

ТЕХНИЧКА ПРЕПОРУКА бр.4а1

ЗАШТИТА ЕЛЕКТРОДИСТРИБУТИВНИХ ВОДОВА 10 kV, 20 kV и 35 kV

**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

Из архиве:

На основу предлога уже Радне групе, Комисија за техничка питања при Пословном удружењу електродистрибуције Србије издаје:

ТЕХНИЧКУ ПРЕПОРУКУ бр. 4а
ПРИМЕНА ЗАШТИТНИХ УРЕЂАЈА У ДИСТРИБУТИВНИМ МРЕЖАМА
10 kV, 20 kV И 35 kV

III издање

Предложена решења су у складу са садашњим техничким и економским могућностима у електродистрибутивним организацијама.

Чланови Комисије за техничка питања:

- 1 Јован Милић, Председник Комисије, "Електродистрибуција" Београд
- 2 др Драгутин Станојевић, "Електродистрибуција" Београд
- 3 Бранко Танасијевић, "Електросрбија" Краљево
- 4 мр Јосиф Спирић, "Електродистрибуција" Лесковац
- 5 Бране Нијемчевић, "Електрошумадија" Крагујевац
- 6 Миодраг Павковић, "Електротимок" Зајечар
- 7 Милоје Јездимировић, "Електродистрибуција" Т. Ужице
- 8 Станиша Тасић, "Електродистрибуција" Врање
- 9 Зоран Манчић, "Електродистрибуција" Пирот
- 10 Златко Гавран, "Електроморава" Пожаревац
- 11 Панта Грковић, "Електрокосово" Приштина
- 12 Лука Георгијевић, "Електровојводина" Нови Сад
- 13 Томислав Бојковић, Пословно удружење ЕД Србије Београд
- 14 Федора Лончаревић, Пословно удружење ЕД Србије Београд
- 15 Крсто Жижих, Пословно удружење ЕД Србије Београд.

Чланови Комисије за релејну заштиту:

- 1 Светозар Ламбрин, "Електродистрибуција" Београд
- 2 Милан Никитовић, "Електродистрибуција" Т. Ужице,
- 3 Братислав Петровић, "Електродистрибуција" Ниш
- 4 Станисав Јасенко, "Електротимок" Зајечар
- 5 Никола Божилов, "Електросрбија" Краљево
- 6 Борислав Недељковић, "Електровојводина" Нови Сад
- 7 Властимир Пауновић, "Електрокосово" Приштина
- 8 Мика Ковачевић, "Електрошумадија" Крагујевац
- 9 Томислав Бојковић, Пословно удружење 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, "Електросрбија" Краљево
- 6 Томислав Бојковић, Пословно удружење ЕД Србије Београд.

Октобар 1990.

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. 4а1
ЗАШТИТА ЕЛЕКТРОДИСТРИБУТИВНИХ ВОДОВА
10 kV, 20 kV и 35 kV

IV 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, "Електрокомет" 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 ОСНОВНА ЗАШТИТА ВОДОВА 10 kV и 20 kV

1.1 За заштиту кабловских и надземних водова 10 kV и 20 kV у трансформаторским станицама (ТС) 110/10 kV, 110/20 kV, 110/35/10 kV и 35/10 kV (у даљем тексту: ТС X/10(20) kV), примењује се прекострујна заштита и земљоспојна заштита.

1.2 Прекострујна заштита је двофазна или трофазна максимална струјна временски независна заштита, која реагује:

- са временском задршком при струјним оптерећењима која прелазе вредности дозвољених струјних оптерећења I_{doz} вода, као и при удаљеним кратким спојевима на воду - у даљем тексту: **прекострујна заштита I>**;
- тренутно при блиским кратким спојевима - у даљем тексту: **краткоспојна заштита I>>**.

Мерни релеи прекострујне заштите су за назначену струју $I_n = 5$ А и за најмањи опсег подешавања:

- (3 - 9) А за прекострујну заштиту I>;
- (20 - 50) А за краткоспојну заштиту I>>.

Најмањи опсег подешавања временске задршке прекострујне заштите I> треба да буде (0,2 - 3) s.

1.3 Прекострујна заштита I> није, по правилу, заштита од термичког преоптерећења вода. Зато се користи "превентивна заштита" од преоптерећења, која се остварује редовним праћењем и прогнозирањем оптерећења конзума који се напаја преко штићеног вода, анализом могућег оптерећења вода у нормалним и хаваријским условима с обзиром на одабрану концепцију мреже и услова окружења (тачка 5.4, види такође ТП-3, ТП-8 и ТП-14а).

1.4 Земљоспојна заштита је хомополарна заштита чије извођење зависи од начина уземљења неутралне тачке мреже 10 kV или 20 kV (ТП-6):

1.4.1 Ако је неутрална тачка мреже уземљена преко нискоомске импедансе, примењује се монофазна максимална струјна временски независна заштита $I_{0>}$. Најмањи опсег подешавања временске задршке земљоспојне заштите $I_{0>}$ треба да буде (0,2 - 3) s.

Мерни реле земљоспојне заштите $I_{0>}$ је за назначену струју $I_n = 5$ А, док се опсег подешавања бира тако да реле реагује при струји земљоспоја на воду 10 kV (20 kV) од 30 А за кабловски вод и 20 А за надземни вод - обично задовољава опсег подешавања (0,5 - 2,5) А.

Мерни реле земљоспојне заштите $I_{0>}$ се прикључује на обухватни кабловски трансформатор преносног односа 300/5 А или 250/5 А, или у неутрални проводник звездишта које образују секундарни намотаји струјних трансформатора који су постављени у све три фазе.

1.4.2 Ако је неутрална тачка мреже изолована, земљоспојна заштита зависи од величине капацитивне струје земљоспоја галвански повезане мреже. Ове струје су код надземних водова 10 kV (20 kV) веома мале и износе око 0,03 А/km (око 0,07 А/km), док су код кабловских водова знатно веће и износе око 1,4 А/km (око 3 А/km).

Зато се препоручује:

а) Неселективна земљоспојна заштита за струје земљоспоја до 10 А:

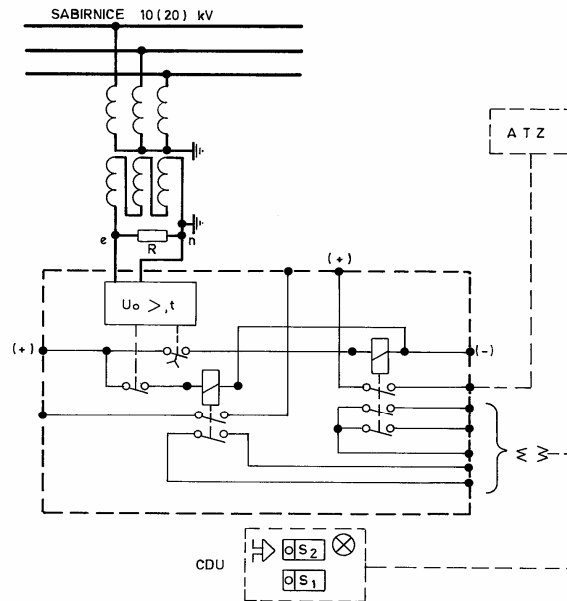
То је **хомополарна пренапонска заштита $U_0 >$** која се користи ако штићени вод ради у мрежи са укупном капацитивном струјом земљоспоја до 10 А. То одговара свим реалним дистрибутивним мрежама 10 kV (20 kV) са само надземним водовима, или у мешовитим мрежама у којима дужина кабловских водова не прелази 7 km (3 km).

Мерни реле хомополарне пренапонске заштите $U_0 >$ има најмањи опсег подешавања (20 - 60) V, а прикључује се на отворени троугао намотаја 0,1/3 kV три једнополно изолована напонска трансформатора који су прикључени на сабирнице 10 kV (20 kV) у ТС X/10(20) kV.

Хомополарна пренапонска заштита $U_0 >$ делује са две временске задршке најмањег опсега подешавања:

- (0,2 - 3) s за сигнализацију земљоспоја;
- до 2 h, што је гранично време за искључење земљоспоја у мрежи 10 kV (20 kV) помоћу "аутоматског трагача земљоспоја" (ATZ) или искључењем прекидача у трафо пољу 10 kV (20 kV).

Ради евиденције и анализе догађаја на мрежи користе се два сигнала деловања земљоспојне заштите (сл.1.4.2а): први сигнал региструје појаву сваког земљоспоја, док други сигнал региструје само земљоспојеве који дуже трају.



$U_0 >$ - пренапонски реле (20 - 60) V; t - временски реле (0,2 - 3) s;
 R - отпорник 40 Ω , 300 W; S₁ - сигнализација свих земљоспојева;
 S₂ - сигнализација дуготрајних земљоспојева; ATZ - аутоматски трагач земљоспоја; CDU - центар даљинског управљања.

