

**ТЕХНИЧКА ПРЕПОРУКА бр.4в**

**ПРИМЕНА ЛОКАЛНЕ АУТОМАТИКЕ  
У ДИСТРИБУТИВНИМ ТРАНСФОРМАТОРСКИМ  
СТАНИЦАМА 35/10 kV и 110/X kV**

II 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: Јелена Марковић  
Штампа: "МСТ Гајић" Београд  
Тираж: 500 примерака

**Из архиве:**

На основу предлога уже Радне групе, Комисија за техничка питања при Пословној заједници електродистрибуције Србије је на свом 91.-ом састанку који је одржан 22.12.1981. године у Београду усвојила

**ТЕХНИЧКУ ПРЕПОРУКУ бр. 4в****ПРИМЕНА ЛОКАЛНЕ АУТОМАТИКЕ У ДИСТРИБУТИВНИМ  
ТРАНСФОРМАТОРСКИМ СТАНИЦАМА 35/10 kV и 110/X kV****I 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 мр Драгутин Станојевић, "Електродистрибуција" Београд
- 3 Бранко Танасијевић, "Електросрбија" Краљево
- 4 Владимир Тихвински, "Електровојводина" Нови Сад
- 5 Драган Цветковић, "Електродистрибуција" Лесковац
- 6 Милорад Петровић, "Електродистрибуција" Ниш
- 7 Благоје Миљковић, "Електрошумадија" Крагујевац
- 8 Миодраг Павковић, "Електротимок" Зајечар
- 9 Милоје Јездимировић, "Електродистрибуција" Т. Ужице
- 10 Станиша Тасић, "Електродистрибуција" Врање
- 11 Борислав Јефтић, "Електровојводина" Нови Сад
- 12 Влајко Муњас, "Електроморава" Смедерево
- 13 Ахмед Черкези, "Електрокосово" Приштина
- 14 Томислав Бојковић, Пословно удружење ЕД Србије Београд
- 15 Федора Лончаревић, Пословно удружење ЕД Србије Београд
- 16 Крсто Жижић, Пословно удружење ЕД Србије Београд.

**Чланови Радне групе:**

- 1 Светозар Ламбрин, "Електродистрибуција" Београд
- 2 Борислав Недељковић, "Електровојводина" Нови Сад
- 3 Милан Никитовић, "Електродистрибуција" Т. Ужице
- 4 Владимир Обочки, "Електровојводина" Нови Сад
- 5 Никола Компанијац, "Електросрбија" Чачак
- 6 Томислав Бојковић, Пословно удружење ЕД Србије Београд.

децембар 1981.

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. 4в

#### ПРИМЕНА ЛОКАЛНЕ АУТОМАТИКЕ У ДИСТРИБУТИВНИМ ТРАНСФОРМАТОРСКИМ СТАНИЦАМА 35/10 kV и 110/X kV

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 Доганчић, "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 Милан Никитовић, "Електродистрибуција" Ужице
- 11 Никола Гашић, ЕПС - Дирекција за дистрибуцију Београд
- 12 Томислав Бојковић, ЕПС - Дирекција за дистрибуцију Београд.

мај 2001.

## 1 ОСНОВНИ ЗАХТЕВИ ЗА ПРИМЕНУ ЛОКАЛНЕ АУТОМАТИКЕ

1.1 **Функције локалне аутоматике остварују се преко станичног рачунара у оквиру система микропроцесорске интегрисане заштите и управљања** (СМИЗУП, ТП-12а и ТП-12б) или се користе одговарајући релејни уређаји или релејне комбинације.

**Примена система даљинског управљања не искључује примену локалне аутоматике.**

1.2 **Основни видови локалне аутоматике** који се примењују у дистрибутивним ТС 110/10 kV, ТС 110/20 kV, ТС 110/35/10 kV и ТС 35/10(20) kV (у даљем тексту: ТС 110/X kV и ТС 35/X kV) су:

- аутоматско поновно укључење прекидача (АПУ);
- аутоматско укључење резервног напајања (AURN);
- аутоматско "тражење" земљоспоја (ATZ);
- аутоматска регулација напона;
- аутоматско фреквентно растерећење (AFR);
- остали видови локалне аутоматике.

