАД, Војводе Степе 412
Техничко уређење:	Т. Бојковић, Б. Фундук и С. Рафаиловић
Коректура:	Т. Бојковић, Б. Фундук и С. Рафаиловић
Рачунарска обрада цртежа:	Аца Дренковић и Биљана Стојановић
Штампа:	"МСТ Гајић" Београд
Тираж:	500 примерака

Ово издање препоруке се разликује од предходних издања што се сада акценат даје примени нових технологија, пре свега систему микропроцесорске заштите и управљања, али се равноправно третира и "класичан" систем, посебно у домену остварења одређених функција заштите и управљања.

мај 2001.

Из архиве:

На основу предлога радне групе и Комисије за релејну заштиту и аутоматику, Комисија за техничка питања при Пословној заједници електродистрибуције Србије је на проширеном састанку који је одржан 8. и 9. децембра 1987. године у Врњачкој Бањи усвојио следеће две препоруке:

**1. ТЕХНИЧКА ПРЕПОРУКА бр. 4:
ПРИМЕНА РЕЛЕЈНЕ ЗАШТИТЕ И ЛОКАЛНЕ АУТОМАТИКЕ У
ДИСТРИБУТИВНИМ МРЕЖАМА 10 kV, 20 kV, 35 kV и 110 kV**

**2. ТЕХНИЧКА ПРЕПОРУКА бр. 46:
ПРИМЕНА ЗАШТИТНИХ УРЕЂАЈА ДИСТРИБУТИВНИХ
ЕНЕРГЕТСКИХ ТРАНСФОРМАТОРА**

Предложена решења задовољавају захтеве сигурности и функционалности, и у складу су са садашњим техничким и економским могућностима електродистрибутивних организација.

Чланови Комисије за техничка питања:

- 1 Јован Милић, "Електродистрибуција" Београд
- 2 др Драгутин Станојевић, "Електродистрибуција" Београд
- 3 Бранко Танасијевић, "Електросрбија" Краљево
- 4 Милорад Петровић, "Електродистрибуција" Ниш
- 5 Благоје Миљковић, "Електрошумадија" Крагујевац
- 6 Миодраг Павковић, "Тимочке електродистрибуције" Зајечар
- 7 Милоје Јездимировић, "ЕЛДИЗ" Т. Ужице
- 8 Младен Стричевић, "Електроморава" Смедерево
- 9 Станиша Тасић, "Електродистрибуција" Врање
- 10 Славољуб Ђорђевић, "Електродистрибуција" Лесковац
- 11 Панта Грковић, "Електрокосово" Приштина
- 12 Лука Георгијевић, "Електровојводина" Нови Сад
- 13 Томислав Бојковић, Пословна заједница ЕД Србије Београд
- 14 Федора Лончаревић, Пословна заједница ЕД Србије Београд
- 15 Крсто Жижић, Пословна заједница ЕД Србије Београд.

Чланови Комисије за релејну заштиту и аутоматику:

- 1 Светозар Ламбрин, "Електродистрибуција" Београд
- 2 Милан Никитовић, СОУР "ЕЛДИЗ" Т. Ужице
- 3 Константин Живковић, "Електродистрибуција" Ниш
- 4 Станисав Јасенко, "Тимочке електродистрибуције" Зајечар
- 5 Никола Божилов, "Електропројект" Краљево
- 6 Борислав Недељковић, "Електровојводина" Нови Сад
- 7 Властимир Пауновић, "Електрокосово" Приштина
- 8 Томислав Бојковић, Пословна заједница ЕД Србије Београд.

Чланови Радне групе:

- 1 Слободан Рафаиловић, "Електродистрибуција" Београд
- 2 Борислав Недељковић, "Електровојводина" Нови Сад
- 3 Владимир Обочки, "Електровојводина" Нови Сад
- 4 Властимир Пауновић, "Електрокосово" Приштина
- 5 Никола Божилов, "Електропројект" Краљево
- 6 Томислав Бојковић, Пословна заједница ЕД Србије Београд.

децембар 1987.