Сл.1.4.2а Сигнализација земљоспоја у изолованој мрежи

Веома дуг рад мреже под земљоспојем може неповољно да утиче на сигурност рада појединих елемената мреже и постројења, а посебно на напонске трансформаторе. У случају да је трајање земљоспоја реда 10 s треба користити напонске трансформаторе назначене вредности фактора напона: $V_f = 1,9 / 30s$, односно $V_f = 1,9 / 8h$ ако земљоспој траје до 2 часа.

б) Селективна земљоспојна заштита:

То је усмерена хомополарна земљоспојна заштита $I_0^{\rightarrow} >$, која се обавезно примењује ако укупна капацитивна струја земљоспоја у мрежи 10 kV (20 kV) прелази 10 А, али може да се примени и при нижим вредностима струје земљоспоја, али не испод 1 А.

Мерни реле земљоспојне заштите $I_0^{\rightarrow} >$ има струјну и напонску грану.

Струјна грана мерног релеа прикључује се на обухватни кабловски трансформатор или у неутрални проводник звездишта секундарна три струјна трансформатора.

Напонска грана мерног релеа прикључује се на отворени троугао намотаја 0,1/3 kV три једнополно изолована напонска трансформатора на сабирницама 10 kV (20 kV).

Да би се избегло погрешно деловање земљоспојне заштите, **између крајева "е" и "п" отвореног троугла три једнополно изолована напонска трансформатора треба да се угради отпорник** приближних карактеристика: 40 Ω , 300 W.

За сваки извод 10 kV (20 kV) примењује се по један усмерени хомополарни земљоспојни **реле**. Изузетно, за капацитивне струје земљоспоја испод 10 А дозвољено је и решење са једним земљоспојним релеом чија се струјна грана мерног релеа програмирано прикључује на струјне обухватне трансформаторе појединих извода 10 kV (20 kV) - "аутоматски селективни трагач земљоспоја" (ATZs).

1.5 Ради евиденције и анализе догађаја на мрежи користи се појединачна сигнализација деловања заштите вода, и то: прекострујне $I_0 >$, краткоспојне $I_0 >>$ и

земљоспојне $I_0 >$, $I_0^{\rightarrow} >$ и/или $U_0 >$.

Регистровање сигнала врши се:

- **локално**, помоћу:
 - станичног рачунара;
 - релеа (уређаја);
 - посебних бројача деловања;
- **даљински**, прослеђивањем информација до надређеног диспечерског центра.

2 РЕЗЕРВНА ЗАШТИТА ВОДОВА 10 kV и 20 kV

- 2.1 Резервна прекострујна заштита водова посебно се не изводи.
Резервна прекострујна заштита ЕТ-а 35/10 kV (RI>, ТП-4б) има функцију, под одређеним условима, резервне прекострујне заштите водова.
- 2.2 **Функцију резервне краткоспојне заштите водова има краткоспојна заштита сабирница (ZS, тачка 3.2).**
- 2.3 Резервна земљоспојна заштита изводи се, у зависности од начина уземљења неутралне тачке, на следећи начин:
- 2.3.1 **Ако је неутрална тачка мреже уземљена преко нискоомске импедансе, користе се следеће две врсте земљоспојне заштите:**
- **резервна земљоспојна заштита RZZ>**, која делује у случају отказивања рада земљоспојне заштите на неком од извода 10 kV (20 kV);
 - **високоомска земљоспојна заштита RZV>**, која делује при појави земљоспоја са великом прелазном отпорношћу, а има и функцију прекострујне заштите отпорника за уземљење неутралне тачке.

Мерни реле резервне земљоспојне заштите RZZ> или RZV> је монофазни прекострујни реле који се прикључује на секундар струјног трансформатора преносног односа 2х50/5/5 А, који је везан између стезаљке неутралне тачке ЕТ-а и једнополног растављача испред отпорника за уземљење неутралне тачке (ТП-6).

Опсег подешавања мерног релеа RZZ> или RZV> заштите бира се тако да реагује при струји земљоспоја од:

- 30 А за мерни реле RZZ>;
- 4 А за мерни реле RZV>.

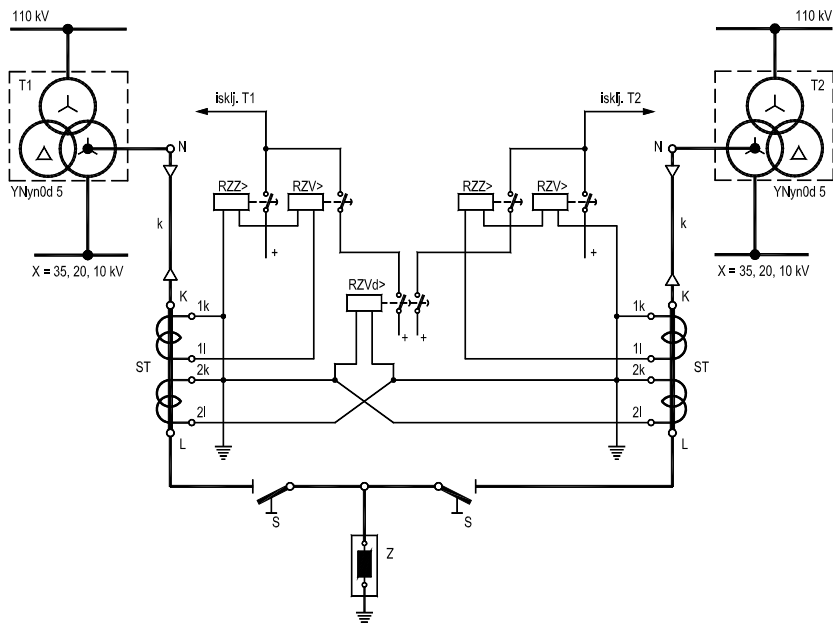
Опсег подешавања временске задршке износи:

- најмање (0,2 - 3) s за заштиту RZZ>;
- до 20 s за заштиту RZV>.

Заштите RZZ> и RZV> се изводе посебно за сваки ЕТ, независно од тога да ли се у постројењу користе појединачни нискоомски отпорници (слике 8.3.1 и 10.3 у ТП-6) или заједнички нискоомски отпорник (слике 8.2 и 8.3.2 у ТП-6).

Ако се у постројењу користи заједнички нискоомски отпорник за уземљење неутралне тачке (слике 8.2 и 8.3.2 у ТП-6), **препоручује се коришћење додатне високоомске земљоспојне заштите RZVd>** у циљу спречавања неселективног рада RZV> заштита због појаве струја изједначења при паралелном раду ЕТ-а. Карактеристике заштите RZVd> и опсеги струјног и временског подешавања су исти као код RZV> заштита, при чему се користи **шема веза према сл.2.3.1**. Ако се користе струјни трансформатори са једним секундарним језгром, заштиту RZVd> треба прикључити преко струјних међутрансформатора преносног односа 5/5 А. Ако је у кућишту металног отпорника монтиран струјни трансформатор, мерни реле заштите RZVd> може да се прикључи на његов секундар, док се функција искључења ЕТ-а изводи према сл.2.3.1.

Заштите RZZ>, RZV> и RZVd> делују на искључење и примарне и секундарне стране ЕТ-а.



- Z* - нискоомски отпорник (импеданса) 300 A, U_f ;
- S* - једнополни растављач 400 A, U_f ;
- ST* - струјни трансформатор 2x50/5/5 A, U_f ;
- k* - једножилни кабл XHE 49-A и сл., 12/20 kV, 1 x 50 mm².
- RZZ>* - резервна земљоспојна заштита водова;
- RZV>* - резервна високоомска земљоспојна заштита водова;
- RZVd>* - додатна резервна високоомска земљоспојна заштита водова и прекострујна заштита нискоомског отпорника.

Сл. 2.3.1: Шема веза резервне земљоспојне заштите код коришћења заједничког нискоомског отпорника

2.3.2 Изузетно, ако се у ТС 110/10(20) kV снаге 2x40 MVA користе два прекидача по трафо пољу 10 kV (20 kV, TP-12a), поред резервне земљоспојне заштите RZZ> треба додатно да се угради и резервна земљоспојна заштиту $R_{I_{0S}}>$ водова за сваку секцију сабирница.

Карактеристике мерних релеа и временске задршке су исте као у тачки 2.3.1, а мерни релеи се прикључују у неутрални проводник звездишта три струјна трансформатора одговарајуће секције трафо поља 10 kV (20 kV).