## 2 ПРИМЕНА АУТОМАТСКОГ ПОНОВНОГ УКЉУЧЕЊА (АПУ) ПРЕКИДАЧА

2.1 **На изводима надземних и мешовитих водова 10 kV и 20 kV у ТС 110/X kV и ТС 35/X kV препоручује се примена трополног аутоматског поновног укључења (АПУ) прекидача са два покушаја:** у првом покушају се врши брзо АПУ, а у другом споро АПУ.

Ако се квар не отклони применом АПУ, треба да уследи коначно искључење прекидача.

2.2 **Примена АПУ прекидача у мрежи 35 kV** зависи од облика мреже:

2.2.1 Ако се једна или више ТС 35/X kV напајају из ТС 110/35 kV или ТС 110/35/10 kV преко радијалног надземног и/или мешовитог вода 35 kV, тада на изводу 35 kV у ТС 110/35 kV или ТС 110/35/10 kV треба да се угради АПУ прекидача са два покушаја - брзо плус споро. Исто важи и за изводе 35 kV у ТС 35/X kV према суседним ТС 35/X kV, али на њима може да се примени и само споро АПУ прекидача - "аутоматски уклопничар".

2.2.2 Ако ТС 35/X kV има могућност двостраног напајања преко отвореног прстена или повезног вода 35 kV, тада се у овој ТС не користи АПУ прекидача на изводима 35 kV, већ се користи аутоматско укључење резервног напајања (AURN, поглавље 3). У овом случају на изводима 35 kV у ТС 110/35 kV и ТС 110/35/10 kV може да се примени споро АПУ прекидача ("аутоматски уклопничар").

2.3 **Примена АПУ прекидача у мрежи 110 kV изводи се према ТП-4а2.**

2.4 **Примена спорог АПУ прекидача - "аутоматског уклопничара"** дозвољена је и на изводима надземних и мешовитих водова 10 kV у ТС 35/10 kV мањих инсталисаних снага, из којих се претежно напаја широка потрошња.

**2.5 Потпуни циклус АПУ прекидача са два покушаја је следећи:**

- а) Искључење прекидача:
  - деловањем прекострујне и земљоспојне заштите са временском задршком, и
  - деловањем краткоспојне заштите и то: тренутним деловањем за водове 10 kV и 20 kV, као и за водове 35 kV који напајају специјалне потрошаче (мотори јединичних снага преко 500 kW), док за остале потрошаче на водовима 35 kV деловањем ове заштите са временском задршком.
- б) Брзо АПУ прекидача.
- в) Искључење прекидача са временском задршком деловањем прекострујне, земљоспојне и краткоспојне (ако има временску задршку) заштите.
- г) Споро АПУ прекидача.
- д) Коначно искључење прекидача.

Реле за АПУ прекидача треба да има, у оквиру комплетног циклуса рада, могућност бирања само брзог или само спорог АПУ, као и могућност аутоматског бирања програма рада у зависности од врсте квара на воду: при деловању краткоспојне заштите може да делује само брзо АПУ прекидача, док при деловању прекострујне или земљоспојне заштите реле треба да обави потпуни циклус рада са два покушаја.

**2.6 Најмањи опсег подешавања безнапонске паузе за брзо АПУ прекидача износи (0,2-1,5) s. За просечне услове рада дистрибутивне мреже препоручује се подешавање на 1 s. Изузетно, ако на неком изводу има специјалних потрошача (мотори јединичних снага преко 500 kW итд.) безнапонска пауза може да се смањи до 0,3 s, у зависности од карактеристика потрошача и аутоматике примењене код потрошача ради "прихватања" брзог АПУ.****2.7 Најмањи опсег подешавања безнапонске паузе спорог АПУ прекидача треба да износи (10-180) s, а подешена вредност је:**

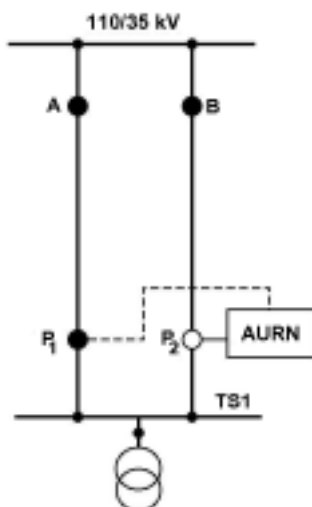
- када се споро АПУ користи у оквиру потпуног циклуса рада са два покушаја: 180 s код малоуљних прекидача и 15 s код вакуумских прекидача;
- када се користи само споро АПУ прекидача ("аутоматски уклоничар"): 10 s.