На основу предлога Радне групе, Технички савет ЕПС-а - Дирекција за дистрибуцију електричне енергије Србије је на 163-ом састанку који је одржан 23. маја. 2001 године у Крагујевцу донео одлуку: **усваја се**

ТЕХНИЧКА ПРЕПОРУКА бр. 4

ПРИМЕНА ЗАШТИТЕ И ЛОКАЛНЕ АУТОМАТИКЕ У ЕЛЕКТРОДИСТРИБУТИВНИМ МРЕЖАМА 10 kV, 20 kV, 35 kV и 110 kV - општи део -

II издање

Предложена решења су у складу са важећим прописима и стандардима и задовољавају захтеве сигурности, функционалности и економичности.

Чланови Техничког савета:

- 1 мр Миладин Танасковић, Председник Техничког савета, "Електродистрибуција" Београд
- 2 мр Зоран Ристановић, "Електровојводина" Нови Сад
- 3 мр Драган Балкоски, ЕПС Београд
- 4 мр Александар Јањић, "Електродистрибуција" Лесковац
- 5 Драган Новаковић, "Електродистрибуција" Београд
- 6 Десимир Богићевић, "Електросрбија" Краљево
- 7 Милоје Јездимировић, "Електродистрибуција" Ужице
- 8 Миодраг Миљковић, "Електродистрибуција" Врање
- 9 Миодраг Ристић, "Електроморава" Пожаревац
- 10 Миодраг Анђелковић, "Електрокосмет" Приштина
- 11 Митар Алексић, "Електрошумадија" Крагујевац
- 12 Драгољуб Здравковић, "Електродистрибуција" Ниш
- 13 Светозар Гламочлија, ЕП Републике Српске Бања Лука
- 14 Жарко Мићин, "Електровојводина" Нови Сад
- 15 Златибор Павловић, "Електротимок" Зајечар
- 16 Бранко Јакшић, "Електросрбија" Шабац
- 17 Федора Лончаревић, ЕПС-Дирекција за дистрибуцију Београд
- 18 Слободан Кујовић, ЕПС-Дирекција за дистрибуцију Београд.

Чланови Радне групе:

- 1 Богдан Фундук, "Електродистрибуција" Београд
- 2 мр Зоран Ристановић, "Електровојводина" Нови Сад
- 3 Слободан Рафаиловић, "Електродистрибуција" Београд
- 4 Владимир Доганџић, "Електродистрибуција" Ужице
- 5 Мика Ковачевић, "Електрошумадија" Крагујевац
- 6 Милосав Филиповић, "Електросрбија" Краљево
- 7 Горан Костић, "Електродистрибуција" Ниш
- 8 Никола Божилов, "Минел - Аутоматика" Краљево
- 9 Дејан Меловић, "Електровојводина" Нови Сад
- 10 Никола Гашић, ЕПС - Дирекција за дистрибуцију Београд
- 11 Томислав Бојковић, ЕПС - Дирекција за дистрибуцију Београд.

мај 2001.

1 ОПСЕГ ВАЖЕЊА И НАМЕНА

1.1 Ова препорука се односи на примену уређаја заштите и локалне аутоматике у дистрибутивним мрежама Србије.

У препоруци се посебно обрађује:

- а) Заштита дистрибутивних водова 10 kV, 20 kV, 35 kV и 110 kV;
- б) Заштита дистрибутивних енергетских трансформатора (ЕТ-а) 110/X kV и 35/X kV;
- в) Примена локалне аутоматике у дистрибутивним трансформаторским станицама (ТС) 110/X kV и ТС 35/X kV.

1.2 Ова препорука треба да:

- изврши типизацију основних техничких услова које треба да испуни одређени уређај заштите и локалне аутоматике у зависности од специфичних услова рада мреже: начина уземљења неутралне тачке, конфигурације мреже (радијална или петљаста), величине и важности елемента мреже који се штити, економичности итд.;
- одреди основне захтеве у погледу избора основних компонената које сачињавају одређени уређај заштите и аутоматике;
- одреди начин прикључења и монтаже одређеног уређаја заштите и аутоматике, као и начин подешавања појединих величина (струја, време, температура итд.);
- утврди основне захтеве за испитивање заштите (типско, комадно и пријемно испитивање);
- изврши типизацију сигурносног напајања у ТС.

