

II Секција: ПОСТРОЈКИ
СТК 23 - РАЗВОДНИ ПОСТРОЈКИ
Стручен известувач: Ѓорѓи Гацов, дипл. инж.
Секретар: м-р Марјан Попов, дипл. инж.

ИЗВЕШТАЈ НА СТРУЧНИОТ ИЗВЕСТУВАЧ

Р 23-01: В. ФУШТИЌ, Г. ЈАНАЌИЕВИЌ: СТАТИСТИЧКА ОБРАБОТКА НА МЕРЕНИТЕ ПОДАТОЦИ ВО ДИСТРИБУТИВНА РАЗВОДНА ПОСТРОЈКА

Во трудот е прикажана статистичка анализа на мерените податоци во постројката за подобрување на работните рамки на операторите и за предвидување на некои настани кои може да се случат. Од широката лепеза на статистичка анализа, мерните податоци се обработени според сумарна статистика, хистограм на фреквенција на појава на мерната вредност, распределба на мерните вредности, анализа на варијансата и определување на корелација.

Прашања за дискусија

1. Каква е можноста за процесирање на мерните големини во разводните постројки за статистичка анализа?
2. Колкав е потребниот минимален временски интервал на сукцесивни мерења за поедините големини за да статистичката анализа биде издржана?

Р 23-02: В. ФУШТИЌ, Д. УСТАПЕТРОВА: КОРИСНИЧКИ ИНТЕРФЕЈС ЗА ON- LINE СЛЕДЕЊЕ НА ПОГОНОТ ВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКА РАЗВОДНА ПОСТРОЈКА

Во трудот е прикажан кориснички интерфејс за on-line следење на погонот во разводна постројка. Новиот концепт на автоматизација на постројките бара повеќе информации кои се доверливи, структурирани и расположиви за корисникот. Ваквата цел може да се постигне со on-line мониторинг како дел од комплексната автоматизација во постројките. Кориснички применливиот интерфејс развиен во MS Access релациони бази на податоци, овозможува подобар надзор над процесот и функционалност на добиената информација. За комплетната листа на следените променливи неопходно беше да се креираат програмски функции со помош на ефикасни алатки на персонален компјутер. Развиената визуелизација на процесот во WINDOWS околината овозможува мулти-медиска презентација со помош на мрежа. Исто така трендот и извештаите се дефинирани со вклучување на дел селектирани

променливи. Бидејќи програмот овозможува анализа и на некои случаи кои можат да настанат истиот може да се користи и за тренинг.

Прашања за дискусија

1. Каква е реалната потреба во воведување мониторинг системи во разводните постројки на напони над 110 kV?
2. Дали ваквите системи се комерцијално економични за поширока примена?

Р 23-03: А.ИЛИЕВ: МЕТОД ЗА ТРАНСФИГУРАЦИЈА ЗА БРЗО ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА РАСПОЛОЖИВОСТА НА ШЕМИ НА РАЗВОДНИ ПОСТРОЈКИ

Во трудот е прикажан метод за брзо определување на расположивоста на шеми на разводни постројки која базира на постепено упростување на шемата на разводна постројка во еквивалентна шема со иста расположивост. При тоа, слично како и при трансфигурација на електричните кола и определувањето на еквивалентните импеданси, се користи еквивалентирање на редно-паралелните врски на елементите и трансформација на елементи поврзани во ѕвезда во елементи поврзани во триаголник и обратно. Изведени се точни и апроксимирани формули за извршување на овие еквивалентни по расположивост трансформации и е дискутирана можната област на нивна примена. Бидејќи разводните постројки претставуваат технички системи со висока расположивост, се покажува дека и употребата на апроксимирани (односно помалку точни) формули може да даде сосема прифатливи резултати. Методот е тестиран на конкретен пример на карактеристична шема на разводна постројка.

Прашања за дискусија:

1. Дали постојат во светската литература искуства во пресметките на расположивоста на шемите во разводните постројки со предложеното упростување и трансфигурација, и какви се истите?

Р 23-04: М. ЗЛАТАНОСКИ: ДОСЕГАШНИ АНАЛИЗИ НА РИЗИКОТ ОД ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА

Во стандардите за проектирање и градба на електроенергетски објекти безбедноста на луѓето од повреди од електрична струја е дефинирана со дозволените вредности на напон на чекор и напон на допир. Овие вредности се добиени врз основа на расположивите сознанија за електротрауматизмот. Според овој критериум, кој што претставува класичен начин за проценка на електричната безбедност, секој напон повисок од дозволената вредност на напон на допир или чекор се смета за опасен.

Ризик од несреќи од електрична струја претставува квантитативен показател на загроеноста на луѓето во една електрична разводна постројка и истиот се дефинира како тотална веројатност човек да настрада од електричен удар во една електрична разводна постројка за период од една година.

Во овој реферат е даден преглед на досегашните анализи на ризикот од несреќи од електрична струја.

Р 23-05: К. ЈОВАНОВИЌ: ПОВРЕДИ НА РАБОТА ДО 2010 ГОДИНА

Во трудот е направен обид, врз база на бројот на повреди на работа во последните години, да се прогнозира бројот на повреди на работа до 2010 г. Врз база на прогнозата, отворени се низа најсуштествени прашања и дадени се конкретни предлози.

Прашања за дискусија:

1. На кој начин се добиени податоците за повредите при работа презентирани во овој труд?
2. Дали постои регулатива на комплексна анализа на секоја повреда на работа со точна дијагностика на причините и последиците од истата?

Р 23-06: В. ДИМЧЕВ, Р. ШЕКЕРИНСКА: ВЛИЈАНИЕ НА МЕТАЛНИТЕ ПЛАШТОВИ НА КАБЛИТЕ ВРЗ КАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ЗАЗЕМЈУВАЧИТЕ

Направена е анализа на влијанието на металните плаштови на среднонапонските кабли врз карактеристиките на заземјувачи на трафостаниците висок/среден напон. Анализата е спроведена при менување на специфичната отпорност на тлото и отпорноста на растечување на заземјувачите на трафостаниците среден/низок напон.

Прашања за дискусија:

1. Дали е извршена споредба на резултатите од предложената анализа во овој труд со досега познатите резултати од слични анализи (и конкретни мерења) објавени во светската литература, и какви се отстапувањата од познатите резултати за оваа проблематика?

И 23-07: К. СТАМБОЛИЕВ, Ф. НИКОЛОВА: ИСПИТУВАЊЕ НА ОПРЕМАТА ПРИ ПРЕВЗЕМАЊЕТО ОД ПРОИЗВОДИТЕЛОТ

Во овој реферат е прикажана потребата од подетални испитувања на опремата при превземањето од производителот заради фактот што одредени фабрички недостатоци на истата можат да се отсликаат како големи грешки во текот на работењето на разводната постројка. Во конкретниот случај се работи за искуство со лоша серија на високонапонски струјни трансформатори.

Прашања за дискусија:

1. Какви се искуствата со испитувањето на опремата во високонапонските разводни постројки и со нејзината експлатација во нашата земја?

И 23-08: В. КРСТАНОВСКИ, Ј. ЈАНКОВ: ПРИМЕНА НА ИЗОЛАЦИОНИТЕ ЗАШТИТНИ СРЕДСТВА ЗА БЕЗБЕДНА И СИГУРНА РАБОТА ВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИТЕ ОБЈЕКТИ НА ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИ ЦЕНТРАЛИ ВО РЕК БИТОЛА

Во овој реферат се презентирани искуствата во примената на изолационите заштитни средства за безбедна и сигурна работа во објектите на РЕК Битола. Презентирани се манипулациите во постројките 400 kV, 110 kV, 15.75 kV и 6.3 kV при периодичните испитувања на изолационите заштитни средства.

Прашања за дискусија:

1. Проблеми кои се јавуваат при употреба на секундарни заштитни средства (тепих) поставе пред 6 kV дворедни разводи во ТЕ (отежната работа при извлекување на ВН прекинувачи при што доаѓа до оштетување на изолациониот тепих. Можности за нивна замена со еквипотенцијализација на куќишта од ВН, разводи предлози и искуства.
2. Контрола од надлежни органи, најнови сознанија кои ја обработуваат оваа материја согласно ИЕС стандардите денес, државна регулатива во Р. Македонија.

И 23-09: Ј. ЈАНКОВ: КОНТРОЛА НА ТЕХНИЧКАТА ИСПРАВНОСТ НА ОПРЕМА И АПАРАТУРА, ПРИ УСЛОВИ НА НАМАЛЕНИ ТЕХНОЛОШКИ МОЖНОСТИ ВО ТС 400/110 кВ БИТОЛА 2

Во овј реферат се презентирани искуства во организацијата на работа во трафостаницата 110/400 kV Битола 2, каде зголемената будност и дисциплина на стручниот персонал во голема мерка ги надополнува недостатоците што произлегуваат од невградена мониторинг опрема.

Прашања за дискусија:

1. Какви се искуствата во другите термоенергетски објекти во Македонија?
2. Да се оцени потребата од итно вградување на соодветна опрема за надгледување и сигнализација со потребна техно-економска анализа.

P23-10: И. БЕНДЕВСКИ, Ж. СОКЛЕВСКИ, С. БОЖИНОВСКИ, Д. ВИДАНОВСКИ: МЕРЕЊЕ НА КВАЛИТЕТ НА ЗАЗЕМЈИТЕЛНИОТ СИСТЕМ ВО ТЕ БИТОЛА И ТС БИТОЛА 2

Во овој труд се дадени резултатите од мерењето на заземјувачкиот систем на комплексот ТЕ Битола - ТС Битола 2. Во трудот се изнесени практичните проблеми кои се јавуваат при вакви мерења во објекти со густа конфигурација и тешкотиите на кои се наидува заради влијанието на оваа густа конфигурација на резултатите од мерењата.

Прашања за дискусија:

1. Дали и во другите слични електроенергетски објекти е земен предвид густата конфигурација на далеководи и на кој начин се решавани соодветните проблеми?
2. Дали постои мерна опрема во искуствата во светот со која можат да се елиминираат уочените тешкотии?

Вангел Фуштиќ
Горан Јаниќијевиќ (студент дипломец)
Електротехнички факултет, Скопје

СТАТИСТИЧКА ОБРАБОТКА НА МЕРЕНИТЕ ПОДАТОЦИ ВО ДИСТРИБУТИВНА РАЗВОДНА ПОСТРОЈКА

СОДРЖИНА:

Последниве неколку години дојде до технолошки промени кај системите за контрола во разводните постројки. Според тие промени постројката работи поблиску до граничните вредности, со цел да се оствари потребата од по-економична работа. Тоа им поставува нови барања на погонскиот персонал и операторите. Во трудот е прикажана статистичка анализа на мерените податоци во постројката за подобрување на работните рамки на операторите и за предвидување на некои настани кои може да се случат. Од широката лепеза на статистичка анализа, мерените податоци се обработени според сумарна статистика, хистограм на фреквенција на појава на мерената вредност, распределба на мерените вредности, анализа на варијансата и определување на корелација.

Клучни зборови: Разводна постројка, Мерени податоци, Статистичка анализа

ABSTRACT

Over the last few years there have been technological changes in substation control systems. In that respect substation must be operated closer to their limits in order to improve the need for more cost-effective operation. Those requirements placing placing new demands on the skill and operators. The paper presents a statistical analysis of the measured data in the substation to enhance the operators work settings and to predict some events that may be happened. From the wide range of statistical analysis the measured data are work out with Summary statistics, Frequency Histogram, Distribution Fitting, Analysis of Variance and Correlation Analysis.

Keywords: Substation, Measured Data, Statistical Analysis

1. ВОВЕД

Според потребите на погонскиот оперативен персонал во центрите за управување со постројките, како и во самите постројки се наметнува потребата од опсежна анализа на мерените податоци. Пред сè, добиената информацијата за

вредностите на поедините физички големини во аналогна или дигитална форма треба да се обработи. Најчесто обработката треба да е статистичка, а резултатите да се ажурираат во хардверските конфигурации на софистицираните системи за контрола. Доколку, ваква анализа постои истата треба да се осмисли во функција на комплексната автоматизација на постројката.

2. ПОТРЕБА ОД СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА НА МЕРЕНИТЕ ПОДАТОЦИ

Автоматизацијата на погонот на разводната постројка претставува актуелност во современиот концепт на електроенергетскиот систем и како таква е предмет на сестрано проучување, примена и перманентно осовременување. Особен брз тренд во развојот автоматизацијата во разводните постројки постигна во последниве неколку години, што се должи на интензивното навлегување на информатичката и телекомуникациона технологија во електроенергетиката. Освен тоа се поострите критериуми на погонот во однос на реализација на далечинското водење и функциите на локалната автоматика налагаат сериозен пристап во обработката на мерените реални податоци за карактеристичните големини. Оперативниот персонал е соочен со потребата од согледување и анализа на погонските параметри и евентуални идни настани кои би можеле да настанат. Но, се поставуваат низа прашања како на пример: Што да се мери?, Како да се мери?, Каде да се мери? и Со која временска динамика да се мери? Одговорите на сите овие прашања зависат пред сè од целта што сака да се постигне со мерената информација.

Статистичката анализа нуди широка лепеза на функции како: основни статистички показатели, дескриптивна статистика, анализа на временските серии, распределба (дистрибуција) на мерените големини, анализа на варијансата и коваријансата, корелација и регресија, естимација и тестови, и сл. Соодветно на ова се поставува прашањето "Што од големите и опширни можности на статистичката анализа е воопшто потребно како примена на реална разводна постројка?" Одговорот на ова прашање лежи во достигнатото ниво на автоматизација и критериумите кои треба да ги задоволи погонот. Со еден осмислен пристап во анализата на погонот на разводната постројка и користење на пред сè можностите што ги дава статистиката, се овозможува квалитативна проценка и препознавање на низа можни настани. Со тоа, воведувањето на статистичка анализа, за пред сè основните големини на погонот (напонот, струјата, фреквенцијата и др.), претставува неминовна потреба. Кога ќе се земе в предвид и современиот концепт на водењето на постројката тогаш комерцијалната оправданост, од вакви и слични анализи, не треба посебно да се докажува.

3. ОПИС НА РАЗВОДНАТА ПОСТРОЈКА

Мерењата на поедините мерени големини се вршени во ТС 110/35/10 kV "Југ-нова", чија главна намена е снабдување на домаќинствата со електрична енергија. На Сл.1 е дадена еднополната шема на постројката со карактеристичните полиња. Постројката 10 kV се состои од два система секционирани собирници, на секоја секција се наоѓа по еден 10/0.1 kV напонски мерен трансформатор, од кој се добива информација за линискиот напон. На средната фаза од 10 kV страна на

струен мерен трансформатор од кој се добива информација за струјното оптоварување на секој извод посебно. Од диспечерскиот центар на Електро-Скопје се добиени податоци за состојбите на напонот, струјата и моќностите, мерени секој час за периодот од 1-ви до 7-ми декември 1996 г. Во работната табела (Табела I) се дадени вредностите на струјата на трансформаторот TR1, напоните на 10 kV собирница, активната и реактивната моќност на трансформаторот и струите низ изводите.

4. СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА

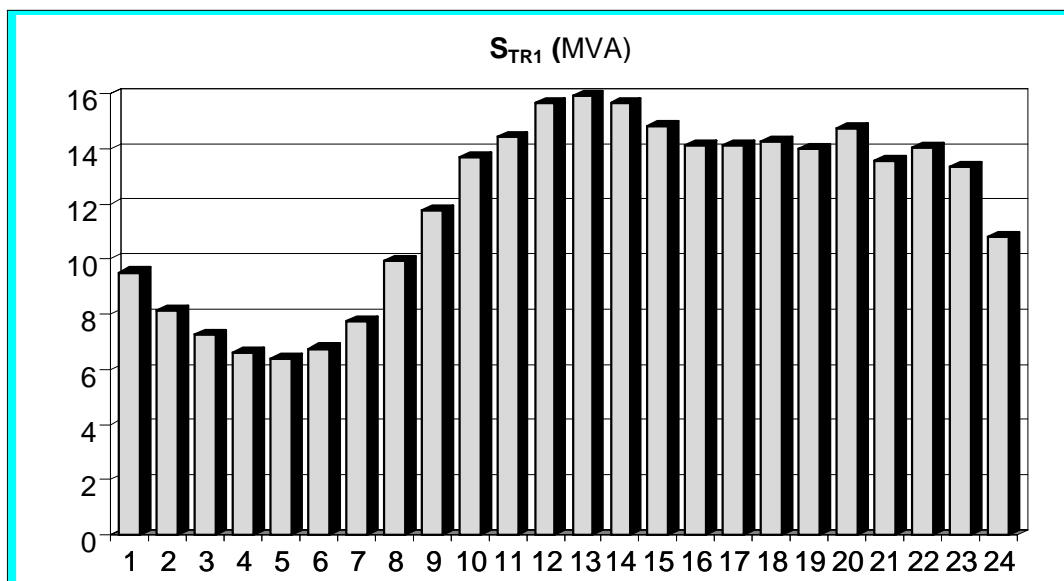
Статистичката анализа може да се изврши со низа програми кои работат на различни оперативни системи. Но, со оглед на потребата од презентација и анализа во WINDOWS околина, анализата е вршена со MS Excel - водечка апликација за табеларни калкулации.

4.1. Дијаграми на оптоварување

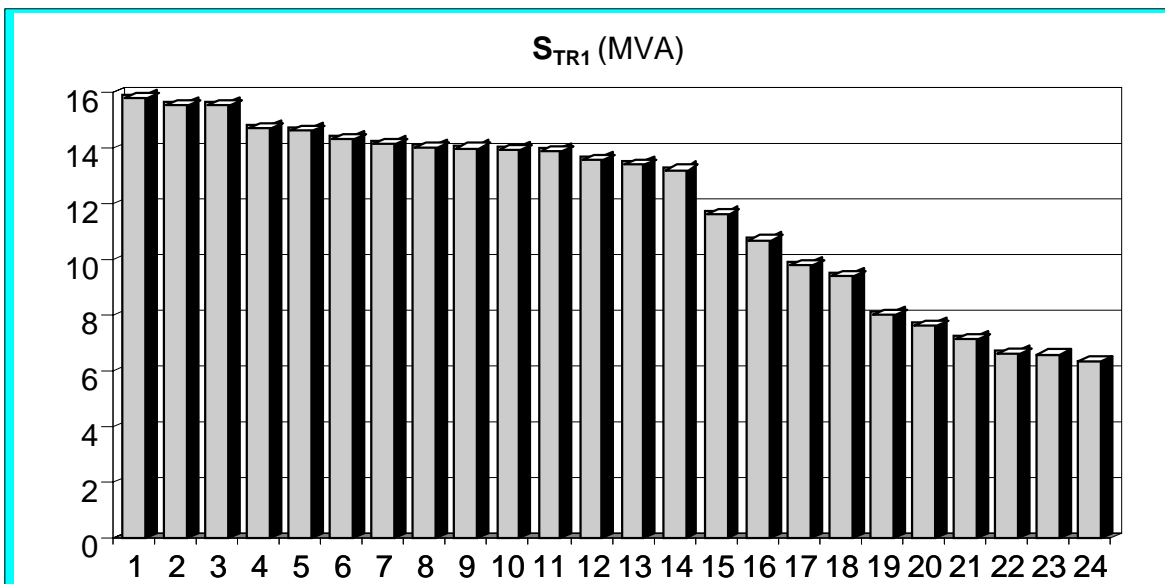
Според мерените податоци за сите 7 дена добиени се дневниот дијаграм на оптоварување и дневниот дијаграм на траење на оптоварување (на Сл.2 и Сл.3 се прикажани примерно дијаграмите за 1-ви декември). Од основните статистички показатели пресметани се максималните, минималните и средни вредности на моќностите за секој ден посебно (Табела II.) На Сл.4 е дадена апроксимираната крива на траење на оптоварувањето за истиот ден.

Табела II. Максимални, минимални и средни вредности на оптоварувањето по денови

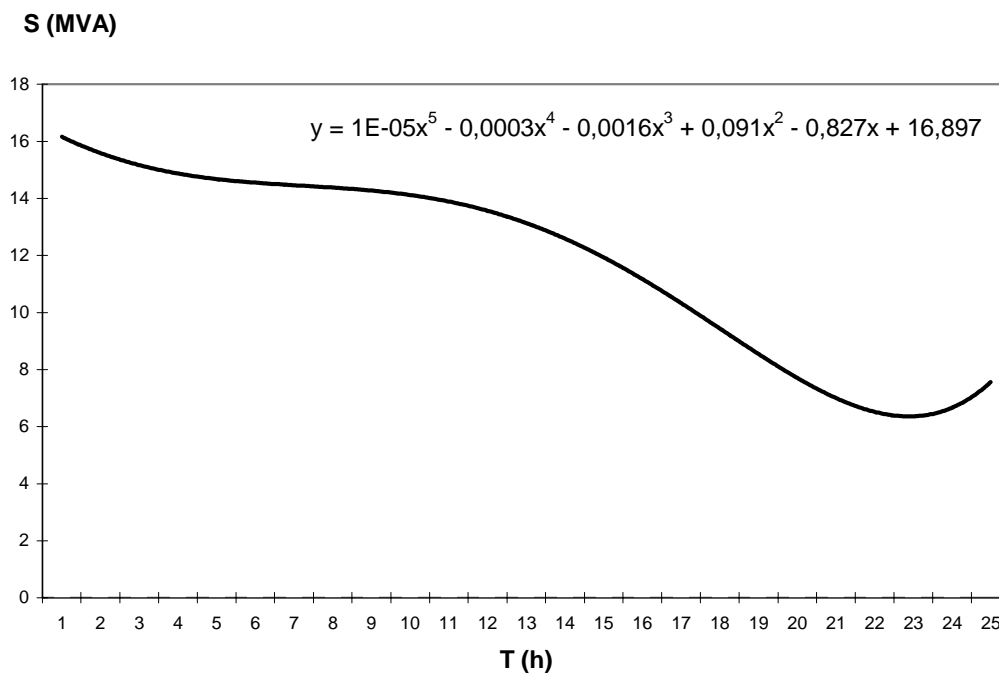
	max.	min.	sr. vredn.
Недела	15,921	6,365	11,962
Понеделник	14,438	6,197	11,480
Вторник	15,142	7,460	12,164
Среда	14,553	6,995	11,787
Четврток	14,292	7,063	11,624
Петок	14,650	6,548	11,499
Сабота	16,668	6,420	12,104



Сл. 2 Дневен дијаграм на оптоварување за 1-ви декември 1996 г.



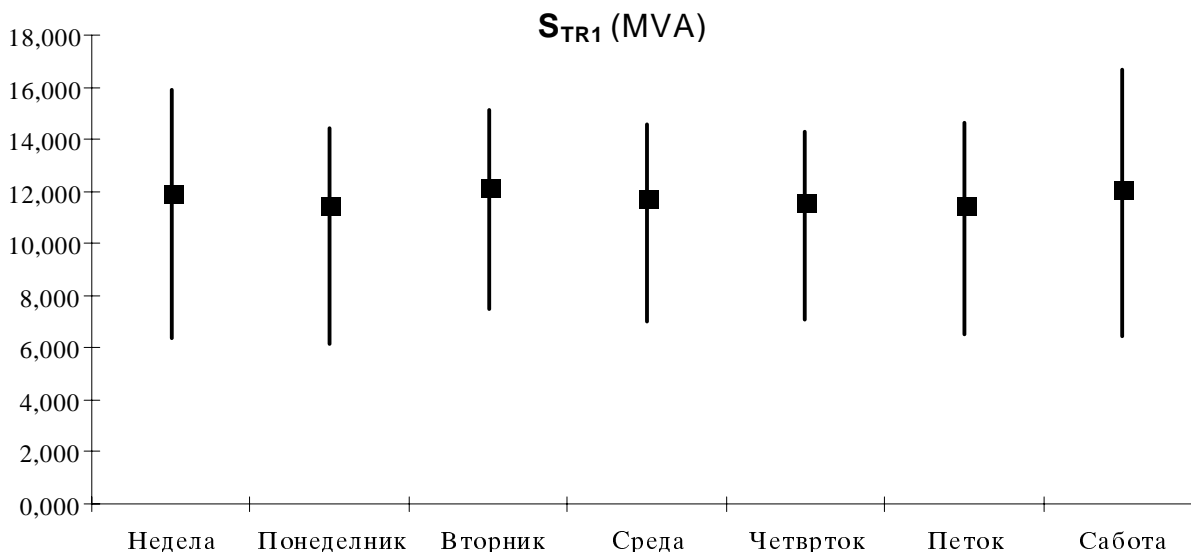
Сл 3. Дијаграм на траење на оптоварување за 1-ви декември



Сл 4. Апроксимација на дневниот дијаграм на траење на оптоварувањето со полином

4.2. "High-Low" дијаграм

Интересен е и дијаграмот (Сл.5) во кој се прикажани варијациите на оптоварувањето по денови со граничните и просечните вредности на оптоварувањето. Од истиот може да се проценат опсегот и интензитетот на варијациите на моќноста, како и карактерот на потрошувачката.



Сл. 5. "High-Low" дијаграм за секој ден во неделата

4.3. Определување на нормалната распределба на измерениот напон

Во проценката сите мерења на напонот не се дистрибуирани според Гаусовата нормална распределба, особено поради ограничениот број резултати и поради фактот да врз мерената вредност влијаат повеќе фактори. Евидентна е промената на напонот во текот на денот во однос на една референтна вредност. Иако трансформаторот има можност и за автоматска регулација, во случајот е користена само рачна регулација. Отстапувањата се пресметани во однос на просечната вредност 10.31 kV. Распонот на минималната и максималната вредност изнесува 9.95 до 11.01 kV. Од мерените вредности пресметани се вредностите на стандардната девијација и варијансата, дадени во Табела III. На Сл. 6 за фреквенцијата на појава на различните вредности на напонот, лево и десно од средната вредност е дадена вредноста на стандардната девијација. Во рамките на очекуваното, најголем број на вредности на напонот се во опсегот $\pm \sigma$.

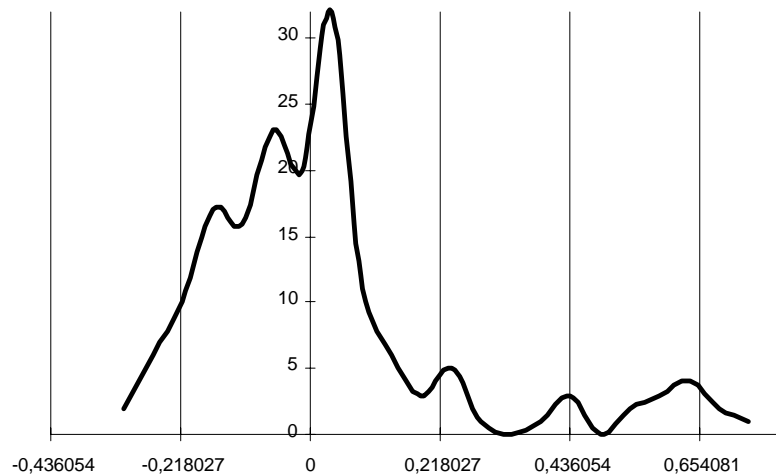
Табела III. Основни показатели на дневните варијации на напонот и фреквенцијата на појава

Средна вредност	Стандардна девијација σ	Варијанса
10,31416667	0,2180271	0,047535828

Максимум	11,01 kV
Минимум	9,95 kV
Вредности помеѓу $+\sigma$ и $-\sigma$	138
Вкупен број на мерења	168
Процентуален однос	82,14%

Класа (kV)	10	10,05	10,1	10,15	10,2	10,25	10,3	10,35	10,4	10,45	10,5	10,55	10,6	10,7	10,75	10,85	10,9	10,95	11
Фреквенција	2	6	10	17	16	23	20	32	11	6	3	5	1	1	3	2	3	4	2

Фреквенција



Сл.6 Хистограм на фреквенцијата на појава на мерените вредности на напонот

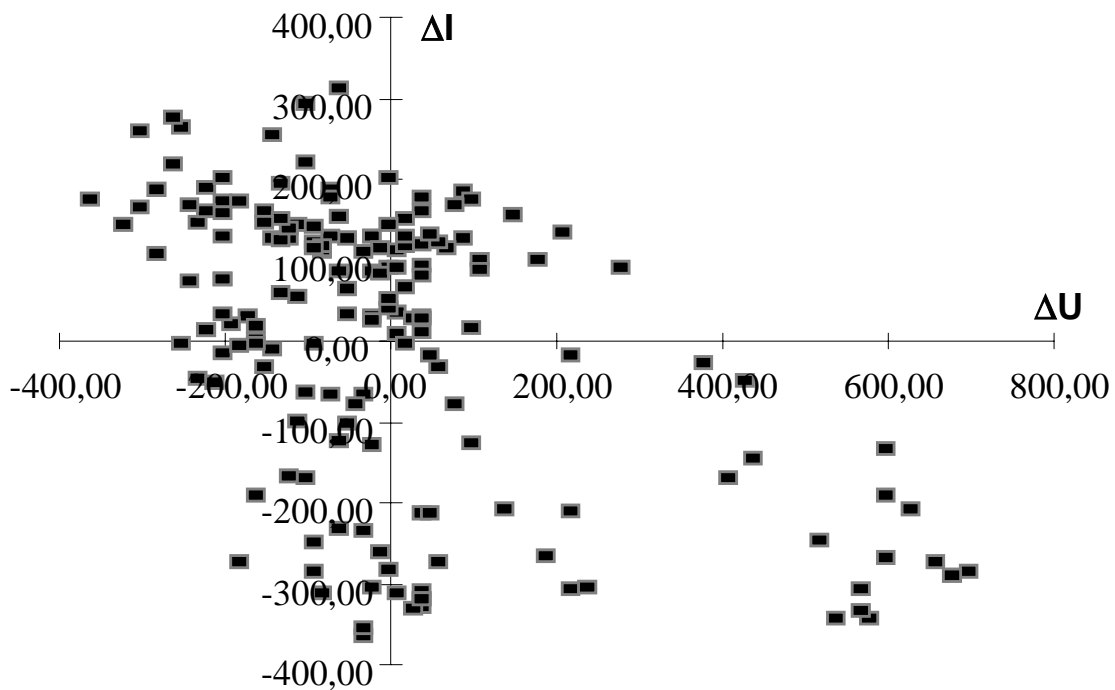
4.4. Корелација помеѓу мерените големини

Од добиените резултати за напоните и струите евидентно е дека со пораст на потрошувачката имаме и опаѓање на напонот и обратно. Колкава е оваа меѓузависност и дали битно влијае на квалитетот на електричната енергија? За таа цел обработена е корелацијата помеѓу напонот и струјата. На Сл. 7 се прикажани моментните вредности на отстапувањата на напонот и струјата за трансформаторот TP1, додека на Сл.8 е дадена корелацијата помеѓу промените на напонот и струјата. Знакот на коефициентот на корелација е негативен и неговата вредност е 0.51, што значи дека постои негативна корелација од среден интензитет.

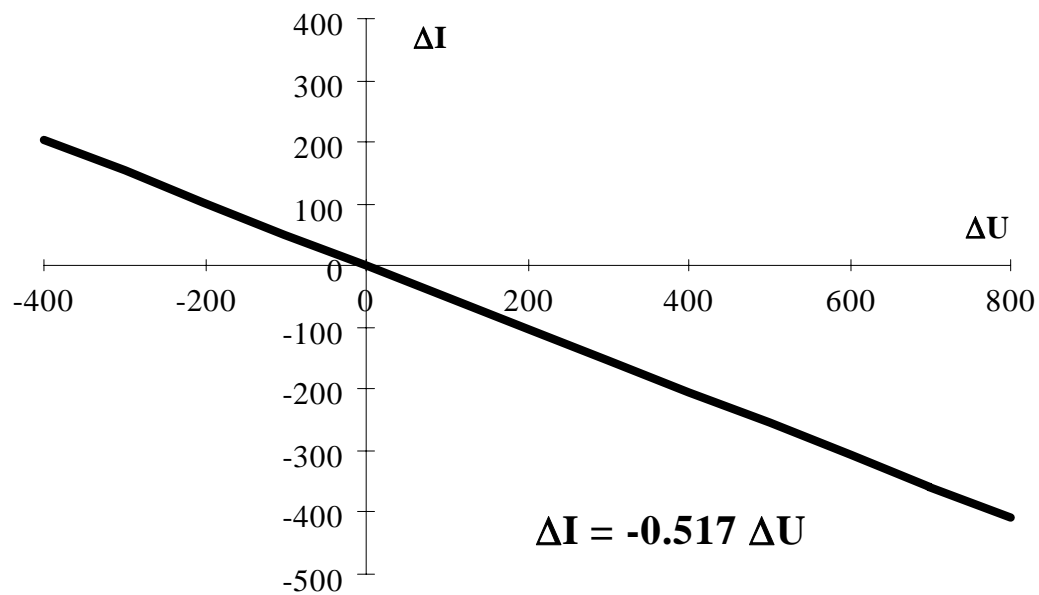
Stdev(ΔU)	Stdev(ΔI)	Коваријанса	Корелација
218,0271275	175,4011154	-19437,7267	-0,511323082

Табела IV. Дел од мерените и пресметаните вредности за отстапувања на напонот и струјата од средните вредности $U_{sr} = 10314,17 \text{ V}$ и $I_{sr} = 764,49 \text{ A}$

U (1b)	I(T R 1)	ΔU	ΔI
10720	595,88	405,8333	-168,611
10830	518,47	515,8333	-246,021
10880	458,133	565,8333	-306,358
10890	422,47	575,8333	-342,021
10850	421,6	535,8333	-342,891
10880	432,84	565,8333	-331,651
10910	496,2	595,8333	-268,291
10750	621,11	435,8333	-143,381
10150	766,18	-164,167	1,688536
10080	911,64	-234,167	147,1485
10030	952,49	-284,167	187,9985
10060	1030,3	-254,167	265,8085



Сл. 7 Дијаграм на моментните вредности на отстапувањата на напонот и струјата за TP1



Сл. 8 Корелација помеѓу напонот и струјата за TP1

Во презентацијата е прикажан само еден дел од можната статистичка анализа на мерените податоци. Исто така, можна е и комбинација на поедините статистички пресметки за различни параметри, како и анализа во различни временски интервали.