2.3.3 **Ако је неутрална тачка мреже 10 kV (20 kV) изолована**, а на изводима 10 kV (20

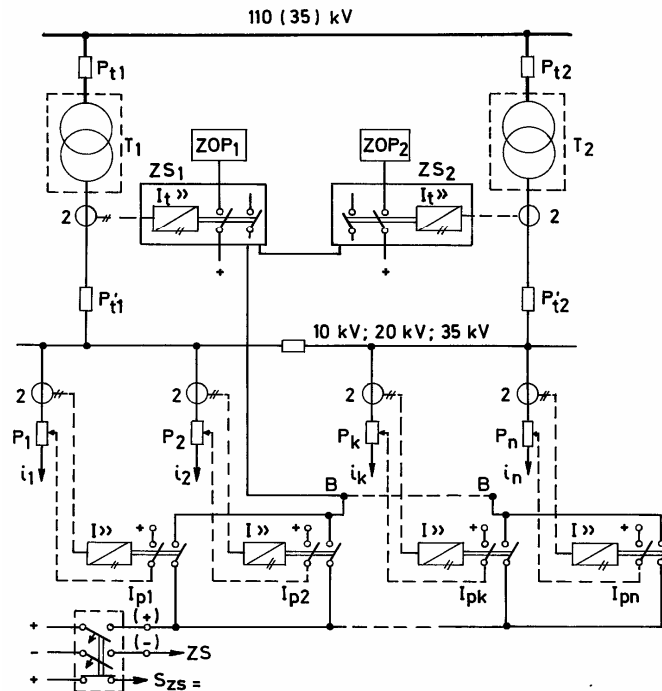
kV) је примењена усмерена хомополарна заштита $\vec{I}_0 >$ према тачки 1.4.26, као резервна земљоспојна заштита водова користи се неселективна хомополарна пренапонска заштита $U_0 >$ према тачки 1.4.2а, али у овом случају се не предвиђа коришћење "аутоматског трагача земљоспоја". Заштита такође има функцију основне земљоспојне заштите сабирнице 10 kV (20 kV) и резервне земљоспојне заштите ниженапонских намотаја ЕТ-а.

3 ЗАШТИТА САБИРНИЦА 10 kV (20 kV) у ТС X/10(20) kV

3.1 Прекострујна заштита сабирница се не изводи.

3.2 Краткостројна заштита сабирница **ZS** је двофазна или трофазна максимална струјна временски независна заштита која треба брзо да искључи ЕТ у ТС X/10(20) kV при кратком споју на сабирницама 10 kV (20 kV), као и при кратком споју на неком воду 10 kV (20 kV) при отказивању рада краткостројне заштите вода. При исправном раду краткостројне заштите вода, **ZS** треба да буде блокирана.

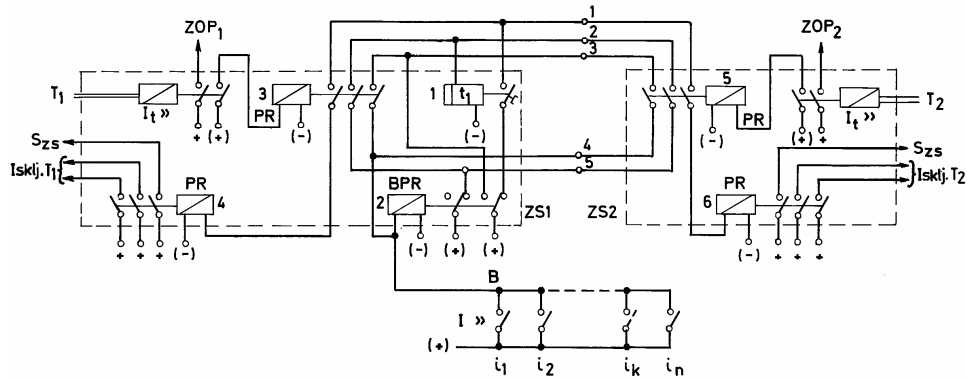
На сл. 3.2.1 дата је принципијелна блок шема **ZS**-а и **ZOP**-а, а на сл.3.2.2 дата је типска шема деловања **ZS**-а (о функционисању **ZS**-а и **ZOP**-а види Додатак ове препоруке).



Сл.3.2.1: Краткостројна заштита сабирница (**ZS**) и заштита од отказивања рада прекидача (**ZOP**)

Легенда за слике 3.2 и 3.3:

ZS - заштита сабирница; **ZS 1** - основни модул **ZS**-а за један ЕТ; **ZS 2** - додатни модул за сваки наредни ЕТ; **ZOP** - заштита од отказивања прекидача;
 $I_{t>}$ - краткостројни реле на изводу; $I_{t>>}$ - краткостројни реле у трафо пољу;
PR - помоћни реле; **BPR** - помоћни реле за блокаду рада **ZS**-а; t_1 - временска задршка **ZS**-а; t_2 - временска задршка **ZOP**-а; **B** - заједничка тачка (стегаљка) за блокаду **ZS**-а; S_{zs} - сигнал деловања **ZS**-а; S_{zop} - сигнал деловања **ZOP**-а;
 $S_{zs=}$ - сигнал нестанка напона 110 V= за **ZS**; (+) и (-) - помоћни напон 110 V= за **ZS**; P_k - прекидач извода "к"; P_{tk} - прекидач у трафо пољу; i_k - извод "к".



Сл.3.2.2: Заштита сабирница ZS

Мерни прекострујни релее $I_{t>>}$ заштите сабирница ZS су за назначену струју 5 А и најмањи опсег подешавања (10 - 25) А, а прикључују се на струјне трансформаторе у трафо пољу 10 kV (20 kV) у ТС X/10(20) kV. Исти мерни релее се користе и за заштиту од отказивања рада прекидача ZOP на неком воду 10 kV (20 kV), тачка и сл. 3.3.

У ТС X/10(20) kV ZS може да се изведе појединачно за сваки ЕТ, односно сегмент сабирница, коришћењем онолико основних модула ZS 1 (сл. 3.2.2) колико има ЕТ-а, односно сегмената сабирница 10 kV(20 kV). Међутим, у истој ТС X/10(20) kV може да се користи ZS заједничка за два или више ЕТ-а, односно сегмената сабирница. Тада се ZS састоји из једног (основног) модула ZS 1 коме се додаје један или више модула ZS 2, паралелним везивањем (сл.3.2.2).

При кратком споју на неком воду 10 kV (20 kV) рад ZS-а се блокира деловањем тренутног контакта краткоспојне заштите $I>>$ вода. Ако се при томе реле $I>>$ не побуди, као и у случају кратког споја на сабирницама 10 kV (20 kV), активираће се ZS и искључиће ЕТ, односно одговарајући сегмент сабирница, на коме је дошло до кратког споја. Тачке (стегаљке) "В" за блокаду рада ZS-а међусобно се повезују.

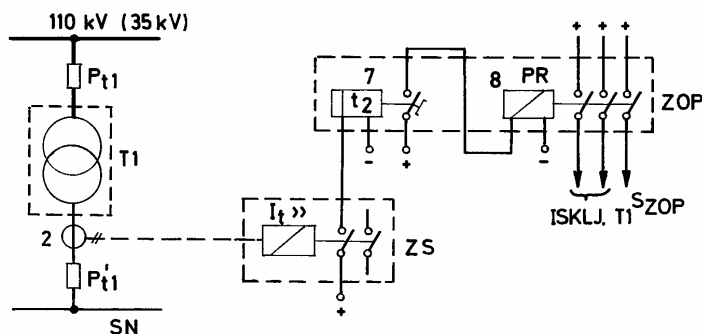
ZS се напаја посебним струјним колом једносмерног напона 110 V, а нестанак овог напајања посебно се сигналише (сл.3.2.1).

ZS се обавезно примењује у постројењима са јединичним инсталисаним снагама ЕТ-а изнад 4 MVA.

- 3.3 **Заштита од отказивања рада прекидача ZOP** на неком изводу 10 kV (20 kV) примењује се у комбинацији са краткоспојном заштитом сабирница (тачка 3.2). Принципијелна блок шема ZOP-а и ZS-а дата је на сл.3.2.1, а **на сл.3.3 дата је типска шема деловања ZOP-а.**

Као мерни прекострујни релее $I_{t>>}$ ове заштите служе мерни релее заштите сабирница. ZOP делује са временском задршком t_2 најмањег опсега подешавања (0,2 - 3) s. За сваки ЕТ се поставља посебан ZOP, независно од начина извођења ZS-а. ZOP делује на искључење прекидача трафо поља, односно секције сабирница, у коме је деловала ова заштита. ZOP је временски степенован у односу на краткоспојну заштиту $I>>$ на изводима 10 kV (20 kV).

ZOP се обавезно примењује у постројењима са јединичним инсталисаним снагама ЕТ-а изнад 4 MVA.



Сл.3.3: Заштита од отказивања рада прекидача ZOP

- 3.4 Функцију основне земљоспојне заштите сабирница обавља резервна земљоспојна заштита водова (тачка 2.3).

4 ЗАШТИТА СПОЈНОГ ПОЉА 10 kV (20 kV) у ТС X/10(20) kV

- 4.1 У ТС X/10(20) kV са помоћним системом сабирница 10 kV (20 kV), спојно поље се опрема истом заштитом као и на изводима ако се струјни трансформатори у изводним ћелијама монтирају између сабирничког и излазног растављача. Међутим, ако се струјни трансформатори монтирају иза излазног растављача или извлачивог прекидача (крута веза на вод), спојно поље се не опрема никаквом заштитом, већ се врши пребацивање команде искључења прекидача било којег извода на прекидач спојног поља.
- 4.2 У ТС X/10(20) kV са двоструким системом сабирница 10 kV (20 kV) спојно поље се не опрема посебном заштитом.