2 ТЕРМИНИ И ДЕФИНИЦИЈЕ

2.1 **Реле (уређај):** реле (уређај) који је предвиђен да ради када његова карактеристична величина достигне, под одређеним условима и са одређеном тачношћу, своју радну вредност.

Реле (уређај) може да има и управљачке функције.

2.2 **Реле (уређеј):** мења своје стање под дејством улазне величине, односно карактеристичне величине, и враћа се у првобитно стање по престанку овог дејства.

Реле (уређеј):

- **побуђује се** када му се под задатим условима доводи електрична величина (струја, напон итд.);
- **реагује** када пређе из непобуђеног у побуђено стање;
- **отпушта** када пређе из побуђеног у непобуђено стање;
- **делује** у тренутку када обавља предвиђено дејство у излазном колу.

2.3 **Основна заштита:** заштита вода или ЕТ-а која брзо и селективно делује на искључење места квара на воду или у ЕТ-у.

2.4 **Резервна заштита:** заштита вода или ЕТ-а која делује при отказивању рада основне заштите.

2.5 **Хомополарна заштита:** заштита код које је побудна величина компонента нултог система струје и/или напона.

- 2.6 **Временска задршка (временско закашњење, временски продуже-так):** намерно уведено време између реаговања и деловања заштитног уређаја (релеа).
- 2.7 **Коефицијент отпуштања (однос реаговања):** однос вредности карактеристичне величине (струја, напон, температура) при којој уређај отпушта и величине при којој реагује.
- 2.8 **Време отпуштања:** време у коме заштитни уређај пређе у непобуђено стање после престанка побуде.
- 2.9 **Електродистрибутивна мрежа:** функционална целина водова, трансформаторских станица и пратеће опреме различитих напонских нивоа, међусобно повезаних у јединствени технолошки систем за дистрибуцију електричне енергије.
- 2.10 **Земљоспој:** електрична проводна веза између земље, односно уземљеног предмета, и проводника или дела постројења.
- 2.11 **Назначене карактеристике:** нумеричке вредности величина (напон, струја итд.) које дефинишу рад уређаја у условима који су утврђени у стандардима и служе за испитивање и гаранцију произвођача.

3 ТЕХНИЧКИ ПОДАЦИ И ПОГОНСКИ УСЛОВИ

- 3.1 **Дистрибутивне мреже 10 kV, 20 kV, 35 kV и 110 kV су радијално на-пајане.**
ТС 110/X kV и ТС 35/X kV имају могућност двостраног напајања преко повезног вода или отворене петље.
Надземна мрежа 110 kV може да ради и у затвореној петљи.
- 3.2 **Уземљења неутралних тачака дистрибутивних мрежа 10 kV, 20 kV, 35 kV и 110 kV изводе се према ТП-6 ЕД Србије:**
- Неутрална тачка мреже 10 kV и 20 kV** је изолована или уземљена преко нискоомске импедансе.
 - Неутрална тачка мреже 35 kV** је уземљена преко нискоомске импедансе.
 - Неутрална тачка мреже 110 kV** је директно уземљена.
- 3.3 **У дистрибутивним мрежама Србије типизирани су следеће вредности максималних дозвољених трофазних симетричних струја (снага) кратких спојева и земљоспоја:**
- мрежа 10 kV: 14,5 kA (250 MVA);
 - мрежа 20 kV: 14,5 kA (500 MVA);
 - мрежа 35 kV: 12,5 kA (750 MVA);
 - мрежа 110 kV: 26,5 kA (5000 MVA).

Типска вредност струје земљоспоја у уземљеним мрежама 10 kV, 20 kV и 35 kV је 300 А.

У мрежи 20 kV и 35 kV струја земљоспоја може да буде већа од 300 А, али највише до 1000 А, под условима датим у ТП-6.