5. ЗАКЛУЧОК

Во рамките на трудот е даден еден дел од можната комплексна статистичка обработка на мерените големини во една дистрибутивна разводна постројка. Реализацијата на комплетната анализа во вид на една интегрална програма овозможува директна апликација во контролните центри во рамките на секојдневната OFF-LINE анализа. Иако, на прв поглед ваквата обработка е едноставна, сепак за нејзино спроведување е неопходна: идентификација на потребните мерени големини, конзистентност на начинот и точноста на мерењето, аналогно/дигитална симулација, добро познавање на погонот во постројката и статистичка анализа водена според целта на автоматизацијата. Комплексната автоматизација во постројката, автентичното користење на локалната автоматика и далечинското управување со постројките бараат систематски приод во анализата на погонот, пред сè од статистички аспект. Ваквиот вид анализи овозможува согледување на цела низа прашања кои се присатни во секојдневната пракса на стручните лица во електроенергетските објекти и постројки. Познавањето на статистиката како математичка дисциплина и користењето на современите софтверски алатки за компјутерска статистичка анализа се од особена важност за инженерите кои се занимаваат со автоматизација во постројките и општо динамиката на погонот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Јаниќијевиќ, Статистичка обработка на мерените податоци во дистрибутивна трафостаница, дипломска работа, ЕТФ Скопје, 1997.
2. В. Фуштиќ, Автоматизација во електрични централи и разводни постројки, интерна скрипта, ЕТФ Скопје, 1998.
3. G. Clarke, D. Cooke, A Basic Course in Statistics, H & S, London, 1987.
4. Microsoft Office (Excel), Statistical Analysis of Data, 1993.
5. Peter Gaeng, Excel for Science and Technology, Abacus, 1993.
6. ЈП Електростопанство, Подружница Електро-Скопје, Сектор за автоматизација, Погонски податоци за ТС “Југ-нова”, 1996.
7. MS Excel 5.0 User's Guide, 1994.

ПРАШАЊА ЗА ДИСКУСИЈА

1. Каква е можноста за процесирање на мерните големини во разводните постројки за статистичка анализа?
2. Колкав е потребниот минимален временскиот интервал на сукцесивните мерења за поедините големини за да статистичката анализа биде издржана?

Вангел Фуштиќ

Драгица Устапетрова (студент постдипл.)

Електротехнички факултет, Скопје

КОРИСНИЧКИ ИНТЕРФЕЈС ЗА ON-LINE СЛЕДЕЊЕ НА ПОГОНОТ ВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКА РАЗВОДНА ПОСТРОЈКА

СОДРЖИНА

Во трудот е прикажан кориснички интерфејс за on-line следење на погонот во разводна постројка. Новиот концепт на автоматизација на постројките бара повеќе информации кои се доверливи, структурирани и расположливи за корисникот. Ваквата цел може да се постигне со on-line мониторинг како дел од комплексната автоматизација во постројките. Кориснички приемчивиот интерфејс развиен во MS Access релациони бази на податоци, овозможува подобар надзор над процесот и функционалност на добиената информација. За комплетната листа на следените променливи неопходно беше да се креираат програмски функции со помош на ефикасни алатки на персонален компјутер. Развиената визуелизација на процесот во WINDOWS околината овозможува мулти-медиска презентација со помош на компјутерска мрежа. Исто така трендот и извештаите се дефинирани со вклучување на дел селектирани променливи. Бидејќи, програмот овозможува анализа и на некои случаи кои можат да настанат истиот може да се користи и за тренинг.

Клучни зборови: Кориснички интерфејс, Мониторинг систем, Разводна постројка

ABSTRACT

In the paper an on-line user interface for substation monitoring system is presented. The new concept of the substation automation requires more information that is reliable, structured and available to the user. Such a task could be achieved with on-line monitoring as a part of a complex automation dedicated to substation control. The user- friendly interface developed in MS Access database improves better overview of the process and functionality of the obtained information. For the complete list of monitored variables it was necessary to create a software functions with an efficient tools running on a standard PC. The developed process visualization in the WINDOWS environment enables multi-media presentation by computer network. As the same trends and reports are defined by a simple selection of the included values. Since, the software enables analysis for a severe contingency, it can also be used for a training.

Key words: User Interface, Monitoring System, Substation

1. ВОВЕД

Во последниве неколку години значителна важност се посветува на проектирање и промоција на мониторинг опрема. Каде и да се користат, мониторинзите се средство за помош во разбирање на комплексните промени во вид на *настијани* и нивната примена се проширува во насока на верификација на моделите и анализа на погонските можности. Постојат низа критериуми кои ги идентификуваат промените и предизвиканите состојби. Но, како и да е операторот сака да знае не само дека погонот е променет, туку и како и зошто се случил таков настан. Развиените техники на анализа на мониторинг системите во вид на дијагностички системи овозможуваат поддршка на таквиот пристап. Софтверската поддршка на мониторингот и негово проектирање во насока на визуелизација претставува популарна инженерска парадигма чија основна цел е да се подобри што е можно повеќе корисничкиот интерфејс. Добивање на податоци само во вид на бројки и букви денес е несоответно не само заради барањата од страна на корисниците, туку и заради напредокот на компјутерската технологија како во однос на хардверот така и во однос на софтверот.

Искуствата на повеќе електростопанства од веќе инсталирани вакви системи на различни електроенергетски објекти, покажаа дека низа типични малфункции и дефекти можат ефикасно да се дијагностицираат.

2. ЦЕЛ И АРХИТЕКТУРА НА МОНИТОРИНГ СИСТЕМОТ

Цел на мониторингот во актуелниот и иден нивни развој е да откријат дали погонот во постројката е или ќе биде во нормална состојба, поточно дали критериумите за сигурност и квалитет се задоволени и дали економските цели се достигнати. Како резултати од следењето може да се наведат: стабилноста на погонската состојба, граничните вредности на променливите физички големини, можни појави на грешки во погонската состојба и др.

Собирањето на мерните податоци (Data acquisition) ја уважува базичната концепција на постројката (напонско ниво, улога во системот, години на експлоатација, ниво на применетото автоматско водење) и намената на информацијата (Monitoring, Steady-state Analysis, Dynamic Analysis). Сигналите од мерната инструментација во постројката како и од страна на централизираното место за управување се водат во аналогна процесна единица, која ги напојува сензорите, засилува и филтрира сигналите и врши нивно галванско одвојување. Понатаму сигналите се прифаќаат од мулти канални A/D пултови. Едни од нив вршат собирање, ажурирање и анализа на динамичките сигнали, додека други ги анализираат статичките сигнали (кои бавно се менуваат). A/D пултовите се опремуваат и со процесори за дигитално процесирање на сигналите (Digital Signal Processors) кои можат да ги пренесат процесираниите податоци до персоналниот компјутер. Понатаму со компјутерот се врши презентација, архивирање и анализа (најчесто статистичка) на креираните бази податоци. Исто така, податоците кои доаѓаат од низа мерни и дијагностички техники, можат да се соберат во единствен мониторинг систем. Таков систем ја има базата на податоци за креирање на *on-condition* поддршка, анализа или тренинг за некое случајно сценарио.

3. ОПИС НА РАЗВОДНАТА ПОСТРОЈКА И КОНЦЕПЦИЈА НА ДАЛЕЧНСКОТО УПРАВУВАЊЕ

Апликацијата е изработена за 110 kV постројка во ТС Козле 110/10 kV во скопската дистрибутивна мрежа. Шемата на постројката е типична "Н" шема со секционирани еднострани системи на собирници со по две далекуводни и две трафо полиња. Постројката е во класична изведба на отворен простор. Визуелизација на шемата во рамките на креираниот кориснички интерфејс е дадена во Прилог 1.

Во новите и современи разводни постројки се предвидува далечинско управување, кое опфаќа телемерења, телекомандување и телесигнализација. Телемерењата опфаќаат мерење на струи, напони, моќности и температури. Во рамките на телекомандувањето се предвидува командување (вклучување и исклучување) на комутационите апарати. Сигнализацијата е положбена и алармна. Кај положбената се дава статусот (вклучен-исклучен) на комутационата опрема, додека алармната ги опфаќа сигналите на заштитата и алармите од напојување и за тревога.

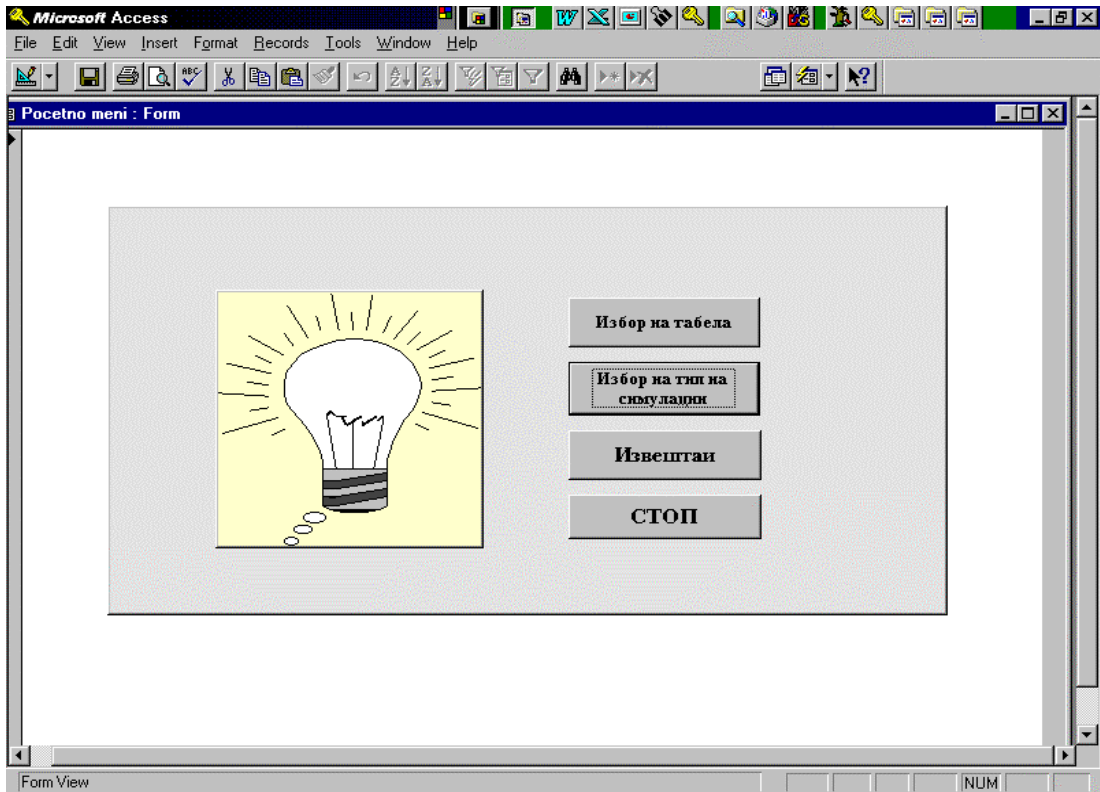
Со креираниот корисничкиот интерфејс се опфатени: времето (моментот на процесираниот информација), напоните, струите, делувањата на заштитата, температурите и оптоварувањата на трансформаторите.

4. ОПИС НА КОРИСНИЧКИОТ ИНТЕРФЕЈС

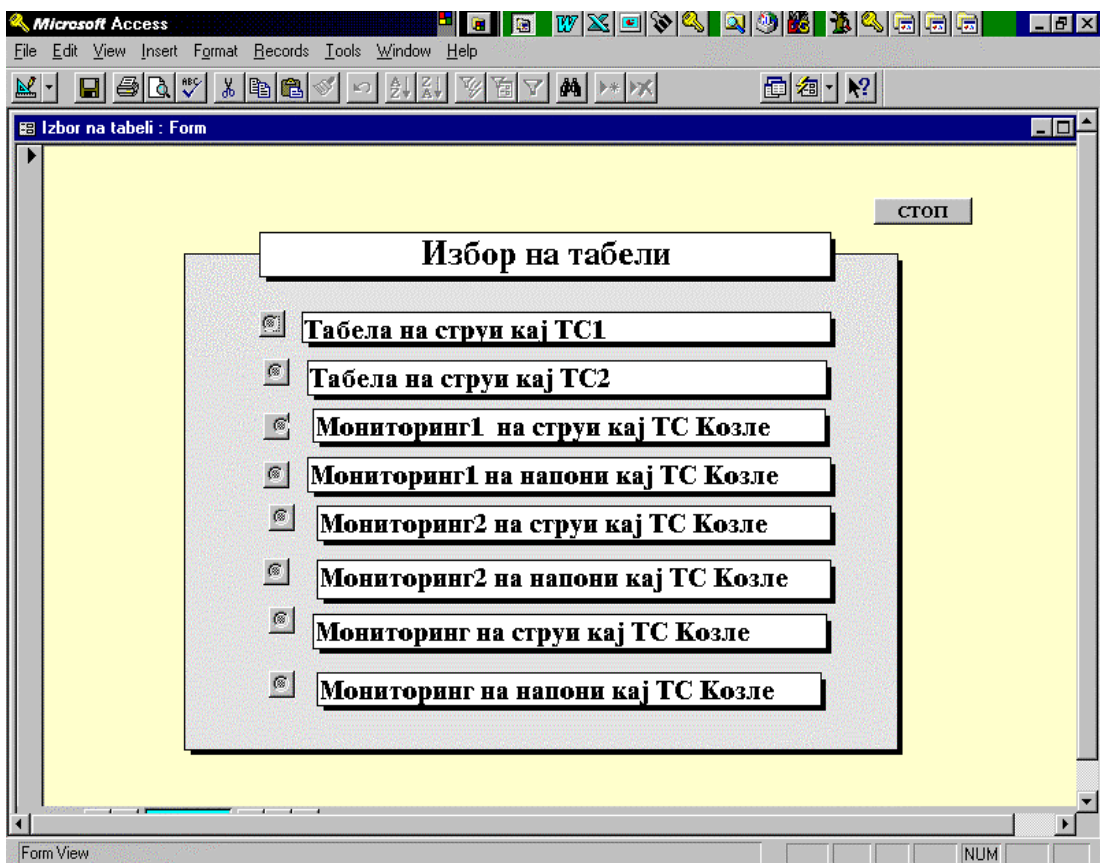
Предложениот кориснички интерфејс како апликација е програмиран во MS Access релациони бази на податоци. Сите погодности кои ги нуди оваа софтверска алатка, како што се високо ориентиран кориснички интерфејс, архивирање, едноставна работа и пријатен изглед се вградени во апликацијата. Истата се состои од два дела, едниот се однесува на следење на погонот и архивирање на податоците од следењето, а вториот на анализа и приказ на податоците во погодна форма. Соодветно на потребите на мониторингот креирани се табели (Table), форми (Form), модули (Module), макрои (Macro) и извештаи (Report). Заради успешна презентација на апликацијата вклучени се и некои елементи на симулација, кои во реално поставен мониторинг можат да се блокираат.

Бидејќи во времето на изработката на апликацијата во постројката не беше извршено прилагодување за процесирање на податоците од мерењата до персоналниот компјутер, влезните мерни големини од процесот се симулираат со помош на генератор на случајни броеви (Random function). Во реални услови функцијата Random би се блокирала, а реалните дигитални податоци би се воделе до интерфејсот.

Со притискање на копчето за активирање на апликацијата се појавува почетната форма "Почетно мени" (Сл.1), кај која можеме да продолжиме со притискање на едно од копчињата за "Избор на табела", "Избор на илустрација на симулација", "Извештаи" или да ја соопреме програмата со копчето "Спој". Со копчето "Избор на табели" се активира формата (Сл.2), со која може да се изберат два вида табели. Едните табели се пополнети со вредности од некои поранешни следења или сценарија (за тренинг симулации), додека во вториот случај табелите се празни и се пополнуваат во тек на мониторингот (на пример мониторинг на струите и напоните во ТС Козле). Со активирање на копчето "Избор на илустрација на симулација" се отвара формата (Сл.3) за избор на типот на симулацијата. Во оваа

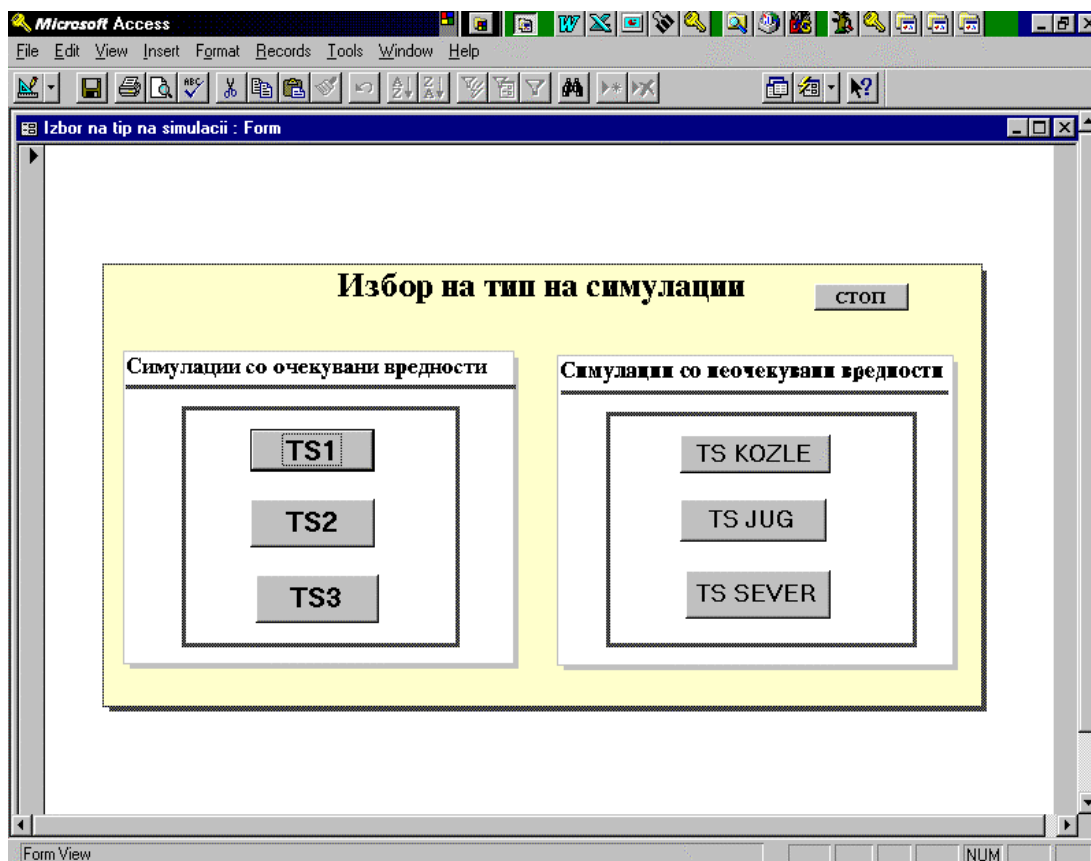


Сл.1 Почетно мени при активирање на апликацијата



Сл.2 Изглед на формата за избор на табели

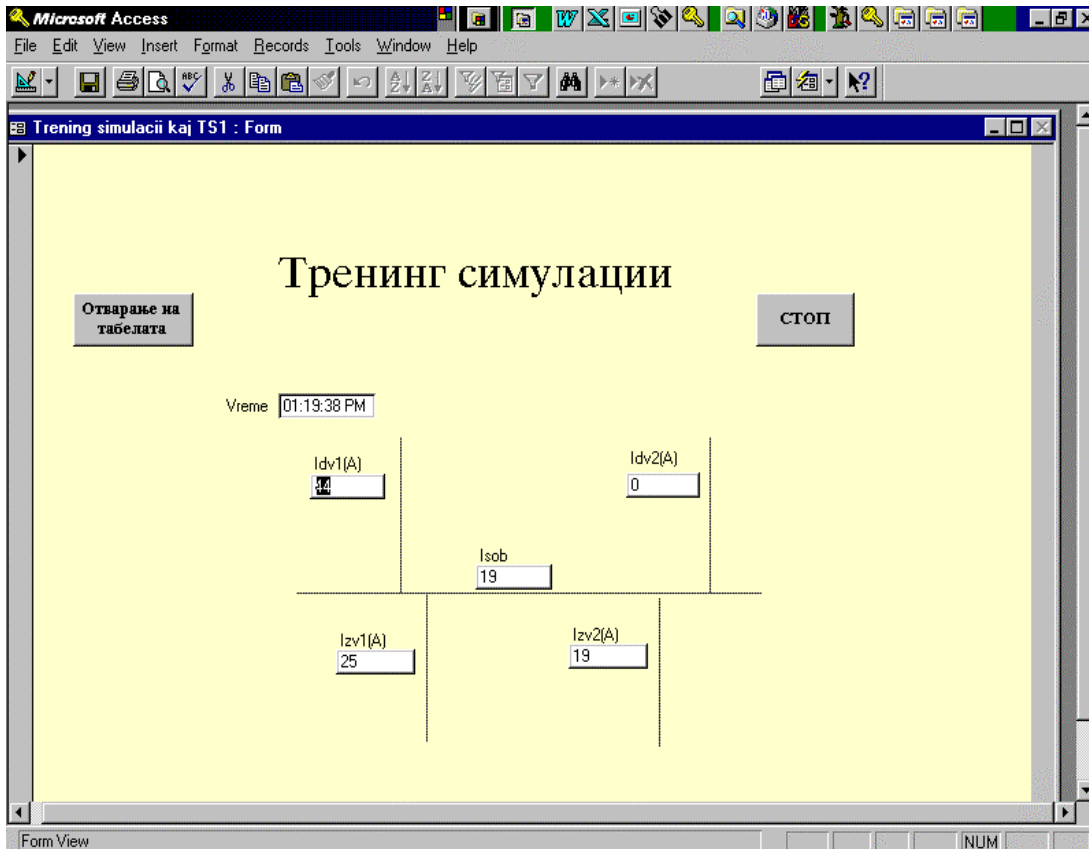
форма можен е избор на две групи постројки. Разликата помеѓу првата и втората е во тоа што, во првата група се вршат тренинг симулации со вредности на напонот и струјата за одредена контингенција на "настан" и истите се земаат од веќе претходно пополнети (подготвени) табели, додека во втората група се постројките чија состојба се следи. Генерирањето на симулираните мерени големини е со помош на Random функцијата. Со притискање на копчето TS1 се активира формата "Тренинг симулации" (Сл.4), за конкретната постројка TS1. Постројката 110 kV е скицирана со принципиелен изглед (сбирница и изводи).



Сл. 3 Избор на типот на симулацијата во тек на мониторинг сесијата

Со оваа форма може да се следат состојбите на двата далекувода, сбирницата и двете трафо полиња. Следените тренинг вредности се јавуваат на определено време кое може да се дефинира според потребната динамика на следењето. Вредностите се добиваат од претходно пополнети сценарија. За оваа форма дополнително се креирани и прашалници (Query) заради задоволување на Првиот Кирхофов закон. Во реални услови тоа не е потребно затоа што тие вредности ќе се реални и директно ќе се земаат од мерењето. На оваа форма, како и на сите со кои се врши симулација, има прозорче за индикација на реалното време.

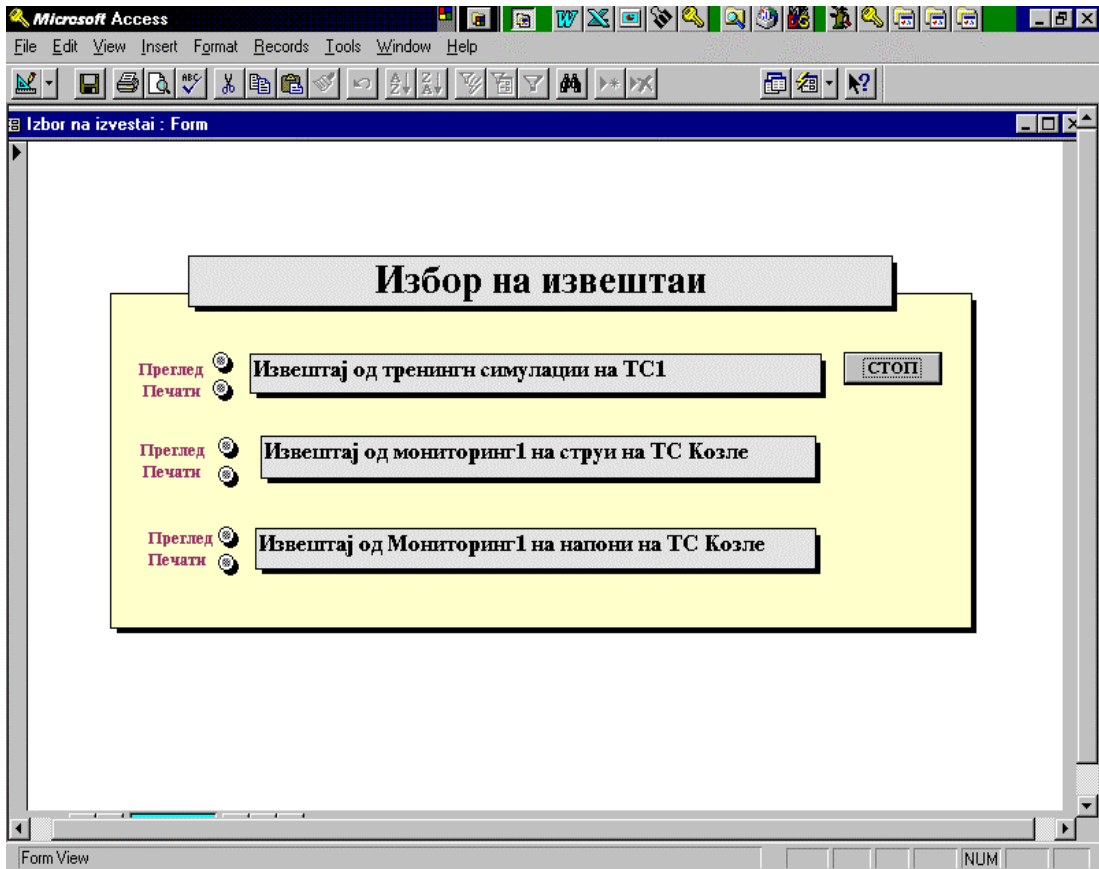
Со притискање на копчето "Стоп" се враќаме на претходната форма "Избор на тип на симулација". Доколку сега се избере мониторинг симулација на реална постројка, со притискање на копчето TS Козле (или некоја друга) се



Сл. 4 Форма за тренинг симулации

активира формата "Симулации"- *ТС Козле 110/10 kV/kV* (дадена во Прилог 1.) Во оваа апликација опфатена е само 110 kV постројка, иако нема никакви ограничувања да се следи и 10 kV постројка. Формата овозможува симулација на напоните и струите во далекуводните полиња, кај собирниците и во трафо полињата. Исто така можно е сигнализирање од делување на поедини заштити како и сигнализација на поедини состојби на оптовареноста на поедините трансформатори. За обата трансформатора се следи температурата и се сигнализираат граничните вредности. Покрај ова, можна е индикација и за статусната состојба на комутационата опрема, односно ажурирање на логиката на вклопната состојба. Сите вредности на следените параметри се внесени во табели и можат во секое време да се видат, анализираат или третираат според некоја друга алатка во WINDOWS околината (на пример MS Excel за статистичка обработка). Освен тоа по пат на компјутерската мрежа, можно е процесирање на базите на податоци до било кој надзорно-контролен центар.

Со притискање на копчето "Спој" се враќаме повторно на претходната апликација "Избор на податоци на симулација" и ако на истата повторно го притиснеме копчето "Спој" се враќаме на формата "Почетно мени". Доколку сакаме да ги видиме извештаите го активираме копчето "Извештаи" и се јавува формата "Избор на извештаи" (Сл.5). Во извештаите можеме да извршиме преглед или да ги отпечатаме резултатите од тренинг симулациите или од мониторингот. Во извештаите знакот на струјата е според насоката на моќноста.



Сл. 5 Избор на извештаи

Дел од можен извештај во тек на мониторингот (струи во ТС Козле)

Дата	Време	I-dv1	I-dv2	I-sobirn.	Izv1	Izv2
24/04/1997	05:09:36	47	0	45	2	45
24/04/1997	05:09:40	48	0	48	0	48
24/04/1997	05:09:45	44	0	50	-6	50
24/04/1997	05:09:50	48	0	40	8	40
24/04/1997	05:09:56	42	0	43	-1	43
24/04/1997	05:10:01	42	0	47	-5	47
24/04/1997	05:10:06	47	0	40	7	40
24/04/1997	05:10:11	40	0	43	-3	43
24/04/1997	05:10:16	43	0	41	2	41

И на крајот со притискање на копчињата “Спој” во формите “Избор на извештаи” и “Почейно мени” се завршува со мониторинг сесијата и се затвора апликацијата со комплетно архивирани податоци добиени во тек на симулациите.

5. ЗАКЛУЧОК

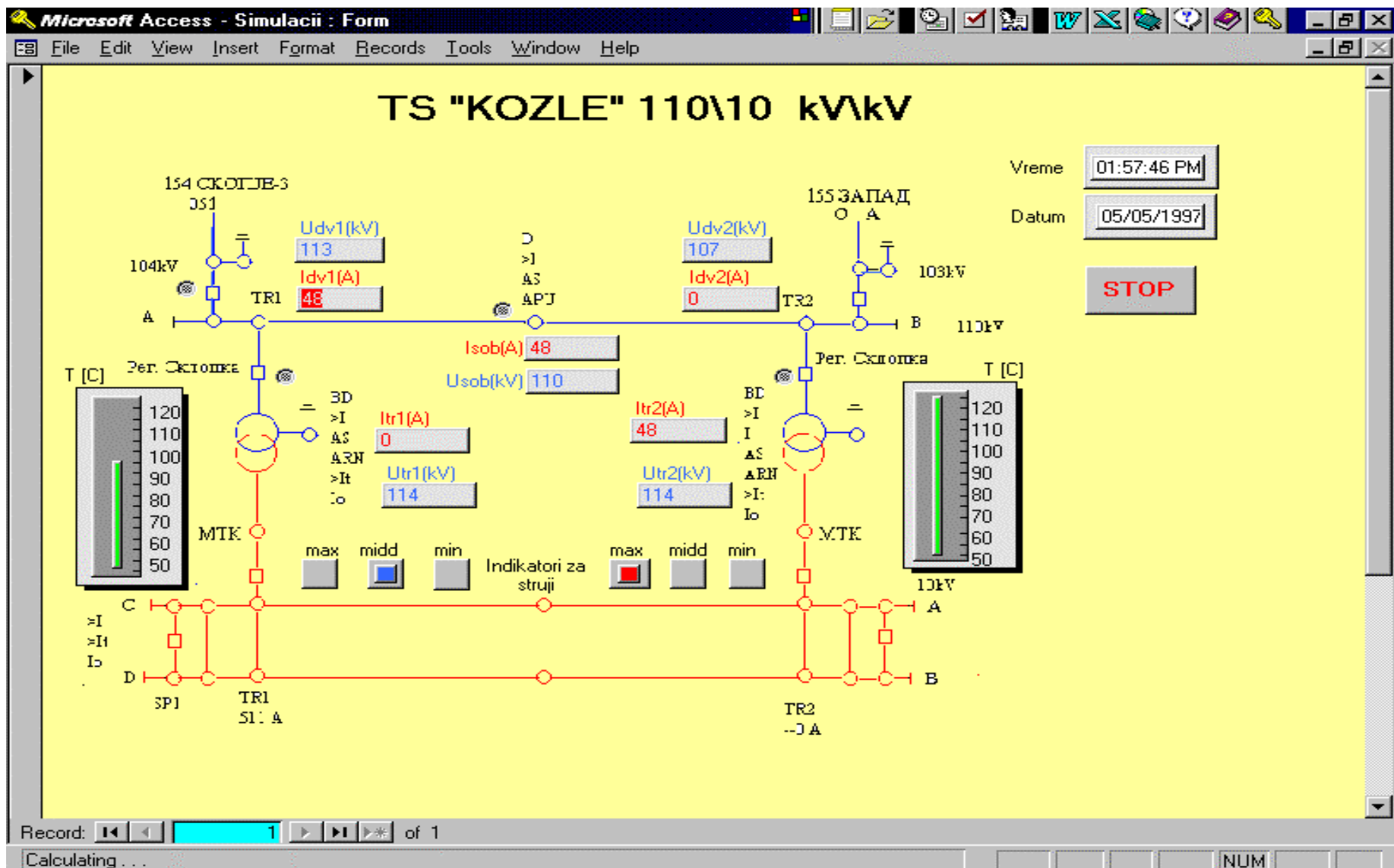
Предложената креирана апликација за on-line следење на погонот во разводна постројка како и за тренинг симулации е изработена со земање во предвид на потребите за мониторинг како и применетиот вид управување во постројката. Процесираните сигнали до корисничкиот интерфејс можат да се следат, архивираат, анализираат или проследат по пат на компјутерска мрежа на било кое место предвидено за надзор. Апликацијата е флексибилна и може да се прилагоди на било каква шема на постројката или на било која мерна процесирани големина. Со оглед на фактот да апликацијата е работена со алатка која преферира и е првенствено за бази на податоци многу е едноставно работењето со податоците и нивно натамошно осмислено искористување.