5 ПРЕПОРУКЕ ЗА ПОДЕШАВАЊЕ ЗАШТИТЕ У МРЕЖИ 10 kV И 20 kV

- 5.1 Ако се користи двофазна прекострујна и краткоспојна заштита, тада се струјни трансформатори за напајање заштите постављају увек у две исте фазе у свим ТС X/10(20) kV које напајају мрежу 10 kV (20 kV).
- 5.2 При коришћењу обухватног кабловског трансформатора за прикључак земљоспојног релеа, кабловска глава (код једножилних каблова: три кабловске главе) мора да буде монтирана изоловано у односу на заштитно уземљење постројења. У том случају вод за уземљење металног плашта или електричне заштите кабла треба да се провуче изоловано кроз отвор обухватног кабловског трансформатора да би се "поништио" део струје земљоспоја који се враћа ка неутралној тачки ЕТ-а и да би метална кабловска глава била обухваћена земљоспојном заштитом вода.
- 5.3 **Струјно и временско подешавање деловања заштите** треба да буде изведено тако да се постигне селективност, као и да се избегну погрешна деловања заштите услед грешака струјних трансформатора, несавршености релеа, појаве виших хармоника, великих струја при укључењу мотора итд. Једновремено мора да се води рачуна о испуњењу услова безбедности у ТС 10(20)/0,4 kV, у мрежи ниског напона и у инсталацијама потрошача (ТП-7).
- 5.4 **Прекострујна заштита вода I_{pp} се подешава тако да струја отпуштања релеа I_{pp} има вредност дозвољеног струјног оптерећења I_{doz} вода** и одређује се према изразу:

$$I_{pp} = I_{doz} = k_d \cdot I_{nd}$$

где је:

I_{nd} - назначена вредност дозвољеног струјног оптерећења вода (надземни вод изведен голим Al/ч ужадима или СКС-ом, или подземни кабл) за дефинисане услове погона и амбијентне услове;

k_d - збирни сачинилац дозвољеног струјног оптерећења вода који зависи од услова окружења:

- код надземних водова (Al/ч и СКС): од температуре ваздуха, изложености директном сунчевом зрачењу и брзини ветра (поглавље 11 у ТП-8 и ТП-14а);
- код подземних каблова: од температуре тла на дубини полагања кабла, специфичне топлотне отпорности тла и броја положених каблова у рову (поглавље 25 у ТП-3).

У Додатку 1 ове препоруке дате су вредности дозвољених струјних оптерећења надземних и подземних водова који се уобичајено користе у мрежи ЕД Србије.

- 5.5 **Струјно подешавање краткоспојне заштите $I_{>>}$** на изводима 10 kV (20 kV) треба да буде изведено тако да се ова заштита не побуђује при кратким спојевима на сабирницама 0,4 kV у ТС 10(20)/0,4 kV. Како у ЕД Србије снаге трополних кратких спојева на сабирницама 0,4 kV не прелазе 20 MVA ако ТС 10(20)/0,4 kV ради у кабловској мрежи 10(20) kV или 15 MVA ако је ТС прикључена на надземни вод, **препоручује се подешавање струје реаговања краткоспојне заштите I_{pks}** (Додатак 1 ове препоруке) на следеће вредности (примарно):
- $I_{pks} = 1200$ А за кабловске водове (подземни кабл или СКС);
 - $I_{pks} = 900$ А за надземне водове са голим Al/ч ужадима.

Изузетно, код надземног вода 20 kV веће дужине (изнад 10 km), ако при двофазном кратком споју на крају вода струја квара не прелази 900 A, вредност подешене струје реаговања краткоспојне заштите може да се смањи на 450 A.

5.6 Препоручују се следеће вредности подешених струја реаговања земљоспојне заштите водова 10 kV (20 kV) - примарне вредности:

5.6.1 Монофазна максимална струјна временски независна заштита I_0 (тачка 1.4.1):

- $I_{p1k} = 30$ A за кабловске водове (подземни кабл и СКС);
- $I_{p1k} = 20$ A за надземне водове.

Код постојећих релеа код којих није могуће подешавање на 30 A или 20 A, као и на кабловским водовима 20 kV дужине преко 10 km, дозвољено је подешавање и на веће вредности, али највише 60 A за кабловске водове и 40 A за надземне (мешовите) водове.

5.6.2 Усмерена хомополарна земљоспојна заштита $I_0^>$, тачка 1.4.26:

- $I_{pz} = 1$ A до $I_{pz} = 2$ A.

5.7 Вредност подешене струје I_{p1} реаговања краткоспојне заштите сабирница (ZS, тачка 3.2), односно резервне краткоспојне заштите водова, треба да буде већа од највеће вредности подешених струја реаговања I_{pks} краткоспојне заштите $I>>$ на изводима, одабраних према тачки 5.5, али одабрана подешена вредност треба да буде већа и од троструке вредности назначене струје намотаја ЕТ-а (I_{nt}) на који се прикључује ZS.

Према томе, треба да се одабере већа од две могуће вредности:

- $I_{p1} > I_{pks}$ и $I_{p1} > 3 \cdot I_{nt}$.

5.8 Препоручују се следеће вредности подешених струја реаговања резервних земљоспојних заштита, тачка 2.3 - примарне вредности:

5.8.1 Резервна земљоспојна заштита RZZ>:

- $I_{prz} = 30$ A.

Ако се на изводима 10 kV (20 kV) користе релеи код којих је струја реаговања подешена изнад 30 A, тачка 5.6.1, тада се струја I_{prz} подешава на 60 A.

5.8.2 Заштита од високоомских земљоспојева RZV> и RZVd>, односно прекострујна заштита нискоомског отпорника:

- $I_{prv} = 4$ A.

5.9 Ако се у ТС 110/10(20) kV користе два прекидача по трафо пољу 10(20) kV, вредност подешене струје земљоспоја резервне земљоспојне заштите $Rl_{0S}>$, тачка 2.3.2, полусекције сабирнице износи 30 A (примарно). Код прикључења заштите на струјне трансформаторе великог преносног односа треба да се одаберу струјни међутрансформатори ако није могуће подешавање на одговарајуће вредности.

5.10 Препоручује се да време деловања t_{pp} прекострујне заштите $I>$ вода износи:

- $t_{pp} = 1$ s.

5.11 Време деловања t_z земљоспојне заштите треба да износи:

а) у изолованим мрежама 10 kV и 20 kV:

- $1 \text{ s} \leq t_z \leq 2 \text{ h}$ када се врши сигнализација земљоспоја, тачка 1.4.2а;
- $1 \text{ s} \leq t_z \leq 3 \text{ s}$ ако се користи усмерена хомополарна земљоспојна заштита, тачка 1.4.2б.

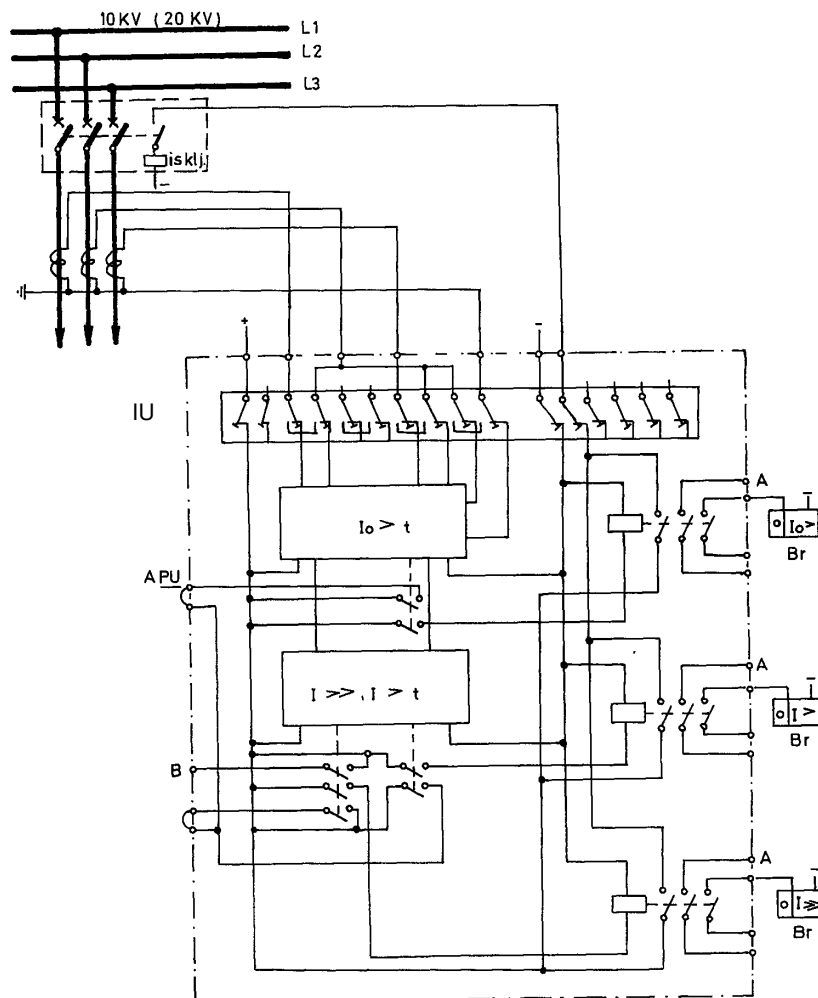
б) у уземљеним мрежама 10 kV и 20 kV:

- $t_z \leq 1$ s.