У ТП-6 су дате и вредности капацитивних струја земљоспоја у изолованој мрежи 10 kV и 20 kV.

3.4 У ТС 110/X kV и ТС 35/X kV се примењује:

- a) **Систем микропроцесорске (дигиталне) интегрисане заштите и управљања** (у даљем тексту: **СМИЗУП**).
- b) Класичан систем заштите (статичка-аналогна или електромеханичка, у даљем тексту: **класична заштита**) и управљања.

Систем под а) се препоручује, али је дозвољена примена и система под б).

У даљем тексту се детаљније обрађује СМАЗУП, осим ако се посебно не нагласи да је реч о класичном систему заштите и управљања.

3.5 СМАЗУП остварује функције заштите, локалне аутоматике, локалног управљања и надзора, даљинског управљања и надзора, показних мерења и електричних блокада. Ове функције СМАЗУП остварује преко опреме за заштиту и управљање у постројењима 10 kV, 20 kV, 35 kV и 110 kV, опреме за управљање сопственом потрошњом ТС, станичног рачунара који садржи и део за комуникацију са диспетчерским центром (централна управљачка јединица), са управљачком јединицом за општу сигнализацију и остале опреме неопходне за функционисање система. У ТС снаге 2x40 MVA дозвољено је и коришћење посебног комуникационог рачунара.**3.6 Електромеханички релеи се примењују у неким функцијама резервне заштите, као на пример: за резервну прекострујну заштиту $R_{I>} > E_{T-a}$ 110/X kV (тачка 2.6.1 ТП-46) и резервну земљоспојну заштиту у неутралној тачки уземљене мреже 10 kV (20) kV (тачка 2.3 ТП-4а1), као и у случајевима када је примена статичких релеа неекономична или немогућа, на пример: помоћни релеи, Бухолц релеи, термостати, термометри итд., као и код реконструкција када уграђени заштитни уређаји поуздано остварују захтевану функцију итд.****3.7 Опрема за заштиту постројења 110 kV у ТС 110/X kV монтира се у ормане заштите у командној просторији ТС (ТП-12а).**

У ормане заштите постројења 110 kV се монтира:

- комплетна заштита и пратећа опрема за далеководна поља;
- комплетна заштита и пратећа опрема за трансформаторска поља 110 kV, укључујући и уређаје за аутоматску регулацију напона;
- заштита сабирница 110 kV (ако се изузетно изводи).

3.8 Опрема за заштиту постројења 10 kV, 20 kV и 35 kV монтира се у одељке за НН опрему одговарајућих ћелија расклопне апаратуре**3.9 Сва заштитна опрема (класична или у оквиру СМАЗУП-а) мора да ради независно од рада система управљања и система комуникације у оквиру ТС.**

Све заштите у оквиру СМАЗУП-а садрже улазне степене преко којих се жичаним везама прикључују на примарну опрему (на струјне и напонске трансформаторе), док се преко оптичких каблова или жичано прикључују на станични рачунар.

Микропроцесорски заштитни уређај мора:

- да буде неосетљив на прелазне режиме;
- да има висок ниво самодиагностике, али квар у заштитном уређају не сме да изазове прораду заштите;