ЛИТЕРАТУРА

1. L. Herbts et al., Unique process visualization system for Schopau PP, Germany, 1997.
2. R. Sutter et al., Experience with the Tarbela monitoring system, SUDIS PP, Int. Conference "Modelling and Simulation", Lausanne, 1996
3. Д. Устапетрова, ON-LINE мониторинг систем за следење на погонот на ТС со персонален компјутер, дипломска работа, ЕТФ Скопје, 1997.
4. В.Фуштиќ, Автоматизација во ел. центри и разводни постројки II дел, интерна скрипта, ЕТФ Скопје 1997.
5. O. Milanko, Access 2, Manual, 1994.

ПРАШАЊА ЗА ДИСКУСИЈА

1. Каква е реалната потреба од воведување мониторинг системи во разводните постројки на напони над 110 kV?
2. Дали се ваквите системи комерцијално економични за поширока примена?



Прилог 1

МАКЕДОНСКИ КОМИТЕТ ЗА ГОЛЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИ СИСТЕМИ-СИГРЕ
СКОПЈЕ,

ВТОРО СОВЕТУВАЊЕ НА МАКО СИГРЕ

м-р Атанас Илиев, дипл.ел.инж.
Електротехнички факултет - Скопје

МЕТОД НА ТРАНСФИГУРАЦИЈА ЗА БРЗО ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА РАСПОЛОЖЛИВОСТА НА ШЕМИ НА РАЗВОДНИ ПОСТРОЈКИ

СОДРЖИНА

Во трудот е прикажан метод за брзо определување на расположливоста на шема на разводни постројки која базира на постепено упростување на шемата на разводната постројка во еквивалентна шема со иста расположливост. При тоа, слично како и при трансфигурацијата на електричните кола и определувањето на еквивалентните импеданси, се користи еквивалентирање на редно-паралелните врски на елементите и трансформација на елементи поврзани во звезда во елементи поврзани во триаголник и обратно. Изведени се точни и апроксимирани формули за извршување на овие еквивалентни по расположливост трансформации и е дискутирана можната област на нивна примена. Бидејќи разводните постројки претставуваат технички системи со висока расположливост, се покажува дека и употребата на апроксимирани (односно помалку точни) формули може да даде сосема прифатливи резултати. Методот е тестиран на конкретен пример на карактеристична шема на разводна постројка.

ABSTRACT

This paper presents a method for fast determination of reliability of electric scheme of substation which is based on step-by-step transfiguration of the original scheme of substation to simpler one with the same reliability. The method uses transfiguration of serial-parallel connection of elements and transfiguration of elements which are on Y or delta connection. The exact and approximate formula for calculation of equivalent reliability of elements from delta to Y and Y to delta transfiguration are also included. Because of the high reliability of components of substation, it's shown that use of approximate formula for calculation also give acceptable results. The method is tested on a concrete example of a typical electric scheme of substation.

Клучни зборови: Распожливост, разводни постројки, трансфигурација;

1. ВОВЕД

Еден од критериумите при избор на шеми на разводните постројки, покрај цената на чинење, едноставноста на изведбата, погонската еластичност и флексибилност претставува и расположливоста на разводната постројка.

Постојат повеќе методи за пресметка и оценка на расположливоста на шемите на разводните постројки. Во [1] е прикажан метод кој за пресметка на расположливоста на шемите на разводните постројки користи сериска и паралелна трансфигурација на елементите. Методот прикажан во [2] пресметката на расположливоста ја базира на тополошки опис на карактеристичните функции на разводната постројка, а за негова реализација е потребно да се формира функционалниот граф на разводната постројка и матриците на минимални патишта и пресеци. Во [3] за пресметка на расположливоста на шемите е употребен методот на Монте Карло, кој базира на позната функција на распределба на времето до настанување на дефект (поправка) на елементот и структурата на електроенергетската постројка. За реализација на овој метод е потребен генератор на случајни броеви рамномерно распределени во интервалот $[0,1]$.

Во овој труд ќе биде прикажан метод кој базира на трансфигурација на елементите на шемата на разводната постројка во поупростена шема со еквивалентна расположливост. Методот ги користи можностите за пресметка на расположливост на сериско-паралелна комбинација на елементи и трансфигурација по еквивалентна расположливост на елементи поврзани во триаголник во елементи поврзани во звезда и обратно. Претпоставено е дека секој елемент на разводната постројка може да биде во една од двете можни состојби: во состојба на исправна работа (со веројатност r) и во состојба на дефект (со веројатност n).

2. ПРЕСМЕТКА НА ЕКВИВАЛЕНТНА РАСПОЛОЖЛИВОСТ НА ЕЛЕМЕНТИ ВО СЕРИСКО-ПАРАЛЕЛНА ВРСКА

Основното структурно поврзување на елементите кај шемите во разводните постројки претставува сериското и паралелното поврзување на елементите. Со тие групирања се овозможува формирање на функционални целина кои имаат точно дефинирана техничка задача во процесот на функционирање на разводната постројка.

Нека K -елементи кои формираат функционална целина се поврзани сериски и нека секој од овие елементи има своја расположливост r_i , $i = 1, 2, \dots, K$; и соодветна нерасположливост $n_i = 1 - r_i$. Еквивалентната расположливост на групата од K сериски поврзани елементи се пресметува според формулата:

$$r_e = \prod_{i=1}^K r_i = \prod_{i=1}^K (1 - n_i) = 1 - \sum_{i=1}^K n_i + \sum_{i=1}^{K-1} \left(n_i \cdot \sum_{j=i+1}^K n_j \right) - \dots \quad (1)$$

додека, еквивалентната нерасположливост на групата од K сериски поврзани елементи се пресметува според формулата:

$$n_e = 1 - \prod_{i=1}^K r_i = 1 - \prod_{i=1}^K (1 - n_i) = \sum_{i=1}^K n_i - \sum_{i=1}^{K-1} \left(n_i \cdot \sum_{j=i+1}^K n_j \right) + \dots \quad (2)$$

Ако, пак, K – елементи се поврзани паралелно, еквивалентната нерасположливост се пресметува според формулата:

$$n_e = \prod_{i=1}^K n_i = \prod_{i=1}^K (1 - r_i) \quad (3)$$

додека, еквивалентната расположливост на групата од K паралелно поврзани елементи се пресметува според формулата:

$$r_e = 1 - \prod_{i=1}^K n_i = 1 - \prod_{i=1}^K (1 - r_i) \quad (4)$$

Горниве релации покажуваат дека додавањето на елемент во сериска врска ја намалува еквивалентната расположливост на функционалната целина, додека, при паралелно поврзување се зголемува расположливоста на функционалната целина.

Очигледно, со помош на релациите (1)-(4) е можно брзо определување на расположливоста на шемите со мешана сериско-паралелна структура на поврзаност, со постепено еквивалентирање на сериските, односно паралелните врски на елементите и функционалните целини.

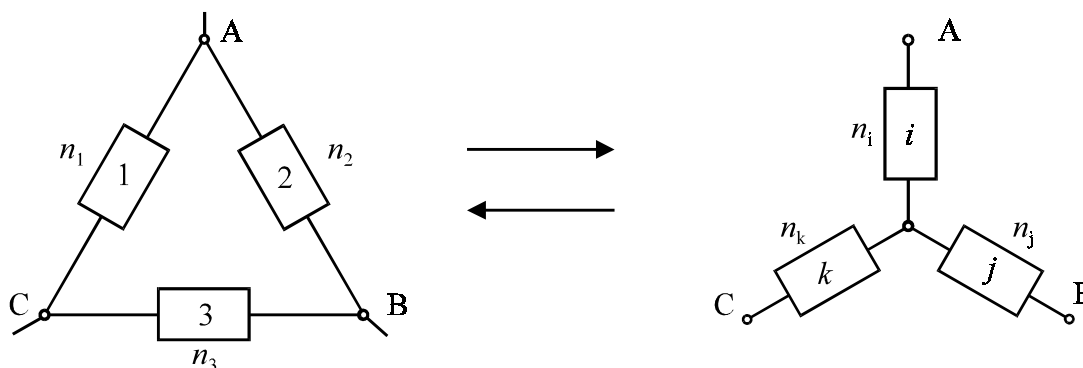
3. ЕКВИВАЛЕНТНА РАСПОЛОЖЛИВОСТ ПРИ ТРАНСФИГУРАЦИЈА СВЕЗДА-ТРИАГОЛНИК И ТРИАГОЛНИК-СВЕЗДА

Нека три елементи чии нерасположливости се n_1, n_2 и n_3 се поврзани во „триаголник“. Да извршиме трансфигурација на оваа шема поврзана во „триаголник“, во еквивалентна по расположливост „свезда“. Нека нерасположливоста на елементите поврзани во „свезда“ изнесуваат n_i, n_j и n_k . Врската помеѓу овие нерасположливости, во однос на еквивалентната нерасположливост на врските AC, AB и BC (сл.1) гласи:

$$n_1(n_2 + n_3 - n_2n_3) = n_i + n_k - n_in_k = a \quad (5)$$

$$n_2(n_1 + n_3 - n_1n_3) = n_i + n_j - n_in_j = b \quad (6)$$

$$n_3(n_1 + n_2 - n_1n_2) = n_j + n_k - n_jn_k = c \quad (7)$$



Сл.1. Трансфигурација триаголник-свезда и свезда-триаголник по еквивалентна нерасположливост

3.1. Трансфигурација на „триаголник“ во „свезда“

Нека се познати нерасположливостите на елементите поврзани во „триаголник“ n_1, n_2 и n_3 . Ако од равенката (5) ја изразиме нерасположливоста n_k , а од равенката (6) нерасположливоста n_j и ги замениме во равенките (7) се добива квадратната равенка:

$$(1-c)n_i^2 - 2(1-c)n_i + (a+b-c-ab) = 0 \quad (8)$$

чие решение, за кое важи $0 \leq n_i \leq 1$ е:

$$n_i = 1 - \sqrt{\frac{1-a-b+ab}{1-c}} \quad (9)$$

Слично, добиваме:

$$n_j = 1 - \sqrt{\frac{1-b-c+bc}{1-a}} \quad (10)$$

$$n_k = 1 - \sqrt{\frac{1-a-c+ac}{1-b}} \quad (11)$$

Формулите (9)-(11) за пресметка на еквивалентната нерасположливост на елементите во „свездата“ можат, при соодветни претпоставки, значително да се упростат. Имено, за сите технички системи, нерасположливоста на елементите е многу мала, а од друга страна елементите поврзани во „свезда“ имаат помала нерасположливост од елементите поврзани во „триаголник“. Затоа, за елементите на разводните постројки, како високо доверлив технички систем може да се претпостави дека важи: $n_i n_j \ll n_i + n_j$; $n_i n_k \ll n_i + n_k$ и $n_j n_k \ll n_j + n_k$. Тогаш, системот равенки (5)-(7) е линеарен, а неговото решение гласи:

$$n_i = n_1 n_2 (1 - 0,5 n_3); \quad n_j = n_2 n_3 (1 - 0,5 n_1); \quad n_k = n_1 n_3 (1 - 0,5 n_2) \quad (12)$$

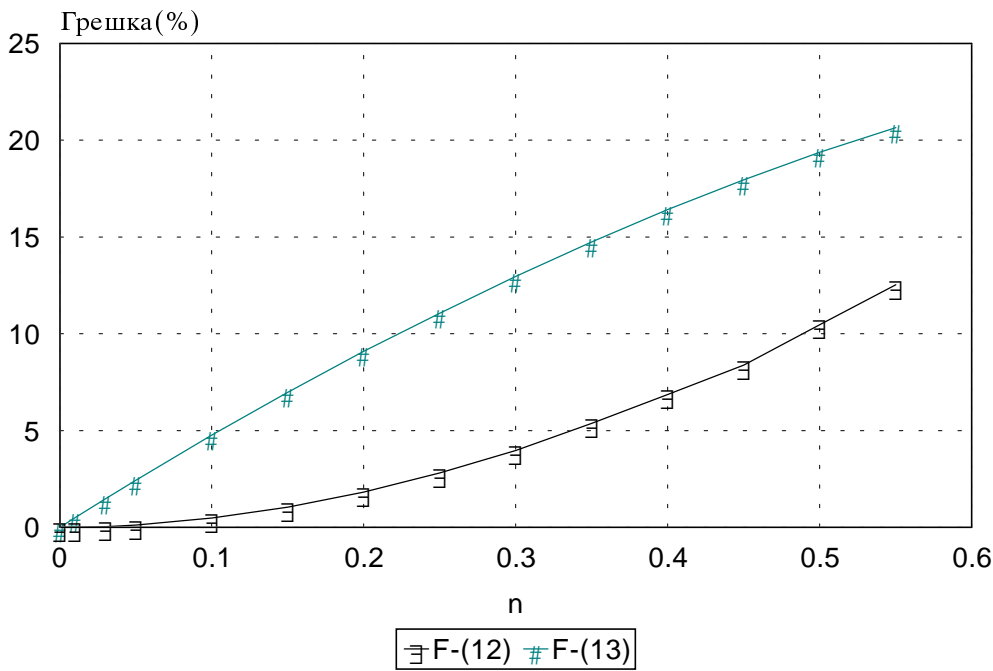
Доколку, во формуливе (12) се занемари вториот множител, односно се смета дека важи: $1 - 0,5n \approx 1$, за пресметка на еквивалентната нерасположливост на елементите во „свездата“ се добиваат следниве уште поупростени формули:

$$n_i = n_1 n_2; \quad n_j = n_2 n_3; \quad n_k = n_1 n_3 \quad (13)$$

Расположливостите на елементите се пресметуваат едноставно: $r = 1 - n$.

На сл.2 е прикажана грешката што се прави ако нерасположливостите на елементите во „свездата“ се пресметуваат според формулите (12), односно (13), во однос на точната вредност пресметана според формулите (9)-(11), кога сите елементи поврзани во триаголник имаат иста нерасположливост ($n_1 = n_2 = n_3 = n$).

Се забележува дека вредностите на нерасположливостите пресметани според формулите (12) се многу блиски до точната вредност, и со нивно користење се прави грешка помала од 2% кога нерасположливоста на елементите во триаголникот е помала од $n = 0,2$.



Сл. 2. Грешка при пресметката на нерасположливоста на елементите во „свездата” според формулите (12) и според формулите (13) кога сите елементи поврзани во „триаголник” имаат иста нерасположливост (n)

3.2. Трансформација на „свезда” во „триаголник”

Да претпоставиме дека се познати нерасположливостите на елементите поврзани во „свезда”: n_i , n_j и n_k . Ако во системот равенки (5)-(7) ставиме: $x = n_1 n_2$; $y = n_1 n_3$ и $z = n_2 n_3$ се добива:

$$x + y - \sqrt{xyz} = a \tag{14}$$

$$x + z - \sqrt{xyz} = b \tag{15}$$

$$y + z - \sqrt{xyz} = c \tag{16}$$

Од равенките (14)-(16) се добива: $y = x - b + c$; и $z = x - a + c$. Со елиминација на променливите y и z во равенката (14) и со воведување смена $t = 2x + c - b - a$; се добива кубна равенка:

$$t^3 + (A + B + C - 8) \cdot t^2 + (AB + AC + BC) \cdot t + ABC = 0 \tag{17}$$

каде што е: $A = a + b - c$; $B = a - b + c$; $C = -a + b + c$;

Кубната равенка (17) може да се реши итеративно или пак според формулите на Кардано [9]. Определувањето на нерасположливоста на елементите во „триаголникот” се врши според формулите:

$$n_1 = \frac{2t}{t + C}; \quad n_2 = \frac{2t}{t + B}; \quad n_3 = \frac{2t}{t + A} \tag{18}$$

Пресметката на трансфигурацијата по расположливост на елементите поврзани во „свезда” во елементи поврзани во „триаголник” може да се упрости ако се претпостави дека важат равенките:

$$n_1 n_2 \ll n_1 + n_2; n_1 n_3 \ll n_1 + n_3; n_2 n_3 \ll n_2 + n_3 \quad (19)$$

$$n_i n_j \ll n_i + n_j; n_j n_k \ll n_j + n_k; n_i n_k \ll n_i + n_k \quad (20)$$

Тогаш, со собирање на равенките (5), (6) и (7) се добива:

$$n_1 n_2 + n_1 n_3 + n_2 n_3 = n_i + n_j + n_k \quad (21)$$

откаде со комбинација со равенките (5), (6) и (7) соодветно, добиваме:

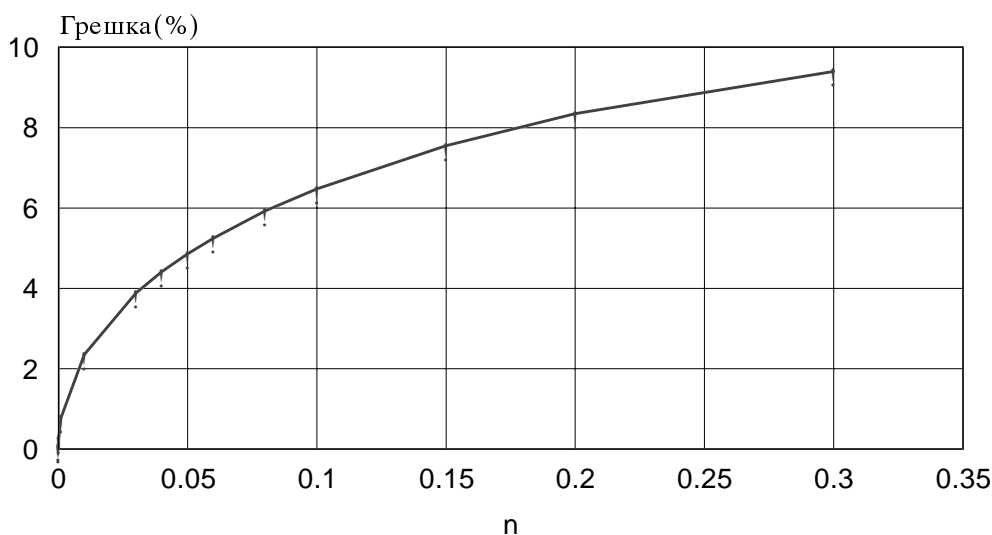
$$n_1 = \sqrt{\frac{n_i n_k}{n_j}}; n_2 = \sqrt{\frac{n_i n_j}{n_k}}; n_3 = \sqrt{\frac{n_j n_k}{n_i}}; \quad (22)$$

Расположливостите на елементите поврзани во триаголник изнесуваат:

$$r_1 = 1 - n_1; r_2 = 1 - n_2; r_3 = 1 - n_3 \quad (23)$$

Ако се претпостави дека сите елементи во „свездата” имаат нерасположливост $n_i = n_j = n_k = n$, грешката што се прави со користење на апроксимираните формули (22) за пресметка на нерасположливостите на елементите поврзани во еквивалентниот „триаголник”, во зависност од n е прикажана на сл.3.

На крајот да напоменеме дека користењето на формулите (22) е врзано со истовремено исполнување и на условот (19) и на условот (20), додека за примена на формулите (12) и (13) доволен е условот (20).



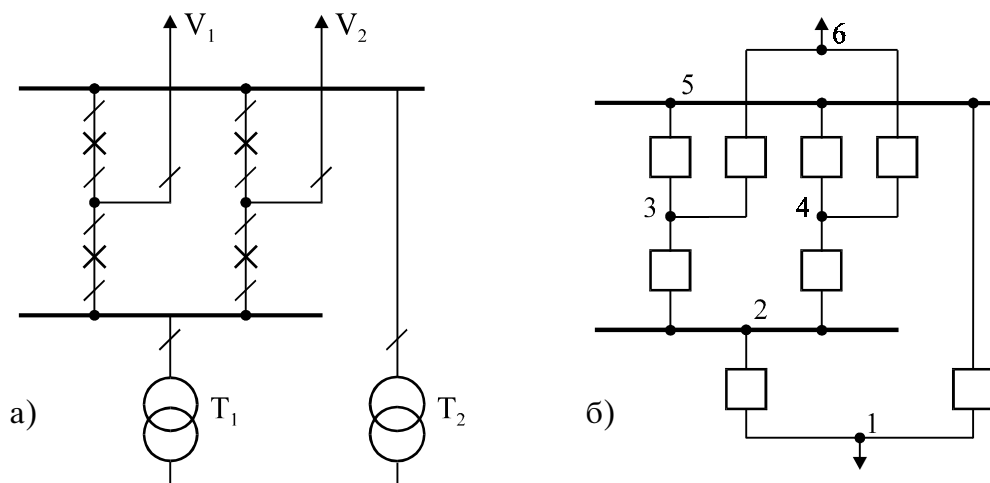
Сл.3. Процентуална грешка при користење на формулите (22) кога сите елементи поврзани во „свезда” имаат иста нерасположливост n

4. КОНКРЕТНА ПРИМЕНА НА МЕТОДОТ НА ТРАНСФИГУРАЦИЈА

Врз основа на прикажаните формули за трансфигурација се изготвени компјутерски потпрограми за определување на еквивалентните нерасположливости при

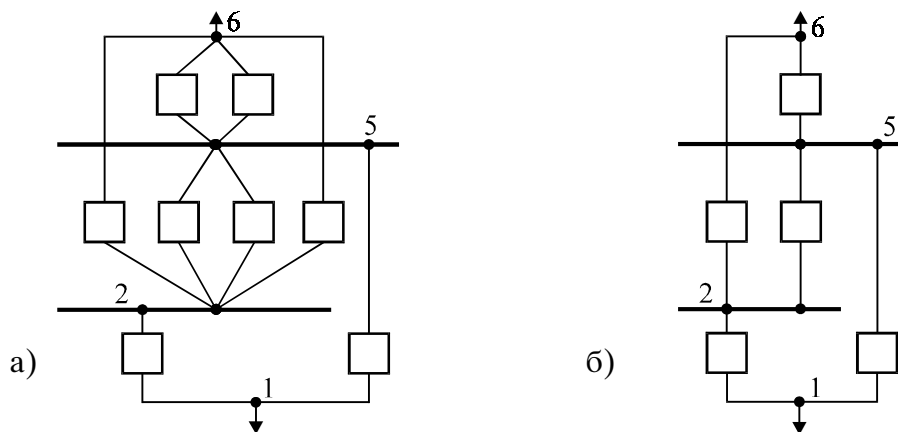
сериско-паралелна трансфигурација, при трансфигурација триаголник → звезда и обратно за трансфигурацијата звезда → триаголник. Разработениот метод ќе биде применет за определувањето на расположливоста на една карактеристична контурна шема на разводна постројка во форма на четириаголник [7], која е прикажана на сл.4а. Шемата се состои од два доводи и два одводи и има четири прекинувачи.

На истата слика е прикажана и еквивалентната шема за пресметка на нерасположливоста на разводната постројка (сл.4б).



Сл.4 Електрична шема на анализираната разводна постројка (а) и еквивалентна шема за пресметка на нејзината нерасположливост (б)

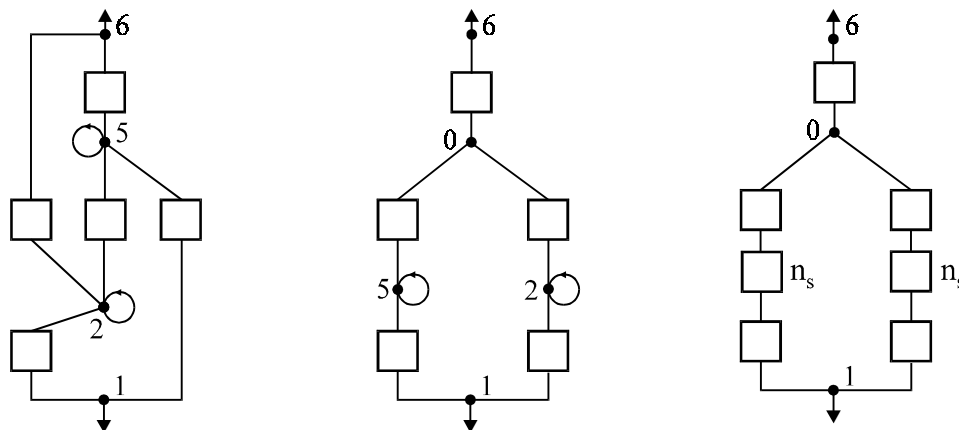
Следниот чекор за упростување на шемата за пресметка на нерасположливоста се состои во трансфигурација на „свездите” (3-5, 3-6, 3-2; и 4-5, 4-6, 4-2) прикажани на сл.4б во „триаголници” (5-6-2) (сл.5а) и паралелно врзување на трансфигурираните елементи (сл.5б).



Сл. 5 Шема на разводната постројка по извршената трансфигурација звезда → триаголник (а) и извршеното паралелно врзување на елементите (б)

Понатамошната постапка за упростување на шемата се состои во вклучување во пресметката и на нерасположливоста на собирниците во разводната постројка и трансфигурација на „триаголникот” (2-5-6) во „звезда”. Со тоа, конечно се добива сериско-паралелна структура на поврзаност на елементи од која лесно се определу-

ва нерасположливоста на разводната постројка. Сите овие трансфигурации се прикажани на сл.6.



Сл.6. Вклучување на собирниците во шемата за пресметка на нерасположливост и трансфигурација на „триаголникот” 2-5-6 во „свезда” (0-6, 0-5,0-2)

За шемата на разводната постројка прикажана на сл.4а) е извршена конкретна пресметка на нерасположливоста. При тоа, усвоено е дека нерасположливоста на трансформаторите е $n_{TR} = 5,4 \cdot 10^{-4}$; нерасположливоста на прекинувачите е $n_{PR} = 2,55 \cdot 10^{-5}$, нерасположливоста на раставувачите е $n_R = 2,86 \cdot 10^{-6}$, додека за нерасположливост на собирниците е усвоено $n_s = 1,32 \cdot 10^{-4}$.

Во првиот случај пресметката е извршена според егзактните формули, додека во вториот случај за пресметка на нерасположливоста се користени: упростената формула (1) и апроксимираните формули (13) и (22). Пресметките се изведени со користење на трансфигурациите прикажани на сликите 4, 5 и 6. Добиените нерасположливости се скоро идентични. Во првиот случај, пресметаната нерасположливост изнесува $n_{RP} = 4,553458 \cdot 10^{-7}$, додека во вториот случај пресметаната нерасположливост е $n_{RP} = 4,553488 \cdot 10^{-7}$. Совпаѓањето на резултатите е резултат на високата расположливост на елементите во разводната постројка.

5. ЗАКЛУЧОК

Развиен е метод за пресметка на расположливоста (нерасположливоста) на шемите на разводните постројки кој базира на трансфигурација на шемата на разводната постројка во попраста, но со еквивалентна расположливост како и оригиналната. При тоа, покажано е дека за точна пресметка на еквивалентните расположливости при трансформацијата триаголник \rightarrow свезда е потребно решавање на обична квадратна равенка, додека трансформацијата свезда \rightarrow триаголник е посложена и се сведува на решавање на полиномна равенка од трет степен. Изведените точни и апроксимирани формули за пресметка на нерасположливоста на елементите при трансфигурациите „триаголник во свезда”, односно „свезда во триаголник” покажуваат дека кога се работи за технички систем со висока расположливост (како

што се и разводните постројки) со цел да се упростат и забрзат пресметките оправдана е и употребата на апроксимираните формули. При тоа, секако треба да се изврши проверка дали се исполнети условите (19) и (20).

Развиениот метод може корисно да послужи при проектирањето на разводните постројки, а поради неговата општост може да се употреби и за пресметка на расположливоста и на други технички системи.

6. ЛИТЕРАТУРА

1. Požar H. : Visokonaponska rasklopna postrojenja, Tehnička knjiga, Zagreb, 1985
2. Nahman J.: Topološko-analitička metoda proračuna pozdanosti razvodnih postrojenja, XV Savjetovanje elektroenergetičara Jugoslavije, Beograd, 1981
3. Petranović D.: Upotreba metode Monte Carlo u računanju raspoloživosti elektroenergetskog postrojenja, XV Savjetovanje elektroenergetičara Jugoslavije, Beograd, 1981
4. Белоусенко И. В., Ковалев А.П.: О преобразовании эквивалентны по надежности схем „треугольник-звезда”, Электричество, No.6 1997
5. Nahman J., Salamon D.: Neki rezultati proračuna pokazatelja pozdanosti opreme u visokonaponskim postrojenjima, XV Savjetovanje elektroenergetičara Jugoslavije, Beograd, 1981
6. Nahman J.: Metode analize pouzdanosti elektroenergetskih sistema, Naučna knjiga, Beograd, 1992
7. Арсенов А.: Электричен дел на електрични централи, Електротехнички факултет, Скопје, 1996
8. Илиев А.: Производни и разводни постројки - збирка решени задачи, Електротехнички факултет, Скопје, 1996
9. Radić M.: Rješivost algebarskih jednažbi, Školska knjiga, Zazgreb, 1966

д-р Мито Златаноски, дипл. инж.
Електротехнички факултет - Скопје

ДОСЕГАШНИ АНАЛИЗИ НА РИЗИКОТ ОД ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА

РЕЗИМЕ

Во стандардите за проектирање и градба на електроенергетски објекти безбедноста на луѓето од повреди од електрична струја е дефинирана со дозволените вредности на напон на чекор и напон на допир. Овие вредности се добиени врз основа на расположивите сознанија за електротрауматизмот. Според овој критериум, кој што претставува класичен начин за проценка на електричната безбедност, секој напон повисок од дозволената вредност на напон на допир или чекор се смета за опасен.

Ризик од несреќи од електрична струја претставува квантитативен показател на загрозеноста на луѓето во една електрична разводна постројка и истиот се дефинира како тотална веројатност човек да настрада од електричен удар во една електрична разводна постројка за период од една година.

Во овој реферат е даден преглед на досегашните анализи на ризикот од несреќи од електрична струја.

SUMMARY

In the design and building standards of electric power objects the safety of the people by electric current injures is defined by the allowed values of step and touch voltage. These values are found on the basis of available information of the electrotraumatism. According to this criteria which is a classical way of electric safety estimation, each value of the voltage which is greater than the allowable touch or step voltage is considered to be dangerous.

The risk of accidents by electric current is a quantitative indication of the people's imperilling in an electrical substation and it is defined by the total probability a person to suffer by electric stroke in an electric substation in a period of one year.

In this paper a review of the latest analyses is given regarding the risk of accidents by electric current.

1. ВОВЕД

За да се согледа реалната опасност од електричен удар, во последните години се појавија голем број трудови во кои се користење на теоријата на веројатност се вршат пресметки и анализи на степенот на безбедност од електрична струја.

Под степен на електрична безбедност се подразбира веројатност на безбедна работа на одреден број луѓе (најчесто 1.000.000 луѓе) за одреден временски период.

Веројатноста за појава на електричен удар е комплементарна веројатност на гореспоменатата веројатност и може да се претстави како производ на следните две верјатности:

- веројатност човекот да биде изложен на опасен напон на допир.
- условна веројатност да настапи фатална несреќа при изложувањето на човекот на опасен напон на допир.

Првата веројатност зависи од параметрите на заземјувачот, заштитните мерки и употребата на заштитни средства, а втората од состојбата на човечкиот организам, патот на струјата низ телото и должината на протечувањето.

Во поглед на критериумите за безбедност познати се два различни пристапа и тоа:

- константен степен на безбедност и
- константни дозволени напони на допир и чекор.

Првиот критериум условува за секоја постројка веројатноста на електричниот удар да биде помала од однапред определена дозволена веројатност на електричен удар.

Тоа значи да во постројки во која е обезбедена мала веројатност на појава на опасни напони на допир или веројатноста на изложеност на луѓето е мала, може да се усвојат повисоки вредности на дозволените напони на допир.

Критериумот за константен дозволен напон претставува класичен начин за проценка на електричната безбедност. Према овој критериум, секој напон повисок од дозволениот напон на допир се смета за опасен.

Ризик од несреќи од електрична струја претставува квантитативен показател на загроеноста на луѓето во една електрична постројка. Тој се дефинира како тотална веројатност човек да настрада од електричен удар во една електрична постројка за период од една година. Од аспект на начинот на елиминирање на грешките во режата разликуваме:

- ризик од несреќи за постројки со автоматско исклучување на грешките (во кои траењето на електричниот удар зависи од степенувањето на релејната заштита) и
- ризик од несреќи во постројки без автоматско исклучување на грешките (неограничено траење на електричниот удар).