- 5.12 Време деловања t_{rzz} резервне земљоспојне заштите RZZ> према тачки 2.3.1, односно $U_0 >$ према тачки 2.3.3, треба да буде дуже од највеће вредности времена деловања земљоспојне заштите t_z на водовима 10 kV (20 kV):
- $t_{rzz} = t_z + \Delta t$
- где је $\Delta t = 0,4$ s до $\Delta t = 0,5$ s за мрежу чија је неутрална тачка уземљена преко нискоомске импедансе и $\Delta t = 1$ s до $\Delta t = 3$ s за изоловану мрежу.
- 5.13 Време деловања t_{rzv} заштите од високоомских земљоспојева RZV> је:
- $t_{rzv} = 30$ s.
- Врши се само сигнализација земљоспоја. Међутим, ако ТС није даљински управљана, искључује се одговарајући ЕТ.
- 5.14 Ако се у ТС X/10(20) kV користе два прекидача по трафо пољу, време деловања t_{zts} резервне земљоспојне заштите RI_{OS}>, тачка 2.3.2, треба да буде за 0,5 s дуже од времена деловања земљоспојне заштите на водовима, а за 0,5 s краће од времена деловања резервне земљоспојне заштите RZZ>. Према томе, временска селективност деловања се обезбеђује односима:
- $t_{rzz} = t_{zts} + 0,5$ s = $t_z + 1$ s.
- 5.15 **Временска задршка t_1 за деловање заштите сабирница ZS**, тачка 3.2, подешава се на:
- $0,1$ s $\leq t_1 \leq 0,2$ s.
- 5.16 Препоручује се подешавање временске задршке t_2 заштите од отказивања рада прекидача ZOP, тачка 3.3 на:
- $t_2 \leq 0,5$ s.

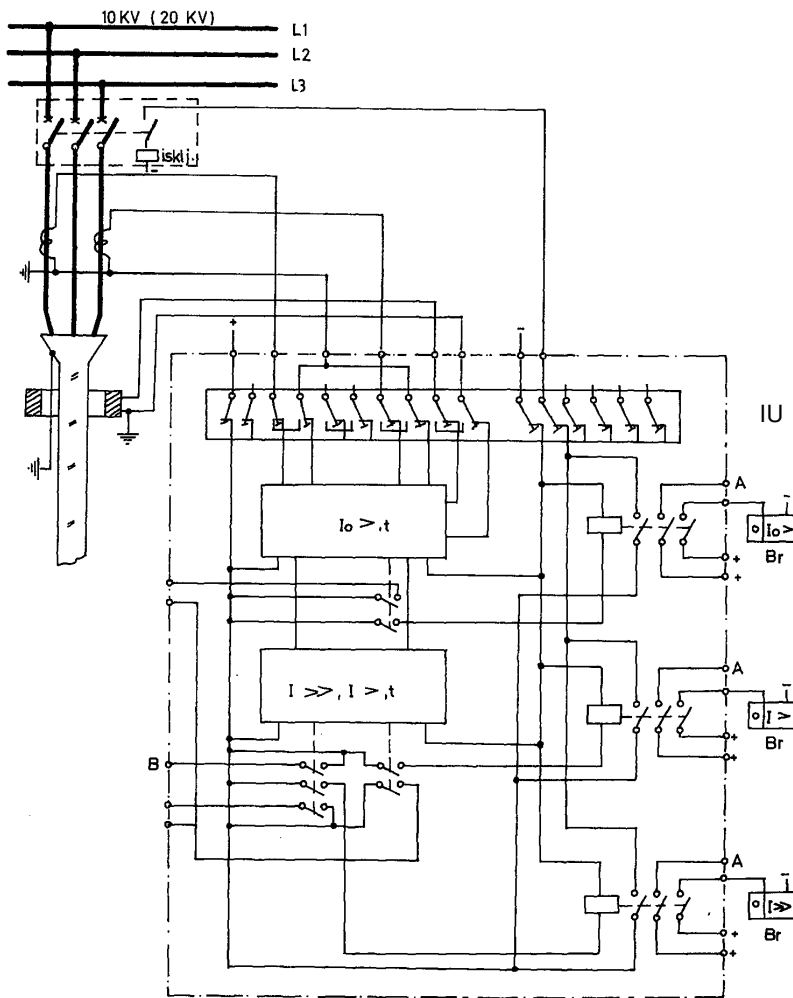
6 ПРИМЕРИ ОДАБИРАЊА РЕЛЕЈНИХ КОМБИНАЦИЈА

- 6.1 На сл.6.1 дати су карактеристични примери одабирања уређаја за заштиту водова 10 kV (20 kV), када је неутрална тачка мреже уземљена преко нискоомске импедансе:
- а) Развијена шема деловања заштите и сигнализације надземног вода;
 - б) Развијена шема деловања заштите и сигнализације кабловског вода.
- 6.2 На сл.6.2 дати су карактеристични примери одабирања уређаја за заштиту водова 10 kV (20 kV) када је неутрална тачка мреже изолована:
- а) Принципијелна блокшема заштите надземног вода када је укупна капацитивна струја земљоспоја мреже мања од 10 А;
 - б) Принципијелна блокшема заштите кабловског вода када укупна капацитивна струја земљоспоја мреже износи 10 А или више.



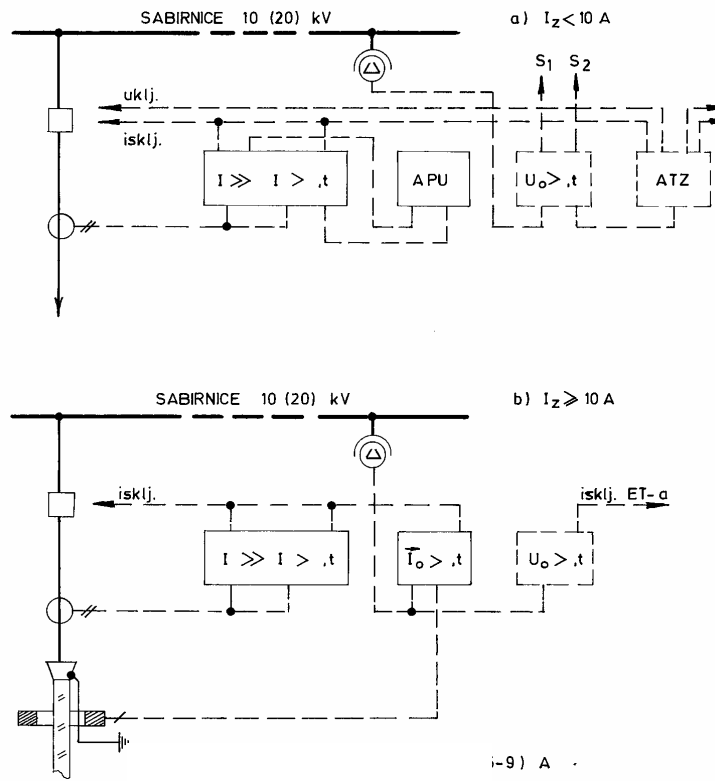
I> - прекострујни реле (3 - 9) А; *I>>* - краткостројни реле (20 - 50) А; *I₀>* - земљостројни реле (0,5 - 2,5) А; *t* - временска задршка (0,2 - 3) s; *B* - блокада ZS-a; *A* - аларм (сигнал) деловања; *Br* - бројач деловања; *APU* - аутоматско поновно укључење; *IU* - испитна утичница.

Сл.6.1а: Заштита надземног вода 10 kV (20 kV) у уземљеној мрежи



$I_0 >$ - прекострујни реле (3 - 9) A; $I >>$ - краткостројни реле (20 - 50) A; $I_0 >$ - земљостројни реле (0,5 - 2,5) A; t - временска задршка (0,2 - 3) s; B - блокада ZS-a;
A - аларм (сигнал) деловања; Br - бројач деловања; IU испитна утичица.