- да има уграђену и функцију:
 - мерења;
 - регистрација догађаја, са могућношћу памћења најмање три догађаја (квара);
 - да има метално кућиште осигурано од продора прашине и влаге IP 51 према стандарду IEC 529.
- 3.10 Редне стезаљке у орманима заштите треба да буду уграђене и окренуте тако да је могуће једноставно прикључење каблова и проводника. Уређаји заштите или одређене функционалне целине морају да буду прегледно обележени, при чему ознаке треба да одговарају ознакама у пројектној документацији. Елементи уређаја заштите треба да буду таквог извођења да је могућа њихова једноставна замена у погону без накнадних радова као што су: лемљење, превезивање на прикључним стезаљкама итд.
- 3.11 **Препоручује се да заштитни уређај који чини одређену функционалну целину** (диференцијална заштита, прекострујна заштита, заштита сабирница итд.) **има посебну испитну утичницу (IU) за секундарно испитивање у погону и ван погона**, уметањем одговарајућег испитног утикача. За **секундарно испитивање у погону** треба укључењем испитног утикача у испитну утичницу да буде прекинуто коло за командовање прекидачем, затим да се кратко вежу струјна кола струјних трансформатора, да се прекину везе према напонским трансформаторима и омогући прикључење на уређаје и инструменте за испитивање. За **секундарно испитивање ван погона** треба да се омогући и прослеђивање кола за командовање прекидачем. **Испитна утичница** се састоји из контактних блокова чија трајна дозвољена струја треба да износи 10 А за напонска кола и 20 А за везу мерног уређаја са струјним трансформаторима. Уместо испитне утичнице за испитивање може да се користи одговарајуће преспајање на редним стезаљкама, које у том случају треба да се изведе једноставно и поуздано. **Микропроцесорски заштитни уређај (реле)** мора да има могућност испитивања и подешавања преко тастатуре и дисплеја на самом уређају, као и преко преносног рачунара и стандардног серијског прикључка. Преподешавање параметара на уређају је могуће само унутар задатог опсега и после коначне кодиране провере.
- 3.12 Зграда ТС треба да има одговарајућу топлотну изолацију са природном вентилацијом и парозащитом (ТП-12), тако да уз употребу калорифера температура у просторијама у које се смештају уређаји заштите и локалне аутоматике не буде мања од + 5°C и мора да се спречи кондензација влаге (IEC 57).
- 3.13 **Поступак координације изолације опреме** у оквиру система заштите и управљања спроводи се према стандарду JUS IEC 71.

4 СИСТЕМ СИГУРНОСНОГ НАПАЈАЊА У ТС

4.1 **Систем сигурносног напајања у ТС** служи за заштиту постројења од кварова и хаварија независно од мрежног напајања, а сачињавају га независни извори електричне енергије и припадајућа опрема:

- **стационарна акумулаторска батерија** (акубатерија) - развод једносмерног напона 110 V;
- **аутоматски регулисани исправљач**;
- **систем непрекидног напајања** у оквиру СМИЗУП-а.

4.2 **Развод једносмерног напона 110 V** врши се из стационарне акумулаторске батерије која се напаја преко регулисаног исправљача са којим је у непрекидној вези.

Управљање и надзор развода једносмерног напона 110 V врши се преко микропроцесорске управљачке јединице која се преко оптичког кабла прикључује на станични рачунар, и која мора да ради независно од рада система управљања и система комуникације у оквиру ТС.

4.3 **Једносмерним напоном 110 V из акумулаторске батерије се напајају:**

- електромоторни погони;
- калемови за искључење и калемови за укључење свих расклопних апарата којима се командује;
- заштитни уређаји;
- станични рачунар;
- управљачки уређаји;
- уређаји локалне аутоматике и надзора;
- DC/DC претварачи;
- помоћно (нужно) осветљење у ТС.

4.4 Остали једносмерни напони у ТС добијају се помоћу DC/DC претварача.

4.5 **Систем непрекидног напајања** обухвата напајање комуникационе опреме и станичног рачунара.

Реализација система врши се према захтевима испоручиоца опреме.

4.6 **У ТС 110/X kV треба**, поред основне опреме сигурносног напајања из тачке 4.1, **предвидети и резервни извор једносмерног напона.**

Као резервни извор једносмерног напона препоручује се примена кондензаторског исклопног уређаја. Међутим, код ТС инсталисане снаге 2x40 MVA може као резервни извор једносмерног напона да се користи друга акумулаторска батерија.

4.6.1 **Кондензаторски исклопни уређај (КИУ)** служи искључиво за искључење прекидача у трафо пољу 110 kV при деловању резервне прекострујне заштите $R_{I_1} >$ у том трафо пољу (тачка 2.6.1 ТП-46), односно при деловању резервне земљоспојне заштите у неутралној тачки уземљене мреже 10 kV (20) kV. КИУ се прикључује примарно на напон 100 V, 50 Hz из напонских трансформатора 110/0,1 kV и на излазу даје једносмерни напон 110 V.