Во поглед на тежината на несреќата познати се следните ризици:

1. Ризик од неотпуштање на деловите под напон,
2. Ризик од оштетување на здравјето на човекот,
3. Ризик од смрт.

За оптимирање на карактеристиките на заземјувачките системи во разводни постројки од среден и висок напон од интерес е проучувањата на ризикот од смрт за постројки со автоматско исклучување на грешките.

2. ДОСЕГАШНИ АНАЛИЗИ

Поимот "**ризик од електричен удар**" прв пат се споменува во статијата на Delziel [1] и е употребен во смисла на опасност од електрична струја по човечките

животи за луѓе што доаѓаат во контакт со електрични апарати за болничка нега и во широка потрошувачка.

Со петогодишниот план 1975 - 1980 год, во СССР е зацртана програма за истражување, во областа на електричната сигурност, со која е поставена и задача за разработка на нормирање на нивото на електрична безбедност и методи за негова пресметка за поедини постројки, врз основа на техничко - економски пресметки со земање предвид и на штетите од електротрауматизмот.

Исто така поставена е задача за разработка на методологијата за истражувања на основните критериуми за електрична безбедност со користење на теоријата на веројатност и математичка статистика. Како резултат на оваа програма произлегле повеќе трудови [2], [3], [5], [6], [7] и други, во кои е направен обид да се разработат методи за пресметки на нивото на електрична безбедност.

Во [2] е дефинирано ниво на електрична безбедност - бројчано еднакво на веројатноста од ненастанување електричен удар во просторот на разводните постројки. Веројатноста на настрадување на човекот од напон на допир е дефинирана со взаемно исполнување на две независни случајни собитија: човекот да биде доведен под напон на допир чие времетраење е дефинирано со времето на основната или резервната заштита и физичката и здравствената состојба на човекот да биде таква при која напонот на допир со своето времетраење да биде смртоносен.

Веројатноста човекот да дојде под напон на допир е дефинирана со веројатност струјата низ заземјувачот да биде доволно голема, веројатноста човекот да додирне метален дел од постројката во времето на грешката, условните веројатности при таа струја, да проработи основната или резервната заштита и веројатноста отпорот на обувките на човекот да биде помала од 2,5 kΩ.

Во трудот е извршена оценка на опасност од струен удар за оперативниот персонал и персоналот за одржување на постројката при дејствување на основната заштита и при дејствување на резервната заштита. Притоа, поедините веројатности во пресметките на нивото на опасност се проценувани или земани од литература.

Поозбилен обид да се дефинира нивото на електрична безбедност преставува трудот на *Јакобс* и *Косџруба* [5] кој предизвикал повеќе дискусии, а некои од нив даваат придонес во веројатностниот пристап на пресметка на степенот на опасност од електричен удар.

Во [5] како основен количествен показател на опасноста од електричен удар е веројатноста **P(EU)** дефинирана како веројатност да настрада човек од одреден број луѓе, за дефиниран временски период **T**. Степенот на електрична безбедност **P(EB)** претставува комплементарна веројатност:

$$P(EB) = 1 - P(EU) \quad (1)$$

Веројатноста **P(EU)** е дефинирана слично како во [2], т.е:

$$P(EU) = P(Ud) P(N/Ud) \quad (2)$$

каде е:

P(Ud) - веројатност човек да биде изложен на опасен напон на допир,

P(N/Ud) - веројатност да при изложувањето на опасен напон на допир настане несреќа.

Прифатено е распределбата на веројатноста на елементарните повреди да е по законот на Poisson, па како доволни показатели за количествена оценка на безбедноста од електрични несреќи се предложени следните показатели:

- ниво на опасност од електричен удар $P(EU)$
- ниво на безбедност $P(EB)$
- математичко очекување на количество на електрични удари $M(EU)$

Во трудот е предложено да се изврши нормирање на најниското ниво на електрична безбедност во различни области и во различни типови постројки, што би претставувал дозволен ниво на безбедност. Врз основа на анализа на електрични удари во 14 западноевропски земји како дозволено ниво на безбедност е предложена вредност $(1-50) \times 10^{-6}$.

Во статијата [20] која претставува дискусија на трудот [5] е даден поинаков пристап во определувањето на количествените оценки на безбедност. Имено, определени се функции на веројатносна распределба на напонот на допир при различни времиња на исклучување на заштитата и воведен е т.н. среден број на повреди од електрична струја m , дефиниран со равенката (3):

$$m = M P(t < \tau) P[(U_d - U_{d0}) < 0] \quad (3)$$

каде:

M - број на луѓе кои во текот на една година може да се најдат во опасни ситуации,

$P(t < \tau)$ - веројатност на повреди (τ - должина на срцев циклус),

$P[(U_d - U_{d0}) < 0]$ - веројатност напонот на допир да биде поголем од дозволеният напон на допир.

Оценката на вредноста на допуштениот напон на допир за различни области се предлага да се добие од резултатите на средниот број на повреди од електрична струја, при што не се дозволува повеќе од една повреда за период од 25 години.

Во методата за определување на нивото на безбедност со пресметка на веројатноста на електричен удар [2] и [5] основна тешкотија е определувањето на условната веројатност $P(N/U_d)$. Затоа во изразот за веројатност на електричен удар се зема струјата што протекува низ телото на човекот. Вредноста на струјата низ телото на човекот зависи од повеќе случајни фактори како што се: шемата на вклучување на човекот во струјното коло, отпорот на човековото тело, параметрите на заземјувачот и сл.

Оваа метода не може да се употреби за оценка на нивото на безбедноста на целината постројка - електрична мрежа.

Втора метода за определување на нивото на безбедност е методата на логички модели. Таа се состои во определување на веројатност на несреќа од електрична струја со смртен исход, врз основа на формирање на логички модели за веројатноста на опасни состојби во постројката и веројатноста на доведување на човекот во опасност од смртна несреќа. Основен недостаток на оваа метода е неземање предвид на струјата низ телото на човекот, без чија вредност и траење не може да се прогнозира резултатот од несреќата.

Трета метода претставува метода за определување на веројатност на едно усмртување од електричен удар во множество од m постројки за временски период t . Веројатноста на електричен удар е дадена со изразот:

$$P(EU) = 1 - e^{-q \lambda t} \quad (4)$$

каде:

- q - е веројатност на усмртување на човекот при остварен допир во постројката, дефинирана како однос на бројот на смртни случаи и бројот на сите допири во m постројки
- λ - интензитет на допир во една постројка
- t_a - средно време на експлоатација на сите постројки
- γ - интензитет на отказ на заштитата.

Оваа метода може да се оцени како упростена бидејќи занемарува повеќе фактори кои влијаат на појавата и последиците на опасните ситуации, и со неа не можат да се утврдат постројките кои најизразено влијаат на нивото на безбедност.

За да се пресмета нивото на безбедност во системот, "електрична мрежа - постројки - потрошувачи - опслужувачки персонал", од Шуцкин и Буралков [12] е разработена т.н. "Логичко веројатносна" метода која е основана на претпоставени услови за појава на опасни состојби на системот во вид на логички модели према кои се добиваат аналитичките изрази за определување на веројатностните показатели за функционирање на системот. Во оваа метода се усвоени следните претпоставки:

- процесите на појава и отстранување на опасните состојби на системот "електрична мрежа - постројка" се независни и стационарни,
- рапределбата на времето на опасни и безопасни состојби на елементите од системот е по експоненцијален закон.

Како показатели на нивото на безбедност на системот "електрична мрежа - постројка" се дефинирани:

- средно време на наоѓање на системот во опасна и безопасна состојба
- веројатност на наоѓање на системот во опасна и безопасна состојба во произволен момент,
- веројатност на појава на опасна состојба и веројатност за безопасна работа на системот за време на експлоатација t .

Дефинирани се поедините опасни состојби и грешки во мрежата и со нивно редно - паралелно поврзување се формира логички модел за усмртување на човекот од електрична струја, со кој се добиваат аналитичките изрази за пресметка на показателите на нивото на безбедност.

Смртниот исход од електричниот удар е третиран со вредноста на озволената струја низ човечкиот организам за различни времиња на траење [7], и е дефиниран со условната веројатност за усмртување од електрична струја $P(I_c/\tau)$ на следниот начин:

$$P(I_c/\tau) = \begin{cases} 0 & ; I_c \leq I_{cd}(\tau) \\ 1 & ; I_c \geq I_{cd}(\tau) \end{cases} \quad (5)$$

Опишаниот логичко веројатностен метод дава можност за посестрана количествена оценка на нивото на безбедност на системот "мрежа - постројка" и споредба на различни заштитни мерки, но истата се базира на повеќе претпоставки а исто така нејзината точност зависи од точноста на проценката на веројатностите во поедините блокови од логичкиот модел.

Во бившата СФРЈ, прв труд во кој е анализирана веројатноста од електричен удар е трудот на Нахман [8], во кој се објаснети одредени поважни одредби од југословенските прописи за заштита на мрежи со низок напон и припадните трафостаници. Во трудот е дадена пресметка на веројатноста од опасен електричен

удар за работници во трафостаниците со среден/низок напон и извршена е споредба со веројатности од несреќи од земјотрес и од природни појави.

Ризикот од несреќи од електрични струи и напони како квантитативен показател на загроеноста на луѓето при користење на електрични уреди во широката потрошувачка е разработена од Urlich и Dietrich [9,10 и 11]. Разработената метода на Urlich овозможува анализа на квалитетот на заштитните мерки во постројки каде не постои автоматско исклучување на грешките, со пресметка на ризикот од повреди од електрична струја и негова споредба со дозволен ризик од несреќи. Со оглед на физиолошките дејства на струјата дефинирани се: ризици од неотпуштање, од оштетување на здравјето и од вентикларна фибрилација.

Во пресметките на ризикот се земени во предвид струјните патишта низ телото на човекот преку т.н. k - фактори.

Дефиниран е ризик од несреќи од напони со посебна разработка од вкупниот отпор на струјното коло, во кој се земени предвид отпорот на човекот, контактните отпори и внатрешниот отпор на електричниот извор. Даден е начин како се изведуваат пресметки на ризиците при непознат внатрешен отпор на електричниот извор.

Врз основа на методата на Urlich [9], во [10] се извршени пресметки за дефинирани трошоци за оштетување на здравјето на човекот, за различни проводности на околината, различни допирни површини и напонска зависност на допирните отпори, и добиени резултати за ризиците од несреќи од струја и ризиците од несреќи од напон.

Во [11] е дадена практична примена на методата за анализа на заштитната мерка - заштитно изолирање.

Методата на Urlich е наменета за пресметка на ризици во постројки кои немаат автоматско исклучување на грешките и без понатамошна разработка не може да се примени за високонапонски постројки. Исто така, добиените резултати не се базирани на најсовремените сознанија на електротрауматизмот.

Како комплетна методологија за пресметка на ризикот од фатални несреќи може да се смета методологијата на El Kady и Vainberg [13]. Во неа се дефинирани т.н. оптоварувачки потенцијали, како напони на чекор и допир во оклината на столбовите од високонапонските водови при еднополни споеви со земја на водовите, и напони на издржливост на човекот со кои се зема предвид состојбата на човекот да издржи без фатални последици одредена големина на напон на чекор односно напон на допир.

Оптоварувачките напони на чекор и допир се пресметувани со нивните веројатностни функции на распределба, за чие добивање се врши веројатностна анализа на струите на куси врски и распределба на зголемувањето на потенцијалите во околина на столбот. Овие веројатностни анализи се остварени со Монте Карло симулации [18], и како резултат се добиени функциите на веројатностна распределба на оптоварувачките напони на допир и чекор.

При дефинирање на функциите на веројатностна распределба на потенцијалите на издржливост земени се во предвид како случајни променливи повеќе фактори кои влијаат на вентикларната фибрилација, како: големината на струјата низ телото, траењето на протекувањето, патот на струјата, импедансата на телото и друго.

Со споредба на функциите за оптоварувачките напони и напоните за издржливост се добива т.н. веројатност на опасна грешка, која множена со веројатноста на присуство на човекот во време на грешката, ја дава тоталната веројатност на фаталната несреќа односно ризикот од несреќа. Точноста на резул-

татите на пресметка на ризикот од несреќа зависи од точноста на определувањето на поедините функции на веројатност кои зависат од статистичките податоци за појавите на грешки и нивното траење.

Веројатноста на присуство на луѓето во околина на столбовите е пресметана врз основа на познавањето на средната фреквенција на грешки со земја за време на една година, претпоставката дека бројот на грешки со земја ја следи Пуасоновата распределба, процена на времето на задржување на човекот во опасна зона и времето на траење на грешката.

Слична на методата на El Kady и Vainberg е методата на Wang Mukhedkar и Gervais [14], која како меѓусебе независни случајни големини ги зема отпорот на човечкото тело, допирниот отпор стопало - земја, времето на траење на струјниот удар, појави на грешки во заземјувачкиот систем и изложеноста на луѓето на опасност во електроенергетските постројки. Во [14] со помош на оваа метода е извршена анализа за влијанието на поедините фактори врз вредноста на вкупниот ризик, при што пресметката на веројатноста на изложување е иста како и во методата на El Kady.

Најкомплетна метода за процена на ризикот од смртоносен електричен удар предизвикан од напон на чекор или напон на допир, во околината на разводните постројки и внатре, во постројките е методата на Нахман, изложена во [16] Оваа метода ги зема во предвид предностите на претходно спомнатите методи и го решава најголемиот број на нивни недостатоци. Во неа се дефинирани сите непредвидливи настани што можат да се случат во постројката и нејзината непосредна околина, а се причини за појава на истечување на струја во земја и зголемени напони на чекор и допир. Се пресметува големината на струјата во земја, причината за спојот во земја, неговото траење и веројатноста на тој вид грешка во зависност од локацијата на грешката. Притоа се земени предвид сите грешки што предизвикуваат споеви во земја меѓу кои и веројатноста за погрешна манипулација со прекинувачите. Веројатноста на непредвиден настан е определено како стационарно решение на Марковиот процес. Освен тоа, во методата на Нахман се користени современи сознанија од електротрауматизмот. Така, импедансата на телото е третирана како функција од струјата низ телото, прагот на фибрилација е третиран како случајна функција од траењето на електричниот удар, а исто така најголем број на фактори од кои зависи ризикот од несреќи од електрична струја се земени како случајни величини со нивните веројатносни карактеристики.

Со оваа метода е овозможена реалистична анализа на ризикот од смртоносен електричен удар внатре и во околината на конкретна разводна постројка со земање предвид на конфигурацијата на постројката, нејзината врска со високонапонската и среднонапонската (нисконапонската) мрежа и нацртот на системот на заземјување.

Во претходно споменатите начини за анализа на степенот на безбедност или методите за пресметка на ризикот од несреќи од електричен удар веројатноста на изложеност на човекот на опасност или е земена со вредност 1, или е претпоставувана нејзината вредност врз основа на претпоставки.

Во [13] и [14] се предложени изрази за процена на веројатноста на изложеност врз основа на време на поминување низ опасна зона, време на траењето на грешката и фреквенцијата на грешки, но параметрите за пресметка се определувани со претпоставки и процени.

Во [16] веројатноста на изложеност е поточно дефинирана и е нагласено дека истата треба да се определи врз основа на набљудувања.

Во [17] се разработени методи за определување на веројатностите на изложеност во околината на високонапонските постројки, каде најчесто на опасни

напони на чекор и допир се изложени нестручни лица и во самите постројки, каде во процесот на одржување и манипулации се изложени стручни лица. Методите за определување на веројатноста на присуство и веројатноста на допир разработени во овој труд базираат на долготрајни набљудувања во различни видови постројки во Македонија, преставуваат прв таков приод во светот и овозможуваат пореални согледувања на веројатноста на изложеност на опасност во високонапонските постројки. На тој начин со методата за пресметка на ризикот од несреќи може со многу поголема реалност и точност да се врши анализа на безбедноста на луѓето и ефикасноста на заземјувачките системи и останатите заштитни мерки во смисла на нивно оптимизирање.

3. ЗАКЛУЧОК

Во овој труд е дефинирано нивото на ризик од несреќи како комплетен критериум за безбедноста на луѓето во високонапонските постројки и е дадена анализа на сите досегашни истражувања во оваа област. Најкомплетна методологија за пресметка на нивото на ризик од несреќи во високонапонските постројки е дадена во [17], [18] и [19] каде моделирањата на веројатностите на присаство и веројатностите на допир се базирани на повеќегодишни набљудувања на работата на стручните лица во постројките и движењето и навиките на нестручните лица во околина на постројката. Препорачливо е да се продолжи процесот на набљудувањата во разни видови високонапонски постројки со што би се подобрила точноста на методата предложена во [17].

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Charles F. Dalzeiel, "Electric shock hazard". IEEE- Spectrum 02.1972 (41-48).
- [2] Јакобс А.И., Королев С.Г., Коструба С.И. "Оценка уравни електро-безопасности и новије норми карактеристики заземлјувачких устројств електроустановно с болшими токами замиканија на земљи" Електричество Н. 2 1975, (28-33)
- [3] Богужевич М.С., Власов С.П., Гуревич Н.Л., "Первичније критериј електробезопасности при кратковремених воздејствуих токов промишленој частоти", Електричество Н.5 1975 (65-68)
- [4] Правилник о техничким нормативима за електроенергетска постројења називног напона изнад 1000 V, "Службен лист СФРЈ" бр.4/74
- [5] Јакобс А.И., Коструба С.И., "О нормированији уравни електробезопасности и допустимого напрежениј прикосновенији", Електричество Н.1 1978 (58-60)
- [6] Карјкин Р.Н.; "Иследованиј и разработки в области повишенији електробезопасности" Промисленај енергетика бр. 9 1974
- [7] Долин П.А., Сибаров Ј.Г., "О проекти времених норм допустимих напрежанија прикосновенија токов кроз тело человека" Промисленаја енергетика број 9. 1974
- [8] Ј.Нахман "Коментар појединих одредби правилника о техничким нормативима за заштиту нисконапонских мрежа и припадајуких трансформаторских станица", Електропривреда број 3-4, 1979

- [9] G. Dietrich; F.Urlich, "Ermittlung eines Schadigungsrisikos von Personen durch Ströme und Spannungen" ETZ Archiv 3 (1981) H.8, (273-278)
- [10] F.Urlich; "Berechnete Schadigungsrisiken von Personen durch Ströme und Spannungen" ETZ Archiv 3 (1981) H.9, (309-316)
- [11] F.Urlich; "Spannungs- und Stromgrenzwerte und zulässige Versagenszustands-Wahrscheinlichkeiten von Schutzmaßnahmen" ETZ Archiv BD 3 (1981) H.10, (353-358)
- [12] Шуцкиј В.И., Буралков А.А., "О веројатности оценке уровни електробезопасности" Електричество Н.2 1982 (16-20)
- [13] M.A. El-Kady, M.Y. Vainberg, "Risk assessment of grounding hazard due to step and touch potentials near transmission line structures" IEEE PAS-102 No9, September 1983 (3080-3087).
- [14] W.Wang, R.Velasques, D.Mukheidkar and Y.Gervais, "A Practical probabilistic method to Evaluate Tolerable Step and touch Voltages" IEEE Trans. on Power Apparatus and Systems, vol.PAS-103, No.12 (3522-3530) December 1984
- [15] J.Нахман, "Прорачун опасних напона код система уземљена постројења са обзиром на случајну природу струје доземних спојева", SIGRE Будва 1987
- [16] J.Nahman, "Assessment of the risk of Fatal Electric Shocks inside a Substation and in Nearly Exposed Areas" 89 SM 816-OPMRD, IEEE/PES 1989 Summer Meeting, Long Beach California Juli 9-14 1989.
- [17] М.Златаноски "Ризик од несреќи во високонапонски разводни постројки", докторска дисертација, Скопје 1991
- [18] М.Златаноски "Оцена вероватноће изложености на опасност у околини високонапонских постројења" SIGRE - Неум 1991
- [19] М.Златаноски "Веројатност на изложеност на опасност по луѓето во високонапонските постројки" МАКО SIGRE-Струга 1996
- [20] Кназевски Б.А., Косарев Б.И., Шевердин М.А. "О нормирование уровни електробезопасности и допустимого напряжения прикосновения" Дискусија, Електричество Но.1 1978 (84-85)

Мр Костадин Јовановиќ, дипл. инг.
ТЕЦ “НЕГОТИНО”, Неготино

ПОВРЕДИ НА РАБОТА - ДО 2010 ГОДИНА

СОДРЖИНА

Без оглед на тоа што работата е нужност, таа може да биде задоволство или товар. Ако условите за работа се неповолни тогаш работата може да биде и штетна. Неповолните услови за работа се потенцијални извори и причини за посредни или непосредни последици. Непосредните последици влијаат на животот и здравјето на работниците во производството, преносот и дистрибуцијата на електрична енергија. Непосредните последици се манифестираат како повреди на работа и професионални заболувања. Во трудот е направен обид, врз база на бројот на повреди на работа во последните години, да се прогнозира бројот на повреди на работа до 2010.г. Врз база на прогнозата, отворени се низа најсуштествени прашања и дадени се конкретни предлози.

CONTENTS:

Without regard of the fact that work is necessity, it can be pleasure or burden. If the working conditions are bad, then work can be harmful, too. The bad working conditions are potential sources and reasons for direct or indirect consequences. The direct consequences affect the life and health of the workmen in the production, transmission and the distribution of electrical energy. The direct consequences manifest themselves as injuries at work and professional illnesses. In this work an effort has been made, on the basis of the number of injuries at work in the last years, to predict the number of injuries at work by 2010 year. On the basis of the prediction, a number of essential questions has been opened, and concrete suggestions have been given.

КЛУЧНИ ЗБОРОВИ : заштита, повреда, прогноза, тренд, организација, цена.

ВОВЕД

Електричната енергија најнапред треба да се произведе во електраните, да се пренесе преку преносните водови и истовремено да се потроши - кај потрошувачите. Сите процеси се директно поврзани со работењето на човекот. Тоа работење има белег пред сè, на умствена работа. Тешката физичка работа ја обавуваат моќните машини : багери , турбини , пумпи , генератори и сл. Без оглед на ова , опасности и штетности по психички и физички интегритет на работниците се присутни и бараат превземање сериозни заштитни мерки и активности.

Нема сомнение дека, условите за работа во електроенергетските објекти се изразено тешки и полни со опасности и штетности. Такви услови за работа заедно со односот кон заштита на работа се причини за појава на повредување на работа. "Повреда на работа е насилно оштетување на организмот предизвикано со непосредно и краткотрајно механичко, физичко или хемиско делување, со секавични промени на положбата на телото, ненадејни оптоварувања на телото или со други промени на физиолошката сосотојба на телото"¹ . Повредите на работа, како непосредна последица на неповолните услови на работа, можат да се искажат во апсолутни бројки, според тоа како се случвале или во релативни бројки, како број повреди на работа на 1000 работници. Повредите на работа можат да се согледуваат на ниво на држава, стопанска гранка, претпријатие во целина или по делови. Без оглед на нивото тие се манифестираат преку инвалидност или смртност ,се рефлектират во посредните последици на наповолните услови на работа : пресметковни губитоци, ефективни издатоци и останати губитоци. Поради тоа, секој стопански субјект се стреми бројот на повредите на работа постојано да ги следи, истражува и намалува.

ПРОГНОЗА ДО 2010.ГОДИНА

Ретките настани представуваат последователност на настаните кои се случуваат последователно еден по еден во случајни временски моменти. Примери за ретките настани можат да бидат : повиците на телефонска централа, порачките за определена стока во претпријатието, отказите на машини, повредите на работа и сл. Ретките настани ги имаат следните особини :

- а) веројатност за појава на еден или друг број настани за некој временски интервал зависи само од должина на интервалот а не од почетокот на согледувањето на ретките настани,
- б) согледана веројатност не зависи од тоа колкав број на настани се случиле до почетокот на врменскиот интервал во кој се врши согледување на ретките настани,
- ц) за мал временски интервал, веројатноста за настанување на еден настан приближно е пропорционална на должината на тој интервал; веројатноста на настанување на два и повеќе настани може да се занемари.

¹ Дефиниција според чл.33 и чл.34 од Законот за основни права од пензиско и инвалидско осигурување, Сл.лист СФРЈ бр.23/82

Во теоријата на веројатноста постојат дефинирани повеќе закони за распределбата на ретките настани како што се Законот за биномна распределба и Пуасоновот закон. Доколку веројатноста на настаните е многу мала а бројот на временските интервали е голем, законот за биномната распределба на ретките настани може да се замени со Пуасоновитот закон.

Може да се тврди дека повредите на работа, од чисто математичка гледна точка представуваат ретки настани. Тие му се покоруваат на Законот на асимптотска биномна распределба. Имено, поголем број луѓе, во определен временски интервал, ќе доживи само една повреда а многу помал број, во ист интервал, ќе доживи две, уште помал број три, четири повреди на работа. Ова поради тоа што, на повредата на работа делуваат надворешни и внатрешни фактори. Доколку тие не би постоеле (што е невозможно) тогаш, тие строго би се покорувале на Пуасоновата распределба на ретките настани.

Констатацијата, дека вложувањата во заштита представуваат вложувања во човекот, можеби, најдобро може да ја потврди одговорот на прашањето: колку повреди на 1000 работници во ЕСМ, можат да се очекуваат во периодот 1998-2010.г.? Одговорот на прашањето може да се добие ако повредите на 1000 работници се разгледуваат како временска бројна низа. Ќе се направи обид, врз база на корелациониот израз, низата да биде представена со определени графици. Тие можат да се нацртат за блиското минато, како териски број повреди. Запазувајќи ја утврдената законитост можно е, графикот да се продолжи и во иднината и да се прогнозира бројот на повредите во релативно кус временски интервал - до 2010.г.

Во истражувањето и изработката на прогнозата на повредите на работа појдовна основа се статистичките податоци за повредите на работа во ЕСМ дадени во табелата Т. I.

Табела Т. I: Број повреди на работа во ЕСМ во период 1990 - 1996.г.

Бр. повреди на на 1000 работн.	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Вкуп.	Прос.
	25	40	34	38	30	35	37	229	33
Број на работници ²	8169	9466	9237	8701	8757	8784	7949	61063	8723
Број повреди	204	378	314	330	262	307	294	2809	298

Просечната вредност на ретките настани λ ќе се добие ако просечниот број повреди на работа се подели со просечниот број на работниците! На тој начин се добива:

$$\lambda = 298 : 8723 = 0.034162558$$

Математичка констатација е дека за Пуасонова распределба на ретките настани, вредноста λ е еднаква на вредноста a во изразот за оваа распределба:

$$P_{x=a} = \frac{a^m}{m!} \cdot e^{-a}$$

² Извор : ЕСМ, Сектор за финансиски работи, Служба за план и анализа

каде:

P - веројатност за настанување на повреда на работа

m - фреквенција на повредите на работа

a - вредност на настанување повреди на работа

Доколку се сака да се укаже на бројот на работниците кои не би доживеале повреда на работа, на бројот на работниците кои би се повредиле само еднаш, на бројот на работниците кои би се повредиле два пати итн. тогаш најнапред ќе се определи веројатноста (P) а потоа и фреквенцијата на повредувањата:

Спрема горниот израз за $a^m \approx 0$ за $m = 1$ така што :

$$P_{(x=0)} = e^{-a} \quad P = 0.96641439$$

Теоретски, фреквенциите на повредувањата се дадени со следниот израз:

$$f_i = P \cdot n$$

На тој начин, бројот на работниците кои не доживеале повреда на работа е:

$$0f = P \cdot n = 0.96641439 \cdot 8723 = 8430$$

Бројот на работниците кои доживеале една повреда на работа е:

$$m=1 \quad 1f_i = 8430 \cdot 0.034162558 = 288$$

$$m=2 \quad 2f_i = (1f_i \cdot a) : 2! = (288 \cdot 0.034162558) : 2! = 5$$

$$\text{за } m=3 \quad 3f_i = (2f_i \cdot a) : 3! = 0.02 \text{ (што може да се занемари).}$$

Врз основа на изнесеното би можело да се тврди дека во ЕСМ, во периодот 1990 - 1996.г. бројот на работниците кои доживеале една повреда на работа е 288, со две повреди биле 5, додека 8430 работници не доживеале ниту една повреда

Со статистичката анализа на временските низови или со пресметување на трендови, како линии кои представуваат основната тенденција на движењето на повредите на работа во ЕСМ, може да се направи малку поправилна, "вистинска" прогноза за фреквенцијата на повредите на работа.

Линијата на трендот на повредите на работа може да има облик на права (линеарна колерација) или облик на крива од повиок ред (нелинеарна корелација) која се карактеризира со параметрите на линијата на трендот.

На отстапување на бројот на повредите од основниот тренд, во извесна мерка, влијаат факторите кои свесно се превземаат - мерки за заштита на работа и уште некои други чинители - промена на кадровите, промена на технологијата и сл. На тој начин линијата на трендот поминува помеѓу точките кои ги покажуват оригиналните членови на временската низа. Линијата на трендот може да се повлече и со слободна рака, одоко, но сепак, најправилно е ако тој тренд може да се пресмета со помош на формулата и врз база на таа пресметка да се нацрта соодветен график. Таков израз со кој се пресметува трендот на временската низа има облик:

$$y = A \cdot e^{cx}$$

каде : A и c се коефициенти на линијата на трендот.

Вредностите на коефициентите ќе бидат определени со помош на методата на најмали квадрати. За таа цел е неопходно да се состави следната табела :

Т.И: Табела за обработка

n	x	x^2	y	$\ln y$	$x \cdot \ln y$	y_{teor}
1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	25	3.2189	3.2189	31
2	2	4	40	3.6889	7.3777	32
3	3	9	34	3.5264	10.5701	33
4	4	16	38	3.6376	14.5503	34
5	5	25	30	3.4012	17.0060	35
6	6	36	35	3.5553	21.3321	36
7	7	49	37	3.6109	25.2764	37
Вкупно	28	140		24.6392	99.3405	

Од теоријата за методата на најмалите квадрати познати се изразите :

$$c \sum_1^7 x + n \cdot \ln y = \sum_1^7 \ln y$$

$$c \sum_1^7 x^2 + \ln A \sum_1^7 x = \sum_1^7 x \cdot \ln y$$

врз основа на кои се добиени вредностите :

$$A = 30,2016 \text{ (заокружено } A = 30 \text{) и}$$

$$c = 0,027996$$

Со помош на формулата за пресметување на трендот на временска низа и добиените вредности за коефициенти A и c пресметани се вредностите за $y_{\text{teoretski}}$ и истите се внесени во колона (7) во табелата Т.И. Потоа, на ист начин се пресметани и внесени во табела Т.ИИ вредностите за повреди на работа на 1000 вработени во ЕСМ за период 1997 - 2010.г.

Табела Т.ИИ: Прогнозирани повреди на работа на 1000 вработени во ЕСМ до 2010.г.

Год	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
x	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
y_{prog}	38	39	40	41	42	43	45	46	47	49	50	51	53	54

Табелите и дијаграмите кои се нацртани врз основа на нив³ овозможуваат да се стекне многу појасна слика за повредите на работа. Тие пружат еднозначен одговор на поставеното прашање.

ЗАКЛУЧОК

Може да се констатира дека бројот на повредите на работа има тренд на *иораси* и во блиска иднина тој тренд ќе егзистира. Треба да се очекува многу голем број повреди на работа! Како последица на тоа очекување, ЕСМ ќе се соочи и со голем број загубени работни денови, огромни губитоци на приходот, доходот, вредноста на производството и други загуби⁴. Се разбира, сето тоа мошне негативно ќе влијае врз основните принципи на стопанисувањето-рентабилност, ликвидност, продуктивност, ефективност.

Од овие причини неопходно е да се покаже поголем интерес за ваквите констатации. Најпрвин, треба да се направат усилби ваквиот тренд да запре а потоа и да му се промени знакот.

Наведените констатации пружат можност да се отворат низа глобални прашања од областа заштита на животна и работна средина. Нивниот број е голем и секогаш актуелен. Во оваа прилика ќе бидат спомнати само неколку за кои постои убедување дека имаат најголемо значење. Редоследот по кој се наведени не е и квантификација на нивното значење па од таму и не се нумерирани.

ПРАШАЊА ЗА ДИСКУСИЈА

* *Сѐав кон заштитата на живојна и работна средина ?*

Каков е општиот став⁵ кон заштитата на вработените во ЕСМ? Колку податоците од оваа област се достапни до работниците? Колку средствата за јавно информирање⁶ известуваат за повреди на работа?

* *Прописани мерки и активности за заштитата?*

Во законските, подзаконските и во интерните акти во Претпријатието постојано се експлоатира терминот "прописани мерки и активности

³ Дијаграмите се дадени во прилогот А

⁴ Тоа најдобро го илустрират податоците : во државата, годишно се случуваат 16 повреди на 1000 работници и дваесетина смртни повреди Истовремено, во електростопанството од 1000 работници 33 се повредуваат ; на име боледувања поради повреди на работа се одделува 6,56% од средствата потребни за исплата на лични доходи; годишно, за ЛЗС и ЛЗО, во претпријатието се потроши околу 0,9 милијарди ДЕМ.

