

СЕКЦИЈА :

ГРУПА 34: ЗАШТИТА НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИ СИСТЕМИ И ЛОКАЛНО
УПРАВУВАЊЕ

СТРУЧНИ ИЗВЕСТУВАЧИ: Благој Донеv и Јован Јанков, ЈП "Електростопанство"
на Македонија-Скопје

ИЗВЕШТАЈ ОД СТРУЧНИТЕ ИЗВЕСТУВАЧИ

За второто советување на МАКО СИГРЕ студискиот комитет 34 ги усвои следните теми како перференцијални :

1. Анализа на работата на системите за елејна заштита и локално управување во ЕЕС и индустриски постројки со предлог мерки за унапредување.
2. Искуства и стремежи при изборот на на релејната заштита во преносните и дистрибутивните водови.
3. Експлоатација и одржување на релејната заштита и локалното управување.
 - Редовно и вонредно испитување во погон и лаборатории,приемно испитување
4. Ревитализација подобрување или замена на постојните системи, можности и услови.
5. Формирање и нормирање на постапка при евиденција, анализа и донесување заклучоци за проблематика од областа на релејната заштита.

Од проблематиката што се обработуваше во групата 34 се напишани вкупно 5 труда, од кои четири се класифицирани како реферати, а еден како информација.

Р34- 01 Илија Бендевски, Тони Паспаловски : " АНАЛИЗА НА ДЕЛУВАЊЕ НА ДИФЕРЕНЦИЈАЛНА ЗАШТИТА НА ЕНЕРГЕТСКИ ТРОНАМОТАЕН ТРАНСФОРМАТОР "

Нерегуларниот испад на блокот 3 во ТЕ Битола, поради делување на диференцијалната заштита на трансформаторот за сопствени потреби 13Т(круто поврзан со блокот генератор-трансформатор) , беше причина за опстојна анализа од авторите на рефератот. Аналитичкиот приод за објаснување на причините за нерегуланото делување почнува со мерниот струен трансформатор кој има невообичајна шема, натаму се дава систематизиран преглед на сите испитувања на енергетскиот трансформатор, релето со заштитните кругови и струјниот мерен трансформатор. Резултатите од испитувањето вклучувајќи и модел на оригиналниот мерен трансформатор покажа дека низ релето постојано тече извесна диференцијална струја како последица од неисправност во поврзувањето на мерниот трансформатор и подложеноста на надворешни влијанија. Уште еднаш се потврдува

фактот дека правилното нагудување на релејната заштита се мери и контролира само во жив погон.

Прашања за дискусија:

- Какви се искуствата од примената на диференцијалната заштита, во поглед на нерегуларните проработувања, посебно за посложени шеми (тронамотни трансформатори, мегутрансформатори во секундарните кругови).
- Искуства и трендови во развојот на струјните мерни трансформатори, во смисол прекумерно магнетизирање на јадрото (според волт-амперската карактеристика).
- Какви се можностите во ЕСМ и пошироко да се воведи контролла и статистика за доверливост на релејната заштита, (проработување, непробатување, нерегуларно проработување), искуство и препораки.

P34-02 м-р Зоран Јавоновски : " УПОТРЕБА НА ТЕЛЕКУМУНИКАЦИОНИ КАНАЛИ ПРИ ЗАШТИТА НА ВОДОВИ "

Во овој реферат е образложена потребата од телекомуникационо поврзување на дистантните заштити поставени на двата краја од водот. Истотака во рефератот се прикажани и објаснети шемите на телекомуникационото поврзување и тоа: шемите во кои пренесениот сигнал делува на исклучување (со или без дополнителни услови) на прекинувачот на другиот крај од водот и шемите во кои пренесениот сигнал предизвикува блокирање на заштитата (во првиот или вториот степен) на другиот крај од водот. На крајот од рефератот авторот дава примери за употреба на дистантните релеи кои користат телекомуникациони канали.

Прашања за дискусија :

- Искуства од употреба на VF врските при заштитата во нашата 400 KV мрежа
- Ефикасноста во заштитата на кусите водови со употребата на телекомуникационите врски.
- Употреба на оптичките кабли и други современи технологии за далечинско пренесување на сигнали во електричната заштитата.

P34-03 Гоце Стефанов, Горги Терзиев : " МИКРОПРОЦЕСОРСКО УПРВУВАЊЕ НА ПРОЦЕСИТЕ ВО ЕЛЕКТРОМОТОРНИТЕ ПОГОНИ СО АСИНХОРНИ МОТОРИ "

Фреквентната регулација на брзина на асинхрон мотор, вклучувајќи ги и заштитните функции применети во електромоторен погон за циклонска пумпа во Бучим е функционална и ефикасна со основната концепција. Брзиот и силен развој на микро процесорот обезбедува поголема контрола за разни видови апарати, поставена на поинаква основа. Во рефератот е даден опис на применето микр процесорско управување со кратка анализа на неговите предности и недостатоци.

Фреквентниот преобразувач со оваа добива друго квалитативно ниво. Процесорското управување обезбедува поголема брзина и можност за извршување на повеќе операции во кратко време, но зголемениот број компоненти со нивното меѓусебно поврзување и однос, носат ризик за сигурноста и ефикасноста.

Прашање за дискусија:

- Колкава е доверливоста на заштитните функции врз асинхрон мотор со кафезен ротор со примена на разни видови управувања со фреквентна регулација.
- Од аспект на експлоатација и одржување каде се лоцирани посериозни тешкотии во основниот дел или микропроцесорскиот дел.
- Поглед врз најновите сознанија од оваа област со нагласена заштитна компонента во комплетот за управување.

P34-04 Дарко Димов, Марин Даскалов : " ИНТЕРФЕЈС ЗА КОДИРАЊЕ НА ПОЛОЖБАТА НА РЕГУЛАЦИОНИОТ ТРАНСФОРМАТОР "

Во трудот се обработува проблемот интерфејс за кодирање на положбата на регулациониот прекинувач на регулационен трансформатор . Како појдовна точка се земани давачите на сигналот за положба на регулациониот прекинувач . Исто така земани се во предвид преносните патишта на сигналот и амбиенталните услови (електрички и нелектрички) . Формиран е концептот на конкретни технички решенија за локална сигнализација на положба преку LED диоди и дигитални влезови во конкретна програмирабилна далечинска станица, со осврт на секој дигитален влез, за што е предложена конкретна параметризација, прикладна на изведбата во Прилог 1.

Прашања за дискусија:

- Начин на решавање на предните состојби при детектирањето на состојбата на регулациониот трансформатор од аспект на времето потребно за промена на положбата на регулациониот трансформатор.
- Можности за автодијагностика на уредот
- Можност за употреба на уредот за локална и далечинска сигнализација и избор на најповолна концепција.

ИЗ4-05 Гоце Стефанов, Костадин Долдуров: " ДАЛЕЧИСКИ ПРЕНОС НА ПОДАТОЦИ ПО ДВОЖИЛЕН ВОД ПРИМЕНЕТ ЗА ВИЗУАЛИЗАЦИЈА НА ПОЛОЖБАТА НА РЕГУЛАЦИОНА СКЛОПКА КАЈ ТРАНСФОРМАТОР 110/6 KV

Во трудот е презентираан електронски систем за пренос на сигнализација на положба на регулациона склопка кај енергетски трансформатор 110/6KV на одалечено место . Електронскиот систем се состои од : предавател и приемник на импулно ширински сигнал , двожилен вод и седумсегментен дисплеј. Во зависност од положбата на регулационата склопка предавателот генерира импулс со соодветна ширина а кој преку двожилен вод се пренесува до приемникот кој го детектира и визуелизира, па на едмосегментниот дисплеј ќе се појави соодветна бројка за положбата на регулационата склопка.

Прашања за дискусија:

- Предности на електронскиот систем во однос на применетиот начин за покажување на полжбата на регулационата склопка кај енергетските трансформатори и економска оправданост за понатомашна примена
- Својства на електронскиот систем од аспект на доверливоста во период по неговото активирање до денес, отказ на функциите на поедините елементи и проблеми кои се јавуваат во тековното одржување.

ВТОРО СОВЕТУВАЊЕ НА МАКО СИГРЕ

Илија Бендевски дипл.ел.инж.
Тони Паспаловски дипл.ел.инж.
Р Е К -Битола П Е -Термоелектрани

**АНАЛИЗА НА ДЕЛУВАЊЕ НА ДИФЕРЕНЦИЈАЛНА ЗАШТИТА НА
ЕНЕРГЕТСКИ ТРАНСФОРМАТОР**

СОДРЖИНА

Диференцијалната заштита е основна заштита за сигурност во работата на трансформаторот. Проработувањето на оваа заштита секогаш побудува особен интерес за причините и последиците.

Во трудот е изнесена комплетната анализа и дадени се сите извршени мерења како би се разјаснила причината за делувањето на диференцијалната заштита на трансформаторот за сопствена потрошувачка 13Т на Блок 3 во ТЕ - Битола.

CONTEST

Differential protection is most important protection of any energetic transformer. After activating of this protection detailed examination and measurement should be done on a very protecting primary equipment and all associated secondary circuit and equipment.

In this article are described all that activities, done in order to find out the reason of activating of this protection at the transformer for domestic needs in Power Plant Bitola 3.

КЛУЧНИ ЗБОРОВИ: Диференцијална заштита, струен мерен трансформатор

1. ВОВЕД

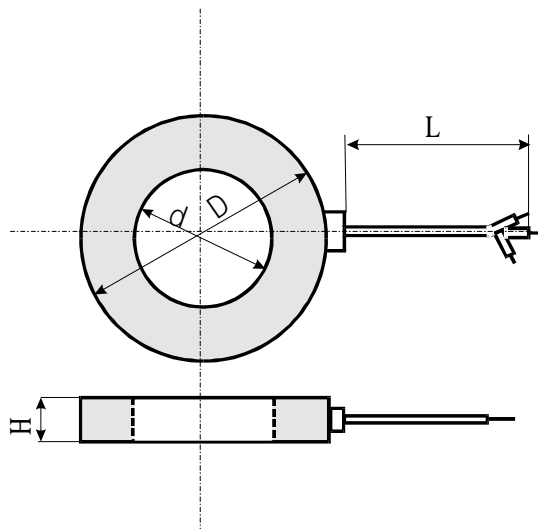
На 04.05.1997год после застој од една недела беше вклучен блокот 3 повторно во мрежа. При постигната снага од околу 175MW со вклучување на напојна пумпа (снага на мотор 4MW) испадна блокот од делување на диференцијална заштита на трансформаторот за сопствени потреби.

Причината за проработувањето на диференцијалната заштита на тро-намотаен енергетски трафо за сопствени потреби со моќност од 25 MVA, се базира на грешката што ја правеше струјниот мерен трансформатор на високата страна од енергетскиот трафо. Имено струјниот мерен трансформатор е натакнат на високонапонскиот извод на енергетскиот трафо и е во колото на диференцијалната заштита од една страна, додека пак од другата страна се два струјни мерни трансформатори кои ја мерат струјата на секундарот и терциерот од енергетскиот трафо (Сл. 4) .