4.6.2 **Ако се у ТС инсталисане снаге 2x40 MVA користе две акумулаторске батерије**, једносмерни напон прве акумулаторске батерије користи се за напајање

комплетне заштите на страни 110 kV (заштита водова 110 kV и ET-a), док се заштита ниженапонске стране напаја из друге акубаторије. Изузетак су: резервна прекострујна заштита у трафо пољу 110 kV и резервна земљоспојна заштита RZZ у неутралној тачки ниженапонске уземљене мреже 10 kV (20) kV, које се изводе и прикључују на следећи начин:

- обе заштите се изводе као двоструке, тако да им се одговарајући мерни прекострујни, односно земљоспојни, релеи везују редно, док комплетно напајање (побуда и деловање) "прве" заштите иде преко "прве" акубаторије и "првог" калема за искључење прекидача k_{11} у трафо пољу 110 kV, док напајање "друге" заштите иде преко "друге" акубаторије и "другог" калема за искључење прекидача k_{12} у трафо пољу 110 kV (тачка 2.6.2 ТП-4б и тачка 2.3 ТП-4а).

4.7 **Дозвољено је коришћење оловних и никл-кадмијум (NiCd) акубаторија. Капацитет акубаторије одређује се према величини и значају објекта, као и снази прикључених потрошача (уређаји заштите и аутоматике, нужно и противпанично осветљење, мотори за навијање опруга прекидача итд.), тако да се обезбеди напајање једносмерног развода у трајању од 6 часова. Струја нормалног пуњења акубаторије одговара струји десеточасовног капацитета, а струја брзог пуњења одговара струји петочасовног капацитета код оловних акубаторија, односно шесточасовног капацитета код NiCd акубаторија.**

Капацитет акубаторије износи најмање:

- 160 Ah за TC 110/X kV;
- 80 Ah за TC 35/X kV.

4.8 **Аутоматски регулисани исправљач-пуњач** ради паралелно са акубаторијом, при чему се режим рада бира тако да се акубаторија стално одржава у напуњеном стању, уз истовремену стабилизацију напона на сабирницама потрошача. Исправљач-пуњач треба да буде са појачаном филтрацијом.

У TC 110/X kV се користи трофазни исправљач-пуњач назначеног напона $3 \times 400/230 \text{ V} \sim /110 \text{ V} =$, док у TC 35/X kV може да се користи и монофазни исправљач назначеног напона $230 \text{ V} \sim /110 \text{ V} =$. У TC 2x40 MVA са две акубаторије користе се два исправљача-пуњача.

Највећа вредност назначене струје исправљача - пуњача износи:

- 50 A у TC 110/X kV;
- 20 A у TC 35/X kV.

4.9 У разводу једносмерног напона користе се високоучински осигурачи и/или прекидачи L карактеристике, одабрани тако да се обезбеди њихов селективан рад. Селективност рада у фази пројектовања ТС доказује се прорачуном, а пре стављања ТС под напон и касније повремено у експлоатацији испитивањем или мерењем.

4.10 **У струјном кругу командног једносмерног напона (за рад заштите и команду) заштитни уређаји се постављају у три нивоа (сл. 4.10):**

4.10.1 **Први ниво** је на излазу из акубаторије. На овом нивоу се користе:

- високоучински осигурачи ("главни" осигурачи) са топљивим уметком од 100 A, на које се приграђује микропрекидач - сигнална

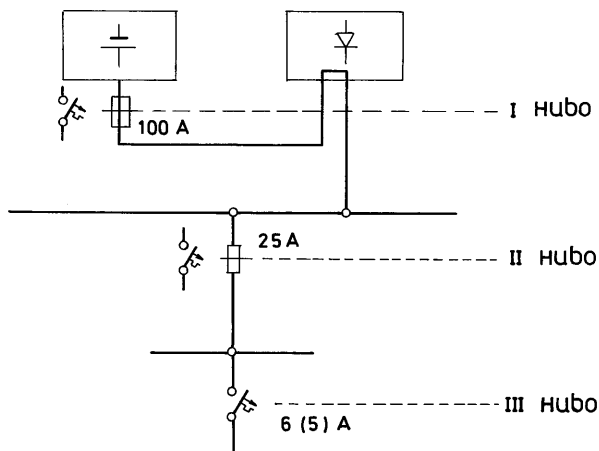
склопка за сигнализацију прегоревача топљивог уметка осигурача, или

- прекидач назначене једносмерне струје 100 А са успорењем деловања и помоћним мирним контактом за сигнализацију искључења.