⁵ Авторот спровел анкета меѓу вработените во ЕСМ која покажала дека кај луѓето постои желба да доминираат во природата. Може да се каже дека постои сознание кај работниците дека е нужно потребно да се направат определени менувања на релација човек - природа. Се констатира дека човекот е тој кој треба да се менува затоа што неговата понатамошна егзистенција во природата сериозно е доведена во прашање. Техниката и технологијата се тие кои на човекот му овозможуваат да има комфор и благосостојба. Но нивниот понатамошен развој сè потешко се контролира а со тоа сè повеќе му се заканува на природата и на самиот човек како нејзиниот сегмент .

⁶ "Тројца загинати, многу повредени. Според сообраќаен извештај од МВР минатата недела на подрачјето на државата се случиле 25 сообраќајни незгоди со потешки последици. Биле повредени 31 лице а три (возач, пешак и велосипедист) загинале. Направена е штета од два милиони денари. Најчести причини биле : пребрзото возење, невнимание и алкохолот." ("Вечер" бр.10712 од 10.02.1998.г. на стр.4)

за заштита"! Како се тие пропишани? Какви се тие според квалитет и квантитет? Колку се тие менливи, современи и колку се тие засновани на најновите научни сознанија и искуства во развиените земји?

* **Организација на заштитата на животна и работна средина ?**

На организацијата на работа, мора да и се посвети пресудно внимание. Државата, сакајќи на определени работи, да им даде нужната важност, отвора нови или ги проширува постојните министерства. Треба да се очекува дека и во ЕСМ многу бргу ќе се повлече сличен потег-ќе се формира *Служба за заштитата на животна и работна средина*⁷. Тоа, впрочем, го бараат не само зголеменото производство на енергија, сè поголемо поврзување со развиените електростопанства, потребата за воведување пазарни односи во заштитата, конструктивна и плодна соработка со државните органи во уредувањето на заштитата и низа други фактори туку особено желбата за намалување на ионака големиот број повреди на работа, на професионални заболувања, деградацијата на животната средина и низа други чинители.

* **Иниџерна леџислатива во заштитата?**

Претпријатието активно учествува во изработката на законски и подзаконски акти на ниво на државата. Покрај државните прописи⁸ ЕСМ донесува и свои *иниџерни* прописи и норми со кои поблиску ги утврдува мерките и активностите во оваа област⁹. Нема сомнение дека ЕСМ има свои специфичности кои представуваат непремостива пречка за простото компилирање на "туѓите" прописи. Со квалитетни сопствени прописи се чини, може значајно да се влијае врз подигањето на нивото на заштитата во ЕСМ!

* **Едукација за безбедна и сигурна работа?**

Најважниот дел на заштитата е едукативната компонента! Зошто? Факт е дека системот на школувањето кој постоел, и кој сеуште постои, едноставно не овозможил да се стекнат ниту најелементарни знаења од заштитата. Предпријатието мора, со технички мерки и активности да го започнува процесот на едукацијата на работниците уште при вработувањето на секој поединец и перманентно¹⁰ да ги унапредува и осовременува знаењата во областа заштита на животна и работна средина¹¹. За тоа постојат бројни причини. Најважни се заштита на работниците и жителите во Република Македонија и зголемување на економските ефекти на своето работење.

* **Економски карактер на заштитата и можности за рационализација?**

⁷ Законската обврска за формирање на Служба за заштита на животна и работна средина произлегува од Закон за заштита на работа (Сл. Весник бр. 17 од 06.05. 1987.г.) чл. 1, 4, 10, 40 и чл. 6 и чл. 7 од Правилник за заштита на работа на ЈП ЕСМ бр. 2665 од 08.07.1994.г.

⁸ Уставен закон (Сл. Весник РМ бр. 52/91 и бр. 4/92)

⁹ Нека биде наведен само примерот на електростопанството на Србија. Имено таму не само да постои единствена служба за заштита туку и во рамките на асоцијацијата на дистрибутивните погони постои *Дирекција за дејност на електродистрибуција на Србија*. Оваа дирекција, без оглед на "неследените" прописи, во 1996.г. изработи и донесе *Технички прописи за мерките за безбедност на работна во електроенерџетски објекти*.

¹⁰ Обврската за периодична проверка на знаењата од областа на заштитата произлегува и од чл. 32 став 5 и чл. 43 од Законот за заштитата на работа (Сл. весник 17/87)

¹¹ Познат е податокот дека во рамките на Електродистрибуција на Србија, постојано работи Школа за обука од областа ЗНР лоцирана на Фрушка Гора.

Да ли заштитата има свој економски карактер? Колку средства се трошат за оваа намена? Постои ли начин за нивното согледување? Каква е временската спреченост на работниците да доаѓат на работа поради боледувања - како поради општите болести¹² исто така и поради болести на работа, професионални заболувања и повреди на работа? Колкави средства се исплатуват на работниците на име боледувања? Колективно осигурување и средствата¹³ за таа намена? Можна ли е пазарна трансформација на колективното осигурување?

* **Средства за колективна и лична заштита?**

Овие средства се "пропишани" со Правилникот за заштита на работа и со Нормативот за заштитни средства - документи кои се единствени за ЕСМ. Има ли место за промена на начинот на нивното "пропишување"? Можна ли е примена на научната методологија за нивното пропишување? Со примена на оваа методологија ќе се добие ли еднозначен одговор на прашањето поврзано со работните места со посебно тешки услови за работа? Да ли "пропишаните" рокови се неопходни? Колкави финансиски средства се издвојуваат за оваа намена¹⁴?

ЛИТЕРАТУРА :

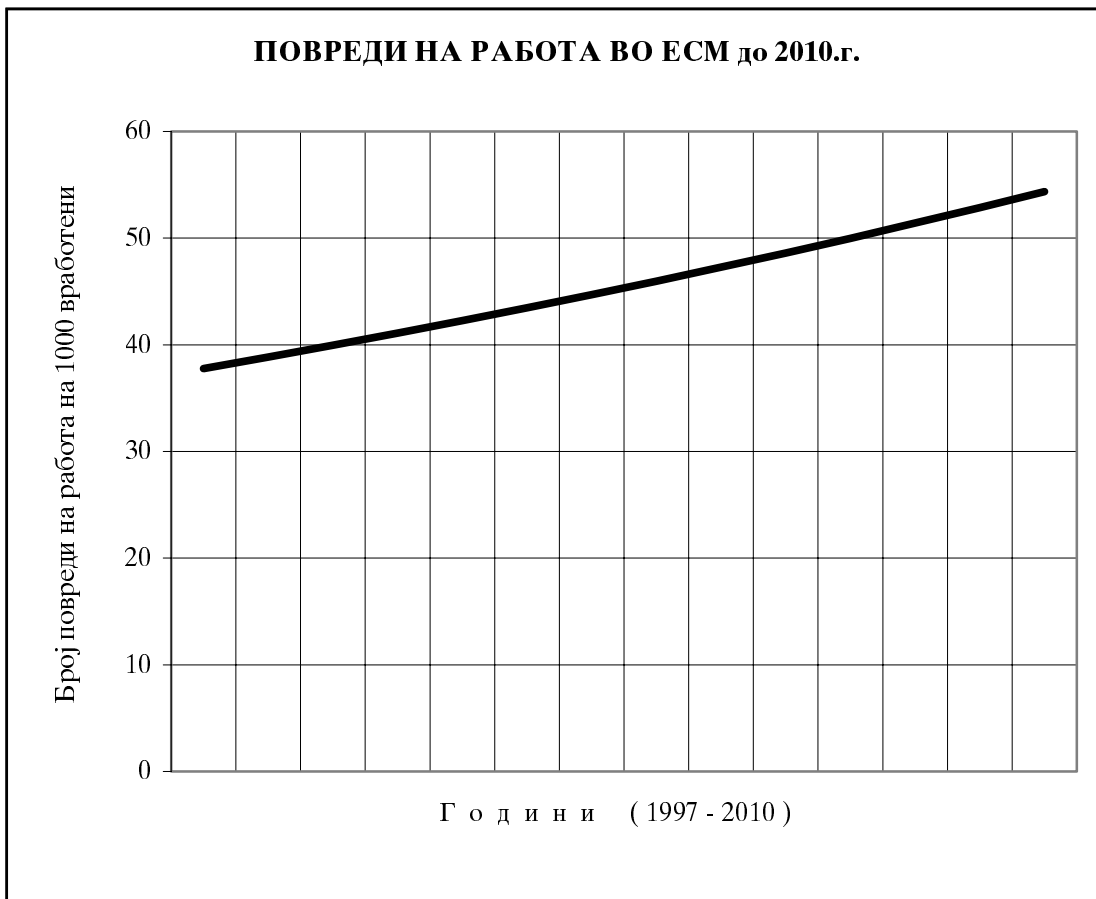
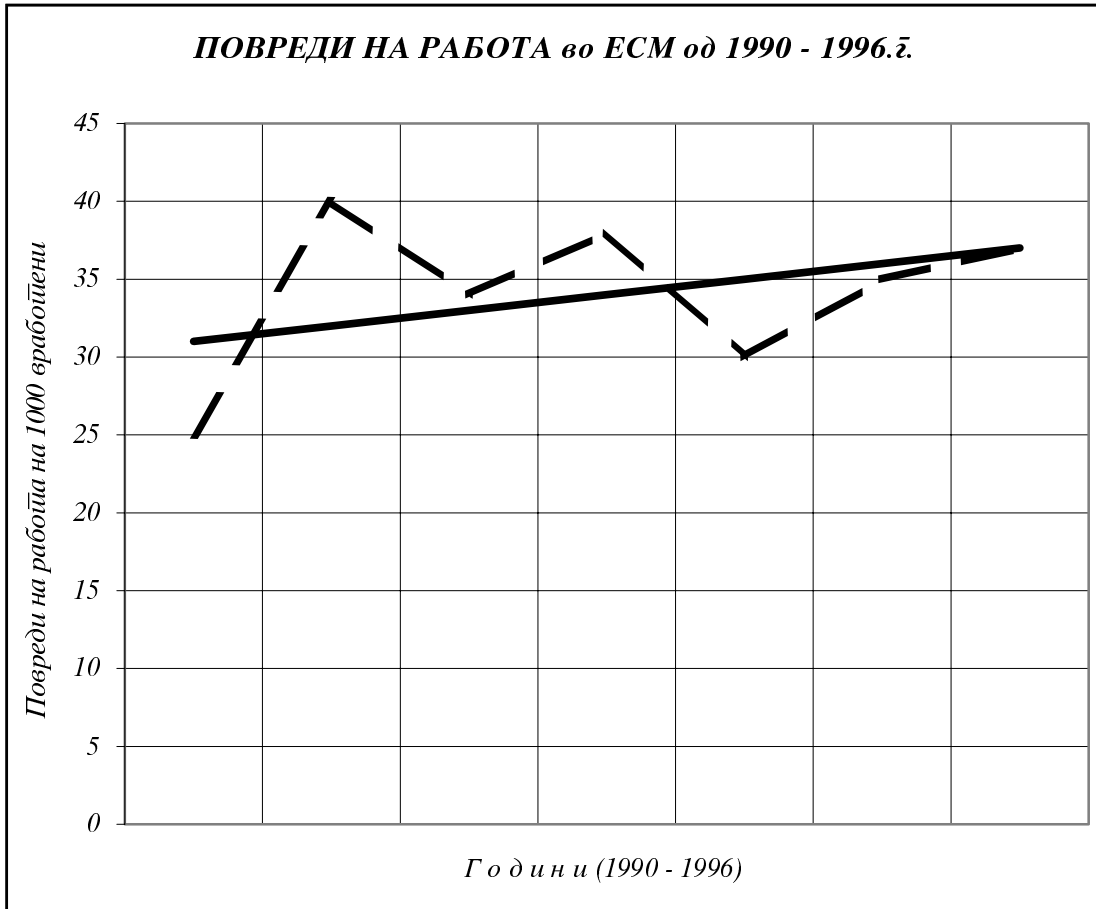
1. В.И. Сисъков : "КОРРЕЛЯЦИОННИЙ АНАЛИЗ В ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ", "Статистика", Москва, 1975
2. К. Јовановиќ: "УТИЦАЈ ТЕРМОЕЛЕКТРАНА "БИТОЉ" И "НЕГОТИНО" НА ЖИВОТНУ И РАДНУ СРЕДИНУ СА ЕКОНОМСКОГ АСПЕКТА" Магистарски рад, Факултет заштите на раду, Ниш, 1997
3. Л.З. Румшискиј: " ЭЛЕМЕНТИ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ", "Наука", Москва, 1976
4. Р. Његић, М. Жижич: "ОСНОВИ СТАТИСТИЧКЕ АНАЛИЗЕ", "Савремена администрација", Београд, 1988

¹² Позната е констатацијата дека процентот на загубениот приход поради боледувања е еднаков на процентот на загубените работни денови. На ниво на стопанството на РМ, за период 1990 - 1992. г. тој број е околу 3,5% а на ниво на ЕСМ тоа е 1,6%.

¹³ Се проценува дека во 1998. г. за оваа намена во ЕСМ ќе се издвојат по 60 ДМ по работник или околу 550 000 ДМ! Во една од подружниците, "повратените" средства по овој основ за 1996. г. се само 33,87%. Каков е тој број за истата подружница за останатите години? Како е во ЕСМ?

¹⁴ Годишно, за ЛЗС и ЛЗО, во претпријатието се потроши околу 93 ДЕМ / работник! Најдобра слика за трошењето на овие средства се има ако се знае дека 65% од нив се трошат за работни одела, мантили и сл. - средства за кои не може да се тврди дека имаат некаква особена врска со заштита на животна и работна средина!

ПРИЛОГ



МАКЕДОНСКИ КОМИТЕТ ЗА ГОЛЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИ СИСТЕМИ-СИГРЕ
СКОПЈЕ

ВТОРО СОВЕТУВАЊЕ НА МАКО-СИГРЕ

М-р. Владимир Димчев
Радмила Шекеринска дипл.ел.инж.
Електротехнички факултет - Скопје

ВЛИЈАНИЕ НА МЕТАЛНИТЕ ПЛАШТОВИ НА КАБЛИТЕ ВРЗ КАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ЗАЗЕМЈУВАЧИТЕ

СОДРЖИНА

Направена е анализа на влијанието на металните плаштови на среднонапонските кабли врз карактеристиките на заземјувачите на трафостаниците висок/среден напон. Анализата е спроведена за различни вредности на специфичната отпорност на тлото и отпорноста на растечување на заземјувачите на трафостаниците среден/низок напон.

Клучни зборови: заземјување, дистрибутивни трафостаници, кабли, изнесени потенцијали

EFFECTS OF THE CABLES METAL SHEATHS ON THE GROUNDING GRIDS PARAMETERS

ABSTRACT

Analyses of the effects of the middle-voltage cables metal sheaths on the grounding grids parameters of appropriate substations is conducted. The analyses is performed for different soil resistivities and different resistances of middle/low voltage substations grounding grids.

Key words: grounding, distributive substations, cables, transferred potential

1. ВОВЕД

Во градските средини дистрибутивните трафостаници, најчесто се поврзани преку подземни кабли. Последните две децении редовно почнаа да се користат кабли со изолирани плаштови (изолација од PVC -маса). Каблите од постар датум со оловен плашт и надворешна заштита од импрегнирана јута се уште се во употреба. Тие сигурно ќе се користат и во иднина, се додека не бидат заменети со каблите со изолирани плаштови (т.н. пластични кабли).

Кај каблите со оловен плашт и надворешна заштита од импрегнирана јута, текстил или хартија многу брзо после полагањето, заради овлажување на надворешната заштита оловниот плашт доаѓа во добар контакт со земјиното тло. Во случај на појава на куси врски во трафостаницата висок/среден напон, еден дел од струјата на куса врска се одведува во земјиното тло преку оловните плаштови на каблите. Со тоа, тие значително влијаат на отпорот на растечување на заземјувачот на припадната трафостаница, како и на распределбата на потенцијалот односно доведува до појава на изнесени потенцијали на трафостаниците среден/низок напон и(или) појава на високи потенцијали во нисконапонските инсталации. Затоа при анализата на заземјувачите на дистрибутивните трафостаници од кои излегуваат кабли со оловен плашт треба да се земе предвид и влијанието на плаштовите.

Каблите со изолиран метален плашт не делуваат непосредно како заземјувачи. Кај нив во случај на дефекти во изворната ТС може да потече струја преку плаштот на кабелот према заземјувачот на ТС среден/низок напон. На овој заземјувач би се појавил потенцијал према референтата земја. Тој потенцијал е најголем кај трансформаторските станици најблиску до изворната.

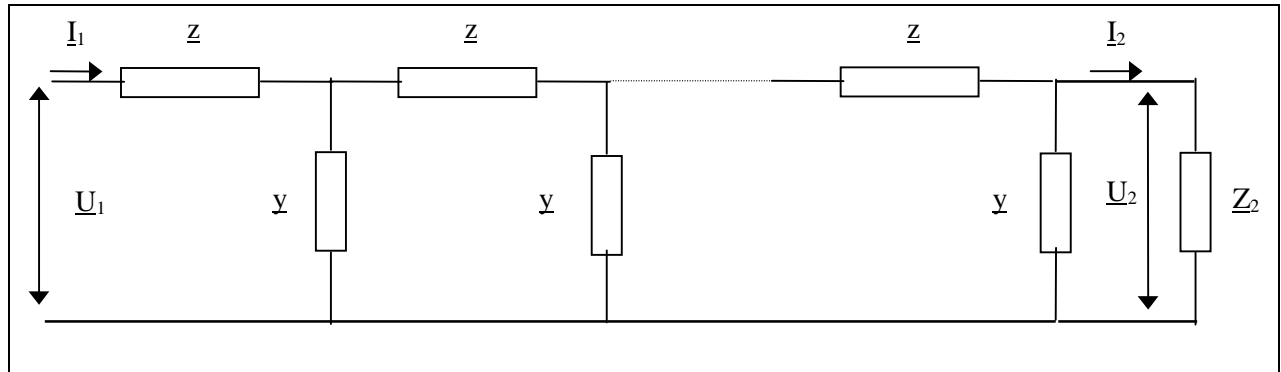
Во трудот, врз основа на теоријата на “долги водови” (long-line theory) [1, 2 и 3] се анализира излезниот потенцијал и импедансата на заземјувачот кај каблите со неизолиран и изолиран метален плашт. Направена е параметарска анализа при различни специфични отпорности на земјиното тло и различни импеданси на заземјувачите на трафостаниците среден/низок напон.

2. МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ

2.1 Кабли со метален плашт и надворешна заштита од импрегнирана јута

На сл. 1 е дадена еквивалентата електрична шема која се користи за пресметка на струјите и напоните на плаштот, кај кабли со неизолиран метален плашт. Плаштовите на каблите редовно се врзани со заземјувачите на трафостаниците што ги поврзуваат. Со z е означена подолжната импеданса на плаштот на кабелот, y е паралелната адмитанса преку која струјата се одведува во тлото, Z_2 е импедансата на растечување на трафостаницата СН/НН, односно:

$$\underline{z} = (r + jx)l + \underline{z}_a l \quad \Omega / km, \quad (1)$$



Слика 1

каде што за активната отпорност важи:

$$r = R_{pa} + R_{vz} + R_z, \quad R_{pa} = \left(1/R_p + 1/R_a\right)^{-1} \quad \Omega / km,$$

R_p е отпорноста на заштитниот плашт (односно оловна цевка кај најчесто користениот тип на кабел IPO13), R_a е отпорноста на заштината арматура (најчесто две челични ленти), R_{vz} е збирот на отпорите на растечување на заземјувачите на припадните трафостаници ВН/СН и СН/НН поврзани со плаштот на кабелот и R_z е активната отпорност по единица должина на повратниот пат на струјата низ земјиното тло ($R_z = 0,05\Omega / km$). Импедансата на кабелот е дадена со:

$$x_k = \frac{\omega\mu_0}{2\pi} \ln \frac{D_e}{r_k} = 0,1445 \log \frac{D_e}{r_k} \quad \Omega / km,$$

каде D_e е еквивалентата длабочина на повратниот пат на струјата низ земја а r_k е радиусот на плаштот. Со z_a е означена импедансата која е последица на магнетното влијание на арматурата на кабелот и зависи од јачината на магнетното поле кое се воспоставува во арматурата, односно струјата која ќе протече низ арматурата.

Адмитансата y , преку која струјата се одведува во тлото е:

$$\underline{y} = g = \frac{\pi}{\rho} \cdot \frac{10^3}{\ln \frac{l}{\sqrt{HD}}} \quad S / km, \quad (2)$$

каде l е вкупна должина на кабелот помеѓу двете ТС, H е длабочина на вкопување на кабелот и D е надворешен дијаметар на проводниот плашт.

За еквивалентата електрична шема дадена на сл.1 важат парцијалните диференцијални равенки за водови со распределени параметри. Нивното решавање е познато [1], а крајното решение за напоните и струјите на плаштот на кабелот е:

$$\underline{U}_1 = \underline{U}_2 \cosh \underline{\gamma}l + \underline{I}_2 \underline{Z} \sinh \underline{\gamma}l \quad (3)$$

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_2}{\underline{Z}} \sinh \underline{\gamma} l + \underline{I}_2 \cosh \underline{\gamma} l , \quad (4)$$

каде со “1” се означени величините на почетокот од кабелот, а со “2” величините од крајот на кабелот, $\underline{\gamma}$ е константа на пропација ($\underline{\gamma} = \sqrt{\underline{Z} \underline{Y}}$), а \underline{Z} е карактеристична импеданса ($\underline{Z} = \sqrt{\frac{\underline{Z}}{\underline{Y}}}$). Со коефициентот k_i се оценува пренесениот (или изнесен) потенцијал преку плаштот на кабелот:

$$k_i = \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1} = \frac{1}{\left| \cosh \underline{\gamma} l + \frac{\underline{Z}}{\underline{Z}_2} \sinh \underline{\gamma} l \right|} . \quad (5)$$

Импедансата на заземјување на кабелот \underline{Z}_u е меродавна за проценка на влијанието на плаштот на кабелот како дополнителен заземјувач на трафостаницата ВН/СН, таа се одредува со изразот:

$$\underline{Z}_u = \frac{\underline{U}_1}{\underline{I}_1} = \underline{Z} \cdot \frac{\cosh \underline{\gamma} l + \frac{\underline{Z}}{\underline{Z}_2} \sinh \underline{\gamma} l}{\sinh \underline{\gamma} l + \frac{\underline{Z}}{\underline{Z}_2} \cosh \underline{\gamma} l} . \quad (7)$$

2.2. Кабли со изолиран метален плашт

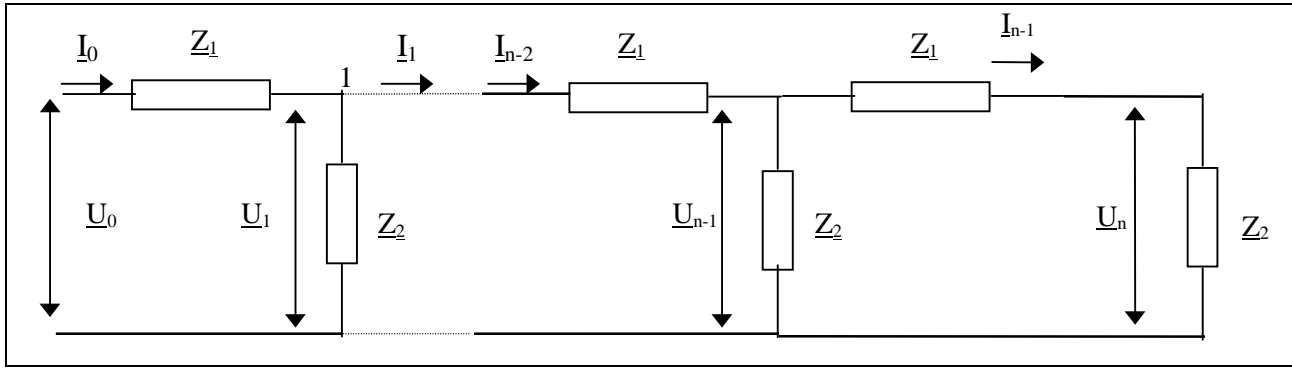
На сл. 2 е прикажана еквивалентата електрична шема за случај кога повеќе трафостаници СН/НН се поврзани на еден кабел со изолиран метален плашт. Кабелот е поврзан на трафостаница ВН/СН. Серискиот елемент \underline{Z}_1 ја претставува импедансата на плаштот на кабелот на делницата помеѓу две соседни трафостаници СН/НН:

$$\underline{Z}_1 = \underline{z} l = (r + jx) l , \quad (8)$$

каде со l е означена просечната должина на кабелот помеѓу две соседни ТС, со \underline{z} е означена подолжната импеданса на кабелот, пресметана со р-ката (1). Каблите од овој тип обично немаат челична арматура така да изразот (1) се упрости. Со \underline{Z}_2 е означена импедансата на заземјувачот на трафостаницата СН/НН (за овие заземјувачи важи $\underline{Z}_2 = R_{z2}$), а n е бројот на трафостаниците СН/НН кои се приклучени на среднонапонскиот кабел. Од сл.2 се гледа дека еквивалентата шемата е составена од n π -шеми, струјите и напоните на почетокот и на крајот се означени со “0” и “1” респективно, а тие се поврзани со следните релации:

$$\underline{U}_0 = \underline{U}_n \cosh n \underline{g} + \underline{I}_n \underline{Z} \sinh n \underline{g} , \quad (9)$$

$$\underline{I}_0 = \frac{\underline{U}_n}{\underline{Z}} \sinh n \underline{g} + \underline{I}_n \cosh n \underline{g} , \quad (10)$$



Слика 2

каде параметарот \underline{g} и импедансата \underline{Z} се дадени со изразите:

$$\underline{g} = \ln \left[1 + \frac{\underline{Z}_1}{\underline{Z}_2} + \sqrt{2 \frac{\underline{Z}_1}{\underline{Z}_2} + \left(\frac{\underline{Z}_1}{\underline{Z}_2} \right)^2} \right] \text{ и} \quad (11)$$

$$\underline{Z} = \frac{\underline{Z}_2}{\sqrt{2 \frac{\underline{Z}_2}{\underline{Z}_1} + 1}} \quad (12)$$

Бидејќи во конкретниот случај струјата $\underline{I}_n = 0$, равенките (9) и (10) ќе се упростат и за коефициентот на изнесениот потенцијал на k -тата трафостаница СН/НН, гледајќи од почетокот на кабелот, се добива изразот:

$$k_{i(k)} = \frac{\underline{U}_k}{\underline{U}_0} = \frac{|\cosh(n-k)\underline{g}|}{|\cosh n\underline{g}|} \quad (13)$$

Импедансата на заземјување \underline{Z}_u со која се зема предвид влијанието на плаштот на кабелот врз заземјувачот на трафостаницата ВН/СН е:

$$\underline{Z}_u = \frac{\underline{U}_0}{\underline{I}_0} = \underline{Z} \cdot \tanh n\underline{g} \quad (14)$$

3. ПАРАМЕТАРСКА АНАЛИЗА

Со примена на прикажаниот математички модел направена е анализа за влијанието на специфичниот отпор на толо и отпорот на растечување R_{Z2} на заземјувачите на трафостаниците СН/НН врз карактеристичните параметри k_u и \underline{Z}_u . При анализата на кабел со проводна надворешна заштита е избран тип на кабел IPO 13 (со пресек 150 mm^2) и номинален напон 10 kV . На сл.3 е прикажана промената на коефициентот на изнесениот потенцијал k_i во зависност од должината на кабелот, при

различни отпори на растечување R_{Z2} на заземјувачот на ТС СН/НН при специфични отпорности на тлото од $100\Omega m$ и $3000\Omega m$. При голема специфична отпорност на тлото и голем отпор на растечување на заземјувачот на ТС СН/НН ($\rho = 3000\Omega m$, $R_{Z2} = 8\Omega$) изнесениот потенцијал опаѓа релативно споро, за должина на кабелот од $1000m$ вредноста на коефициентот е $k_i = 0,8$. При вредност на тлото $\rho = 100\Omega m$ и иста должина на кабелот вредноста на изнесениот потенцијал е околу 20% од потенцијалот на изворната постројка.

Импедансата на заземјување на кабелот Z_u во зависност од должината на кабелот е прикажана на сл.4. При специфична отпорност на тлото $\rho = 100\Omega m$, независно од вредноста на отпорот на заземјувачите R_{Z2} после релативно кратка должина на кабелот, Z_u практично постигнува мала константна вредност, што претставува корисно својство. Во случајот на тло со голема специфична отпорност $\rho = 3000\Omega m$ и должина на кабелот од $3 km$ вредноста на која се усталува импедансата Z_u е меѓу $2,5\Omega$ и 4Ω , а за должина на кабелот од $1 km$ вредноста на Z_u е помеѓу 1Ω и $5,5\Omega$ во зависност од отпорот на растечување R_{Z2} на заземјувачот на ТС СН/НН.

Анализата кај каблите со изолиран метален плашт е направена за тип ХНР-А 48 (пресек $150mm^2$) и $U_n = 10kV$. На сл.5 и сл.6 прикажани се коефициентот на изнесениот потенцијал во зависност од должината на кабелот помеѓу две соседни трафостаници СН/НН. На сл.5 е претставен потенцијалот кај првата трафостаница до изворната ТС ВН/СН, во случај кога на среднонапонскиот кабел се поврзани две трафостаници. На сл.6 е даден потенцијалот кај третата ТС СН/НН ако на кабелот се поврзани пет трафостаници. Параметарот кој се менува е отпорот на растечување на заземјувачот на трафостаницата СН/НН R_{Z2} . Очевидно дека во најнеповолна ситуација се наоѓа првата трафостаница, каде што влијанието на отпорот R_{Z2} има пресудно влијание на големината на изнесениот потенцијал (сл.5). Вкупниот број на трафостаници, кои се напојувани од ист кабел не влијае на импедансата Z_u , веќе после третата трафостаница Z_u ја достигнува својата гранична вредност (види сл.7). Отпорот на растечување на заземјувачот R_{Z2} на ТС СН/НН влијае на зголемување на импедансата на заземјување на кабелот Z_u .

4. ЗАКЛУЧОК

Со примена на теоријата на “долги водови” анализирано е влијанието на металниот плашт на среднонапонските кабли врз заземјувачот на изворната трафостаница, во случај на појава на куса врска во неа. Разгледувани се изнесениот потенцијал преку плаштот на кабелот и импедансата на заземјување на кабелот, која влијае врз мрежестиот заземјувач на изворната трафостаница, при тоа во предвид се земени среднонапонски кабли со неизолирана и изолирана надворешна заштита. Во пресметките е претпоставено дека импедансата на заземјувачот на ТС ВН/СН е чиста омска отпорност и ако поголемите мрежести заземјувачи имаат и реактанса, но за пресметки од ваков карактер таа може да се занемари.

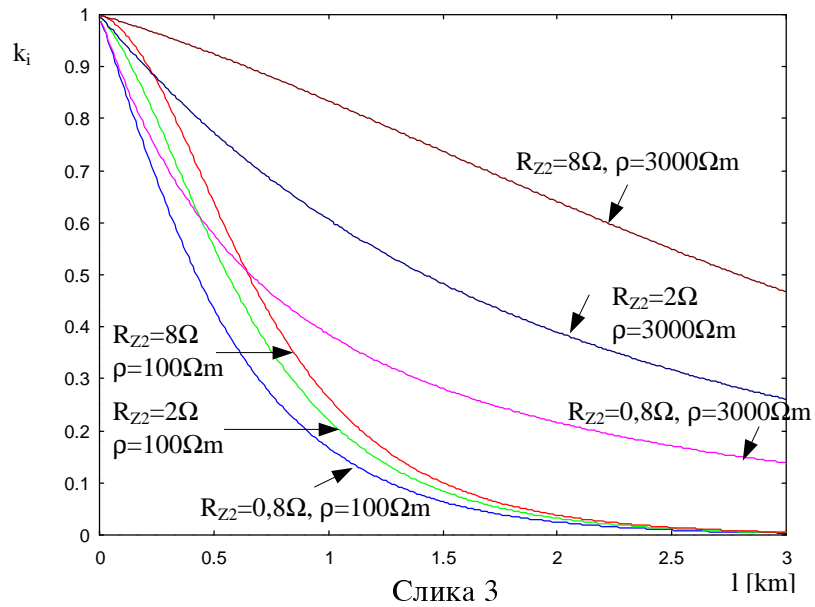
Кај каблите со изолиран плашт специфичниот отпор на тлото има занемарливо влијание. Кај овој тип на кабли, на коефициентот на изнесениот потенцијал најповеќе влијае отпорот на растечување на заземјувачот на ТС СН/НН, како и редниот број на трафостаницата сметајќи од напојната ТС ВН/СН. При отпори на заземјувачот на ТС СН/НН до 1Ω изнесениот потенцијал опаѓа релативно брзо и при должини од $500m$ веќе е помал од 30% од потенцијалот на заземјувачот на изворната трафостаница. Импедансата на заземјување на кабелот релативно брзо после втората, (односно третата трафостаница при поголеми вредности на отпорот на заземјувачот на ТС СН/НН), ја достигнува својата гранична вредност.