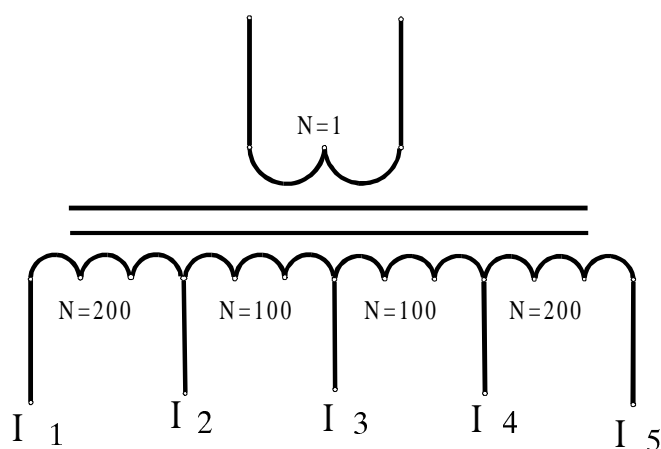
2. КАРАКТЕРИСТИКИ НА СТРУЈНИОТ МЕРЕН ТРАНСФОРМАТОР НА ВИСОКА СТРАНА ОД ЕНЕРГЕТСИОТ ТРАФО

Струјниот мерен трансформатор кој ја мери струјата што протекува низ високата страна од енергетскиот трафо е тип: ТВТ - 35 - I универзален со 5 изводи, номинална класа на точност 10р, моќност 30 VA, номинална кратност 24, номинален преносен однос 3000 A / 5 A (поврзан на секундар на I₁ и I₅), производство е од Русија. Димензиите и шематана намотките дадени се на слика 1 и 2.

За потребите во конкретниот случај треба да се користат секундарни клеми I₁ и I₃ (преносен однос 1500/5).



Сл.1. Димензии на универзален мерен трансформатор тип: ТВТ-35-I



Сл.2. Шема на универзален мерен трансформатор тип: ТВТ-35-I

Напомена: Универзалниот струен мерен трансформатор тип: ТВТ-35-I има две јадра од кои едното се користи за диференцијална а другото за прекуструјна заштита.

3. ИЗВРШЕНИ ИСПИТУВАЊА ПО ДЕЛУВАЊЕТО НА ДИФЕРЕНЦИЈАЛНА ЗАШТИТА НА 13Т

Во поглед на разјаснувањето на причината на делувањето на диференцијалната заштита на трансформаторот 13Т и исклучувањето на блокот 3 направени се следните испитувања :

3.1. Испитувања на енергетскиот трансформатор

На енергетскиот трансформатор 13 Т извршени се следните испитувања:

- а) Измерен е отпорот на изолација на сите намотки према маса и меѓусебно
- б) Проверен е преносниот однос и врската на врзување
- ц) Измерена е струјата на магнетизирање
- д) Измерен е омскиот отпор на сите намотки на трафото
- е) Измерен е расипниот флукс и спореден е со претходно измерениот

Сите овие испитувања покажаа дека енергетскиот трансформатор е во добра состојба и нема знаци за негово оштетување .

3.2. Испитувања релето и заштитните кругови

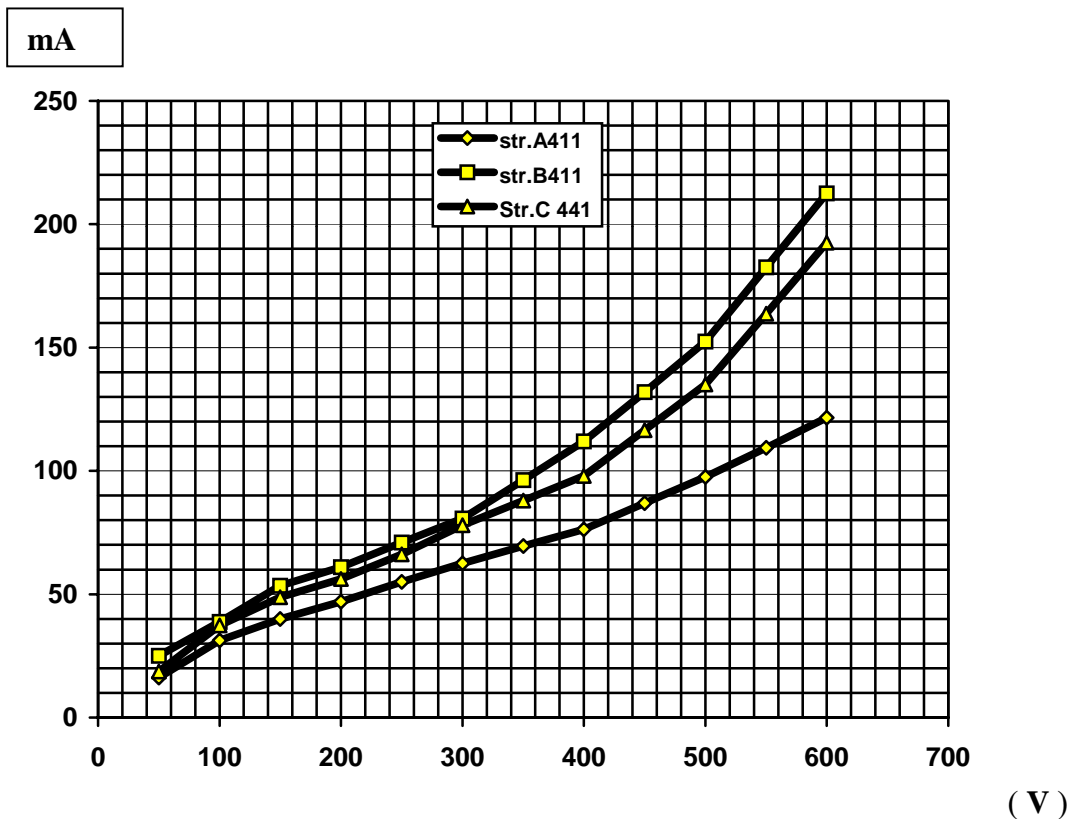
- Испитано е релето за диференцијална заштита на 13Т тип: RDIM 110 и утврдено дека подесените точки на делување се непроменети т.е релето е исправно (делува на струја 2,5 А т.е 50% I_n).
- Испитано е релето на блокада на делување од втор хармониик (со струја од 3,5 А - 100Hz) и констатирано дека релето е исправно т.е не делува .
- Измерени се активниот отпор и отпорот на изолација на сите секундарни изводи од струјниот мерен трансформатор и утврдено е дека се исправни.

3.2.1 Испитување на струјниот мерен трансформатор

а) Испитана е волт амперна карактеристика на струјните трансформатори и според фабричката документација е утврдено извесно отстапување на резултатите. (сл. 3). Имено според фабричките препораки за наринати 284 V не смее струјата да ја надмине вредноста од 50mA . Од слика 3 се гледа дека оваа вредност е повисока за сите три фази .

Фактички со ова испитување се магнетизира јадрото до ниво многу повисоко од нормалниот режим на работа на трансформаторот .

При испитувањето се отиде до напон од 600V при што се добија вредности од 140 до 220 mA (види слика 3.) . Што значи дека снага 84 до 132 VA се употребени само за магнетизирање на јадрото .



Сл.3. Волт амперска карактеристикана струјните мерни трансформатори

За утврдување на исправноста на струјните трансформатори се повикани стручници од ЕМО - Охрид и со нивни дигитален инструмент е испитана сложената грешка на струјните трансформатори. Резултатите од извршените мерења дадени се во табела 1.

ТАБЕЛА 1

тип: ТВТ-35-1 со к.т. 1% 10 Р 24 30 VA 3000 А / 5 А изведен со 5 изводи (I ₁ ;I ₂ ;I ₃ ;I ₄ i I ₅), поврзан на отцеп 1500 А / 5А (I ₁ - I ₃)					
Намена	Потен	Извод	Подесена вредност 30 VA		
	Фабрички број		Подесен преку струен број	Омска отпорност на t = 26 ^o C (mΩ)	Сложена грешка во %
Диференцијална заштита на 13Т фаза А	А441 48363	I ₁ -I ₂	24	350	0.07
		I ₁ -I ₃	24	538	0.05
		I ₁ -I ₄	24	709	0.04
		I ₁ -I ₅	24	1083	0.05
Диференцијална заштита на 13Т фаза В	В 441 48612	I ₁ -I ₂	24	366	0.09
		I ₁ -I ₃	24	546	0.06
		I ₁ -I ₄	24	728	0.05
		I ₁ -I ₅	24	1100	0.04
Диференцијална заштита на 13Т фаза С	С 441 48613	I ₁ -I ₂	24	348	0.08
		I ₁ -I ₃	24	520	0.06
		I ₁ -I ₄	24	698	0.05
		I ₁ -I ₅	24	1067	0.04

Инструментот се приклучува на секундарна намотка со отворена примарна. Се подесува номиналната моќноста и омскиот отпор на секундарната намотка и со регулационен трансформатор се подига (подесува) прекуструниот број на струјниот трансформатор и се отчитува сложената грешка.

Од добиените резултати се гледа дека струјните трансформатори од страна на сложена грешка се исправни.

- Оптеретеност на струјните трансформатори на висока страна

Измерен е отпорот на жилите со кој е поврзан струјниот трансформатор со релето т.е со мегутрансформаторот и утврдено е дека е тој $r = 1.4 \Omega$. (слика 4.)

При овој отпор потрошувачката на снага во водот во услови во кој работеше струјниот трансформатор е :

$$P = r \cdot I^2 = 1.4 \cdot (900/488)^2 = 1.4 \cdot 2.1^2 = 6.19 \text{ W}$$

земајќи во предвид дека релето има многу мала потрошувачка (околу 0.2 W) а следствено на тоа и мегутрансформаторот е многу малку оптоварен следува дека со оваа отпорност на водовите струјниот трансформатор по овој основ не бил претоварен .

За работа во услови на добро поврзан трансформатор т.е со коефициент на трансформација од 300 оваа пресметка би била следната :

$$P = r \cdot I^2 = 1.4 \cdot (900/300)^2 = 1.4 \cdot 3^2 = 12.6 \text{ W}$$

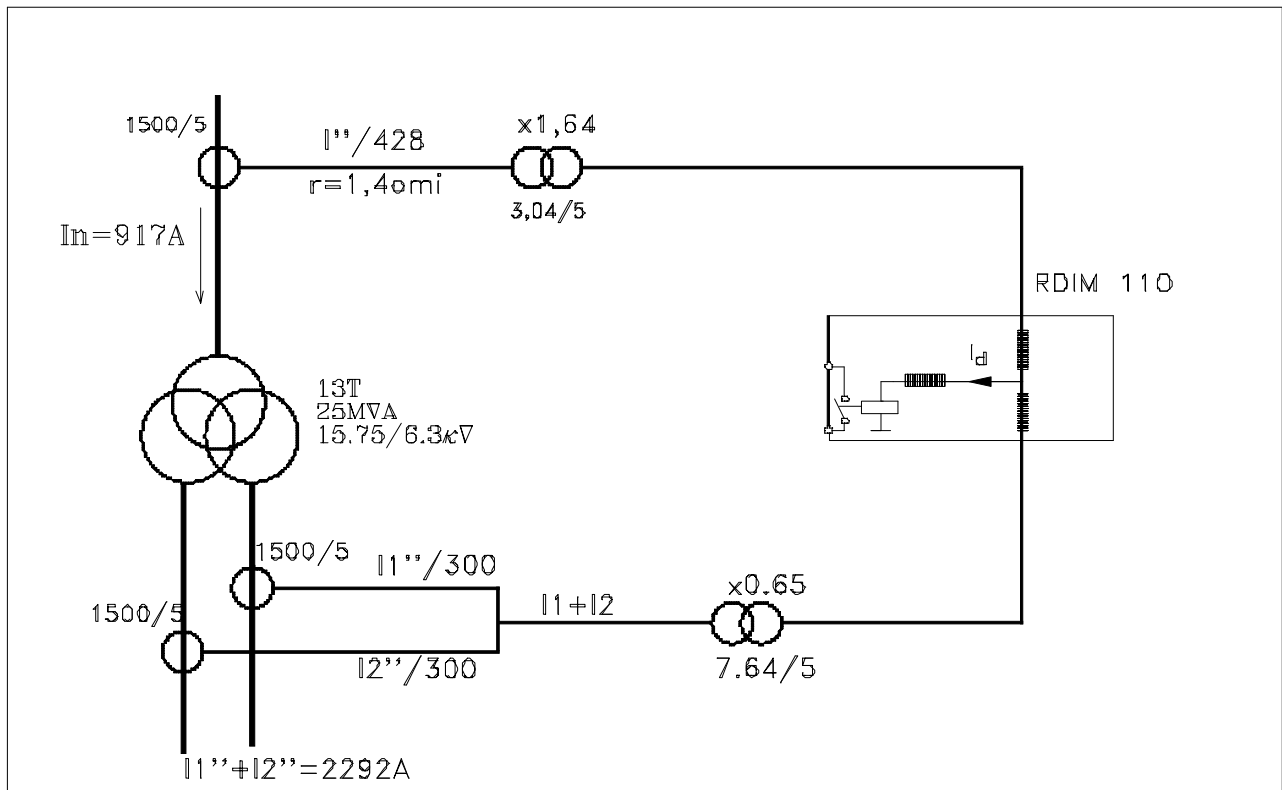
Ако се земе како погоре колкава е потрошувачката на снага во релето и на мегутрансформаторот ќе се види дека струјниот трансформатор со својата декларирана номинална снага од 30 VA воопшто не е претоварен по основа на пресекот и должината на спојниот вод .