4.10.2 **Други ниво** је разводни, и служи за груписање више струјних кругова (на пример: на нивоу извода 110 kV, секције сабирница 10 kV (20 kV) са највише 10 извода итд.). Овај ниво у неким случајевима може да буде изостављен. На другом нивоу могу да се користе:

- високоучински осигурачи са топљивим уметком од 25 А, на чије се излазне крајеве (гледано са стране акубаторије) постављају поднапонски релеи за сигнализацију прегоревача топљивог уметка осигурача, или
- прекидачи назначене једносмерне струје 25 А, са успорењем деловања и помоћним мирним контактом за сигнализацију искључења.

4.10.3 **Трећи ниво** је ниво изводне ћелије. На овом нивоу се користе прекидачи назначене једносмерне струје 6(5) А, са помоћним мирним контактом за сигнализацију искључења.



Сл.4.10: Заштита струјних кругова командног једносмерног напона

4.11 **Веза акубаторије и осигурача** преко "главних" осигурача или "главног" прекидача акубаторије, изводи се каблом РР00 пресека $2 \times 25 \text{ mm}^2$. Исти тип кабла и пресек користи се и за везу исправљача-пуњача са сабирницама за развод једносмерног напона 110 V.

За везу сабирница са осигурачима (прекидачима) II-ог и III-ог нивоа заштите користе се пресеци каблова 6 mm^2 или 4 mm^2 , док се за везе до калемова за искључење прекидача користе пресеци $2,5 \text{ mm}^2$ или $1,5 \text{ mm}^2$.

4.12 **Водови за развод командног једносмерног напона 110 V** не треба да се полажу у исти канал-ров са енергетским кабловима, а при укрштању треба да се обезбеди одговарајућа механичка и термичка заштита. При вођењу ових водова кроз постројење треба да се онемогући да појава лука или експлозије у једној ћелији (пољу) онеспособи (уништи) комплетну заштиту оба ЕТ-а у ТС или читавог постројења.

4.13 **Микропроцесорски уређај и станични рачунар морају да буду неосетљиви на електромагнетне сметње**, што се постиже коришћењем кућишта од челичног лима и избором квалитетних атестираних компонената.

У ТС 110/X kV треба да се предузму мере за ограничење транзијентних пренапона у секундарним колима (мерним и командно-сигналним) при комутацијама расклопних апарата у постројењу 110 kV, услед струје земљоспоја итд. У ту сврху сви нисконапонски каблови који повезују секундар струјних и напонских трансформатора 110 kV са мерним и заштитним уређајима у командној просторији треба да имају проводну електричну заштиту (концентрични проводник), на пример кабл типа РР 40. Електрична заштита кабла се на оба краја прикључује на систем уземљења ТС. Препоручује се да се уземље и слободни проводници мерних и командно сигналних каблова.

4.14 **Мора да се посвети посебна пажња редовном и стручном одржавању акубаторије, у шта обавезно спада:**

- редовна контрола нивоа и густине електролита;
- искључење исправљача-пуњача једанпут месечно у трајању од једног часа ради регенерације ћелија;
- пражњење до најнижег дозвољеног напона једанпут годишње, са снимањем промене напона у функцији времена.

4.15 **Контрола исправности развода једносмерног напона 110 V од изузетне је важности за рад ТС и спречавање појава тешких хаварија. Појава ненормалних стања мора да се благовремено сигналише, а кварови морају да се отклоне са првим степеном приоритета.** Сигнализација се изводи локално у ТС и даљински у надређеном диспечерском центру.