Сл.6.16: Заштита кабловског вода 10 kV (20 kV) у уземљеној мрежи

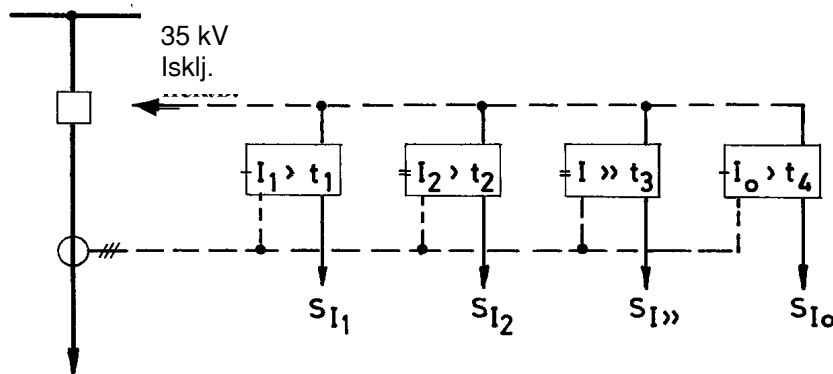


$I >$ - прекострујни реле (3 - 9) A; $I \gg$ - краткостројни реле (20 - 50) A; $I_o >$ - усмерени земљоспојни реле; $U_o >$ - пренапонски реле (20 - 60) V; t - временска задршка (0,2 - 3) s; S - аларм (сигнал) земљоспоја; APU - аутоматско поновно укључење; ATZ - аутоматски "трагач" земљоспоја.

Сл.6.2: Заштита водова 10 kV (20 kV) у изолованој мрежи

7 ОСНОВНА ЗАШТИТА ВОДОВА 35 kV

- 7.1 Електродистрибутивна мрежа 35 kV се користи за радијално напајање потрошача. Свако важније потрошачко чвориште 35/10 kV треба да има могућност двостраног напајања преко отворене петље (прстена), док је рад у затвореној петљи (прстену) дозвољен само краткотрајно при манипулацијама и код коришћења аутоматског укључења резервног напајања (AURN, ТП-4в).
- 7.2 За заштиту водова 35 kV у ТС 110/35 kV и ТС 110/35/10 kV примењује се прекострујна заштита и земљоспојна заштита, сл.7.2.



$I_1 >$ - прекострујни реле (3 - 9) А; $I_2 >$ - прекострујни реле (5 - 15) А;
 $I >>$ - краткоспојни реле (40 - 80) А; $I_o >$ - земљоспојни реле (0,5 - 2,5) А;
 t_1 - временска задршка (3 - 60) s; t_2 , t_3 , t_4 - временска задршка (0,2 - 3) s;
 S - сигнал деловања.

Сл.7.2: Заштита водова 35 kV у ТС 110/35 kV

- 7.2.1 **Прекострујна заштита** је максимална струјна временски независна заштита. Изводи се тако да при струјним оптерећењима која прелазе вредности дозвољених струјних оптерећења I_{doz} вода, као и при удаљеним кратким спојевима на воду, делује са временском задршком дужом од 1 s (у даљем тексту: **прекострујна заштита $I >$**), док при блиским кратким спојевима делује са временском задршком од највише 1 s (у даљем тексту: **краткоспојна заштита $I >>$**).
- 7.2.2 **Прекострујна заштита $I >$** састоји се од монофазне **прекострујне заштите $I_1 >$** са мерним прекострујним релеом за назначену струју 5 А и најмањи опсег подешавања (3 - 9) А, и **двофазне или трофазне прекострујне заштите $I_2 >$** са мерним прекострујним релеима за назначену струју 5 А и најмањи опсег подешавања (5 - 15) А.
- Монофазна прекострујна заштита $I_1 >$** делује са временском задршком најмањег опсега подешавања (3 - 60) s, дајући сигнал "преоптерећења" вода. Сигнал се прослеђује до надређеног диспечерског центра. Ако ТС 110/35 kV није даљински управљана, ова заштита делује на искључење вода. Прекострујна заштита $I_1 >$ може да буде изостављена ако је функција "преоптерећења" вода реализована кроз рад SCADA система.

Прекострујна заштита I_2 делује на искључење вода са временском задршком најмањег опсега подешавања (0,2 - 3) s.

7.2.3 Прекострујна заштита $I_>$ (тачка 7.2.2), у комбинацији са “превентивном заштитом” од преоптерећења (тачка 1.3 ове препоруке) и процесором у оквиру система локалног и/или даљинског управљања, има и функцију заштите вода 35 kV од преоптерећења.

7.2.4 **Краткоспојна заштита $I_>$** је трофазна, а изводи се тако да буде селективна у односу на заштиту у ТС 35/10 kV.

Препоручује се примена једног од следећа два решења:

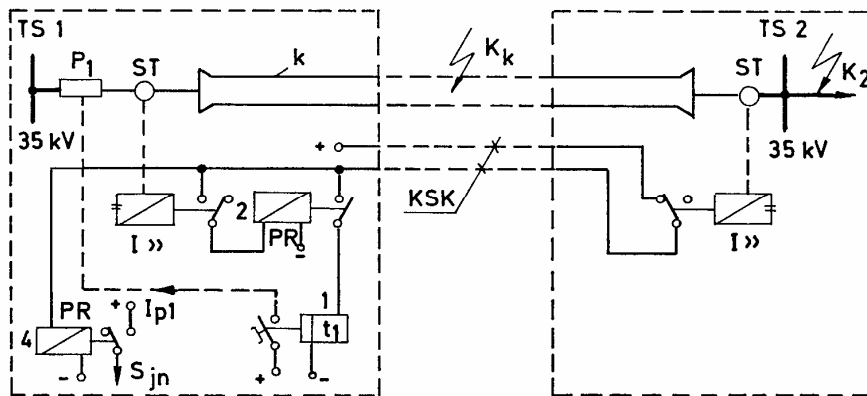
а) **Подужна краткоспојна заштита (PKZ) за заштиту кабловског вода 35 kV када је паралелно са енергетским каблом положен и посебан командно сигнални кабл (KSK - NF кабл).** Заштита треба да делује када је кратак спој унутар штићене деонице, а да буде блокирана када је кратак спој изван штићене деонице.

На сл.7.2.4.а1 дат је пример решења PKZ-а. Мерни релеи PKZ су максимални струјни временски независни релеи $I_>$ за назначену струју 5 A и најмањи опсег подешавања (20 - 50) A. **Побуђивање или блокада рада PKZ** зависи од стања краткоспојних релеа $I_>$ на оба краја кабловског вода, па је за рад PKZ неопходан и KSK (функционисање PKZ види у Додатку 2 ове препоруке).

PKZ делује са временском задршком најмањег опсега подешавања (0,05 - 0,5) s и искључује прекидач преко кога се напаја кабловски вод. Ако је напајање кабловског вода могуће било из ТС 1, било из ТС 2, PKZ треба да се монтира у обе ТС.

Шема PKZ према сл.7.2.4.а1 такође омогућава:

- блокаду рада AURN-а у ТС 35/10 kV преко које се напаја кабловски вод 35 kV;
- блокаду заштите сабирница ZS ако је кабловски вод 35 kV прикључен на ТС 110/35 kV.



*PKZ - подужна краткоспојна заштита вода; k - енергетски кабл 35 kV;
KSK - командно сигнални кабл; $I_>$ - краткоспојни реле (20 - 50) A; t_1 - временска задршка (0,05 - 1) s; PR - помоћни реле 110 V =; I_{p1} - искључење прекидача P₁;
 S_{jn} - сигнал нестанка једносмерног напона за PKZ; ST - струјни транс. 35 kV, 300/5 A.*

Сл.7.2.4.а1: Подужна краткоспојна заштита 35 kV кабла

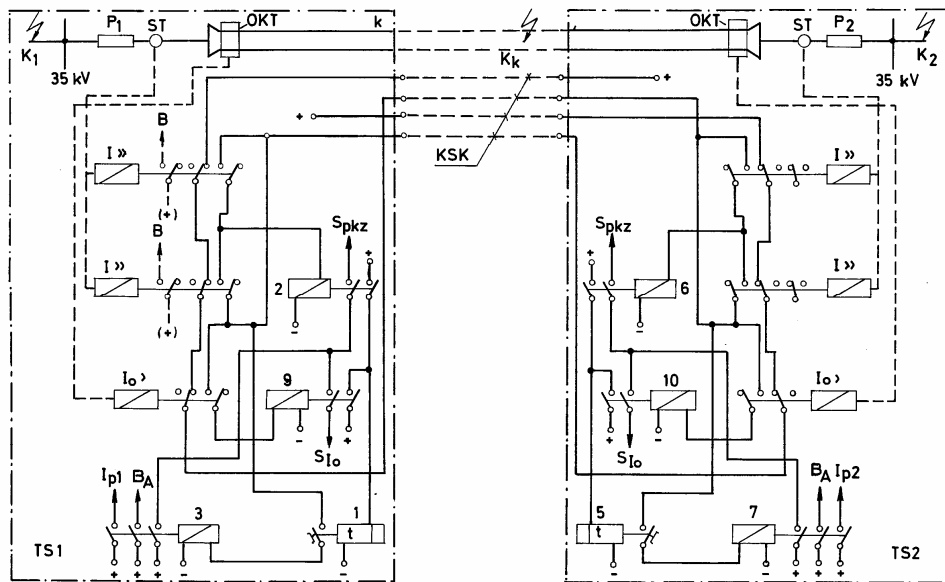
Изузетно, као мерни релее ове заштите могу да се користе и прекострујни релее $I_{2>}$ (тачка 7.2.2).