- Проверена поврзаноста на заштитните кругови и утврдено е дека има неисправност во поврзувањето на струјните трансформатори на висока страна . Струјниот трансформатор на секундарна страна за бараниот преносен однос треба да биде приклучен на клеми 1 и 2, мегутоа на истиот имаше кратко споени клеми 2,4 и 5

4. АНАЛИЗА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД ИСПИТУВАЊАТА

Со цел да се доближиме на режимот во кој работела диференцијалната заштита во просториите на ЕМО Охрид е изработан струен трансформатор со снага од 30VA и со преносни односи како оригинално монтираниот трансформатор. На овој трансформатор се мереше преносниот однос со краткоспоени секундарни клеми 2, 4 и 5. Наместо 300 преносниот однос со вака поврзан секундар беше 428.

Анализа на режимот во кој стварно работела диференцијалната заштита е прикажан на слика 4 .



Сл.4 Шема на поврзаност на диференцијално реле RDIM 110

За претпоставена струја од 900 A на примарна страна на секундарот на струјниот трансформатор наместо 3A би имале струја од 2.1 A што занчи дека поради тоа низ заштитното реле стално ќе протекува диференцијална струја.

Во прилог 1. се дадени вредностите на збирната секундарна и примарна струја на трансформаторот 13T и диференцијалните струји низ релето како последица на поресметаниот преносен однос .

Осенчаните полиња се при номинална снага на блокот од 218MW. За погоре претпоставениот преносен однос од дијаграмот може да се види дека на пример при снага на блокот од 218 MW (струја на секундар на 13T од 1900 A) потребни се уште 2000 A ампери за да релето проделува што е исполнето на пример при вклучување на напојна пумпа .

5. ЗАКЛУЧОК:

Овој пропуст на поврзуваноста на струјниот мерен трансформатор на високата страна од трансформаторот за сопствени потреби на блок 3 е направен за време на исфорсираното пуштање на блокот 3 во 1998година. Очигледно е дека диференцијалната заштита на овој трансформатор работела цело време со проток на диференцијална струја низ релето. Зашто релето проработи дури сега а не порано сигурно се должи на повеќе фактори кои што се случија истовремено. Се потврдува фактот дека правилно подесена заштита е онаа на која после пуштането на објектот сите подесувања на релите се мерат и контролраат во живо.

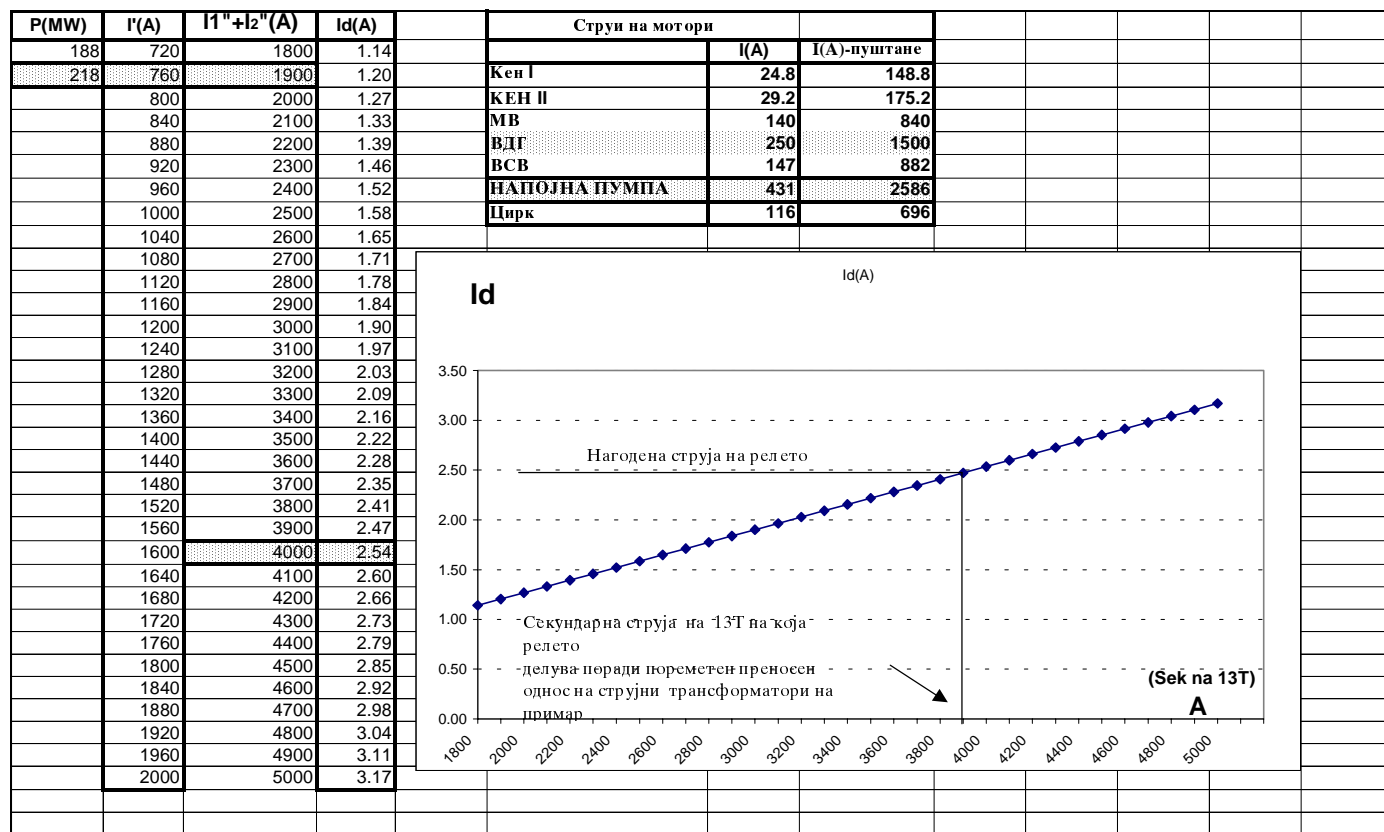
6. ПРАШАЊА ЗА ДИСКУСИЈА

Какви се искуствата за овој вид на заштита .

7. ЛИТЕРАТУРА

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЈА ПО ЕКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА ТИПА ТВТ-35-И ОВЛ.412.016
2. РАЗВОДНА ПОСТРОЕЊА В.Пожар
3. МЕРЕЊА У ЕЛЕКТРОТЕХНИЦИ – В. Бего

ПРИЛОЗИ:



М-р Зоран Јовановски, дипл.ел.инж.
Подружница "Електропренос" - Скопје

УПОТРЕБА НА ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОНИ КАНАЛИ ПРИ ЗАШТИТА НА ВОДОВИ

СОДРЖИНА

Овде се разгледува во кои случаи во нашиот електроенергетски систем е потребно да се употребат телекомуникациони врски за релејната заштита, односно во кои случаи се бараат минимални времетраења на грешките. Опишани се различни шеми на поврзување на дистантните заштити со телекомуникациони врски за да се елиминира мртвата зона на првиот степен. Истканати се предностите и недостатоците на поедините начини на поврзување. Наведена е употреба на дистантни релеи со телекомуникациони канали за заштита на 400 kV-и водови, куси водови, високонапонски кабли и куси водови во близина на големи турбогенератори.

CONTENT

Here it is observed in which cases it is necessary that our electric power system uses telecommunicational connections for the relay protection, or in other words, in which cases it is sought for minimal time durations of the errors. Also described are various connexions of the distance protections with telecommunicational connections for to eliminate the dead zone of the first level. Pointed out are the advantages and disadvantages of the particular ways of connecting. Prompted is a usage of distance relays with telecommunicational channels for protection of 400 kV lines, short lines, high voltage cables and short lines close to large turbogenerators.

1. ВОВЕД

Пред уредите за заштита на високонапонските водови се поставуваат две спротивставени барања: селективност и брзина на делување. Со употреба на телекомуникациони врски помеѓу заштитните уреди може да се избалансираат двете спротивставени барања, што значи може да се реализираат брзи исклучувања при секој вид на грешка на штитениот вод и истовремено потребна селективност.

Кај високонапонските водови поголем е бројот на минливите од бројот на трајните грешки. Долгото времетраење на грешката има повеќе лоши последици за

електроенергетскиот систем бидејќи ја зголемува веројатноста за прераснување на минливите грешки во трајни, ја загрозува стабилноста на системот, ги зголемува термичките и динамичките напрегања на опремата. Се оди на тоа да времетраењето на грешките биде што е можно покусо. Повеќефазните грешки во голема мерка ја загрозуваат стабилноста на системот, особено кога нивното времетраење е поголемо од некое критично време (ова време за нашата мрежа е непознато). За споредба, анализите во електроенергетскиот систем на Европа покажуваат за да би се задржала стабилноста на системот во поедини точки, критичното време е под 250 ms. Од аспект на термичкото напрегање на опремата може да се рече дека времињата на повисоките степени на дистантната заштита за сите напонски нивоа не се критични. Бидејќи динамичкото напрегање на опремата е најголемо во првата полупериода на грешката, а со најбрзите релеи и прекинувачи ова засега не може да се избегне, тогаш опремата мора да биде димензионирана така да го издржи најголемото динамичко напрегање.

Употребата на телекомуникационото поврзување на дистантните заштити, со цел да се елиминираат сите грешки со задоволителна селективност би била оправдана кај 400 kV-те водови, додека кај 220 kV-те и 110 kV-те водови телекомуникационите канали во заштитата би се употребувале само во одредени случаи.

Од аспект на заштита кусите водови од сите напонски нивоа претставуваат посебен проблем. Ако кусите водови се штитат со дистантни релеи доаѓа до неселективни исклучувања поради голем уплив на отпор на лакот врз точноста на мерниот орган чија што проработна зона на прв степен е многу мала. Кај изразито куси водови не може селективно да се подеси првиот степен, бидејќи импедансата на штитениот вод е многу мала (внатрешната импендаса на релејот е поголема од 85% од импедансата на штитениот вод). Кусите водови можат да се штитат со дистантни или подолжни диференцијални заштити со задолжителна употреба на телекомуникациона врска помеѓу краевите на штитениот вод.

Високонапонските кабли од една страна по правило се многу куси, нивната импеданса по единица должина е многу мала (првиот степен на дистантните заштити не може селективно да се подеси поради нивната импеданса), а од друга страна се многу скапи и подложни на разорувања при појава на грешки па затоа е неопходно да се постигнат големи брзини на исклучување. Овие проблеми можат да се решат само со употреба на телекомуникациони врски во заштита на каблите.