Ситуацијата е различна кај каблите со неизолиран плашт, каде што голема вредност на специфичниот отпор на тлото ќе предизвика споро опаѓање на изнесениот потенцијал. За побрзо опаѓање на изнесениот потенцијал може да допринесе ако отпорот на заземјувачот на ТС СН/НН е со мала вредност. Импедансата на заземјување на кабелот, за овој тип на кабли, при помали специфични отпорности на тлото веќе за должини од $500m$ ја достигнува својата гранична вредност (која се вика и ефективна должина), нормално поголемата специфична отпорност ја продолжува ефективната должина.

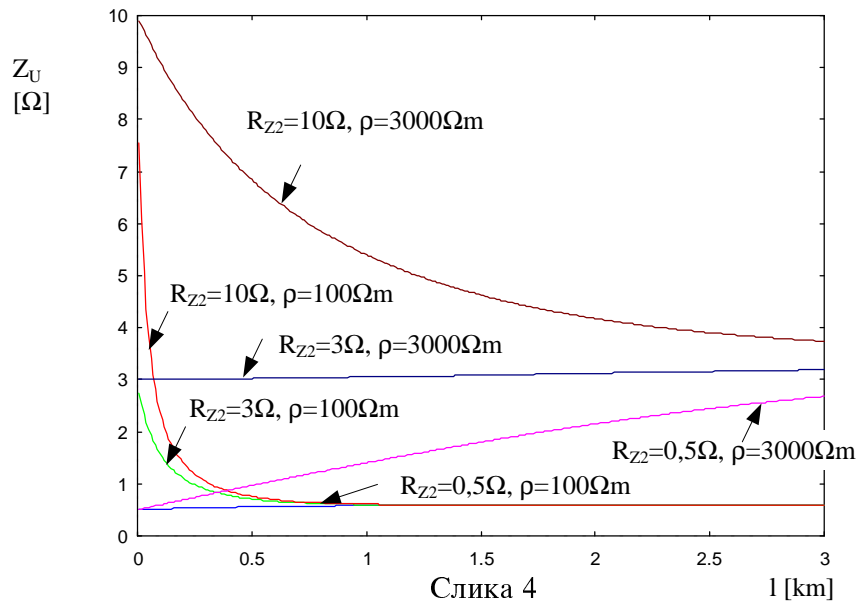
Како задача за понатамошните истражување се наметнува потребата за реални мерења на изнесениот потенцијал во дистрибутивните системи.

ЛИТЕРАТУРА

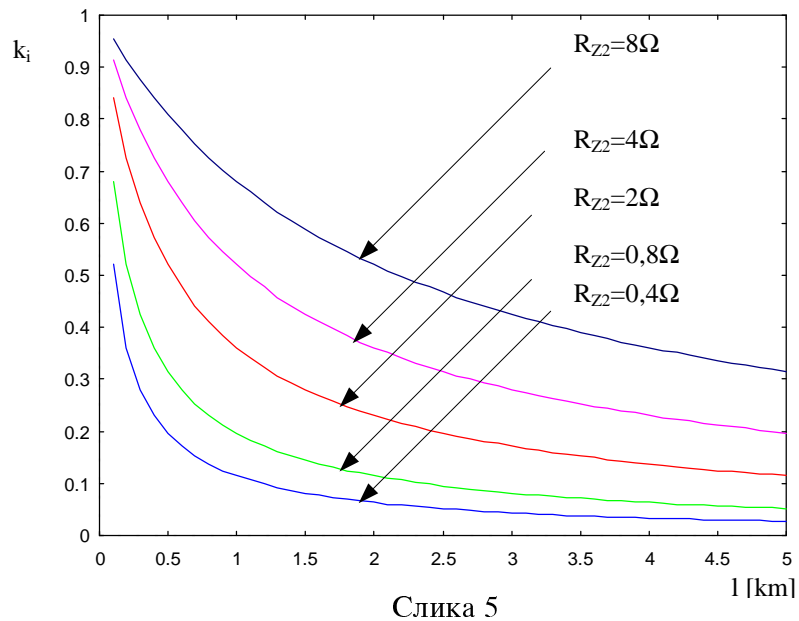
- [1] Olle I. Elgerd: "Electric Energy Systems Theory", McGraw-Hill, 1983.
- [2] Jovan Nahman: "Uzemljenje Neutralne tačke distributivnih mreža", Naučna knjiga, Beograd, 1980.
- [3] J.Nahman, D.Salamon: "Effects of the Metal Sheathed Cables Upon the Performances of the Distribution Substations Grounding Systems", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 7, No. 3, July 1992.
- [4] Lj. Popović: "Practical Method for Evaluating Ground Fault Current Distribution in Station Supplied by an Unhomogeneous Line", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 12, No. 2, April 1997.
- [5] Katalog proizvoda fabrike kablova 9 maj, Negotino, Makedonija.
- [6] Energetski kablovi sa papirnom izolacijom i metalni plaštom, katalog, Industrija kablova, Svetozarevo.



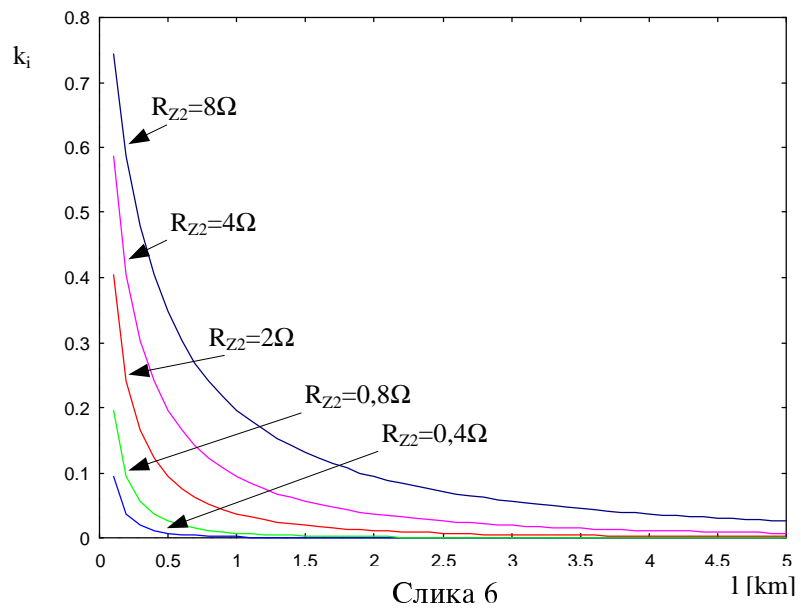
Слика 3



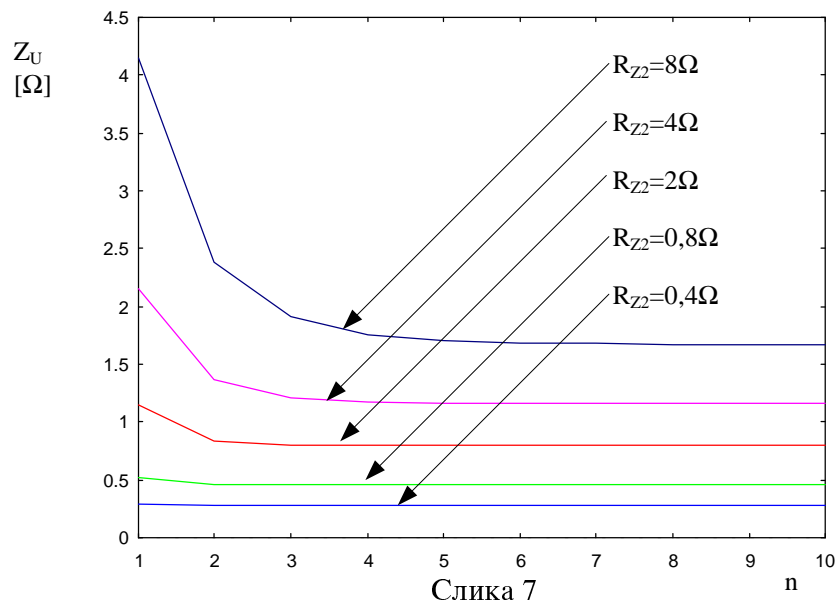
Слика 4



Слика 5



Слика 6



Слика 7

(n - број на трафостаници СН/НН)

МАКЕДОНСКИ КОМИТЕТ ЗА ГОЛЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИ СИСТЕМИ СИГРЕ,СКОПЈЕ

ВТОРО СОВЕТУВАЊЕ НА МАКО - СИГРЕ

Костадин Стамболиев, Дипл.ел.инж.
Фида Николова Дипл. ел. инж.
Ј.П. Електростопанство на Македонија-Скопје
Подружница "Електродистрибуција" Струмица

ИСПИТУВАЊЕ НА ОПРЕМАТА ПРИ ПРЕВЗЕМАЊЕТО ОД ПРОИЗВОДИТЕЛОТ

КРАТКА СОДРЖИНА

Во рефератот ќе биде дадена една наша заложба за приемно испитување на опремата пред нејзиното вградување во електроенергетските постројки, со цел да се избегнат или евентуално да се сведат на минимум непожелните хаварии кои се последица од недоволно испитана, а ставена во погон електроопрема.

SUMMARY

In this report paper, one of our efforts is given for initial examination of equipment through its implementation in the Elektro-energetical formations in order to avoid or eventually to minimize the undesirable damages which result from the unsufficiently examined but put into operation elektro - equipment.

Во ТС 110/10 kV Струмица 2 се вградени струјни трансформатори во трафо полето 10 kV од енергетскиот трансформатор со снага од 20/13,4/13,4 MVA со преносен однос 110/35/10 kV. Струјните трансформатори се со карактеристики 2x400 /5/5 A, 12 kV производство на "Минел" Зрењанин -СР Југославија.

Со вградувањето на струјните трансформатори во трафо полето 10 kV настанаа проблеми кои ќе ги опишеме во понатамошниот текст.

Во 1988 година со реконструкцијата на ТС 35/10 kV Струмица и проширување на истата со 110 kV построение ја изградивме трафостаницата ТС 110/10 kV со тоа што 35 kV построение го направиме да работи како 10 kV построение. Во прво време максималната снага на сега новоизграденото построение изнесуваше 5 MW. Во трафо келијата 10 kV имавме вградено струјни трансформатори со преносен однос 2x300/5/5 A врзани на 600/5/5 A.

Во текот на времето со порастот на потрошувачката на електрична енергија растеше и активната снага на оптоварувањето на енергетскиот трансформатор.

Од тие причини бевме принудени да ги замениме струјните трансформатори во трафо полето 10 kV со нови струјни трансформатори. Новите струјни трансформатори ги имавме набавено уште во 1990 година од "Минел" Зрењанин - СР Југославија. Истите беа складирани во магацинот во многу добри услови.

Во 1995 година во месец февруари постоечките струјни трансформатори беа заменети со струјните трансформатори добиени од "Минел".

Карактеристиките на овие струјни трансформатори се:

Тип на производот	JN 10 R
Година на производство/баждарење	1989/1989 год.
Преносен однос	2x400/5/5A
Врзани на	800/5/5/A
Снага на мерното јадро	30 VA
Класа на точност на мерното јадро	0,5
Снага на јадрото за заштита	30 VA
Класа на прекуструен број на заштитното јадро	10

Во почетокот најголемото оптоварување на овие струјни трансформатори беше со струја од 530 A и тоа со времетраење не повеќе од 2 часа.

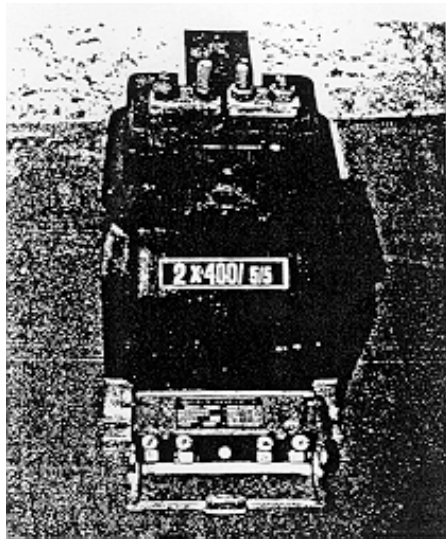
Во месец мај 1996 година струјниот трансформатор во фаза "а" од трафо полето 10 kV експлодира при што во тој момент бил оптоварен со струја од 360 A.

Дежурниот вклопничар заедно со друг електромонтер го замени оштетниот струен трансформатор со нов чии карактеристики во потполност беа исти со карактеристиките на оштетениот струен трансформатор се разбира и од ист производител.

Откако бевме известени од вклопничарот за состојбата што се случи, информацијата ја прифативме како таква, но не ја анализиравме причината од која дошло до оштетување на струјниот трансформатор.

Едноставно нашите размислувања водеа кон тоа дека изолацијата попуштила со текот на времето и го прдизвикала оштетувањето.

На сл.1 е даден изглед на типот на струјните трансформатори



сл.1

прифативме дека причина за оштетувањето е ослабената изолација.

На сл.2 се дадени секундарните врски на струјните трансформатори во трафо ќелијата 10 kV.

- Со куфери за испитување на електричната заштита пропративме дали заштитата реагира и дали протечува струја низ амперметрите.

При ова испитување се беше во ред.

- Со мегаомметар 5 kV ја испитавме пробојноста на изолацијата при што добивме резултати кои се во пропишаните граници за изолација на опрема до 12 kV

После овие испитувања пуштивме напон во построението и истото продолжи со работа

На ден 31.12.1997 година при визуелна обиколка на построението окилу 18 часот дежурниот вклопничар забележал дека истит струен трансформатор во фаза "а" во трафо полето 10 kV е со напукната изолација и дека е видливо загреано местото од контактот на струјниот трансформатор и собирницата која води кон прекинувачот. Струјата на оптоварување во моментот изнесувала 680 А по фаза.

Дежурниот вклопничар ги извести стручните служби на Подружница "Електродистрибуција" Струмица за настанатата ситуација.

Во услови на дочек на Новата година при голем ризик се одлучи да не се исклучува за да се интервенира на струјниот трансформатор.

Исклучувањето се одложи за наредниот ден 01.01.1998 година во 7 часот.

Стујата на оптоварувањето пред исклучувањето изнесуваше 240 А по фаза. Струјниот трансформатор беше по трет пат заменет.

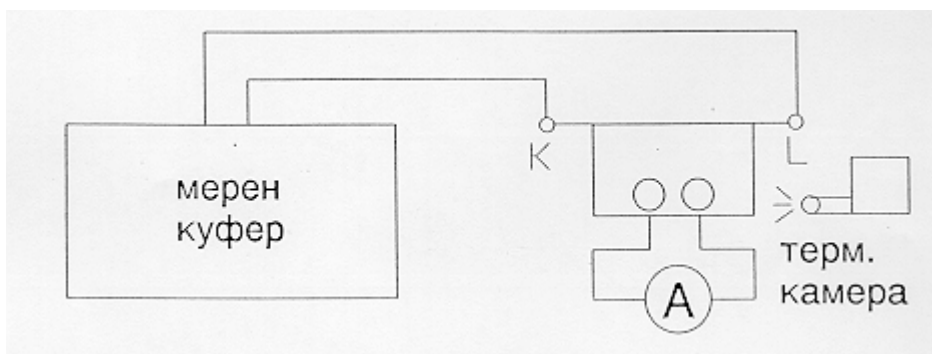
Во месец април 1997 година при редовна термовизиска контрола се констатира дека струјниот трансформатор во фаза "а" од 10 kV трафо ќелија е во топла состојба со карактеристика да се интервенира што е можно побрзо. Да потсетиме дека се работи за струјниот трансформатор кој беше поставен на местото на оштетениот.

При замената констатиравме дека струјниот трансформатор е многу топол па дури беа загреани и бакарните шини со пресек 60 x 10 mm' што го поврзуваат малкумаслениот прекинувач со струјниот трансформатор.

На местото на оштетениот струен трансформатор повторно поставивме нов со исти карактеристики и од ист производител. Но, сега не

На ден 06.01.1998 година (Бадник) од дежурниот вклопничар, околу 19 часот, забележано е дека истиот струен трансформатор е топол, со мала пукнатина на изолацијата од неговото тело и при оптоварување од 700 А по фаза.

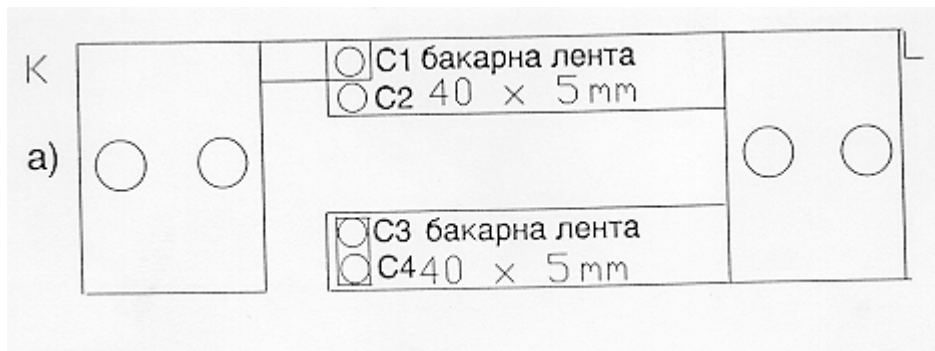
Имајќи во обзир дека четири струјни трансформатори се променети во иста фаза во трафо кlijата решивме да размениме мислења и со стручните служби на Ј.П."ЕСМ" Скопје . На состанокот беше договорено испитувањето да се изврши од стручна екипа од Ј.П."ЕСМ" Скопје заедно со стучни лица од Подружница "Електродистрибуција" Струмица. Се изврши испитување на сите секундарни кругови од струјните трансформатори , како и визуелна проверка на сите врски при што се констатира дека грешки не постојат. Го испитавме и последниот оштетен трансформатор заменет на ден 07.01.1998 година. Со мерни куфери според приложената слика 3 извршивме испитување со струја од 400 А (50% од неговата номинална струја) при што струјниот трансформатор почна нагло да се загрева. Неговата температура ја меревме со помош на термовизиска камера.



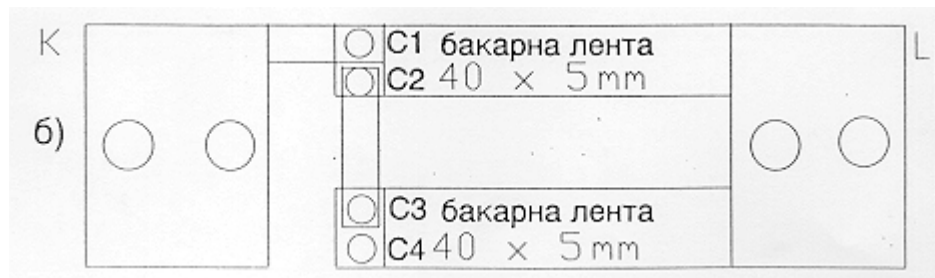
сл.3

Симптоматично беше тоа што со зголемувањето на струјата температурата се повеќе се зголемуваше и достигна вредност на топлото место од околу 40°C над температурата на околината. Тоа укажуваше дека конструкцијата на струјниот трансформатор не е во ред. Од тие причини се одлучивме да го оштетиме аралдитното тело и да видиме што е причината за таквото загревање.

Со оштетување на аралдитното тело беше констатирано дека внатрешната врска на струјниот трансформатор е изведена како што е дадено на сл. 4.



сл.4а



сл.4б

На сликата 4а) и 4б) е дадена само примарната врска додека секундарните врски со железното јадро не се прикажани од причина што кај нив не постоеја никакви знаци на оштетување или пак причини да го оштетат струјниот трансформатор. Јасно се гледаше дека струјниот трансформатор се загрева и тоа најмногу на местото на спојот од двете паралелни гранки односно на контактите C_2 и C_3 , каде се прави спојот за работа на струјниот трансформатор да биде врзан на 800/5/5 А .

Видливо е тоа што приклучните примарни клеми од струјниот трансформатор се направени со бакарна шина со пресек $60 \times 10 \text{ mm}^2$, внатрешната врска е направена со бакарна флексибилна лента со пресек $40 \times 5 \text{ mm}^2$ или врзани во паралела би дале пресек од $80 \times 10 \text{ mm}^2$.

Контактот за остварување на врската, струјниот трансформатор да работи со струја од 800/5/5 А се остварува со помош на бакарни плочки врзани помеѓу себе C_2 и C_3 со навртка $M 10 \text{ mm}^2$. Ваквиот контакт не може да пренесува струја од 800 А , затоа што се јавува загревање од кое дошло и до оштетувањето на сите струјни трансформатори што ги бевме замениле.

Се поставува прашањето : Зошто не се оштетени струјните трансформатори во фазите "b" и "c" од предметната трафо ќелија 10 kV туку настанува серија на оштетувања на струјните трансформатори кои ги поставивме на фазата "a"?

Одговорот е: Иако сите струјни трансформатори се од исти производител и со потполно исти карактеристики, струјните трансформатори во фазите "b" и "c" не се оштетени поради тоа што спојот кој е остварен помеѓу контактите " C_2 " и " C_3 " иако загрева, загревањето не е потпомогнато од греењето на местото на спојот на бакарната лента со бакарната шина од струјниот трансформатор. Тоа загревање не е малку но не е ни кобно како во случајот на струјните трансформатори поставени во фазата "a" од трафоќелијата 10 kV.

Заклучивме дека серијата на оштетените струјни трансформатори е резултат на топлото место помеѓу " C_2 " и " C_3 " и лошото спојување на бакарната лента со бакарната шина од краевите K и L .

Врз основа на досега изложеното предлагаме:

- При набавката на струјни трансформатори и друга опрема од трговијата потребно е од трговецот да се бара техничка документација за увид во конструктивните елементи и технички карактеристики на истите.

- При користењето на струјни трансформатори за трафо ќелија или за водни ќелии потребно е да се избегнува паралелна врска за преспојување на истите, на пример: да ги употребуваме како $2 \times I / x / x \text{ A}$.

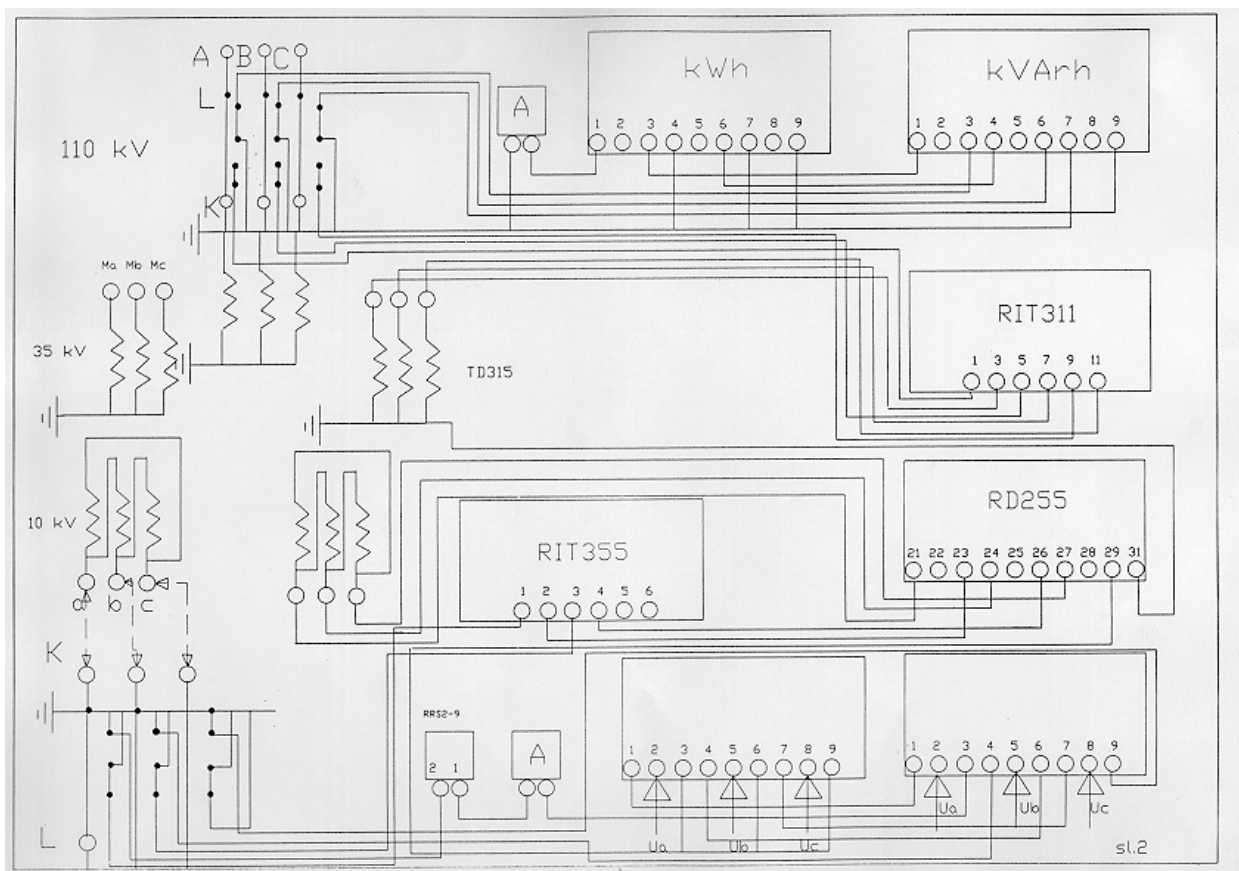
Димензионирањето на трафо ќелијата и водните ќелии е доста тешка работа и од тие причини треба да се определуваме за еднострујни трансформатори $I/x/x \text{ A}$.

Тоа го предлагаме од причина што ќе се избегнат сите непотребни споеви, а со тоа ќе се намали и ризикот за оштетување на струјните трансформатори.

- При испитувањето на опремата за нашите електроенергетски објекти мора да бидат присутни и стручни лица од Ј.П. "ЕСМ" Скопје како корисници на опремата.

- Постојат толку многу елементи кои ги користиме во нашите објекти, а ниту еднаш јавно не сме рекле нешто за конструктивните слабости на елементите од било кое напонско ниво.

- Ова наше излагање има за цел кај секој читател да предизвика внимание околу изборот и квалитетот на опремата што се вградува во електроенергетски објекти.



МАКЕДОНСКИ КОМИТЕТ ЗА ГОЛЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИ СИСТЕМИ - СИГРЕ СКОПЈЕ

ВТОРО СОВЕТУВАЊЕ НА МАКО СИГРЕ

Владимир Крстановски ел. инг. ЕСМ, РЕК Битола, Битола

Јован Јанков дип.ел.инг. ЕСМ, РЕК Битола, Битола

ПРИМЕНА НА ИЗОЛАЦИОНИ ЗАШТИТНИ СРЕДСТВА ЗА БЕЗБЕДНА И СИГУРНА РАБОТА ВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИТЕ ОБЈЕКТИ НА ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИ ЦЕНТРАЛИ ВО РЕК БИТОЛА

КРАТКА СОДРЖИНА

Ефективна работа на систем се базира на одличен инженерски проект и примена на сите неопходни инструкции за безбедност. Секоја ВН инсталација во термоелектраната и трафостаницата мора да бидат опослужувани во работа и одржување со изолациони заштитни средства, безбедни и сигурни за работа.

SUMMARY

Effective operation of a system is as essential service as is excellent engineering design and using all of necessary safety instructions. Every HT installation in power plant and switch yard have to be serviced in operation and maintenance with insulated and protected devices, safe and secure for work

Клучни зборови : Безбедност, периодични прегледи, изолациони средства

1. ВОВЕД

Во термоелектраните РЕК Битола енергетските објекти опфаќаат повеќе напонски нивоа на постројки, уреди, апарати и водови. Термоелектричните центри Битола за сопствени потреби се напојуваат од ТС 400/110 kV, од 110 kV поле преку далновод 110 kV, трансформација 110/6 kV, 6 kV постројење, 6kV развод, трансформација 6/0.4 kV, 0.4 kV постројење, 0.4 kV развод и подразвод. Генератори со напон 15,75 kV преку вод оклопени шински врски 15,75kV, трансформација 15,75 / 6 kV за сопствени потреби, трансформација 15,75 / 110 и 15,75/400 kV, далноводи 110 и 400 kV, до ТС 400 / 110 kV, 110 и 400 kV разводни полиња дава електрична енергија во ЕЕС на Република Македонија.

Покрај другите мерки за безбедна и сигурна работа во енергетските објекти во термоелектричните центри РЕК Битола неопходна е употреба и на соодветни изолациони заштитни средства и опрема.

2. ЕЛЕКТРОИЗОЛАЦИОНИ ЗАШТИТНИ СРЕДСТВА КОИ СЕ ВО УПОТРЕБА ВО ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИТЕ ЦЕНТРАЛИ БИТОЛА

Електроизолационите заштитни средства претставуваат посебна група на заштитни средства за работа во електроенергетските постројки, поделени се во две групи. Во првата група припаѓаат основните (примарни) електроизолациони заштитни средства со чија помош се допираат деловите под напон (индикатори на напон, изолациони мотки и клешти за високонапонски осигурачи)

Во втората група припаѓаат дополнителните (секундарни) заштитни изолациони средства со кои несмеат да се допираат деловите под напон. (изолациони ракавици, чизми, простирки) Во термоелектраните Битола се користат двете групи на електроизолациони заштитни средства согласно напонските нивоа во кои припаѓаат.

2.1 Група 1

- Изолациони стапови (мотки) за КС и заземјување за номинален напон	400 kV
- Изолациони стапови (мотки) за КС и заземјување за номинален напон	110 kV
- Детектори (индикатори) на напон за номинален напон	400 kV
- Детектори (индикатори) на напон за номинален напон	110 kV
- Детектори (индикатори) на напон за номинален напон	10 kV
- Изолациони клешти за високонапонски осигурачи за номинални напон	10 kV

2.2 Група 2

- Изолациони заштитни ракавици за номинален напон према земја	3 kV
- Изолациони заштитни чизми за номинален напон према земја	3 kV
- Изолациони заштитни простирки (тепих) Тип-1000	1 kV
- Изолациони заштитни простирки(тепих) Тип-3000	3 kV

3. НЕКОИ КАРАКТЕРИСТИЧНИ ПРИМЕРИ ЗА ПРИМЕНА НА ЗАШТИТНИ ИЗОЛАЦИОНИ СРЕДСТВА ВО ТЕ БИТОЛА

Течењето на електрична струја низ човечкото тело предизвикува штетно делување на човекот. Вакви состојби нормално се јавуваат во затворен струен круг. Човекот доаѓа во состојба да биде дел од струјниот круг кога ненамерно со својето тело допри две точки помеѓу кои постои напон (потенцијална разлика), при што јачината на струјата зависи од големината на напонот и отпорот на човечкото тело. За да се спречи проток на електричната струја низ човечкото тело која има штетно делување, потребна е соодветна заштита во сите ситуации.

Тоа се постигнува со спречување на истовремено допирање на делови под напон и земјата со делови од човечкото тело со користење на соодветни електроизолациони заштитни средства изработени од матерјал со голема електрична отпорност.

За сигурна и безбедна работа пред секоја употреба на изолационите заштитни средства, лицата кои манипулираат мора визуелно да ги прегледаат.

3.1 Ремонт на 400 kV прекинувач на далекуводно поле

За обезбедување сигурна и безбедна работа за извршување на ремонт на 400kV прекинувач, потребно е да се превземат мерки за безбедност пред да се отпочни со работа (обезбеди местото на работа).

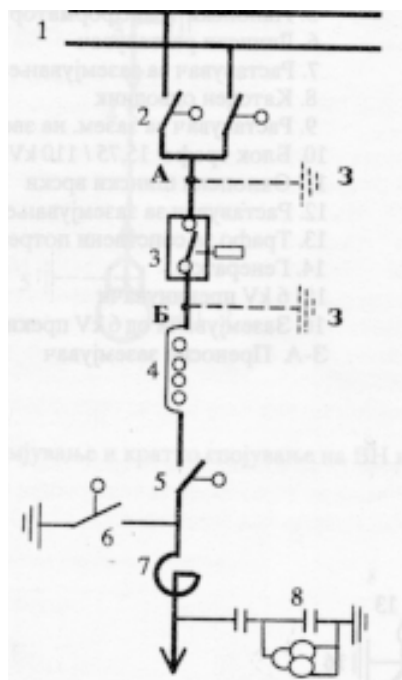
Постапка на: исклучување, кратко спојување и заземјување, подготовка за обезбедување сигурна и безбедна работа следи:

- се исклучува прекинувач (3),
- се исклучува собирнички раставувач (2),
- се исклучува линиски раставувач (5),
- се вклучува раставувач за заземјување (6).

По завршување на постапката се врши кратко спојување и заземјување во точките З-А и З-Б со поставување на преносен заземјувач, со што работното место е обезбедено. После извршената работа на ремонтот се остранива преносниот заземјувач по обратен ред од поставувањето. Со тоа работата на обезбедувањето е завршена и полето се вклучува по обратен редослед на операции.

При манипулација се користени заштитните средства: ракавици, чизми, индикатори за напон, изолациони мотки и преносни заземјувачи (слика 1)

Целата постапка е во склоп со таканаречени златни правила за безбедна работа во постројки од висок напон.