**2.8 На изводима кабловских водова (подземни кабл или СКС) не примењује се АПУ прекидача. Међутим, оправдана је примена спорог АПУ ("аутоматски уклоничар") на кабловским изводима на којима се утврди да је број искључења услед деловања заштите вода знатно већи од броја кварова на воду, посебно у трансформаторским станицама које нису даљински управљане или стално поседнуте.****2.9 Ради евиденције и анализе догађаја на мрежи треба да се предвиди регистровање брзих и спорих АПУ, као и укупних неуспелих АПУ прекидача, и то локално у ТС преко станичног рачунара и даљински прослеђивањем информација до надређеног диспечерског центра.****2.10 Прекидачи морају да буду атестирани за примену одговарајућег циклуса АПУ. Нови прекидачи морају да испуњавају захтеве потпуног**

циклуса АПУ (тачка 2.5). Мора да постоји и заштита од "пумпања" прекидача (блокада узастопних укључења при трајном импулсу за укључење).

### 3 ПРИМЕНА АУТОМАТског Укључења Резервног Напајања (AURN)

- 3.1 Препоручује се да свака ТС 35/X kV, која има могућност двостраног напајања на страни 35 kV (из две ТС 110/X kV или преко два извода 35 kV исте ТС 110/X kV) има уређај за аутоматско укључење резервног напајања (AURN). Исто се односи и за ТС 110/X kV која не ради у затвореној петљастој мрежи 110 kV.
- 3.2 Уређај за AURN, када ради у условима из тачке 3.1, треба да задовољи следеће захтеве (сл.3.2):

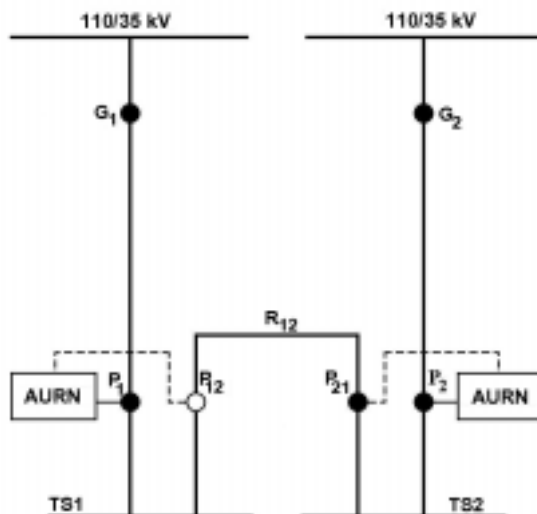


Сл.3.2 Аутоматско укључење резервног напајања (AURN)

- Код нестанка напона на "главном" изводу напајања (извод А на сл.3.2) уређај после одређене временске задршке врши искључење прекидача  $P_1$  на овом изводу, а иза тога врши укључење прекидача  $P_2$  на резервном изводу напајања (извод В).
  - Када се касније напон на "главном" изводу нормализује, уређај после одређене временске задршке врши укључење прекидача  $P_1$  "главног" извода А, а иза тога врши прекидање петље на прекидачу  $P_2$  резервног извода В. Тако се врши аутоматско "враћање" на нормално напајање без поновног искључења из рада ТС. Да би ово било могуће, напојна мрежа 35 kV, односно 110 kV, мора да буде у фазном складу.
  - Временске задршке за програмски рад уређаја за AURN под а) и под б) се подешавају према тачки 3.5.
- 3.3 Ако се преко отвореног прстена или повезног вода 35 kV, односно 110 kV, напајају две или више ТС 35/X kV, односно 110/X kV, локална

аутоматика треба поуздано и брзо да пребаци напајање ТС на вод на коме је напон нормалан.