Во случај кога турбогенератор со голема моќност напојува мрежа преку повеќе водови, од кои еден од нив е релативно кус, не смее грешката на крајот од кусиот вод да биде исклучена во втор степен (бидејќи доаѓа до опасни торзиони напрегања на осовината на роторот), туку мора да се употреби телекомуникациона врска помеѓу релеите поставени на краевите од кусиот вод.

2. НАЧИНИ НА ПОВРЗУВАЊЕ НА ДИСТАНТНИТЕ РЕЛЕИ СО ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОНИ КАНАЛИ

Дистантниот релеј треба да ги исклучи сите видови на грешки за најкусо можно време кои би се појавиле на штитениот вод. Дистантниот релеј го одредува растојанието до местото на грешка преку информациите кој ги добива од местото каде што е вграден. Тоа мерење секогаш е недоволно точно, од една страна поради

тоа што не може точно да се одреди импендансата на штитениот вод, а од друга страна поради грешките на струјните и напонските мерни трансформатори.

За да се оствари подобра селективност, дистантниот релеј вообичаено се подесува така да во основно време ги исклучува сите грешки кои би се појавиле на 80-90% од должината на водот, додека грешките, кои би се појавиле на останатите 10-20% од должината на водот би се исклучиле по временско затегање. Ова временско затегање обично изнесува 0,5 s. не земајќи го во предвид времето потребно за исклучување на прекинувачот. Тоа всушност ја одредува должината на безнапонската пауза при еднополните автоматски повторни вклучувања, која обично изнесува 0,7 s. Селективното исклучување на сите грешки кои би се појавиле на водот може да се реализира во основно време преку дистантните релеи само во случај кога помеѓу нив постои одредена врска. Постојат различни логички шеми за поврзување на дистантните релеи преку телекомуникациони канали. Сите шеми на поврзување се делат во две групи спрема карактерот на делување на пренесениот сигнал. Тоа се шеми во кои:

- пренесениот сигнал предизвикува исклучување на прекинувачот на другиот крај на водот и

- пренесениот сигнал го блокира делувањето на заштитата на другиот крај на водот.

Шемите во кои пренесениот сигнал предизвикува исклучување на прекинувачот на другиот крај од водот може да се поделат на:

- шеми со безусловно (или директно) исклучување и

- шеми со условно (или индиректно) исклучување

во зависност од тоа дали пренесениот сигнал делува на исклучување на прекинувачот со или без дополнителни услови.

Шемите во кои пренесениот сигнал предизвикува блокирање на заштитата на спротивниот крај на водот, спрема местото на иницирање на сигналот за блокирање се делат на шеми кај кои:

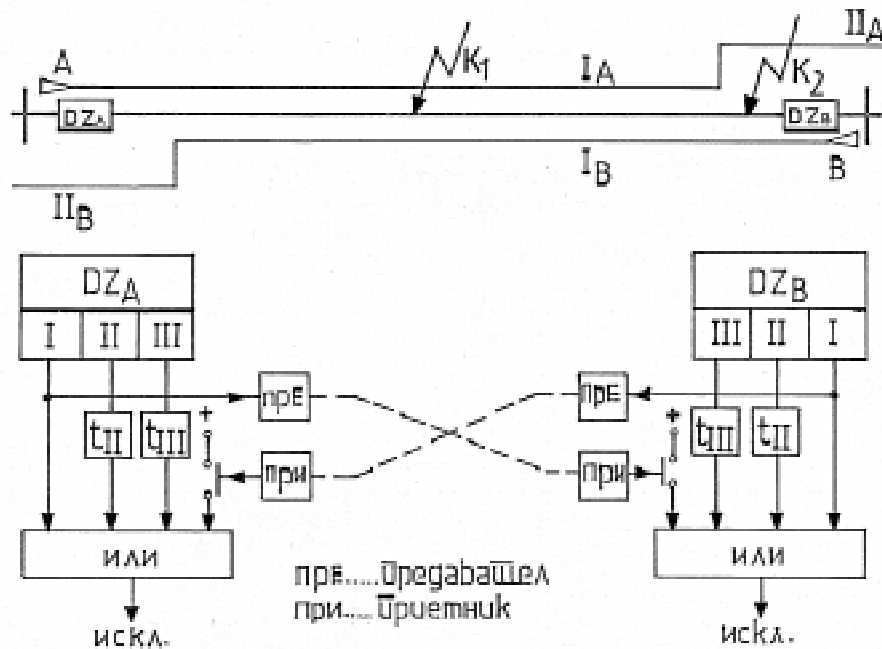
- сигналот за блокирање е инициран од неусмерен побуден релеј, додека усмерениот мерен дистантен релеј го условува неговиот пренос на другата страна од водот;

- сигналот за блокирање е инициран од усмерен побуден релеј додека неусмерениот побуден релеј го условува неговиот пренос на другата страна од водот.

Телекомуникационата врска може да биде радио, кабловска или VF-врска. Најчесто се употребува VF-врска преку водот. Помеѓу дистантните релеи и уредите за врска се поставуваат уреди за пренос на критериумот.

2.1. Шема со директно (безусловно) далечинско исклучување на прекинувачот

Оваа шема е претставена на сл.1. Дистантните заштити на двата краја од водот се подесуваат на класичен начин, односно првите степени имаат мртва зона од 10-20%. При грешка во K_1 заштитите во А и В делуваат во прв степен и ги исклучуваат своите прекинувачи. Истовремено се побудуваат двата предаватели, но во овој случај тоа не е важно бидејќи секоја дистантна заштита го исклучува својот прекинувач во прв степен. При грешка во K_2 заштитата В ќе проработи во прв степен, ќе го исклучи својот прекинувач и ќе го побуди својот предавател. Прекинувачот на страната А ќе биде исклучен веднаш по прием на сигналот од В страната на водот.



Сл.1 Шема со директно (безусловно) далечинско исклучување на прекинувачот

Претставената шема за поврзување на дистантните заштити со телекомуникационен канал овозможува истовремено исклучување на прекинувачите на двете страни од водот. Оваа шема се употребува во случај кога заштитата на спротивниот крај може да затаи поради слабо напојување од таа страна или во случај кога на едната страна дистантната заштита воопшто не е инсталирана. Бидејќи сигналот за исклучување делува безусловно на прекинувачот на спротивната страна од водот, кај оваа шема посебно внимание треба да се посвети на сигурноста за пренос на информации преку телекомуникациониот канал како и да се заштити приемникот од сигнали на пречки предизвикани од различни ефекти. Во посебно тешки услови поголема сигурност за пренесување на сигналите и заштита од непотребно делување на заштитата предизвикано од сигналите на пречки може да се постигне со употреба на два независни телекомуникациони канали или пак со кодирање на преносниот сигнал.

2.2. Шема со индиректно далечинско исклучување на прекинувачот

Оваа шема уште е позната како шема со далечинско скратување на временското затегање на вториот степен од дистантната заштита на другата страна од водот. Истата е претставена на сл.2. И во овој случај дистантните заштити се подесуваат на класичен начин, односно, со прв степен се штити 80-90% од должината на водот. При грешка во K_1 двете заштити ги исклучуваат своите прекинувачи во прв степен. При грешка во K_2 заштитата В делува во прв степен, а заштитата А во втор степен. Предавателот на заштитата В испраќа сигнал кој го премостува временското затегање од втор степен на заштитата А. Значи, заштитата делува по истек на времето потребно да заштитата делува во прв степен и времето потребно да се пренесе сигналот со кој се скратува времето на делување на вториот степен од заштитата А.



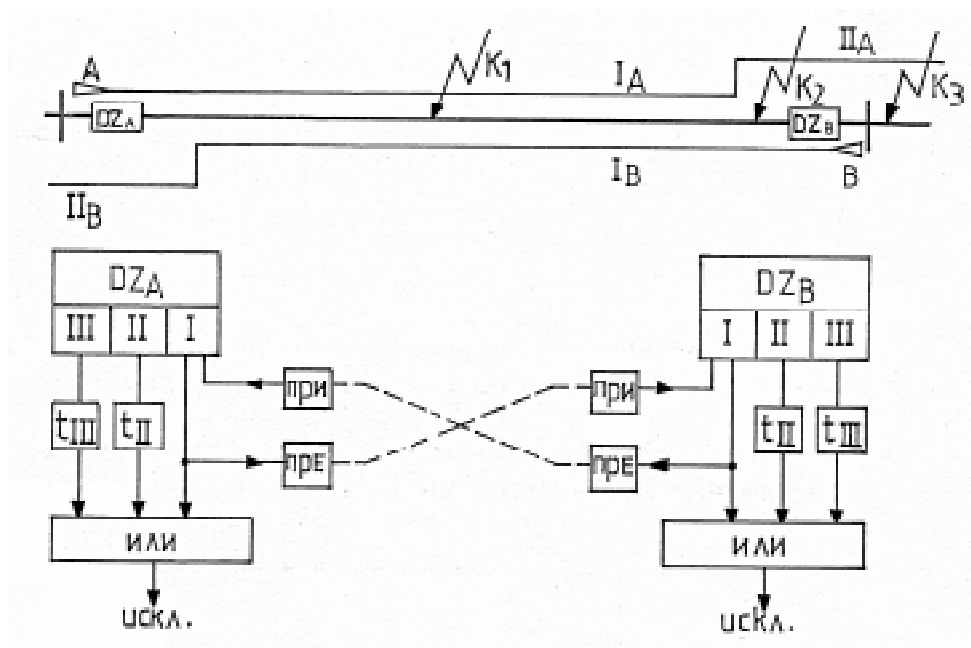
Сл.2 Шема со индиректно далечинско исклучување на прекинувачот

При употреба на оваа шема релите на двата краја од водот треба да имаат усмерени карактеристики. Сигналот кој се пренесува преку телекомуникационен канал не го условува исклучувањето на прекинувачот на спротивниот крај од водот, туку го скратува само времето на делување на вториот степен од дистантната заштита. Исклучувањето на прекинувачот е условено со реагирање на вториот степен од заштитата на таа страна.

2.3. Шема со далечинско продолжување на дофатот на прв степен на заштитата

Оваа шема припаѓа на шемите со условно исклучување (претставена е на сл.3). Првиот степен на дистантните релеи на двата краја од водот е подесен класично (80-90% од должината на водот). При грешка во K_1 двете заштити ги исклучуваат своите прекинувачи во прв степен. Двата предаватели се активираат и доаѓа до задушвање на телекомуникациониот канал, пренос на сигналот во овој случај не е потребен. При грешка во K_2 заштитата В проработува во прв, а заштитата А во втор степен. Заштитата В испраќа сигнал на заштитата А со кој се продолжува дофатот на нејзиниот прв степен на 120-130%. Со тоа грешката K_2 доаѓа во зоната на продолжен прв степен од заштитата А и таа делува во прв степен. Грешката во K_2 заштитата А ја исклучува во основно време плус одредено временско затегање еднакво на збирот од времето потребно за пренос на сигналот и времето потребно за дополнително мерење при продолжување на првиот степен.