Ради смањења времена деловања РКЗ на најмању вредност (реда 0,1 s) при којој је обезбеђен селективан рад, мерни релее и струјни трансформатори на оба краја кабловског вода треба да имају исте карактеристике.

На РКЗ може да се прикључи и земљоспојна заштита кабловског вода, чији мерни релее имају карактеристике дате у тачки 7.2.5 и прикључују се на обухватне кабловске трансформаторе или у неутрални проводник звездишта секундарна три струјна трансформатора, постављене на оба краја кабловског вода.

Пример извођења подужне краткоспојне и земљоспојне заштите кабловског вода 35 kV дат је на сл.7.2.4.a2.

За рад РКЗ користи се KSK (NF кабл) са синтетичком изолацијом и PVC плаштом. Број и пресек парица NF кабла зависи од намене и начина реализације одређених телекомуникационих функција (телефонија, даљинско управљање итд.), али за потребе РКЗ-а се користе проводници пресека најмање 1,5 mm² Cu.



*PKZ - подужна краткоспојна заштита вода; k - енергетски кабл 35 kV;
 KSK - командно сигнални кабл; I_{2>} - краткоспојни реле (20 - 50) A; t - временска задршка (0,05 - 1) s; PR - помоћни реле 110 V =; I_{pk} - искључење прекидача "k";
 B - блокада заштите сабирница (само у ТС 110/ X kV); B_A - блокада AURN-а;
 S_{jn} - сигнал нестанка једносмерног напона за РКЗ; S_{pkz} - сигнал деловања РКЗ;
 S₁₀ - сигнал деловања земљоспојне заштите I_{0>}; ST - струјни трансформатор 35 kV, 300/5 A; OKT - обухватни кабловски трансформатор.*

Сл.7.2.4.a2: Подужна краткоспојна и земљоспојна заштита 35 kV кабла

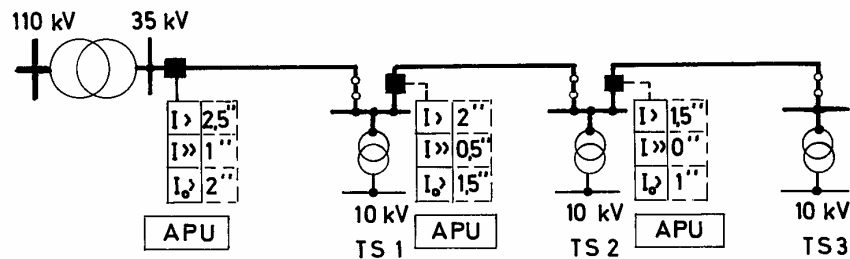
- б) **Максимална прекострујна временски независна заштита** за заштиту од кратких спојева на надземном воду, или на кабловском воду поред кога није положен KSK. Мерни прекострујни релее I_{2>} заштите су за назначену струју 5 A,

са могућношћу подешавања струје у опсегу најмање (40 - 80) А. Заштита делује са временском задршком најмањег опсега подешавања (0,2 - 3) s.

7.2.5 **Земљоспојна заштита $I_0 >$** је монофазна максимална струјна временски независна заштита која делује са временском задршком најмањег опсега подешавања (0,2 - 3) s. Прекострујни мерни реле ове заштите је за назначену струју 5 А и најмањи опсег подешавања (1 - 2,5) А, а прикључује се на обухватни кабловски трансформатор или у звездиште струјних трансформатора све три фазе.

7.3 **Заштита водова 35 kV у ТС 35/10 kV** изводи се у зависности од положаја ове ТС у мрежи 35 kV и од смера енергије. Заштита треба да буде усклађена са радом уређаја за аутоматско укључење резервног напајања (AURN, ТП-4в).

7.3.1 **Ако ТС 35/10 kV има могућност напајања само са једне стране (сл.7.3.1), тада се доводно поље у ТС не опрема никаквом заштитом.** Изузетно, ако је доводни вод кабловски са изведеном подужном краткоспојном заштитом РКЗ, тада се доводно поље опрема елементима за функционисање ове заштите (струјни трансформатори и краткоспојни релеи $I >>$).

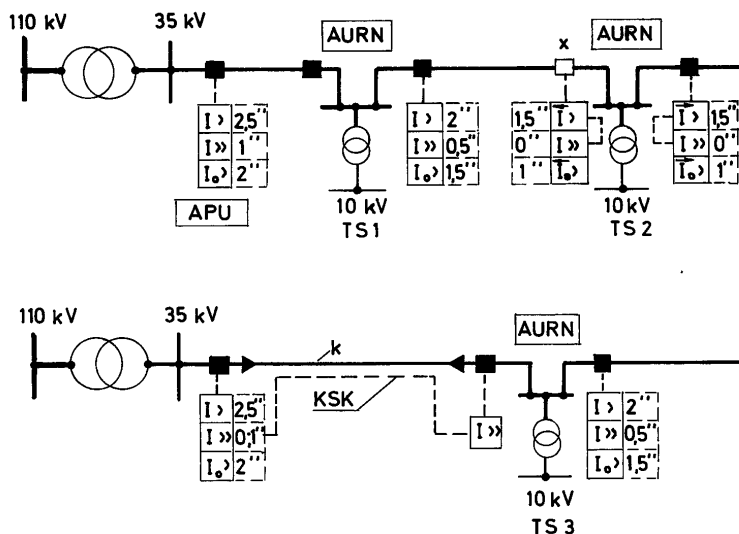


Сл.7.3.1 Заштита једнострано напајаних водова 35 kV

Одводно поље се опрема следећом заштитом:

- Трофазна прекострујна заштита $I >$** , са мерним прекострујним релеима за назначену струју 5 А и најмањи опсег подешавања (3 - 9) А.
Заштита делује са временском задршком најмањег опсега подешавања (0,2 - 3) s.
- Краткоспојна заштита $I >>$** , која се изводи према тачки 7.2.4а ако је одводни вод кабловски и са положеним KSK-ом.
Ако је одводни вод надземни, или кабловски али без положеног KSK-а, краткоспојна заштита се изводи према тачки 7.2.4б.
Међутим, ако је вредност струје трополног кратког споја на сабирницама 35 kV у ТС 35/10 kV мања од вредности подешене струје реаговања краткоспојне заштите у изводном пољу 35 kV у ТС 110/35 kV (тачка 9.3 и Додатак 1 ове препоруке), краткоспојна заштита у ТС 35/10 kV се не изводи.
- Земљоспојна заштита**, која се изводи према тачки 7.2.5.

7.3.2 **Ако ТС 35/10 kV има могућност напајања из две ТС 110/35 kV**, тада избор заштитних уређаја у њој зависи од њеног положаја у мрежи 35 kV (сл.7.3.2). Ако претпоставимо да се у нормалним условима из две ТС 110/35 kV напаја највише три ТС 35/10 kV, на изводима 35 kV се примењује следећа заштита:



x - место прекида у нормалном погону; AURN - аутоматско укључење резервног напајања; APU - аутоматско поновно укључење прекидача.

Сл.7.3.2: Заштита двострано напајаних водова 35 kV

- У ТС 35/10 kV које се граниче са ТС 110/35 kV (ТС 1 и ТС 3 на сл. 7.3.2) примењује се комплетна заштита према тачки 7.3.1.
 - У ТС 35/10 kV која се напаја из суседних ТС 35/10 kV (ТС 2 на сл. 7.3.2) примењује се:
 - Усмерена прекострујна заштита $\vec{I} >$:

Струјна грана мерног релеа је за назначену струју 5 А и најмањи опсег подешавања (3 - 9) А.

Напонска грана мерног релеа је за назначени напон 100 V, 50 Hz, а заштита треба успешно да ради већ при 0,15% вредности назначеног напона.

Временска задршка ове заштите је најмањег опсега подешавања (0,2 - 3) s.
 - Краткоспојна заштита $I >>$, која се изводи према тачки 7.3.16. Ако се за ову заштиту користи максимална прекострујна временски независна заштита (тачка 7.2.4б), деловање ове заштите на искључење вода треба да буде условљено прорадом побудног мерног релеа усмерене прекострујне заштите (тачка 7.3.2.61).
 - Усмерена земљоспојна заштита $\vec{I}_0 >$:

Струјна грана мерног релеа је за назначену струју 5 А и најмањи опсег подешавања (1 - 2,5) А, а прикључује се на обухватни кабловски трансформатор или у звездиште три струјна трансформатора.

Напонска грана мерног релеа је за назначени напон 100 V, 50 Hz, а прикључује се на отворени троугао три једнополно изолована напонска трансформатора који су прикључени на сабирнице 35 kV у ТС 35/10 kV.
- 7.4 Ради евиденције и анализе догађаја на мрежи, сигналише се деловање заштите вода (сл.7.2), и то: прекострујне ($I_1 >$, $I_2 >$, $\vec{I} >$), краткоспојне (PKZ, $I >>$) и земљоспојне ($I_0 >$, $\vec{I}_0 >$).
- Регистровање сигнала врши се:

- **локално**, помоћу:
 - станичног рачунара;
 - релеа (уређаја);
 - посебних бројача деловања;
- **даљински**, прослеђивањем информација до надређеног диспечерског центра.