У случају да једносмерни напон акубаторије опадне испод 100 V, најкасније у року од 3 часа морају да се предузму активности да се узрок таквог стања отклони, или да се после тог времена искључе из рада енергетски трансформатори (ТП-4в).

Као илустрација се даје **списак неопходних сигнала у инсталацији сигурносног напајања** у ТС 110/X kV - пример када се у ТС користи тронамотајни ЕТ 110/36,75/10,5 kV.

- 1 Испад "главних" осигурача ("главног" прекидача) акубаторије;
- 2 Нестанак јсс за команду и заштиту РП 110 kV;
- 3 Нестанак јсс за команду и заштиту РП 35 kV;
- 4 Нестанак јсс за команду и заштиту РП 10 kV;
- 5 Нестанак јсс за заштиту сабирница 35 kV и 10 kV;
- 6 Земљоспој у колима јсс;
- 7 Напон акубаторије испод 100 V =;
- 8 Нестанак напона кондензаторског исклопног уређаја (КИУ);
- 9 Нестанак јсс за сигнализацију;
- 10 Испад исправљача-пуњача;
- 11 Нестанак јсс за навијање опруга прекидача;
- 12 Нестанак напона 3x400/230 V сопствене потрошње;
- 13 Квар у систему непрекидног напајања.

5 ИСПИТИВАЊА И ДОКАЗИ КВАЛИТЕТА

5.1 **Испитивања уређаја система заштите и управљања** врше се по елементима и функционално, према стандарду IEC 255.

Испитивања се врше код произвођача и на објекту (у ТС).

Код произвођача се врше типска и комадна испитивања о чему се прилажу одговарајући атести и пратећа документација о доказу квалитета. Произвођач је дужан да приложи и атест овлашћене независне институције о испитивању одређених функционалних целина заштите и аутоматике.

Типско испитивање врши произвођач на једном уређају као представнику других истих уређаја, док се **комадно испитивање** врши на сваком поједином уређају. Испитивања треба да пруже гаранцију о квалитету уређаја (тачност деловања, коефицијент отпуштања, сопствено време деловања, сопствена потрошња итд.), као и постојаност основних карактеристика на промене фреквенције мреже, промене помоћног напона напајања у границама 80% до 110% назначеног напона, као и промене температуре амбијента у границама -5°C до $+40^{\circ}\text{C}$. Ови уређаји такође треба да буду неосетљиви на земљотресе и на пренапоне у примарним и секундарним колима.

5.2 **У оквиру напонских испитивања користе се следећи испитни напони:**

- подносиви једноминутни напон 50 Hz: 2 kV;
- подносиви атмосферски ударни напон 1,2/50 μs : 5 kV.

Поред тога, **статички уређаји заштите и локалне аутоматике морају да поседују и атест о испитивању високофреквентним пригушеним импулсима 1 MHz, 400 пакета у секунди у трајању од 2 s. Темена вредност првог полуталаса** треба да износи 2,5 kV код уздужног (лонгитудиналног) испитивања, односно 1 kV код попречног (трансверзалног) испитивања.

5.3 **На објекту (у ТС) врши се провера функција комплетне заштите.** Врши се примарно испитивање (заједно са мерним трансформаторима) и секундарно испитивање (само уређаји, са пробом деловања на искључење прекидача).

Примарно испитивање заштите обавезно се врши пре првог стављања ТС под напон, када се врши и пријемно испитивање заштите. Примарно испитивање заштите може по потреби да се врши и у експлоатацији, на пример после замене струјног трансформатора. Пријемно испитивање се, по правилу, обавља у присуству представника произвођача.

Секундарно испитивање заштите врши се према ТП-15: најмање једанпут у току 2 године, са снимањем карактеристика најмање једанпут у 10 година.

О резултатима испитивања и подешавања ради се одговарајући документ (протокол).

САДРЖАЈ

Р. бр.		Стр.
1	Опсег важења и намена	1
2	Термини и дефиниције	1
3	Технички подаци и погонски услови	2
4	Систем сигурносног напајања у ТС	5
5	Испитивање и докази квалитета	9