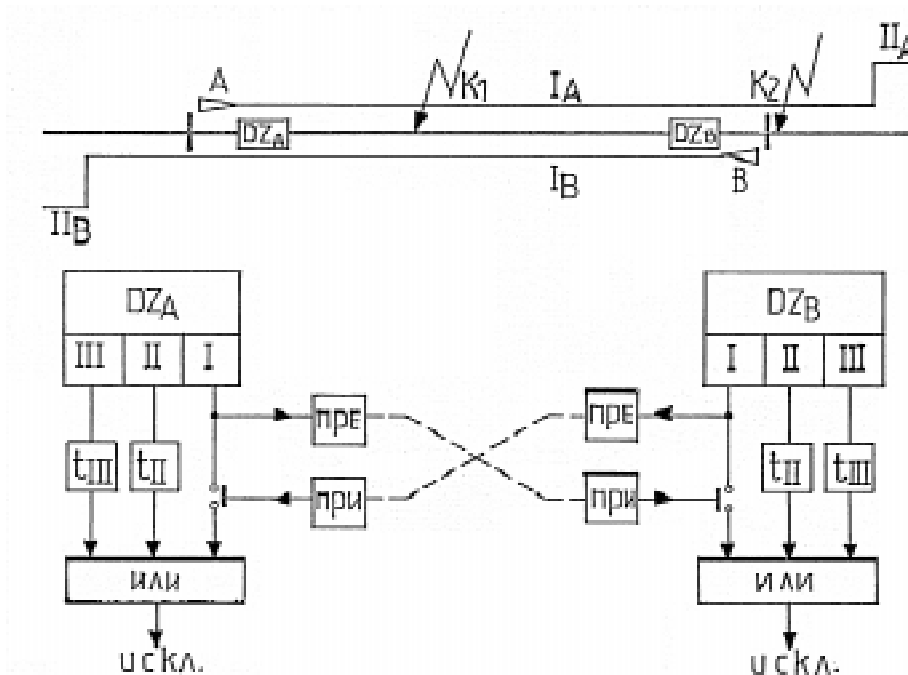
При употреба на оваа шема карактеристиките на дистантните релеи мора да бидат усмерени за да би се спречило делување на заштитата В во прв степен при евентуална грешка во K_3 , со што непотребно би се предизвикало продолжување на првиот степен на заштитата А. Оваа шема овозможува најголема сигурност против непосакуваните делувања, кои можат да се случат при појава на некои пречки при грешка на почетокот од соседниот вод.



Сл.3 Шема со далечинско продолжување на дофатот на прв степен на заштитата

2.4. Шема со далечинско деблокирање на прв степен на заштитата

Оваа шема е претставена на сл.4 и припаѓа во шемите со условно исклучување. Во овој случај дистантните релеи не се подесуваат класично. Првиот степен на двете заштити се подесува така да нивниот дофат изнесува 120-130% од штитениот вод, односно влегува во зоната на првиот степен од дистантните релеи на соседните водови.



Сл.4 Шема со далечинско деблокирање на прв степен на заштитата

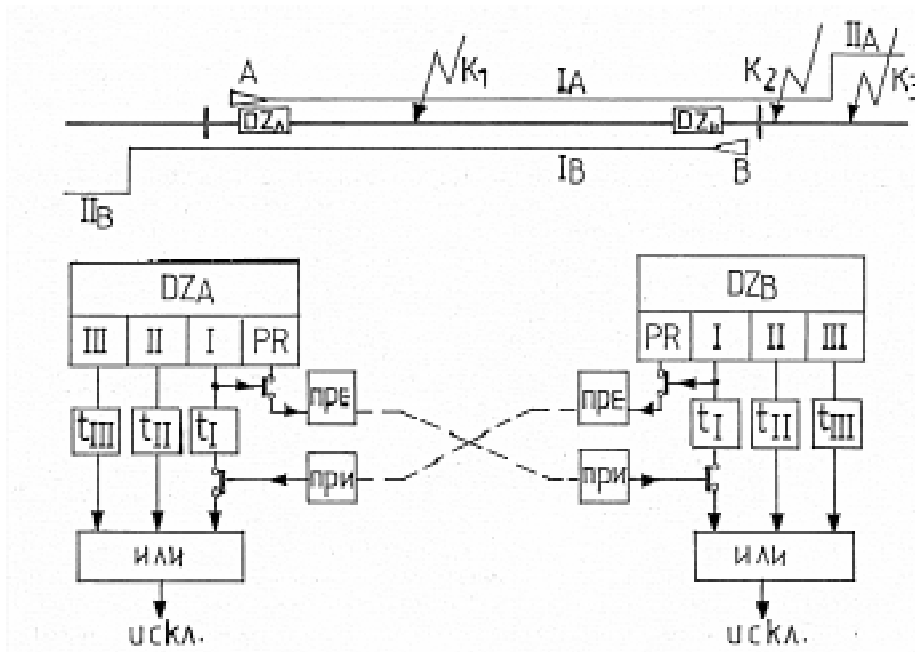
При грешка во K_1 двете заштити делуваат во прв степен и испраќаат сигнали на спротивните краеве од водот со што се врши деблокирање на нивниот прв степен. Двете заштити ги исклучуваат своите прекинувачи по времето на прв степен зголемено за време на пренесување на сигналот. Во колку релејот не прими сигнал од другата страна на водот, а веќе ја регистрирал грешката во прв степен, ќе го исклучи својот прекинувач по истек на вториот степен, бидејќи исклучувањето во прв степен е условено со прием на сигнал од спротивната страна. При грешка во K_2 делува само релејот А со што не доаѓа до деблокирање на првиот степен на релејот А. Поради тоа заштитата А ќе го исклучи својот прекинувач по истек на временското затегање од втор степен.

Недостаток на оваа шема е дека при вклучување на вод на кој веќе постои грешка или при грешка на вод во празен од дистантниот релеј ќе исклучи по истек на времето од втор степен. Првиот недостаток може да се реши со испраќање на сигнал при вклучување на прекинувачот кој ќе има поистоветно дејство како сигналот од соседната заштита, а вториот недостаток може да се отстрани со испраќање сигнал на спротивната страна преку контакт од сигналната склопка на прекинувачот кој е исклучен на едната страна. Оваа шема многу ретко се употребува, односно се употребува, само онаму каде други начини не би можеле да се употребат.

2.5. Шема со далечинско блокирање на првиот степен на заштитата

Оваа шема е дадена на сл.5 и припаѓа на шемите со сигнал за блокирање. Првите степени на дистантните заштити имаат дофат од 120-130% од должината на штитениот вод. Во оваа шема се употребуваат и побудните релеи на дистантните заштити. При грешка во K_1 најнапред делуваат побудните релеи на заштитите А и В кои испраќаат сигнали за блокирање на спротивните краеве на водот. Сигналите за блокирање го блокираат првиот степен на двете заштити. Преносот на сигналите мора да биде остварен како двоканален бидејќи сигналите за блокирање се испраќаат во двата смера. По побудните релеи делува првиот степен на двете заштити кој предизвикува прекин на сигналите за блокирање, со што првиот степен на двете заштити се деблокира и грешката е елиминирана истовремено на двата краја по истек на време t_1 . Значи, релејот исклучува под услов да грешката ја измерил во прв степен, да престанал да го прима импулсот за блокирање од спротивната страна и да е поминато намерното временско затегање. Намерното временско затегање се одбира така да се зема во обзир времето за проработување во прв степен и времето потребно за пренос на сигналот. Во овој случај сите грешки се исклучуваат по времето на прв степен зголемено за намерното временско затегање кое обично изнесува околу 30 ms. зависно од типот на релејот и преносните апарати.

При грешка во K_2 , најнапред проработуваат неусмерените побудни релеи на двете дистантни заштити, што доведува до блокирање на прв степен на заштитите А и В. Потоа проработува заштитата А во прв степен со што се врши деблокирање на првиот степен на заштитата В. Заштитата В не проработува бидејќи грешката се наоѓа зад неа, па затоа блокадата на прв степен од заштитата А продолжува и истата својот прекинувач може да го исклучи во втор степен.

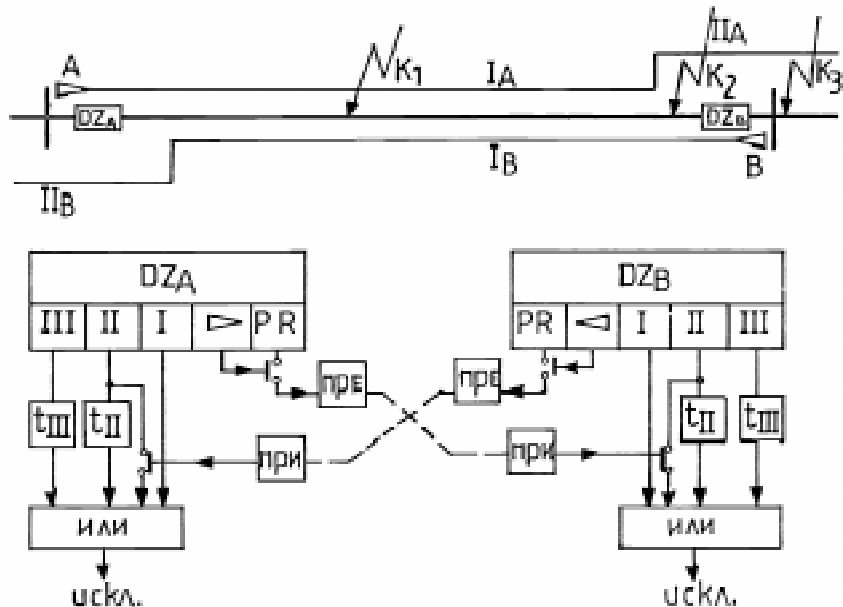


Сл.5 Шема со далечинско блокирање на првиот степен на заштитата

Оваа шема најчесто се употребува кај кусите водови, кај кои постои голема веројатност да дојде до непосакувани испади на соседните водови бидејќи вторите степени на нивните дистантни релеи по правило го покриваат целиот кус вод. Исто така, шемата овозможува исклучување на грешките при еднострано напојување на водот бидејќи во такви околности нема сигнал за блокирање од оддалечениот крај на водот.

2.6. Шема со далечинско блокирање на забрзувањето на втор степен

Оваа шема е претставена на сл.6 и припаѓа на шемите со сигнал за блокирање. Двете дистантни заштити се подесуваат класично, со мртва зона, во прв степен од 10-20% од должината на штитениот вод. За да се реализира оваа шема треба дистантните заштити да имаат посебни усмерени релеи кои можат да дадат сигнал кога ќе констатираат спротивен смер, односно грешка, зад релејот. При грешка во K_1 усмерените релеи на двете заштити одредуваат дека грешката се наоѓа на штитениот вод со што ги блокираат сигналите за блокирање на побудните релеи. По телекомуникациониот канал не се испраќаат никакви сигнали и двете заштити делуваат во прв степен. При грешка во K_2 релеите повторно одредуваат дека грешката се наоѓа на штитениот вод и сигналите за блокирање од побудните релеи се блокирани со што доаѓа до забрзување на вториот степен на дистантните заштити. Заштитата В проработува во прв степен, додека заштитата А во втор степен, што значи заштитата В го исклучува својот прекинувач по истек на времето од прв степен, додека заштитата А го исклучува својот прекинувач по истек на времето од прв степен зголемено за одредено временско закаснување.



Сл.6 Шема со далечинско блокирање на забрзувањето на втор степен

При грешка во K_3 усмерениот релеј од заштитата В утврдува дека грешката е зад неа со што испраќа на страната А сигнал за блокада за скратување на временското затегање на вториот степен на заштитата А така што релејот на страната А исклучува во втор степен.

3. ПРИМЕРИ ЗА УПОТРЕБА НА ДИСТАНТНИ РЕЛЕИ КОИ КОРИСТАТ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОНИ КАНАЛИ

3.1. Заштита на 400 kV-и водови

Во нашиот електроенергетски систем се употребуваат два дистантни релеи за заштита на 400 kV-те водови. Едниот е електронски, а вториот електромеханички. Кај електромеханичките релеи се употребува индиректно далечинско исклучување на прекинувачот (точка 2.2.), а кај електронските релеи далечинско продолжување на дофатот на прв степен на заштитата (точка 2.3.). Кај електромеханичките релеи употребата на индиректното далечинско исклучување на прекинувачот може да доведе до непосакувани исклучувања во случај на појава на пречки поради поднапонските органи.