Да би се обезбедио AURN за две ТС, локална аутоматика треба да задовољи следеће захтеве, у зависности од тога да ли између TS 1 и TS 2 постоји или не постоји (сл.3.3) командно сигнални (NF) кабл:



Сл.3.3: AURN за две ТС

- а) У нормалном погону TS 1 и TS 2 се напајају преко "главних" водова  $G_1$ , односно  $G_2$ . Резервни (повезни) вод  $R_{12}$  је прекинут на прекидачу  $P_{12}$  у TS 1, али може да буде прекинут и на прекидачу  $P_{21}$ , али тада је укључен прекидач  $P_{12}$ .
- б) У случају нестанка напона на воду  $G_1$  комплетна аутоматика треба у TS 1 да обави улогу AURN идентично аутоматици описаној у тачки 3.2.
- в) У случају да при погонском стању према сл.3.3 дође до нестанка напона на воду  $G_2$ , треба да реагују аутоматике (уређаји за AURN) и у TS 1 и у TS 2. Аутоматика у TS 2 после временске задршке  $t_1$  врши искључење прекидача  $P_2$  и  $P_{21}$ , а аутоматика у TS 1 после временске задршке  $t_2$  (при чему је  $t_2 > t_1$ ) врши укључење прекидача  $P_{12}$ . Појавом напона у TS 2 аутоматика у њој врши, са временском задршком  $t_1$ , укључење прекидача  $P_{21}$ , па TS 2 прелази на напајање преко водова  $G_1$  и  $R_{12}$ . Када се касније напон на воду  $G_2$  нормализује, аутоматика у TS 2 треба после временске задршке  $t_1$  да изврши укључење прекидача  $P_2$ , а иза тога да изврши прекидање петље искључењем прекидача  $P_{21}$ .
- г) У случају да при погонском стању према сл.3.3 дође до квара на воду  $R_{12}$ , деловаће заштита вода у TS 2, искључиће прекидач  $P_{21}$  и блокираће рад аутоматике у TS 2. Нестанком напона на воду  $R_{12}$  реаговаће аутоматика у TS 1 и после временске заршке  $t_2$  извршиће укључење прекидача  $P_{12}$ . Ако је квар на воду  $R_{12}$  трајне природе деловаће и заштита вода у TS 1, уз блокаду рада аутоматике у њој. После отклањања квара на воду  $R_{12}$  и његовог стављања под напон у



једној од TS, треба да уследи аутоматска деблокада уређаја на AURN и у TS 1 и у TS 2. Међутим, ако је квар на воду  $R_{12}$  био пролазан, овај вод остаје прикључен на прекидачу  $P_{12}$  у TS 1, уз једновремену аутоматску деблокаду уређаја за AURN у TS 2.

Ако између TS1 и TS2 постоји NF кабл, у случају деловања заштите због квара на воду  $R_{12}$  одмах се врши блокирање AURN-а на оба краја вода, са аутоматском деблокадом када се вод  $R_{12}$  стави под напон.

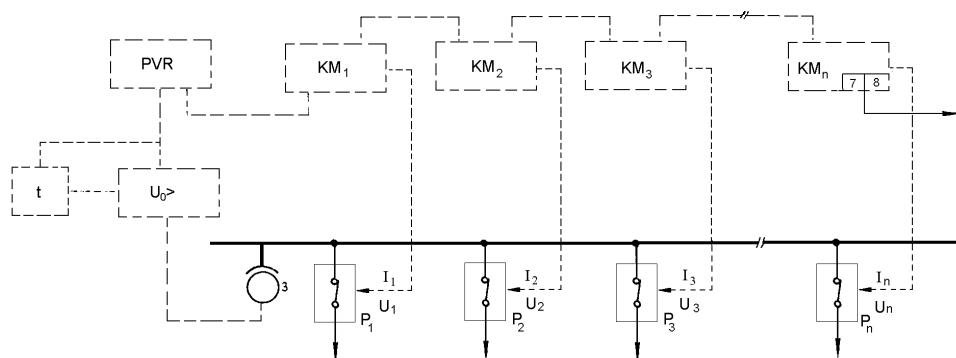
- 3.4 Најмањи опсег подешавања временских релеа за пребацивање са "главног" на резервно напајање, и обратно, треба да износи (0,2-3) s. Подешену вредност временске задршке треба одабрати тако да је најмање за 0,5 s већа од времена деловања заштите на водовима  $G_1$  и  $R_1$  на сл.3.2, односно  $G_1$  и  $G_2$  на сл.3.3. Поред тога, у случају аутоматике описане у тачки 3.3 мора да буде испуњен и услов:  $t_1 = (t_2 + 0,5)$  s.
- 3.5 Ради заштите од "повратног напона", прикључење AURN-а на секундар напонских трансформатора на "главном" и "резервном" воду треба да се изведе преко радних контаката излазног растављача, односно извлачивог прекидача, у ћелији у којој се налазе напонски трансформатори.