8 РЕЗЕРВНА ЗАШТИТА ВОДОВА 35 kV И ЗАШТИТА САБИРНИЦА 35 kV

8.1 Резервна заштита водова 35 kV у ТС 110/35 kV и ТС 110/35/10 kV се изводи на следећи начин:

8.1.1 Функцију резервне прекострујне заштите, под одређеним условима, има резервна прекострујна заштита RI > ET-а (ТП-4б).

8.1.2 Функцију резервне краткоспојне заштите водова има **краткоспојна заштита сабирница ZS 35 kV**.

Заштита сабирница ZS 35 kV је трофазна максимална струјна временски независна заштита, чији су мерни релеи $I_{1>>}$ за назначену струју 5 А и најмањи опсег подешавања (20 - 50) А, а прикључују се на струјне трансформаторе у трафо пољу 35 kV. Исти мерни релеи користе се и за напајање заштите од отказивања рада прекидача ZOP на изводима 35 kV (тачка 8.1.3).

Препоручује се коришћење ZS 35 kV заједничке за два ET-а у ТС. Принципијелна блок шема ZS-а дата је на сл.3.2.1, а типска шема деловања на сл.3.2.2 ове препоруке.

Рад ZS-а се блокира побуђивањем тренутних контаката краткоспојне заштите $I_{>>}$ на изводима 35 kV. Међутим, ако на изводима 35 kV није изведена краткоспојна заштита, блокада рада ZS се изводи побуђивањем тренутних контаката прекострујне заштите на изводима 35 kV, док карактеристике ZS-а (мерни релеи, временска задршка) остају непромењени.

8.1.3 **Заштита од отказивања рада прекидача ZOP** на неком изводу 35 kV у ТС 110/35 kV и ТС 110/35/10 kV изводи се према принципијелној шеми ZOP-а и ZS-а датој на сл. 3.2.1 и типској шеми деловања датој на сл.3.3 ове препоруке. Основне карактеристике ZOP-а 35 kV одговарају аналогно изнетим у тачки 3.3, с тим што се временска задршка t_2 подешава тако да буде за највише 0,5 s већа од највеће подешене вредности временске задршке краткоспојне заштите $I_{>>}$ на неком од извода 35 kV, па с обзиром на тачку 9.6 ова временска задршка износи: $t_m \leq 1,5$ s.

8.1.4 **Резервна земљоспојна заштита водова 35 kV** која је уједно и основна земљоспојна заштита сабирница 35 kV у ТС 110/35 kV и ТС 110/35/10 kV изводи се аналогно тачки 2.3.1 ове препоруке.

8.2 Функцију резервне заштите водова 35 kV у ТС 35/10 kV има заштита у суседним ТС 35/10 kV, односно ТС 110/35 kV или ТС 110/35/10 kV.

9 ПРЕПОРУКЕ ЗА ПОДЕШАВАЊЕ ЗАШТИТЕ У МРЕЖИ 35 kV

9.1 **Прекострујна заштита $I_{>}$** вода се подешава тако да струја отпуштања релеа I_{pp} има вредност дозвољеног струјног оптерећења I_{doz} вода и одређује се према изразу:

$$I_{pp} = I_{dozL} = k_d \cdot I_{nd} = k_{dL} \cdot I_{nd} \text{ за мерни реле } I_{1>};$$

$$I_{pp} = I_{dozZ} = k_d \cdot I_{nd} = k_{dZ} \cdot I_{nd} \text{ за мерни реле } I_{2>}$$

где је:

I_{nd} = назначена вредност дозвољеног струјног оптерећења вода (надземни вод изведен голим Al/ч ужадима или СКС-ом, или подземни кабл) за дефинисане услове погона и амбијентне услове;

k_d = збирни сачинилац дозвољеног струјног оптерећења вода који зависи од услова окружења, чије су вредности дате су у табели 9.1, при чему се вредност k_{dz} односи на зимски период, а k_{dL} на летњи период.

Табела Пр.9.1: Збирни сачинилац дозвољеног струјног оптерећења вода

| Врста вода | | k_{dz} | k_{dL} |
|---------------|-----|----------|----------|
| Подземни кабл | | 1,105 | 1,0 |
| Надземни вод | СКС | 1,55 | 1,095 |
| | А/ч | 1,9 | 1,3 |

Дозвољена струјна оптерећења у зимском периоду I_{dozZ} , односно у летњем периоду I_{dozL} , за просечне услове који су карактеристични за конзумно подручје Србије, дата су у Додатку 1, пример 1.

9.2 **Струјно подешавање подужне краткоспојне заштите РКЗ** (тачка 7.2.4а) може да буде из целог опсега подешавања, али се препоручује подешавање на струју реаговања (секундарно):

- $I_{pkz} = 30 \text{ A} ; (6 \cdot I_n)$.

9.3 **Струјно подешавање краткоспојне заштите $I_{>>}$** према тачки 7.2.4б изводи се тако да ова заштита не реагује при кратким спојевима на сабирницама 10 kV у ТС 35/10 kV. За "просечне" услове рада дистрибутивне мреже 35 kV ова струјна селективност је осигурана (Додатак 1 ове препоруке) ако се струја реаговања краткоспојне заштите подеси на вредност (примарно):

- $I_{pks} \geq 3000 \text{ A}$.

Изузетно, у ТС 110/35 kV снаге 20 MVA, односно снаге 2 x 20 MVA ако енергетски трансформатори у нормалном погону не раде паралелно, струјно подешавање ове заштите треба да износи:

- $2000 \text{ A} \leq I_{pks} \leq 2400 \text{ A}$,

при чему се подешавање изнад 2000 А изводи само ако није могуће подешавање на 2000 А.

9.4 **Вредност подешене струје реаговања (I_{p1}) краткоспојне заштите сабирница ZS** (тачка 8.1.2) треба да износи:

- $I_{p1} > I_{pks}$

где је I_{pks} највећа вредност струје реаговања краткоспојне заштите $I_{>>}$ на изводима 35 kV у ТС 110/35 kV или ТС 110/35 kV, одабрана према тачки 9.3.

9.5 Препоручује се да **вредности подешене струје реаговања земљоспојне заштите** износе (примарно):

9.5.1 За земљоспојну заштиту $I_{0>}$ (тачка 7.2.5):

- $I_{0p} = 100 \text{ A}$ за кабловске водове дужине веће од 5 km;
- $I_{0p} = 50 \text{ A}$ за кабловске водове дужине до 5 km и надземне водове.

9.5.2 За усмерену земљоспојну заштиту $I_{0>}^{\rightarrow}$, тачка 7.3.2.63:

- $I_{0p}^{\rightarrow} = 50 \text{ A}$.

9.6 Препоручују се следеће **вредности времена деловања (t_m) појединих заштита:**

- $t_m = 20 \text{ s}$ за прекострујну заштиту $I_{1>}$ (тачка 7.2.2) и по правилу се користи само за сигнализацију "преоптерећења" вода;

- $t_m \leq 2,5$ s за прекострујну заштиту $I_2 >$ (тачка 7.2.2) и усмерену прекострујну заштиту $\vec{I} >$ (тачка 7.3.2.61);
 - $t_m = 0,1$ s за подужну краткоспојну заштиту РКЗ, тачка 7.2.4а;
 - $t_m \leq 1$ s за краткоспојну заштиту $I >>$ према тачки 7.2.4б;
 - $t_m \leq 2$ s за земљоспојну заштиту $I_0 >$ и $\vec{I}_0 >$ (тачке 7.2.5 и 7.3.2.63).
- 9.7 Разлика у времену деловања два суседна степена одговарајуће заштите треба да износи највише 0,5 s.
- 9.8 Примери временског подешавања појединих заштита водова 35 kV дати су на сл. 7.3 и то:
- на сл.7.3.1 дат је пример подешавања за једнострано напајане надземне водове;
 - на сл.7.3.2 дат је пример подешавања за двострано напајане мешовите водове.

САДРЖАЈ

| Р. бр. | | Стр. |
|--------|---|------|
| 1 | Основна заштита водова 10 kV и 20 kV | 1 |
| 2 | Резервна заштита водова 10 kV и 20 kV | 4 |
| 3 | Заштита сабирница 10 kV(20 kV) у ТС X/10(20) kV | 6 |
| 4 | Заштита спојног поља 10 kV(20 kV) у ТС X/10(20) kV | 8 |
| 5 | Препоруке за подешавање заштите у мрежи 10 kV и 20 kV | 9 |
| 6 | Примери одабирања релејних комбинација | 11 |
| 7 | Основна заштита водова 35 kV | 15 |
| 8 | Резервна заштита водова 35 kV и и заштита сабирница 35 kV | 20 |
| 9 | Препоруке за подешавање заштите у мрежи 35 kV | 20 |