Во иднина, кај новоизградените водови, со употреба на новите заштити би било пожелно да се искомбинира така да едниот дистантен релеј работи со далечинско продолжување на дофатот на прв степен на заштитата (точка 2.3.), а вториот дистантен релеј да работи со далечинско блокирање на забрзувањето на втор степен (точка 2.6.). Вториот релеј треба да има одвоен усмерен орган со слободен контакт кој би се употребил за испраќање на сигналот за блокирање при грешки зад него. За да се оствари ваков начин на работа неопходен е уред за пренос на критериум на заштитата со четири фреквенции.

3.2. Заштита на куси надземни водови 220 kV и 110 kV

Кај 110 kV-те водови, во подрачјата на големите градови, често пати се врши сечење за да изврши уфрлување на нови постројки. Во поново време постојат дистантни релеи со минимална импеданса за подесување од $0,1 \Omega$, така да селективно можат да се подесуваат водови со должина под 0,5 км. Сепак, со оглед на уплив на отпорот на лакот, за водови чија импеданса на страна на релејот е помала од $0,5 \Omega$, треба да се употреби принцип на далечинско блокирање на првиот степен на заштитата (точка 2.5.) со употреба на телекомуникационен канал.

3.3 Заштита на куси 400 kV-и водови

Кусите водови треба да бидат снабдени со две дистантни заштити како што е за водовите со нормална должина. Едниот систем на заштита треба да се поврзе за работа со продолжување на дофатот на прв степен на заштитата (точка 2.3.), а вториот за работа со далечинско блокирање на првиот степен на заштитата (точка 2.5.). Со комбинација на овие два начина на работа би се постигнало да еден систем на заштита брзо ги исклучува сите грешки, а вториот систем на заштита овозможува поголема сигурност од влијанијата на отпорот на лакот бидејќи првиот степен му е подесен значително преку соседната собирница.

3.4. Заштита на високонапонски кабли

Високонапонските кабли од аспект на заштитата се специфични. По правило каблите се куси, имаат многу мала импеданса по единица должина (ска. $0,1 \Omega/\text{км}$) и многу голема цена.

Може на многу начини да се реализира селективна заштита на двострано напојуван кабел. Најдобро решение е со два независни системи на заштита од кои еден е подолжна диференцијална заштита, а вториот дистантни релеи поврзани на принципот со далечинско блокирање на првиот степен на заштитата (точка 2.5.). За секој систем на заштита мора да се обезбеди посебен телекомуникационен канал. Подолжната диференцијална заштита ќе ги исклучува сите грешки кои би се појавиле на кабелот, за многу кусо време, но не ќе може да делува во случај на грешки на собирниците. Дистантните релеи со своите втори степени ќе ги исклучуваат грешките на собирниците во соседните постројки.

3.5. Заштита на водови во близина на големи турбогенератори

Кај големите турбогенератори за да се постигне што поекономична конструкција доаѓа до релативно продолжување на статорот и роторот. Со зголемување на моќноста на турбогенераторот опаѓа вртливиот момент по единица моќност а со тоа машината лесно ја губи својата стабилност. Од друга страна, што е подолга машината, нејзината осовина и спојниците се многу осетливи на динамички торзиони напрегања во случај на блиска повеќефазна грешка. Нека пред да настане грешка голем турбогенератор дава приближно номинална моќност на мрежа, со која е поврзан преку повеќе водови. Кога на еден од водовите ќе се појави блиска

трифазна грешка генераторот моментално се растоварува бидејќи се намалува неговата предадена активна моќност, од приближно номинална на значително мала, која зависи од отпорот на грешка низ кој тече струјата на куса врска. Кај големите генератори и блок-трансформатори активниот отпор е занемарливо мал а исто така е многу мал и отпорот на водот бидејќи се работи за блиска грешка. Поради моменталното растоварување роторот на генераторот се залетува. Колку што повеќе грешката трае толку повеќе роторот се залетува. Кога заштитата на водот ќе исклучи генераторот ќе дојде на полн мрежен напон. Предадената активна моќност од моментално мала вредност се зголемува на вредност блиска со онаа пред грешката. Вакви големи и брзи промени на предадената активна моќност предизвикуваат опасни динамички и торзиони напрегања на осовината и спојниците на генераторот.

За да се зголеми доверливоста во отстранување на блиските куси врски, се препорачува, на сите водови кои го поврзуваат турбогенераторот со мрежа да се употребат два независни системи на заштита, со тоа што двата системи на заштита на кусиот вод да се базираат на посебни врски помеѓу нив. За кусиот вод би било најдобро ако за едниот систем на заштита се избере подолжна струјна диференцијална заштита, а за вториот систем на заштита дистантни релеи кои меѓусебно се поврзани на начин опишан во точка 2.6.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ф.Божута, М.Голубовиќ, Ј.Нахман, А.Огорелц, С.Паниќ, З.Пашиќ, П. Вујовиќ, Ж.Златар : Аспекти заштите електроенергетског система, Свјетлост, Сарајево 1988.
- [2] T.S. Madhava Rao : Power system protection, Tata McGraw-Hill, 1982.
- [3] V.L. Fabrikant : Distancionnax za}ita, MOSKVA, VYS[AX [KOLA, 1978.
- [4] V.L. Fabrikant, V.P. Gluhov, L.B. Paperno : Wlementy ustrojstv relejnoj za}iti i avtomatiki wnergosistem i ih proektirovanie, MOSKVA, VYS[AX [KOLA, 1974.
- [5] Проспекти на водечките светски фирми од областа на заштитната техника (ABB, SIEMENS, GEC).

Гоце Стефанов - ПРМБ -Бучим, Радовиш
Ѓорѓи Терзиев - АД ГОЛДМАК, Радовиш

МИКРОПРОЦЕСОРСКО УПРАВУВАЊЕ НА ПРОЦЕСИТЕ ВО ЕЛЕКТРОМОТОРНИТЕ ПОГОНИ СО АСИНХРОНИ МОТОРИ

СОДРЖИНА

Во трудот е даден опис на примената на микропроцесорите во управувањето на електромоторните погони. Потенцирана е евидентната предност која се обезбедува со употребата на микропроцесорското управување во енергетските процеси воопшто. Направена е една анализа на употребата на микропроцесорското управување кај погони задвижувани од асинхрони мотори.

Клучни зборови: микропроцесор, асинхрон мотор, управување

CONTENTS

This work describes the application of the microprocessors in the control of Electrical drives. It stresses the obvious advantage which comes out from the application of the microprocessor control of the Energetic processes in general. The use of the microprocessor control is analyzed for drives driven by asynchronous motors.

Key words: microprocessor, asynchronous motor, control

1. ВОВЕД

Појавата на микропроцесорот во 70-те години доведува до нови можности во енергетската електроника. Со развојот на микропроцесорот се зголемува значењето на снажните енергетски полупроводници појавени во 50-те години. Во претстојната индустриска револуција - компјутерска автоматизација на фабриките - микропроцесорите ни ветуваат обезбедување на единствена интелигенција со високо ниво на фабрична автоматизација. Исто така, микропроцесорот игра витална улога во зголемување на степенот на контрола на моќните електронски побудни системи. Микропроцесорот обезбедува брз и едноставен пристап во контролата на системите за управување на енергетските преобразувачи. Тој ги обединува двата дела на еден интелигентен систем: хардверот и софтверот. Првите

микропроцесори биле со 4 бита. Сега се на располагање процесори со 8, 16, 32 и 64 бита. Со подобрување на процесната технологија на интегрираните кола можни се "поголеми и поголеми интеграции. Со развојот на микроелектрониката се зголемува степенот на интеграција и се подобрува процесната брзина. Во почетокот на микрокомпјутерскиот развој микропроцесорите беа суштински користени за извршување на логични контролни функции. Микропроцесорите функционираа суштински како Булови функционални синтетизатори за програмабилни логични контролни апликации. Како микропроцесорите се подобруваа во бит големината, така апликациите квалитетно се прошируваат во општите контролни системи. Некои области на примена на микропроцесорите во енергетската електроника можат да се сумираат како следи:

- четири квадрантен фазно контролиран преобразувач за еднонасочни мотори
- четири квадрантен PWM чопер контролор на еднонасочни мотори
- високонапонски DC конвертор за контрола и мониторинг на грешките на келијата
- PWM инвертор драјвер за асинхрони и синхрони мотори
- четири квадрантен струен инвертор за асинхрони и синхрони мотори
- четири квадрантен циклоконвертор за асинхрони и синхрони мотори
- топлински, светлосни и димни контролори
- контрола на возбудата на синхрони мотори

Од аспект на енергетската електроника функцијата на микропроцесорот може да се категоризира како следи:

- контрола на повратната јамка
- контрола на гејт-егзиторите на фазно контролираните инвертори
- PWM или квадратен бранов сигнал генериран за инверторот
- оценка на повратниот сигнал
- контрола на општата секвенца
- контрола на заштита и ослободување од грешка
- стекнување на податоци
- дијагноза
- разновидна пресметка и контрола

Во трудот се употребуват термините микропроцесор и микрокомпјутер. Микропроцесор е самото интегрирано коло, а микрокомпјутер е микропроцесорот со соодветна периферија.

2. ПРЕДНОСТИ И НЕДОСТАТОЦИ НА МИКРОПРОЦЕСОРСКОТО УПРАВУВАЊЕ

Микрокомпјутерската контрола или општо дигиталниот модел на контролен систем има неколку предности и недостатоци кои можат да се сумираат како следи.

Ниска цена на хардверот - упростената контрола на хардверот и соодветната редукација на цената во споредба со аналогната контрола се принципиелните предности на микрокомпјутерската контрола. Предноста е очигледна со

подобрената процесна брзина, со поголем број на функции и поголема надежност на секоја функција. Голем степен на интеграција, мал габарит на системот и намалување на потрошената моќност се додатни предности.

Зголемена сигурност - сигурноста на системот е значајно подобрена со микрокомпјутерското управување. Сигурноста на LSI и VLSI чиповите е доста повисока од оние електронски кола со голем број на електронски компоненти. Искуството покажува да микрокомпјутерот има поголема сигурност од останатите електронски елементи употребени во еден побуден енергетски систем.

Мали електромагнетни проблеми - Високото ниво на интеграција на микрокомпјутерот ги отстранува краткотрајните споеви на напонот и струјата на енергетскиот електронски систем. Само стандардна заштита на контролорот на хардверот е доволна. Шумот од извор на напонот и влезниот сигнал може да се минимизира со употреба на аналогни и дигитални филтри.

Дрифт и варијација на параметрите - Обработката на дигиталниот сигнал ги елиминира сигналниот дрифт и варијацијата на параметрите, кои преовладуваат кај аналогните контролери.

Компатибилност во хиерархиската дигитална контрола - микрокомпјутерското управување на енергетски побуден систем дозволува компатибилност со други контролни системи. На пример, во средини со автоматика постои бидирекционална комуникација меѓу локалниот и другите микрокомпјутери.

Универзалност на хардверот и софтверот - универзалниот хардвер може да е наменет за некои класи на системи, каде софтверот е модифициран да извршува поткласни спецификации. На пример, сите струјни инвертори можат да имаат само контролен хардвер, па изведбата на различни спецификации може да се изврши со модификација на софтверот. Додатни предности на софтвер контролата се нејзината флексибилност, можноста да биде лесно собрана, изменета или подобрена кога е потребна промена на перформансите на системот.

Дијагностика - Предност на микрокомпјутерската контрола е моќната софтверска дијагностика, која обезбедува системот да ја даде состојбата за кратко време. Постои можност за стекнување на податок, прикажување на сигналот и предупредување на контролен дисплеј.