#### 4 ПРИМЕНА АУТОМАТСКОГ "ТРАЖЕЊА" ЗЕМЉОСПОЈА

4.1 Ова аутоматика се примењује у ТС 35/X kV из које се напаја претежно надземна мрежа 10 kV (20 kV) са изолованом неутралном тачком, када на изводима 10 kV (20 kV) није примењена усмерена хомополарна земљоспојна заштита. **Примењује се:**

- аутоматски неселективни "трагач" земљоспоја - **ATZ**;
- аутоматски селективни "трагач" земљоспоја - **ATZs**.

4.2 **Аутоматски "трагач" земљоспоја ATZ** треба да задовољи следеће захтеве (сл.4.2):



$U_0 >$  - пренапонски реле (20 - 60) V; PVR - програмски временски реле;  
 $KM_K$  - командни модул прекидача  $P_K$ ;  $P_K$  - прекидач извода "к";  $I_K (U_K)$  - искључење (укључење) прекидача "к";  $t$  - временски реле (необавезно).

**Сл.4.2 Блок шема аутоматског трагача земљоспоја (ATZ)**

- а) Када се на неком воду 10 kV (20 kV) појави земљоспој активира се земљоспојна заштита према тачки 1.4.2а ТП-4а1. Аутоматика може да се активира одмах при настанку земљоспоја, или после одређене временске задршке.
- б) Након активирања АТЗ-а врши се, после одређене временске задршке, програмско искључење првог вода 10 kV (20 kV). Ако земљоспој и даље траје, треба да уследи брзо укључење искљученог вода. Аутоматика: искључење-укључење вода се даље "штафетно" преноси све до вода чијим искључењем престаје земљоспој, али треба да се "заобиђе" извод који је предходно искључен деловањем заштите или ручно.
- 4.3 **Програмско "тражење" земљоспоја** код коришћења АТЗ-а се подешава тако да се прво искључују водови на којима најчешће долази до кварова (дугачки водови, водови на којима су честа атмосферска пражњења итд.). Подешавање временске задршке за активирање и даљи рад аутоматике зависи од конкретних услова, али укупно време од момента настанка земљоспоја до момента искључења последњег вода 10 kV (20 kV) који је укључен у програм АТЗ не сме да буде дуже од 2 часа. Време поновног укључења вода који је програмски искључен, а није у земљоспоју, треба да износи 1 s.
- Подешена вредност напонског мерног релеа који активира аутоматику** треба да износи (секундарно) 60 V.
- 4.4 **Аутоматски селективни "трагач" земљоспоја АТЗs** се састоји од једног усмереног земљоспојног релеа чија се струјна грана мерног релеа програмирано прикључује на струјне обухватне трансформаторе појединих извода 10 kV (20 kV), тако да се искључује само вод који је у земљоспоју.
- 4.5 Да би се смањио број активирања аутоматског "трагача" при "лажним" земљоспојевима, **између крајева "е" и "н" отвореног троугла три напонска мерна трансформатора треба да се угради отпорник** приближних карактеристика: **40 Ω, 300 W** (ТП-4а1). Такође треба да се изведе сигнализација нестанка напона са сваког напонског трансформатора.