1. 400 kV собирници
2. Собир.раставувачи
3. Прекинувач
4. Струјни трансформатор
5. Линиски раставувач
6. Раставувач за заземјување
7. ВФ-пригушница
8. Напонски трансформатор
9. З-А преносни заземјувач
10. З-Б преносни заземјувач

сл.1 400kV далекуводно поле

3.2 Ремонт на блок трансформатор 15,75 / 110 kV

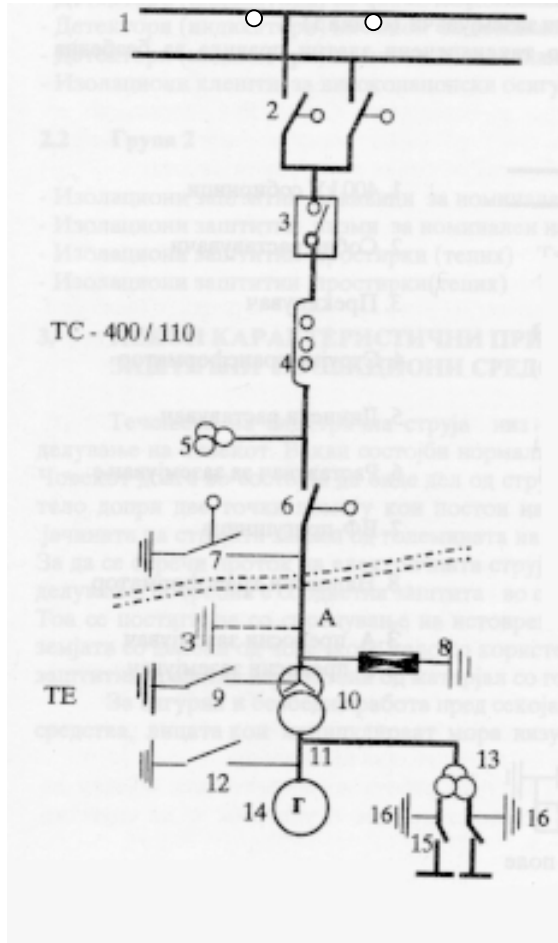
За обезбедување сигурна и безбедна работа за извршување на ремонт на Блок траформатор, потребно е да се превземат мерки за обезбедување пред да се отпочне со работа

Постапка на исклучување, кратко спојување и заземјување, подготовка за обезбедување сигурна и безбедна работа се обезбедува работното место како следи:
-со исклучување на генераторот (14) и прекинувач од ЕЕС (3), 6 kV прекинувачи(15)
-се исклучува собирнички раставувач (2),се исклучува линиски раставувач(6),
-се вклучува раставувач за заземјување(7) и (12), заземјувач од 6 kV прекинувачи(16)
-се исклучува раставувачот за звездиште од блок трансформаторот (9).

По завршување на постапката се врши краткоспојување и заземјување во точка З-А со поставување на преносни заземјувач на спустовите од ДВ

После извршената работа се остранува преносниот заземјувач, исклучува одземјувачот во 6 kV постројка по обратен ред од поставувањето

При манипулација се користени заштитните средства: ракавици, чизми, индикатори за напон, изолациони мотки и преносни заземјувачи (слика2)



1. 110 kV собирници
- 2 Собирнички раставувач
3. Прекинувач
4. Струјни трансформатор
5. Напонски трансформатор
6. Линиски раставувач
7. Раставувач за заземјување
8. Катоден одводник
9. Раставувач за зазем. на звездиште
10. Блок трафо 15,75 / 110 kV.
11. Оклопени шински врски
12. Раставувач за заземјување
13. Трафо за сопствени потреби
14. Генератор
15. 6 kV прекинувачи
16. Заземјувачи од 6 kV прекинувачи
- З-А Преносни заземјувач

Сл.2 Генератор-блок трансформтор - трансформаторско поле

3.3 Ремонт на високонапонски 6 kV мотор

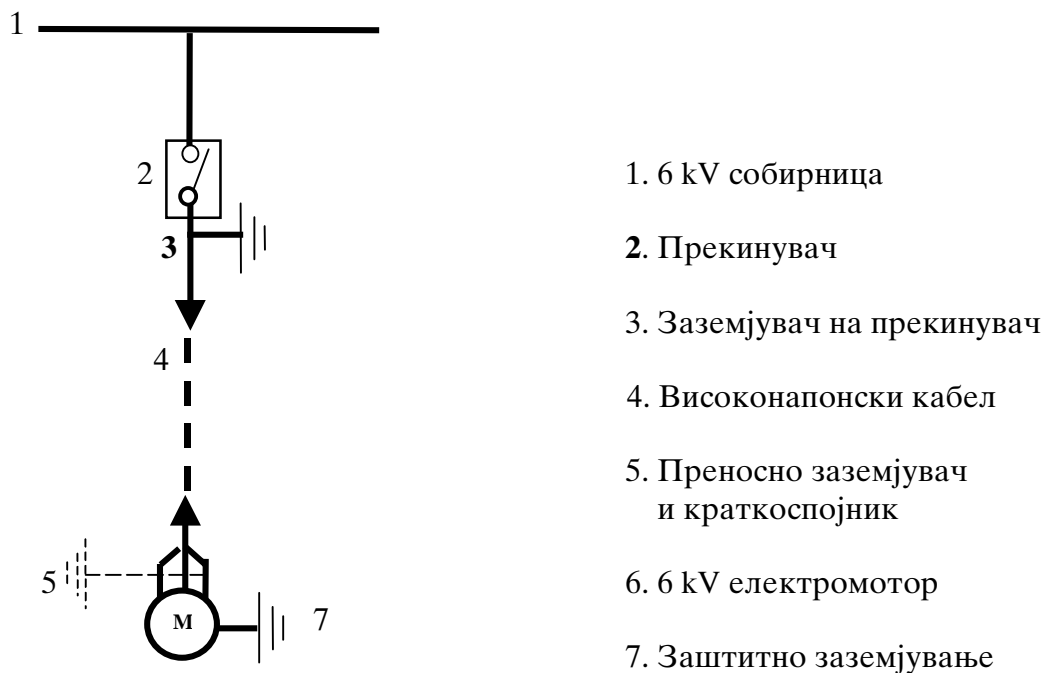
За обезбедување сигурна и безбедна работа за извршување на ремонт на високонапонски електромотор, потребно е да се превземат мерки за безбедност пред да се отпочни со работа.

Со постапка на исклучување, кратко спојување и заземјување, се обезбедува работното место како следи:

- се исклучува прекинувач (2),
- се проверува безнапонска состојба,
- се заземјува во 6kV келија (3),
- се отклемува кабелот и кратко спојува (5).

При манипулациите се користат заштитни ракавици, чизми, индикатор за напон, преносен заземјувач за краткоспојување (слика 3).

По извршениот ремонт, електромоторот по обратен редослед се става во погонска спремност.



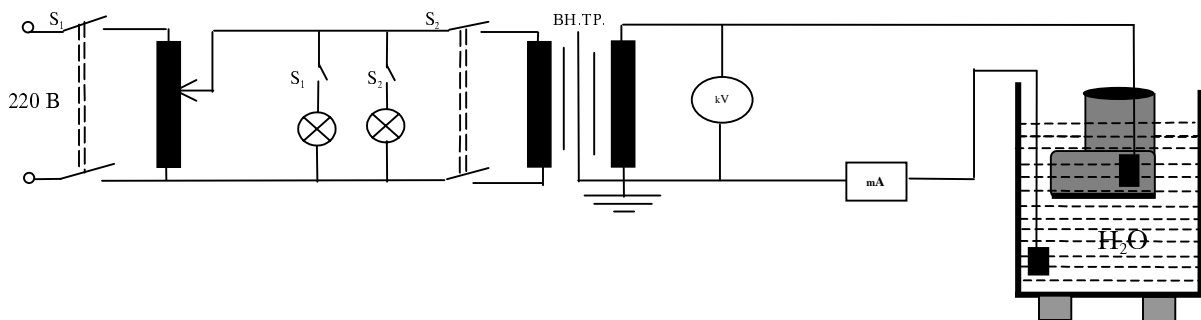
Сл.3 Заземјување и кратко спојување на ВН кабел од високонапонски ел.мотор

4. ПЕРИОДИЧНИ ПРЕГЛЕДИ И ИСПИТУВАЊА НА ЗАШТИТНАТА ЕЛЕКТРОИЗОЛАЦИОНА ОПРЕМА

Во РЕК Битола во согласност на важечките технички прописи и стандарди се врши редовно периодично испитување на електричната отпорност на изолационите заштитни средства и опрема од страна на ЕТФ Скопје, лабораторија за висок напон и лабораторијата за висок напон на Термоелектрични центри Битола.

Во текот на експлоатациониот период ако дојде до поправки, или сомнение за исправноста на електроизолационите заштитни средства, мора да се изврши повторно испитување, пред истекот на рокот од последното испитување.

На слика 4 даден е пример на ел.шема за испитување на изолациони заштитни чизми.



сл.4 Шема за испитување на заштитни средства

Согласно член 93 од законот за стандардизација (службен весник на Р. Македонија од 1995 година) испитување се врши според стандардите: МКС

Изолациони ракавици МКС З.Б1.020 Изолациони чизми МКС З.Б1.303

Изолациони простирки МКС З.Б1.304 Индикатори на напон МКС М.Б0.030

Изолациони клешти МКС М.Б0.030 Изолациони мотки МКС М.Б0.030

После извршените испитувања на изолационата заштитна опрема се изготвува извештај кој содржи: податоци за барањето, податоци на заштитното средство, прописи и стандарди, метода на испитување, уреди користени за мерење, резултати на мерењето, заклучок, дата на испитувањето.

На самите заштитни средства мора да постои ознака или жиг на организацијата која го извршила испитувањето.

Во табела 1 дадени се роковите за испитување на изолационите средства,

Во табела 2 дадени се нормите за испитување во согласност на техничките прописи,

Во табела 3 даден е извештај од извршено испитување (примерок).

Табела I

Рокови	Ракавици	чизми	тепих	Индикатор	Клешти	Мотки
6 месеци	Во употреба	Во употреба				
12 месеци	Складирани	Складирани				
24 месеци				X		X
36 месеци			Во употреба		X	
72 месеци			Складирани			

Табела II

	Ном.напон	Испитен напон	Струја одвод	Време на исп.
Нараквици	3 kV	20 kV	16 mA	60 sek
чизми	3 kV	15 kV	7,5 mA	60 sek
Тепих	1 kV	3 kV	3 mA	2-3 m/sek
Тепих	3 kV	15 kV	15 mA	2-3 m/sek
Индикатор	10 kV	28 kV	0,1 mA	300 sek
Индикатор	праг на напон во граници (max. 0,15 ; min. 0,4) од вредноста на Un			
Мотки	110; 400 kV	190, 750 kV	0,2 mA	300 sek
Клешти	10 kV	28 kV	0,2 mA	300 sek

Табела III

ИЗВЕШТАЈ БР.85 / 97			
Напонски испитувања(контрола на изолацијата) на заштитните средства			
1. Име на заштитното средство _____	Изолациони ракавици		
2. Производител _____	Балтех Франција		
3. Тип _____	2		
4. Основни технички карактеристики _____	Un=3 kV, Uisp.=20 kV. Iod.=16 mA		
5. Вид на испитување _____	Напонско		
6. Испитна опрема _____	АИ-70 (10-40)мА, Ц-100		
7. Испитано по стандард _____	МКС З.Б1.020		
8. Организација за која се испитува _____	РЕК Битола		
9. Локација на чување _____	ТС 400 / 110 КВ Битола 2		
10. Фабрички (интерни) број _____	15,16		
11. Број на испитани парчин _____	2		
12. Критериум (норма) за утврдување на исправноста			
Номинален напон	испитен напон	струја на одвод	време на траење на исп.
kV	kV	mA	sek
3	20	<16	60
Забелешка:			
13. Оценка после извршено испитување			ЗАДОВОЛУВА
Дата: 15.10.1997 год.	Испитале:	Оверил:	
	1.	1.	
	2.		

5. ЗАКЛУЧОК

Досегашното искуство покажува дека во повеќегодишната пракса на работење во електроенергетските објекти, се наметнува покрај другите мерки за сигурна и безбедна работа пропишани во техничките прописи и стандарди, **обавезна** употреба на изолациона заштитна опрема и средства при манипулации во разводни постројки, нивно редовно периодично испитување и преглед пред секоја употреба.

6. ПРАШАЊА ЗА ДИСКУСИЈА

1. Проблеми кои се јавуваат при употреба на секундарни заштитни средства (тепих) поставен пред 6 kV дворедни разводи во ТЕ (отежната работа при извлекување на ВН прекинувачи при што доаѓа до оштетување на изолациониот тепих. Можности за нивна замена со (еквипотенцилизација) на кукиштата од ВН разводи, предлози и искуства.

2. Контрола од надлежни органи, најнови сознанија кои ја обработуваат оваа материја согласно ИЕС стандардите денес, државна регулатива во Р. Македонија.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Прописи за технички мерки за погон и одржување електроенергетски постројки
Сл.лист 18 / 68
- [2] Правилник за технички нормативи за електроенергетски постројки со
номинални напон над 1000 V Сл.лист 4 / 74
- [3] Стандарди група З.Б1. ; М.БО.
- [4] Техничка документација за ТС 400 / 110 kV
- [5] Техничка документација за ВН постројки во ТЕ Битола
- [6] Лични сознанија и искуства на авторите

МАКЕДОНСКИ КОМИТЕТ ЗА ГОЛЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИ СИСТЕМИ СИГРЕ, СКОПЈЕ

ВТОРО СОВЕТУВАЊЕ НА МАКО-СИГРЕ

Јован Јанков, дипл. ел. инж. ЕСМ РЕК-Битола, Битола

КОНТРОЛА НА ТЕХНИЧКАТА ИСПРАВНОСТ НА ОПРЕМА И АПАРАТУРА, ПРИ УСЛОВИ НА НАМАЛЕНИ ТЕХНОЛОШКИ МОЖНОСТИ ВО ТС 400 / 110 kV БИТОЛА 2

КРАТКА СОДРЖИНА

Во големи модерни електроенергетски системи преносните можности , генерално вклучуваат производни постројки, меѓуврски, разводни постројки, трансформатори. ТС 400/110 кВ Битола 2 е пример за сите тие барања во две напонски нивои. Голема за наши услови, без комплетни функции за добра сигнализација и управување, ТС Битола 2 има потреба многу повеќе од контрола на персоналот за техничките можности на цела опрема во трафостаницата.

S U M M A R Y

In large, modern AC power systems, transmission facilities generally include generating stations, interconnecting lines, switching yards, transformers, TS 400/110 kV Bitola 2 is example for all that requirements in two voltage levels. Large for our conditions without full functions for good signalization and switching ,TS Bitola 2 need much more human control for the technical capability of all equipment in switch yard.

Клучни зборови: Трафостаница техничка исправаност,
контрола, превентивно дејство.

1. ВОВЕД

Електроенергетскиот систем на РМ, неговата мрежа на 400 кV се базира на три точки и две интерконекции. Неодминлива по своето значење е ТС 400/110 кV Битола 2. Приемот на најголемиот дел од производството на ел. енергија, непосредните врски на 400 кV и многу важен дел од 110 кV мрежа во западна Македонија ја потврдуваат исклучителната важност на ТС во работата на ЕЕС. Претстојната интерконекција на 400 кV со ТС Аминдео во Република Грција, ќе ја потврди и така големата важност и значење. (ПРИЛОГ 1)

Во вакви услови техничката исправност на ТС, за секој нејзин елемент е од битно значење за делумна, често и за целокупна функционалност на трафостаницата.

Контролата на техничката исправност, забележување на сите можни промени кои имаат тенденција на загрозување за превентивно делување и одржување на функционалноста во редовна состојба.

2. ТЕКОВНА СОСТОЈБА

ТС 400/110 кV Битола 2, концепциски е решена на две напонски нивоа 400 кV и 110 кV поврзани со два мрежни автотрансформатори од по 300 MVA. Решението овозможува безбеден прием, распределба и транзит на ел. енергија и снага во ЕЕС на РМ и врските со соседните држави.

Секое долноводно поле е опремено со потребната опрема и апарати (прекинувачи за снага, раставувачи, струјни и напонски мерни трансформатори, изолатоари, споеви, јажиња и сл.). Секундарната опрема за (локално) управување, сигнализација, рел. заштита е сместена во релејни куќи, во непосредна близина на полињата. Далечинското управување и сигнализација е сместено во командната зграда каде што се и “домашните” потреби за еднонасочен и наизменичен напон.

Далечинскиот надзор (сигнализација) и управување се спроведува со т.н. “времено решение”. Со базниот проект согласно техничките услови и нормативи беше обезбедено оптимално следење на техничката исправност на опремата со далечинска сигнализација и нормално постојани обиколки со визуелна контрола.

Неопходноста од примената на “временото решение” вовеле нови барања во поглед на контролата на техничката сигурност.

За ТС како објект со постојана посада, мерките за контрола се обврска во секојдневното одвивање на работните задачи, а и неодминливи при ремонтни и интервентни зафати во одржувањето. Во состојба кога со временото решение, дел од контролните функции се групирани или изоставени, контролата на техничката исправност добива во своето значење.

3. КОНТРОЛА НА ТЕХНИЧКАТА ИСПРАВНОСТ

Контролата на техничката исправност со самото свое ефикасно извршување, битно придонесува за сигурно и безбедно работење на постројките. Оперативниот персонал во ТС е должен континуирано да ја следи состојбата со опремата и за

секое нарушување на нормалната состојба да го известува надлежниот орган. Визуелната контрола секако е ограничена на пратење на видливи елементи, како ниво, положбата, звук, показни инструменти, траги од истечена течност и сл. но важно за превентивно дејство.

Апаратурата и опремата, според карактеристиките на својата конструкција, својата техничка исправност можат да ја нарушат ненадејно (пробој, лом, пад надворешно влијание и сл.), што објективно контролата не може да го спречи и како последица од подолготрајно постојано мало нарушување на техничката исправност.

Имено, ако на пример од еден мерен трансформатор почне да истекува масло во мала количина, тоа извесен период не мора битно да ја наруши сигурноста. Неоткриен таков “ситен” дефект за определено време со намалување на изолационото ниво може да стане исклучително опасно и да предизвика непосредни и поголеми посредни штети врз околната опрема и апаратура.

Контролата на техничката исправност овозможува рано откривање на вакви појави и превентивно дејство за благовремено безбедно отклонување.

Практично, засилената и одговорна контрола на елементите во постројките на ТС 400/110 kV Битола 2, покрај повеќе забелешки и интервенции, регистрира во последната година три посериозни нарушувања на техничката исправност со што значајно придонесе за сигурност и безбедност . Натомошното нарушување можеше да доведе до сериозен дефект и хаварија.

Првиот случај е визуелно воочено “топло” место на спој на јаже со собирнички раставувач на 110 kV што со натамошно греење би можело да доведе до топење или откачување на една фаза со несогледиви други последици.(ПРИЛОГ 2)

На напонски мерен трансформатор 110 kV забележана е промена на звукот, карактеристичен за парцијални празнења што натаму може да доведе до пробој на изолацијата и можна експлозија на трансформаторот (ПРИЛОГ 3).

Третиот сериозен случај е забележан во постројки 400 kV, на собирнички мерен напонски трансформатор. При исклучително силен ветер со дожд, во ноќ, при обиколката приметено е истекување на масло со можен пробој при критично намалена изолација (ПРИЛОГ 4).

Во сите случаи оперативниот персонал алармира и благовремено се превземени мерки за превентивно отклонување на можен сериозен дефект.

4. АНАЛИЗА НА СОСТОЈБАТА

Современите проектни решенија, надградба на условите и можностите на соодветна апаратура и опрема во постројките со висок напон, овозможуваат постојан надзор и контрола на техничката исправност, како и многу други дополнителни функции (регистрација, хронологија и сл.).

Намалените технички и технолошки можности за постојано (автоматско) следење на техничката исправност, како што во извесен период е состојба во ТС Битола 2 бараат надоместување на друг начин.

Човечкиот фактор добива на значење и покрај тоа што нормално не ги поседува можностите на наменска апаратура.

Примерите за превентивно дејство врз основа на зголемена будност на оперативниот персонал, покажуваат дека и со најсовремена опрема за надзор, човекот го има своето место. Не е за занемарување и психолошката компонента на

состојбата. Имено, сознанието дека технолошките можности за контрола се намалени, делува на зголемување на будноста на оперативниот персонал.

Комплексот на апаратура и опрема во голема и важна трафостаница и разводна постројка, покрај опремата од висок напон опфаќа и т.н. “домашни потреби” кои битно придонесуваат за ефикасна и безбедна работа во ЕЕС.

Разводот на еднонасочни напони, со акумулаторските батерии и насочувачи на ел. струја (исправувачи) има елементи кои покрај технички-технолошкиот надзор со електричната шема, мора и визуелно и рачно да се контролираат.

Слична е постапката и за помошните наизменични напони (6 kV, 0,4 kV), дизел агрегатот и тн.

Контролата на техничката исправност начелно се базира врз инструкциите од производителот, упатствата за работа и сл.

Важен дополнителен елемент се староста на објектот, условите во кои работи, режимот на работа и тн. Временскиот фактор, стареењето на опремата и сите припадни операции, посочуваат на поголемо значење на човечкиот фактор, нагласено во услови на намалени техничко-технолошки можности.

Организацијата на работата во ТС, според своето напонско ниво од 400 kV е спроведена со постојана посада од вклопничар и погонски електричар со распоред во пет смени. Спроведувањето на работните задачи се изведува со засилена активност, почести обиколки и редовно регистрирање на тековната состојба. Контролата зачестува прт појава на сомнителна состојба. Личната одговорност и совесност на персоналот придонесува за навремено превентивно дејство.

5. ЗАКЛУЧОК

Контролата на техничката исправност на опремата и апаратаурата во ВН постројки е неопходна за сигурна и безбедна работа.

Техничката исправаност (со точна и веродостојна констатација) е битен елемент за стабилноста на работата на ЕЕС

Неопходна е и потребата за пратење на современите трендови и осовременување на техничките решенија за зголемена контрола на техничката исправност.

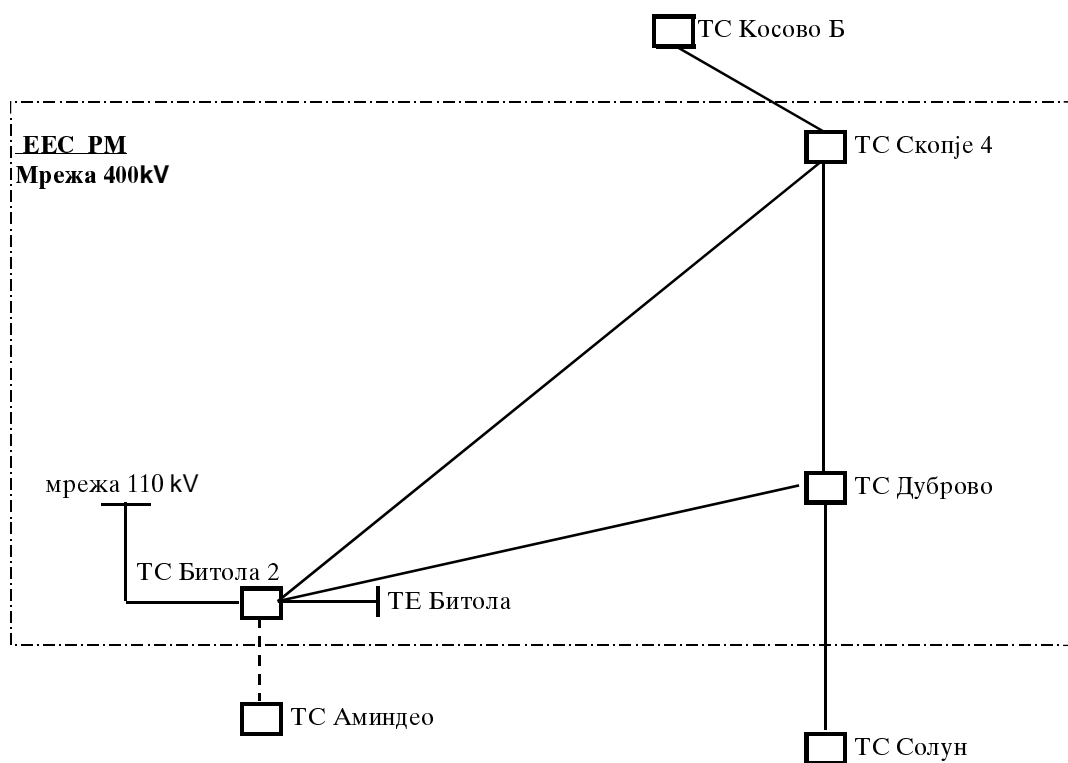
Човечкиот фактор во контролата има нагласено значење при намалени техничко-технолошки можности за контрола, што не значи дека треба да се запостави и при најсовремени решенија.

6. ЛИТЕРАТУРА

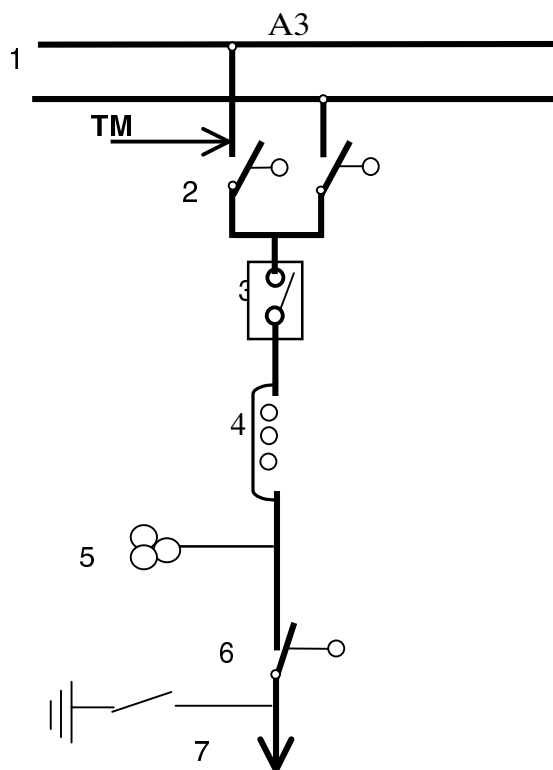
- Прописи препораки, стандарди, правилници упатства за работа за во ВН постројки
- Проектна документација во ТС
- Лични опсервации и сознанија на авторот

ПРИЛОЗИ

ПРИЛОГ 1



ПРИЛОГ 2



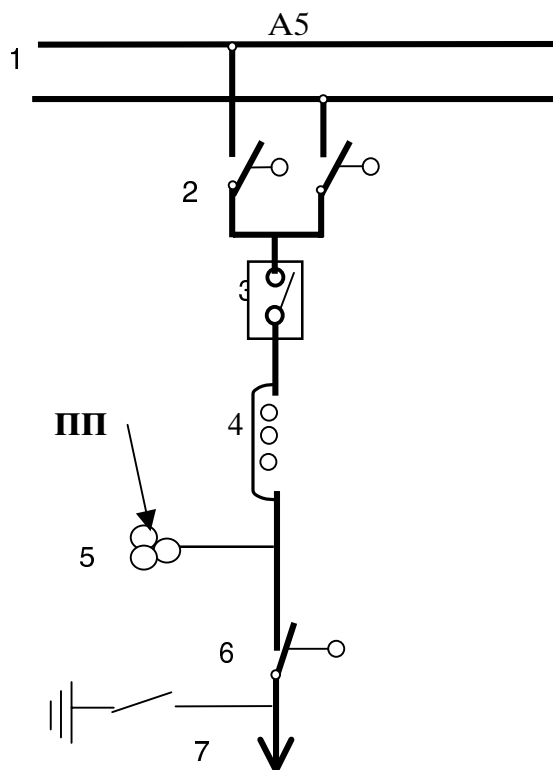
1. 110 kV Собирници
 2. Собирнички раставувач
 3. Прекинувач
 4. Струјни трансформатор
 5. Напонски трансформатор
 6. Линиски раставувач
 7. Раставувач за заземјување
- TM - Топло место

ТЕ Битола
Блок 1

ТС 400 / 110 kV Битола 2

Локација на појавено топло место
при нормален погон на блокот
(на една фаза)

ПРИЛОГ 3



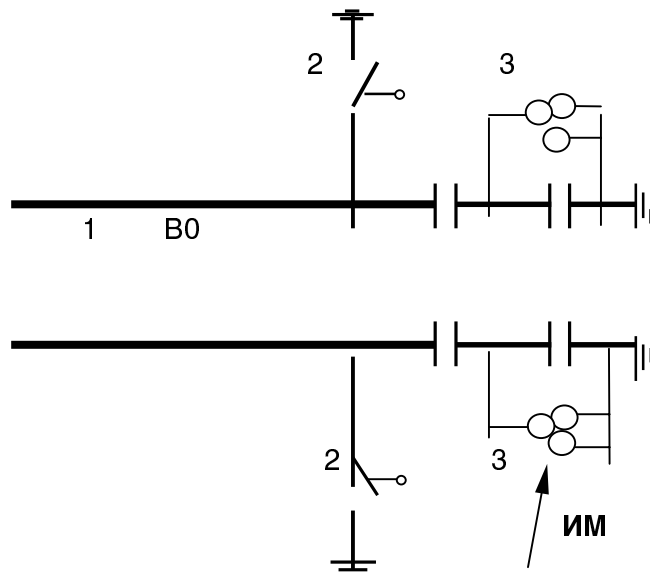
1. 110 kV Собринци
 2. Собринчки раставувач
 3. Прекинувач
 4. Струјни трансформатор
 5. Напонски трансформатор
 6. Линиски раставувач
 7. Раставувач за заземјување
- ПП - Парцијални празнења

ТЕ Битола
Домашен трафо

ТС 400 / 110 kV Битола 2

Локација на парцијални празнења
при нормален погон на трансформаторот
(на една фаза)

ПРИЛОГ 4



1. 400 kV собирници
2. Раставувачи за заземјување
3. Напонски мерни трансформатори

ИМ - истечено масло

ТС 400 / 110 kV Битола 2

Локација на истечено масло при нормален погонски напон на собирницата и мерниот трансформатор

МАКЕДОНСКИ КОМИТЕТ ЗА ГОЛЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИ СИСТЕМИ СИГРЕ -СКОПЈЕ

ВТОРО СОВЕТУВАЊЕ

Илија Бендевски дипл.ел. инг
Живко Соклевски дипл.ел. инг
Стевче Божиновски дипл.ел. инг
Драган Видановски дипл.ел. инг
РЕК - БИТОЛА ПЕ Термоелектрани

МЕРЕЊЕ НА КВАЛИТЕТ НА ЗАЗЕМЈИТЕЛНИОТ СИСТЕМ ВО ТЕ БИТОЛА И ТС БИТОЛА 2

СОДРЖИНА

Состојбата на заземјувачкиот систем во сите индустриски постројки и електроенергетски објекти е од посебен значај. Струите на куси врски се значително поголеми во близина на изворите на електрична енергија и во големите трафостаници па со самото тоа и состојбата на заземјувачкиот систем во вакви објекти треба да претставува посебна грижа.

Мерењето на квалитетот на заземјувачкиот систем на ТЕ БИТОЛА и ТС БИТОЛА 2 минатата година за прв пат беше самостално направено од страна на стручен тим вработен во овој комбинат.

Трудот има за задача да ги изнесе практичните проблеми кои се јавуваат при ова мерење во објекти со густа конфигурација на далекуводи.

CONTENTS

Condition of grounding system for any industrial and elektroenergetic object is a matter of significant interest. Current of short circuit are particularly higher close to the source of electrical energy and powerful switch yards, and for a very that reason status of the grounding system has to be of particular care in that area.

Measuring of the quality of the grounding system in Power Plants BITOLA and switchyard BITOLA 2, last year for a firs time was done by the team of engineers employed in REK BITOLA.

This article has a goal to expose the practical problems in this measuring in area with crowded configuration of overhead lines.

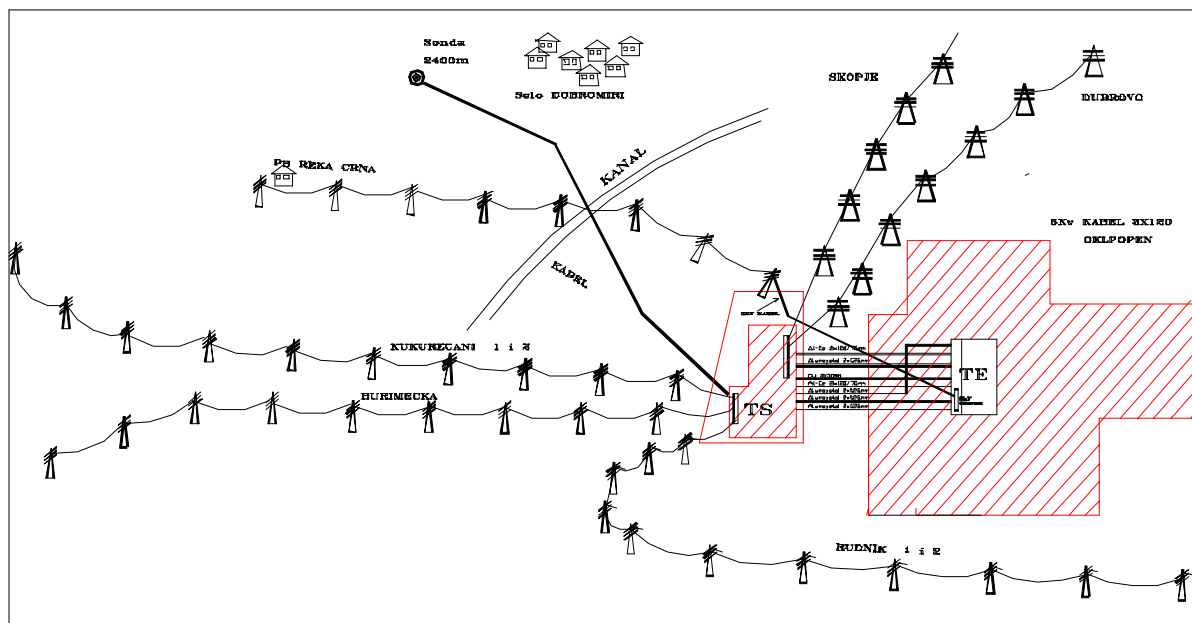
1. ВОВЕД

Мерењето на квалитетот на заземјителниот систем се прави по познати методи за мерење во оваа област и сите кои го прават тоа го прават со иста метода со одредени варијации дали се снима распределбната на потенцијалот вдолж одредени пресеци или едноставно се мери напон на чекор и допир на одредени карактеристични места.