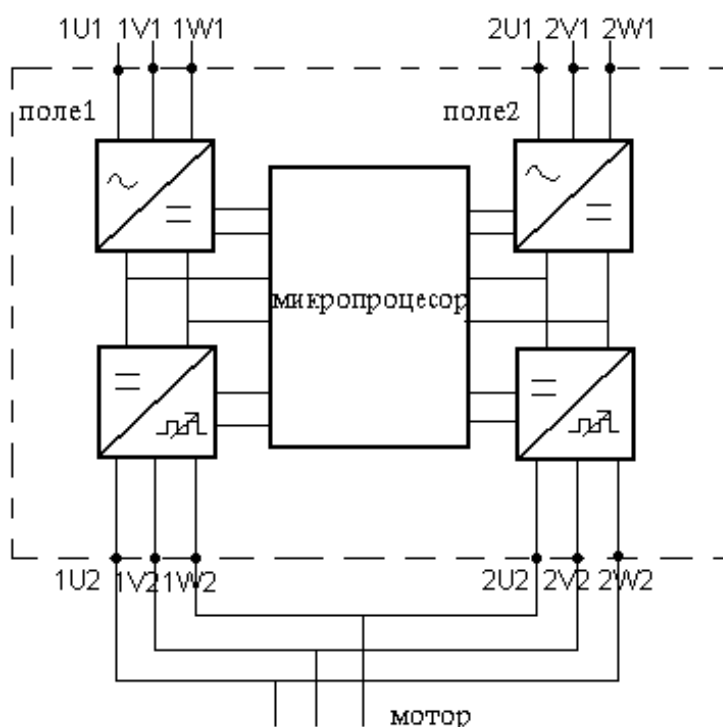
Каснење на пресметката - ако микрокомпјутерот извршува повеќе задачи, потребно е одредено време за секоја задача и затоа имаме намалување на брзината на извршување. Големото каснење е причина за влошување на перформансите и може да предизвика проблеми во стабилноста на повратната јамка. За да ова се надмине се настојува новите микрокомпјутери да се — побрзи и побрзи.

Грешка на квантизација - кога сигналите од физичкиот систем се аналогни по природа тие се прифаќат во микрокомпјутерот со А-Д и Д-А конвертори. Тоа е причина за грешка на квантизација. Грешката на квантизација може да се намали со зголемување на бројот на битовите на микрокомпјутерот.

Развојот на софтверот е скап - софтверскиот развој, посебно развојот во асемблер, претставува голем трошок и е скап. Овие трошоци можат да се оправдаат со оглед на повеќето предности спомнати горе.

3. МИКРОПРОЦЕСОРСКО УПРАВУВАЊЕ НА АСИНХРОНИ ЕЛЕКТРОМОТОРИ

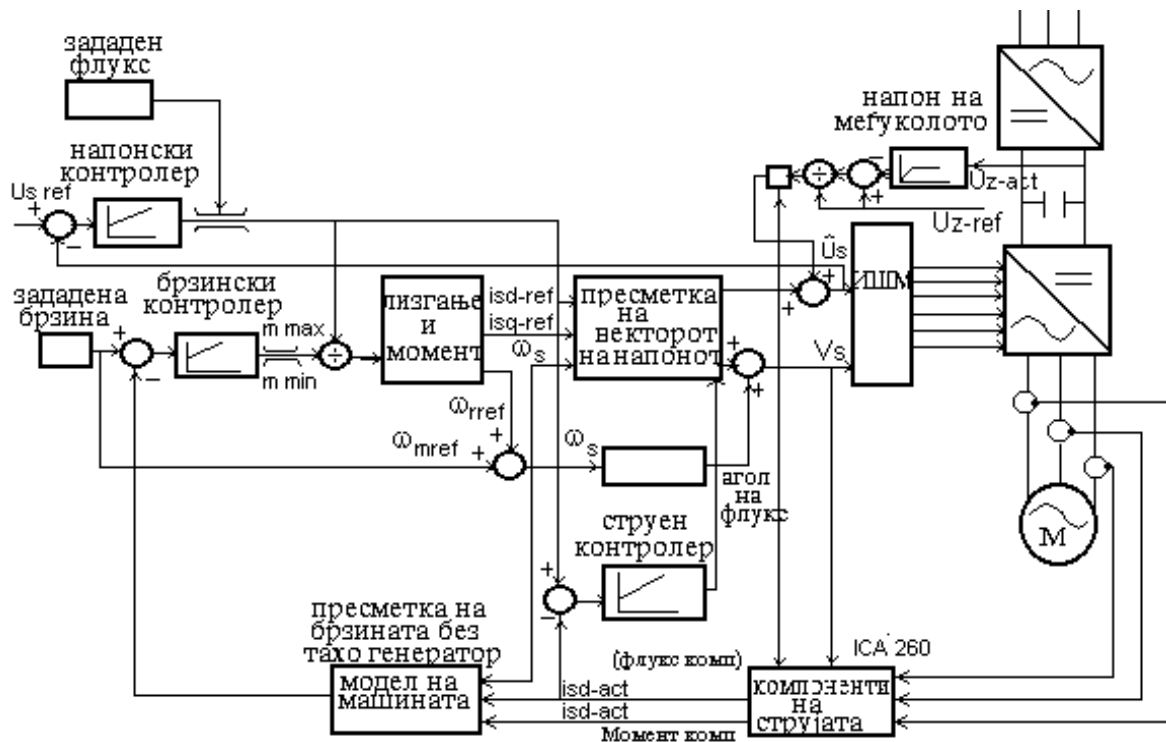
Ќе видиме како во еден практичен пример микропроцесорот управува со напонски инвертор за асинхрон мотор со кафезен ротор. Станува збор за преобразувач VSI 400/850, производство на германската фирма ELPRO. Тој е употребен за погон на асинхрон мотор со моќност од 450 W и напон од 380V. Моторот задвижува пумпа за циклонирање на флотациска јаловина во рудникот за бакар Бучим. Принципиелната шема на овој напонски инвертор е дадена на сликата 1.



Слика 1. Принципиелна шема на фреквентниот преобразувач VSI 400/850

Од сликата се гледа дека преобразувачот е составен од два меѓу себе паралелно поврзани индиректни преобразувачи на фреквенција со напонски влез. Поврзувањето во паралела на инверторските единици е направено со цел да се зголеми излезната моќност.

На сликата 2 е даден во блок дијаграм системот за управување на преобразувачот. Ќе дадеме краток опис на работата на преобразувачот. Во основа на управувањето е избрано векторско управување, каде величините на напонот и струјата се третираат како вектори.



Слика 2. Векторско управување

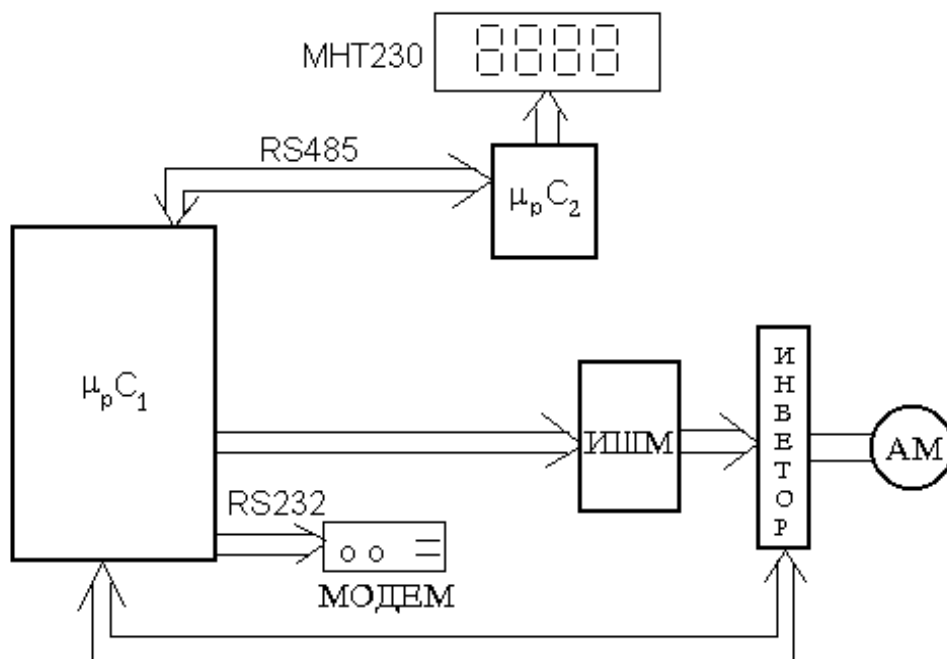
Од сликата 2 се гледа дека врз основа на измерените вредности на струите по фази на излезот од инверторот, во струјниот модул ICA260, со трансформација на координати се добиваат две компоненти на статорската струја: компонентата $isd-act$ меродавна за флуksот на моторот и компонентата $isq-act$ меродавна за моментот на моторот. Исто се гледа дека на оваа шема брзината не се мери, туку врз основа на моделот на машината се пресметува брзината на вртливото поле. Понатаму оваа стварна вредност на брзината се споредува со зададената вредност на брзината. Од друга страна зададената вредност на флуksот на машината се споредува со компонентата на статорската струја која го создава флуksот. Така се добиваат референтните величини на компонентите на статорската струја кои го создаваат моментот и флуksот $isq-ref$, $isd-ref$ и референтна величина на брзината ω_s . Врз основа на овие сигнали се пресметуваат референтните величини за фреквенцијата и напонот на моторот. Така врз основа на референтните величини на фреквенцијата и напонот, импулсно ширинскиот модулатор одредува временски дискретно вклучување на одделни транзистори во инверторот. Зададената вредност на брзината се добива врз основа на сигнал од нивомертар. Нивомертарот го мери нивото на јаловина во резерварот.

3.1 Опис на управувачкиот систем кај преобразувачот VSI400/850

Системот за управување кај преобразувачот на фреквенција тип VSI 400/850 е базиран на микропроцесор. Микропроцесорот е 80C166. Тој е производство на

SIEMENS. Микропроцесорот ја врши функцијата на целокупната регулација на затворениот систем на регулација. Во него се реализираат управувачките алгоритми, аквизиција и естимација на валидни податоци како и трансформација на координати на поедини електрични величини. Процесорот 80C166 е 16 - битен.

На сликата 3 се гледа дека всушност во системот за управување на овој преобразувач на фреквенција учествуваат два процесори. Процесорите се меѓусебно поврзани со протокол RS 485. Главниот процесор управува со алгоритмите за регулаторите, распрегањето на компонентите на статорската струја, импулсно ширинскиот модулатор, проценката на брзината, алгоритмот за додатна комуникација, а вториот го извршува алгоритмот за локална комуникација. Алгоритмот за локална комуникација овозможува размена на податоци меѓу погонскиот процесор и контролниот ормар МНТ 230. Алгоритмот за додатна комуникација овозможува поврзување на системот преку протокол RS 232 со модем. Ваквото модемско поврзување дава можност податоците за системот да се дистрибуираат на оддалечено место.

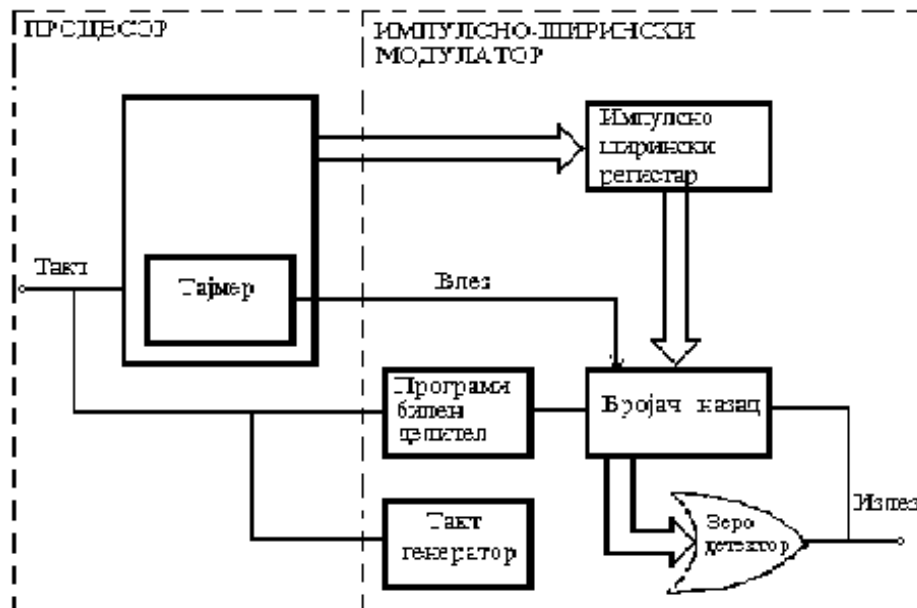


Слика 3. Организација на микропроцесорскиот систем за преобразувачот VSI 400/850

Склоповите μC_1 и μC_2 се состојат од самите процесори кои содржат интерен RAM и ROM и надворешна RAM и ROM меморија. Врската меѓу главниот процесор μC_1 и импулсно ширинскиот модулатор е остварена со оптички фибер.