## 5 АУТОМАТСКА РЕГУЛАЦИЈА НАПОНА (ARN)

**Функција аутоматске регулације напона** треба да обезбеди добијање жељене вредности напона на сабирницама 10 kV, 20 kV и 35 kV, тако да се компензују очекиване промене напона у мрежи 110 kV и падови напона кроз ЕТ.

**Аутоматска регулација напона (ARN)** остварује се у ТС 110/X kV помоћу аутоматског регулатора напона који управља регулационом преклопом која се налази у неутралној тачки намотаја 110 kV ЕТ-а (тачке 5.7 и 6.9 у ТП-11), али треба да се педвиди и ручна регулација напона на лицу места или из надређеног диспечерског центра.

**Аутоматски регулатор напона** треба да буде са струјном компензацијом и да може да регулише напон два ЕТ-а у појединачном и паралелном раду преко секундара у ТС 110/X kV.

## 6 АУТОМАТСКО ФРЕКВЕНТНО РАСТЕРЕЋЕЊЕ (AFR)

- 6.1 **Аутоматско фреквентно растерећење (AFR)** је системска подфреквентна заштита са пратећом локалном аутоматиком, и **примењује се у ТС 110/X kV** (ТП-12а). Састоји се од најмање четири степена у опсегу 45 Hz - 51 Hz, са функцијом брзине промене фреквенције у интервалу 10 mHz, са селективним искључењем водова по групама. Функција подфреквентне заштите може да се реализује преко централног уређаја или у оквиру микропроцесорске заштите водова. У оквиру система AFR-а препоручује се остварење функција аутоматског "штафетног" укључења водова 10 kV, 20 kV и 35 kV у оквиру одређене групе, када при рестаурацији електроенергетског система наступи стабилизација фреквенције. Редослед аутоматског укључења у оквиру групе је по приоритету (важности напајаних потрошача), а по групама је супротан од редоследа искључења при аутоматском фреквентном растерећењу.

## 7 ОСТАЛИ ВИДОВИ ЛОКАЛНЕ АУТОМАТИКЕ

- 7.1 Ако се у ТС 110/X kV на сабирницама 35 kV, 20 kV или 10 kV користи **земљоспојни прекидач за краткотрајно уземљивање једне фазе ради отклањања пролазних земљоспојева у надземној мрежи**, треба користити вакуумски прекидач и одговарајућу аутоматику за остварење те функције. **Примена земљоспојног прекидача омогућава изостављање примене АПУ-а прекидача због земљоспоја Локална аутоматика у оквиру примене земљоспојног прекидача** обавља следеће функције:
- при земљоспоју на мрежи аутоматика у ТС утврђује која је фаза погођена и преко одговарајућег пола земљоспојног прекидача прикључује сабирницу ове фазе на уземљење ТС;
  - после паузе од 0,1 s до 0,5 s аутоматика искључује пол земљоспојног прекидача и у наредне 3 s блокира рад аутоматике, тако да се у том времену трајни земљоспојеви на мрежи искључују деловањем одговарајуће основне земљоспојне заштите вода.
- 7.2 **Остали видови локалне аутоматике** примењују се у зависности од величине и важности постројења, одабране једнополне шеме, степена аутоматизације, начина опслуживања и других конкретних услова. Овде спадају аутоматике:
- регулација једносмерног напона акубатерије;
  - аутоматско искључење ЕТ-а за случај да је напон акубатерије испод 100 V у трајању преко 3 сата;
  - аутоматско ограничење паралелног рада ЕТ-а 110/10,5 kV на 5 min.;
  - аутоматско укључење спојне ћелије при испаду једног ЕТ-а 110/X kV, са растерећењем ради заштите од недозвољених оптерећења ЕТ-а итд.

**САДРЖАЈ**

Р. бр.		Стр.
1	Основни захтеви за примену локалне аутоматике	1
2	Примена аутоматског поновног укључења (АПУ) прекидача	1
3	Примена аутоматског укључења резервног напајања (AURN)	3
4	Примена аутоматског "тражења" земљоспоја	5
5	Аутоматска регулација напона	6
6	Аутоматско фреквентно растеређење	7
7	Остали видови локалне аутоматике	7