Овој труд има за задача да укаже на тешкотите на кои се наидува кога теоријата ја спроведуваме во пракса.

2. ДИСПОЗИЦИЈА И ВРСКИ НА ЗАЗЕМЈИТЕЛНИТЕ СИСТЕМИ НА ТЕ БИТОЛА И ТС БИТОЛА 2

Глобална слика на објектите и заземјителната мрежа, како и далекуводните врски со другите трафостаници се дадени на сл.1 .

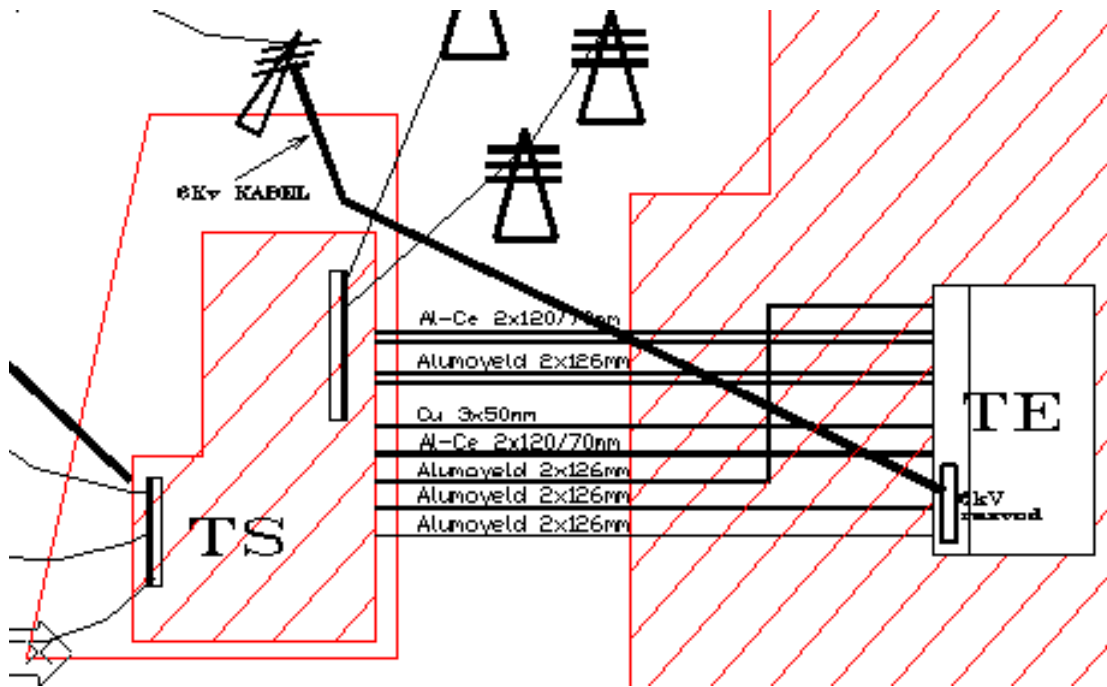


Сл. 1 Диспозиција на објектите и приклучните далекуводи

На зголемениот детал на слика 2 се прикажани далекуводните врски меѓу ТЕ БИТОЛА и ТС БИТОЛА 2 односно врските на овие два заземјителни системи што е остварена со заштитните јажина на овие далекуводи и трите бакарни јажина кои ги поврзуваат двата заземјителни системи.

3. ПОСТАВУВАЊЕ НА ШЕМА ЗА МЕРЕЊЕ

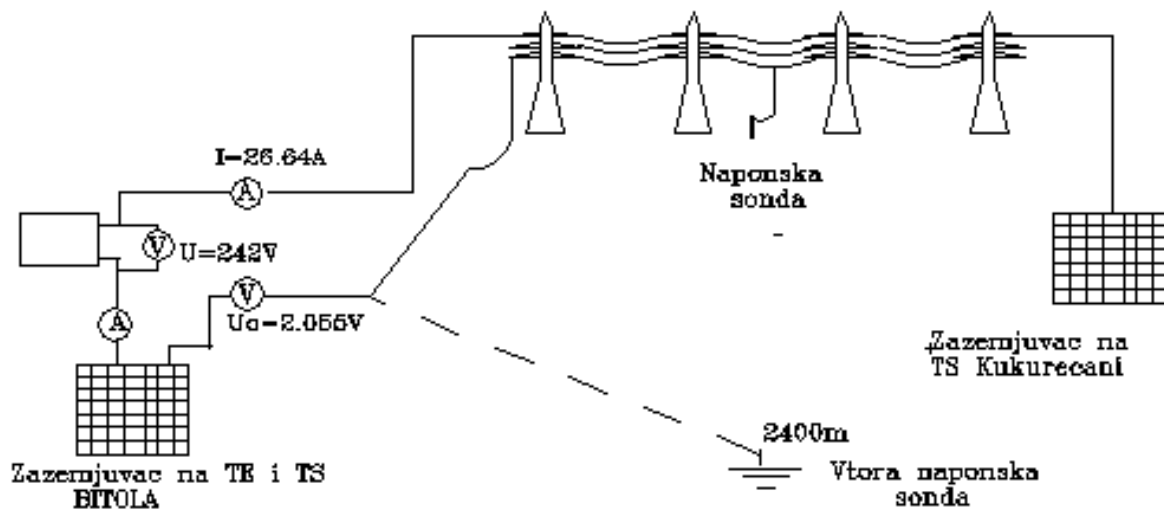
Со оглед на тоа да здружениот заземјувач на ТЕ БИТОЛА и ТС БИТОЛА 2 имаат заеднички дијаметар на заземјувачот од околу 1900м, тогаш користејќи го правилото да помошниот заземјувач биде на растојание $(5 \times d_{max})$, мора да се бара помошен заземјувач на растојание поголемо од $5 \times 1900 = 9500\text{m}$. Ваков заземјителен систем погоден за оваа намена во околината на ТЕ БИТОЛА и ТС БИТОЛА 1 (ТС Кукуречани) која е на растојание од ТЕ БИТОЛА од околу 13км.



Сл.2 Поврзаност на заземјителните системи на ТЕ БИТОЛА и ТС БИТОЛА 2

Двата далекуводи за Трафостаница Кукуречани поради потреби од ремонт на прекинувачите беа исклучени и тоа време се искористи да се изврши ова мерење.

Преку одвоен трансформатор по едно јаже од едноит далекувод се поврза заземјувачот на ТС Кукуречани со заземјувачот на ТС БИТОЛА 2. Напонската сонда се постави на најдолното јаже од другиот далекувод за ТЕ Кукуречани на растојаное од 8км од ТС БИТОЛА 2 (Сл. 3)



Сл.3 Шема на мерење

По приклучувањето на струјното коло се измерија следните големини:

$$U_{\text{sec.tr}} = 242\text{V}$$

$$I = 26.64\text{A}$$

$$U_m = \text{варираше околу } 50\text{V}$$

Очигледно беше дека вредноста на U_m воопшто не може да биде реално. Со исклучување на струјното коло вредноста на мерниот напон воопшто не се измени па јасно беше дека овој напон е резултат од индукцијата од соседниот далекувод за трафостаница БИТОЛА 3 (ТС Буримечка) кој скоро во цела своја должина оди паралелно со далекуводот за ТС БИТОЛА 2 на растојание од околу 25м.

Пошто се немаше дозвола да се исклучи овој далекувод се одлучивме за напонска сонда да го искористиме заземјувачот на Пумпна станица на Река Црна кој е на растојание од околу 5км од ТЕ БИТОЛА.

Се воспостави поново шемата. Струјата повторно се затвараше преку трафостаница Кукуречани а мерната сонда ја поставивме во ПС на Река Црна. Добивме напон од 10V што повторно јасно беше дека не е во ред. После повторни проверки и преслушувана утврдивме дека на жиците на овој далекувод постои константен напон од 10V не зависно од тоа дали струјното коло преку ТС Кукуречани е затворено или не. Овој далекувод е 6kV и во својот пат кон ПС река Црна оди паралелно со 110kV далекуводи за Кукуречани и Буримечка на растојание од околу 300м.

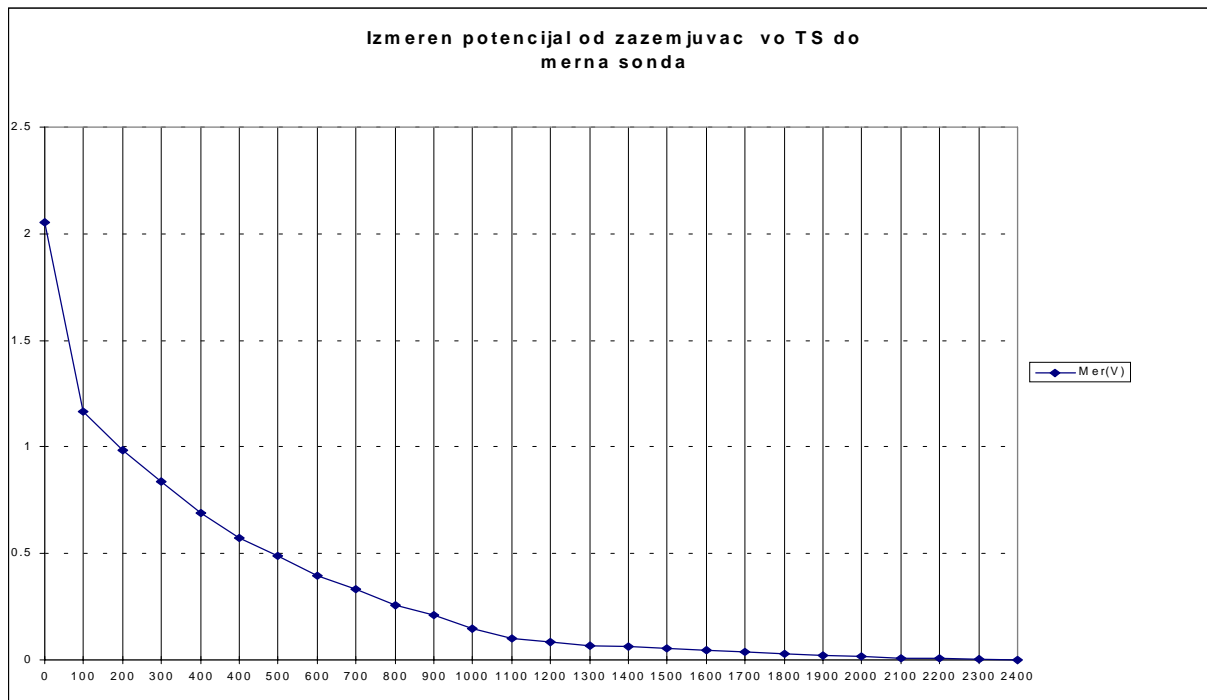
Се утврди дека и со овој далекувод не може да се изврши меренето. Очигледно беше дека на секој проводник што оди паралелно со далекуводите што беа под напон се јавува индуциран напон кој го оневозможува мерењето.

Со цел да се потврди горната констатација се одлучи да се снимат потенцијалот во околината на трафостаницата. Секоје снимање које се одвиваше во правец паралелен на водовите под напон резултираше со зголемување на напонот на тлото со оддаклучувањето од трафостаницата со нелогично големи вредности што немаше никаква логика.

Анализирајќи ја диспозицијата на далекуводите приклучени на ТС БИТОЛА 2 се одлучи дека единствен евентуално погоден правец кој не би бил под влијание на далекуводите би бил правецот кон село Добромири (види сл.1).

Се изврши мерење на распределбата на потенцијалот почнувајќи од заземјувачот на самата трафостаница и одалечувајќи се од него со влечење кабли во правец на село Добромири . На секој сто метра се мереше потенцијалот на тлото. Добивавме добри резултати (почнувајќи од 0.0V потенцијалот со одалечување стално растеше) и на растојание од околу 2000м добивавме веќе незначителни промени на потенцијалот па се одлучивме референтната сонда да ја поставиме на околу 100м лево од село Добромири а на вкупно растојание од ТС од 2400м..

Добиените вредности од мерењата ги обработивме и бевме охрабрани од она што го добивме. Вредностите на овие мерења и самата крива се дадени на слика 4.



Сл.4 Крива на распределба на потенцијал од заземјувач до мерна сонда

4. МЕРЕЊЕ ВО ТС 400/110kV

Бидејќи бевме задоволни од лоцирането на помошната напонска сонда отпочнавме со конкретни мерења.

Преку одвојен трансформатор при напон на секундар од 242V се постигнаа следните вредности:

$$U = 242V$$

$$I_m = 26,64A$$

$$U_{em} = 2.055V$$

Според конфигурацијата на далекуводи што се приклучени на ТС БИТОЛА 2 за самата трафостаница ги добивме следните вредности:

- Редукциониот фактор $r = 0.887$.
- Отпор на на заземјување на здружен заземјувач $R_z = 0.118\Omega$

Со оглед на тоа да вредноста на реалната струја на куса врска е 19 195А Следува дека сите измерени вредности на потенцијал треба да се помножат со:

$$K = \frac{I_d}{I_m} = \frac{19195}{26.64} = 719.18$$

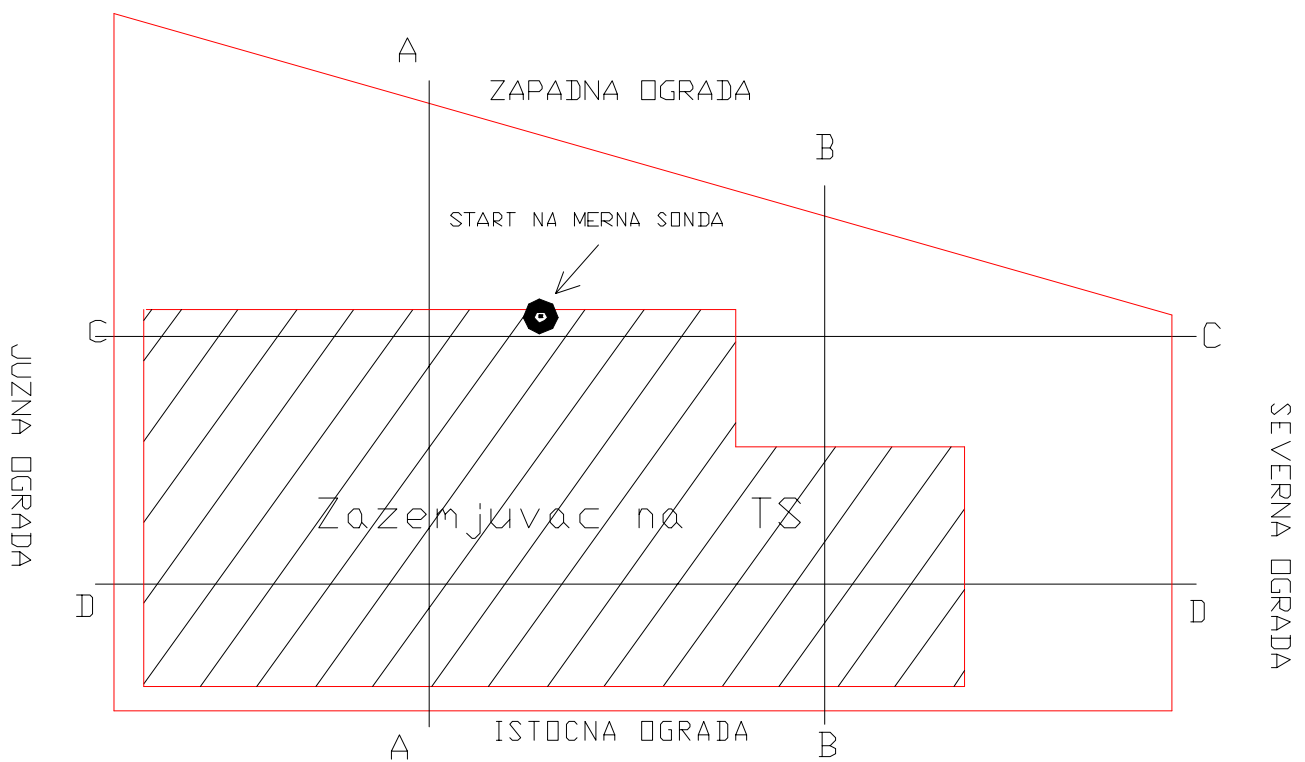
Значи во случај на доземна куса врска на 110kV мрежа во ТС БИТОЛА 2 потенцијалот на тлото би се подигнал на :

$$U_z = U_{em} * K = 719,18 * 2.055 = 1477.9V$$

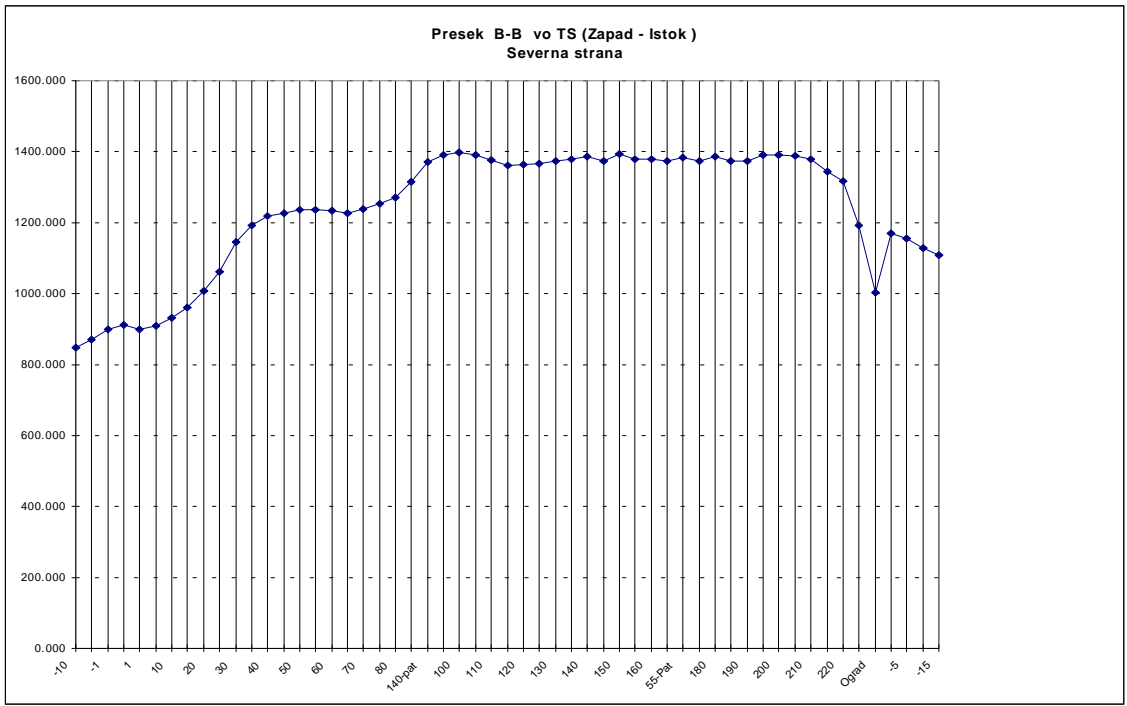
Еден тим ја мереше распределбата на потенцијал во долж 4 пресечни правци на трафостаницата а другиот тим мереше напон на чекор и допир на карактеристични места.

Резултатите од двете независни мерења според резултатите на карактеристичните места се совпаднаа.

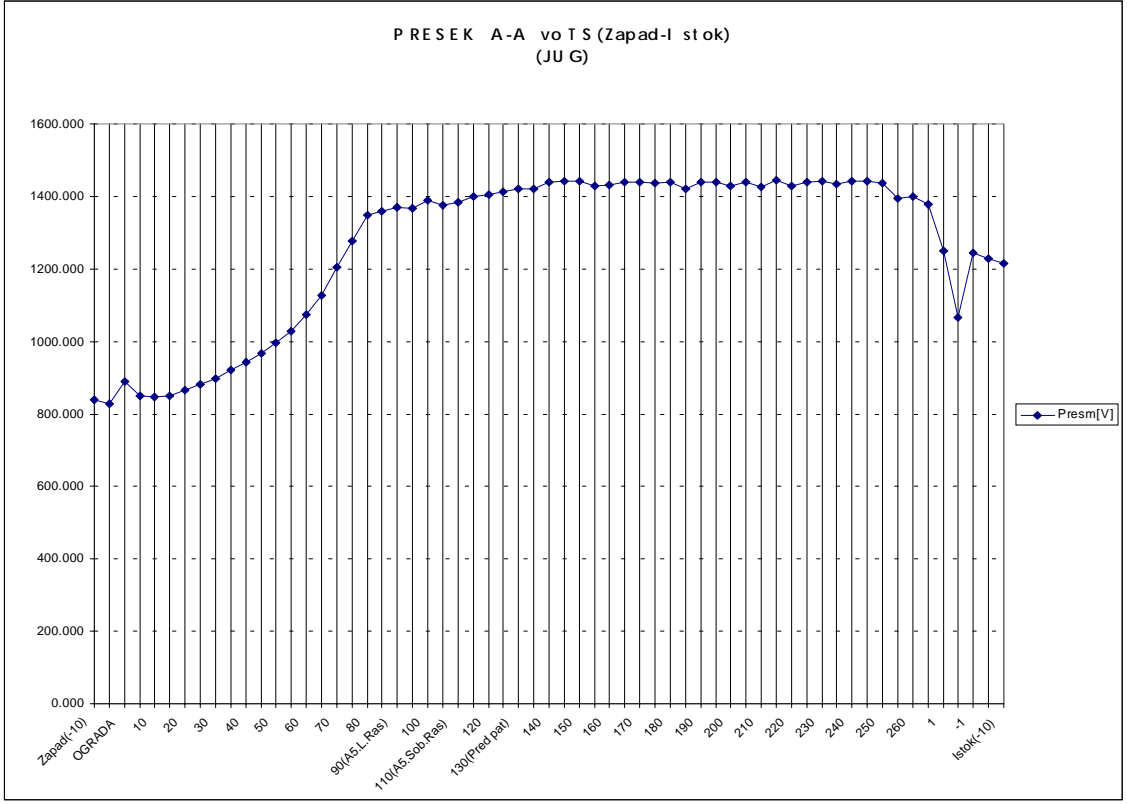
вие криви се дадени на сликите 6 ,7,8 и 9



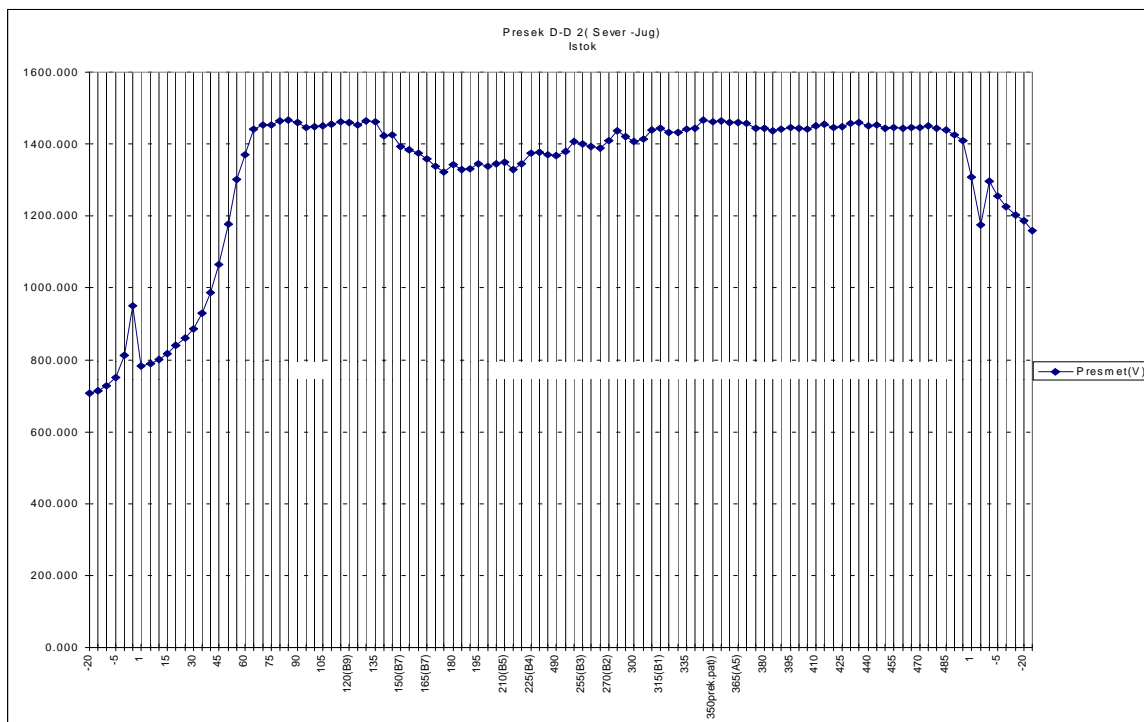
Сл 5 Пресечни правци на мерење на распределба на потенцијал



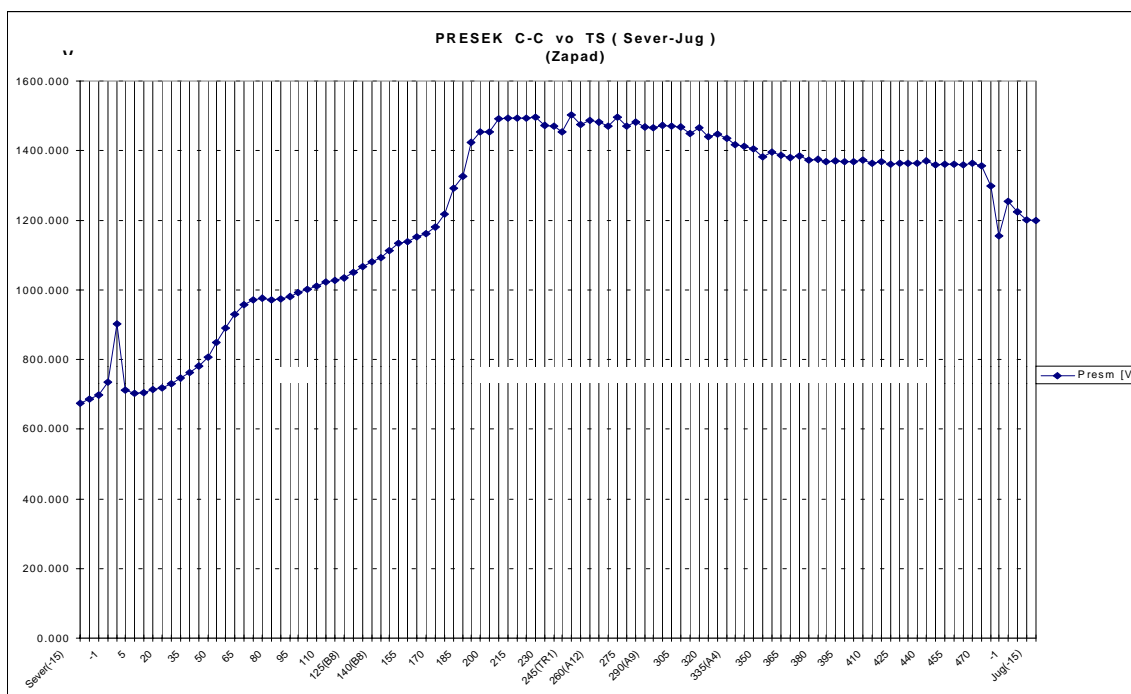
Сл. 6 Потенцијал по пресечен правец В-В (Запад-Исток)



Сл. 7 Потенцијал по пресечен правец А-А (Запад - Исток)



Сл. 8 Потенцијал по пресечен правец D-D (Север – Југ)



Сл. 9 Потенцијал по пресечен правец C-C (Север – Југ)

Кога ќе се погледаат графичите за распределбата на потенцијалот вдоль одбраните пресеци одма на прв поглед пагаат во очи изразените пикови што се прават на оградите .

Овие пикови ги има на сите огради и карактеристично е што на источната и јужната ограда пиковите се ориентиран кон спуштане на потенцијалот на самите огради во однос на тлото во близина на оградите. На северната и западната ограда пиковите се ориентирани кон подигање на потенцијалот на самите огради во однос на тлото во близина на оградите .,

Горната појава се должи на галванската врска на комплетната ограда и поцинкованата лента положена на еден метар растојание од оградата од надворешна страна .

Уземјувачот до источната и јужната ограда е изведен до нивна непосредна близина па тлото , односно оградата го поприма овој потенцијал)

Како резултат на ова од јужната и источната ограда повисокиот потенцијал на тлото се одведува на северната и западната страна и ги подига потенцијалите на овие места над нивото на околината .

Треба да се напомени дека на резултатите од меренето многу влијаеше и факторот на индукцијата од далекуводите . Екипата максимално се залагаше да приога на мерните точки (со мерната сонда и мерната жила) по правец нормален на далекуводте како би се избегнало што е можно повеќе влијанието на индукцијата .

5. МЕРЕЊЕ ВО ТЕ БИТОЛА

ТЕ БИТОЛА и ТС БИТОЛА 2 се поврзани со 4 далекуводи 110kV и 2 далекуводи од 400kV.

Одвојниот трансформатор беше поставен во 6kV развод за општи потреби и тука беше изведена кусата врска преку контра заземјувачот во ТС Кукуречани. Врската помеѓу ТЕ БИТОЛА и ТС БИТОЛА 2 за затворане на струјното коло беше остварена со помош на 6kV кабел кој во нормална шема служи за напојуване на сопствени потреби на ТС БИТОЛА 2 од ТЕ БИТОЛА.

Доведуването на жилата од напонската сонда до ТЕ БИТОЛА претставуваше посебна тешкотија. Воденето на жилата надземно од ТЕ до ТС во конфигурацијата на далекуводи како што е прикажано на сл. 1 е невозможно. Се што се мери во таков случај е резултат само на индукција.

За доведуване на напонската сонда до ТЕ го искористивме 6kV оклопен кабел 3 x 120mm² кој во нормална шема се користи за поврзуване на далекуводот за ПС Река Црна со 6kV развод во ТЕ.

На овој начин со поврзувњето на шемите ги постигнавме следните големини.

$$U_{sec} = 258V$$

$$I_m = 23.2A$$

$$U_m = 1.22ZV$$

Пресметаниот отпор на заземјување на заземјувачот на ТЕ е:

$$r = 0.61$$
$$R_z = 0.088 \text{ omi}$$

Факторот на множење на измерените вредности по пресметка е:

$$K = \frac{19159}{23.2} = 825.8$$

Од што излегува дека при доземна куса врска на 110kV страна во ТЕ потенцијалот на заземјувачот на ТЕ би се подигнал на $1.226 * 825.8 = 1012V$

Меренето на распределбата на потенцијал во кругот на ТЕ беше невозможно Влијанието на околните водови на жилата од мерната сонда беше многу изразено.

Поради тоа во кругот на ТЕ се мереше само напон на чекор и додир.

6. ВРЕМЕНСКИ УСЛОВИ И УПОТРЕБЕНИ ИНСТРУМЕНТИ

- Мерењето беше изведено во месец Март при влажни услови на тлото.
- Беа употребени следните инструменти при мерењето

Универзален инструмент ФЛУКЕ (1%)
Амперметар М2015 (класа 0.2%)-СССР

За мерење на напон
За мерење на струја

7. ЗАКЛУЧОК

На практичното мерење на квалитетот на заземјување треба да му се пријде со добра подготвеност и добра претходна анализа на конфигурацијата на објектот на кој се прават мерењата.

Мерењето на распределба на потенцијалот е многу добар дополнителен показател за состојбата на заземјителниот систем меѓутоа практичното реализирање се покажува дека е многу тешко изводливо

ЛИТЕРАТУРА:

1. ЈУС – Стандард “Мерење отпорности уземливача (1990год)”
2. Правилни о техничким нормативима за уземлене електроенергетских постројења називног напона изнад 1000В (Сл. Лист СРЈ 61/95)
3. ЕЛАБОРАТ за испитување и мерење на заземјителниот систем на ТЕ - БИТИЛА (Блок 1, 2 и 3) за 1988год. - ЕМО Институт за Енергетика-Скопје.
4. Студија за условите за безбедност од напоните на допир и чекор во “РЕК_БИТОЛА” 1993год - “Електро-технички факултет Скопје”.