Импулсно ширинскиот модулатор управува со инверторот, на чии излези е поврзана трофазната асинхрона машина. Од сликата 4 се гледа за да се оствари управување на инверторот потребни се покрај микропроцесорот, уште и бројач назад, регистар за поставување на почетна бројна вредност и делител на такт фреквенцијата. Регистрите и бројачите се потребни за секоја фаза. Тие се

интегрирани во импулсно ширинскиот модулатор заедно со неколку додатни елементи.



Слика 4. Поврзување на микропроцесорот и импулсно ширинскиот модулатор

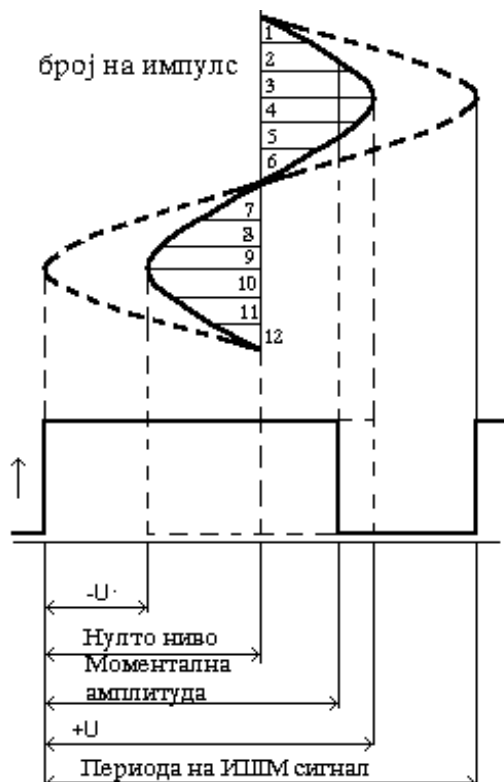
Сега ќе дадеме краток опис на работата на колото од сликата 4. Почетната бројна вредност од микропроцесорот преку регистарот е поставена во бројачот назад. Бројачот назад, работи од напред кон нула под дејство на поделената такт фреквенција. Во овој момент имаме позитивен сигнал на излезот. Кога бројачот назад ќе дојде до нула, (сите негови излези се нула) zero детекторот на излезот дава ниско ниво и бројачот назад застанува. Бројачот назад не брои се додека микропроцесорот не даде импулс за пренос на нова бројна содржина од регистарот во бројачот назад. Така е добиен импулс со соодветна ширина на излезот од модулаторот. Бројните вредности врз основа на кои се добива импулс со соодветна ширина на излез од модулаторот се складираани во табела внатре во микропроцесорот. За ова цел, синусниот бран е поделен во број на синтетизирани точки, (слика 5).

Секоја точка на амплитудата ја определува соодветната индивидуална импулсна ширина. За импулсна ширина 50% имаме нула напон, за 100% имаме максимален позитивен напон и за 0% имаме максимален негативен напон. Бидејќи импулсната ширина варира од една до друга синтетизирана точка, за да се оствари континуална промена на фреквенцијата на моторот, потребно е да се менува фреквенцијата на прекинување на микрокомпјутерот. Бројот на синтетизирани точки за секој цел синусен бран мора да е мултипл на шест, зошто во спротивно не може да се постигне 120° фазно поместување. Излезната фреквенција на инверторот, фреквенцијата на моторот, е :

$$f_T = \frac{f_s}{S \cdot N};$$

f_T - е фреквенција на инверторот

f_s - е фреквенција на прекинување
 N - број на еднакви импулси за синтетизирана точка
 S - број на синтетизирани точки



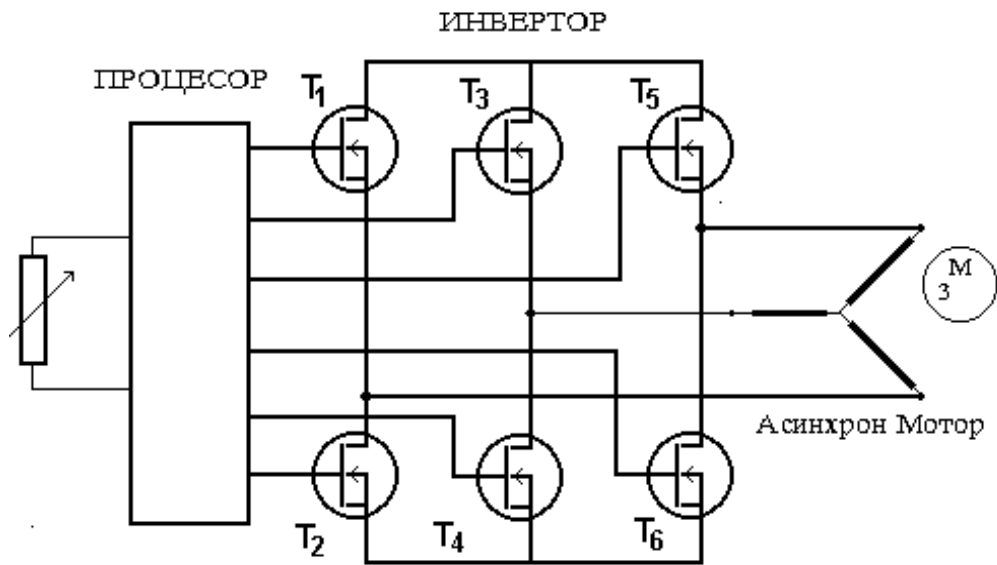
Слика 5. Принцип на импулсно ширинска модулација на синусен бран

Фреквенцијата на прекинување е одредена од временскиот интервал на микрокомпјутерот. На сликата 6 е дадена врска меѓу контролерот и инверторот. Инверторот е реализиран со IGBT транзистори. Тоа се транзистори со изолиран гејт.

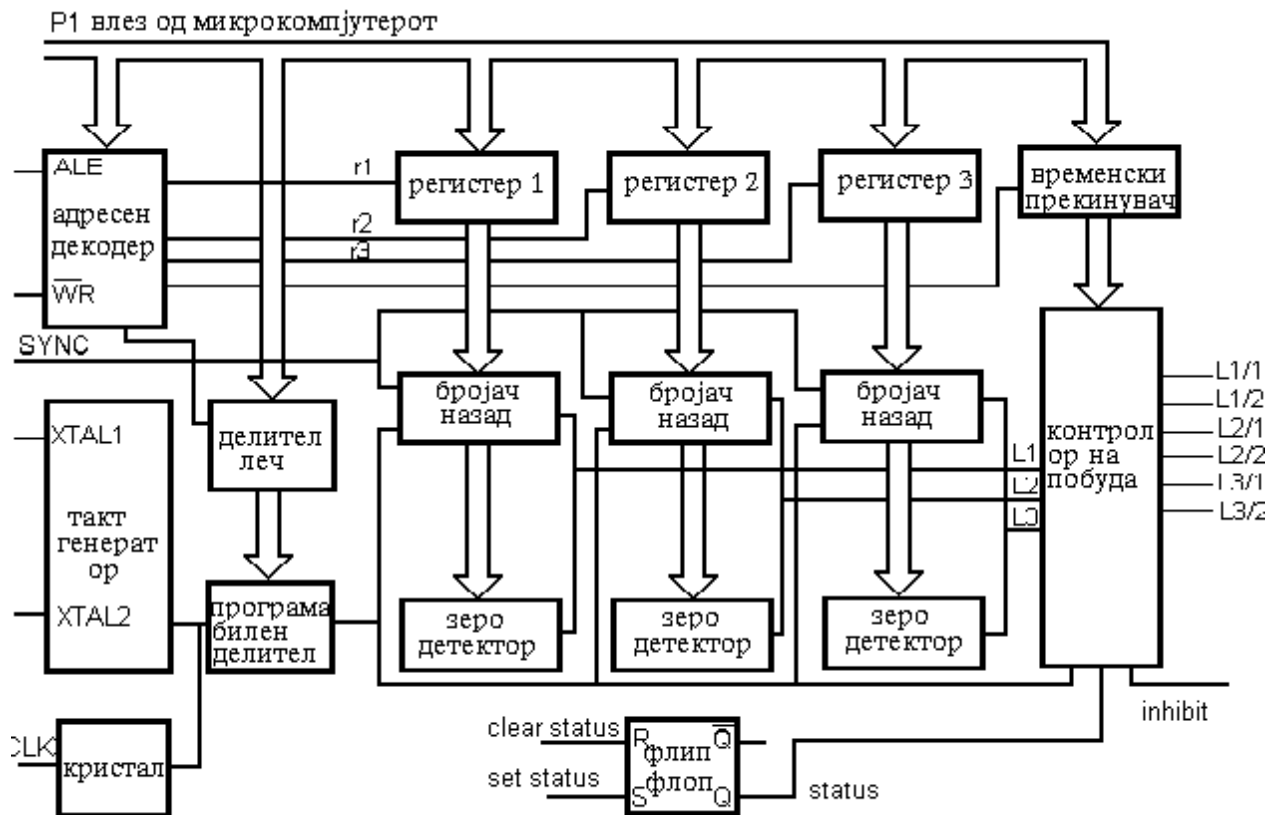
На сликата 7 е дадена блок шема на еден импулсно ширински модулатор. Тој е компатибилен со повеќе видови на микрокомпјутери, и е згоден за сите типови на асинхрони мотори, поради неговата голема можност во селектирање на такт фреквенцијата и импулсна ширина. ИШМ има надворешен кристал потребен за осцилаторот, кој истовремено дава такт и на микрокомпјутерот. Работната фреквенција е генерирана преку програмабилен делител. ИШМ има по два излеза за секоја фаза за контрола на горните и долните транзистори во инверторот. Тој ги прима податоците од микрокомпјутерот преку портот P1, запишувајќи ги во 8 битните регистри 1, 2 и 3. Во селектирање на податоците учествува и адресен декодер-леч. Согласно со објаснувањето дадено погоре, импулсно ширински модулиран сигнал е произведен со zero детекторот и бројачот назад. Бројачот назад, може да е стопиран преку еден овозможувачки влез.

Импулс за пренос од процесорот предизвикува содржината на регистарот да помине во бројачот. Тогаш имаме појава на високо ниво на излезот. Сега бројачот е овозможен и број од некоја бројна вредност назад кон нула. Кога ќе дојде до нула, импулсот на излезот има ниско ниво и бројачот застанува, додека не добие импулс

за пренос од микрокомпјутерот. Излезите на ИШМ се компатибилни на ТТЛ уреди или оптокаплери, со струи до 20mA.



Слика 6. Поврзување на контролерот и инверторот



Слика 7. Организација на импулсно ширински модулатор

3.2 Функција на заштита кај преобразувачот VSI400/850

Организацијата на микропроцесорскиот систем кај преобразувачот VSI400/850 овозможува функцијата на заштита на моторот да биде поставена на високо ниво. Микропроцесорот ги контролира величините од важност за моторот во секој дискретен момент. Величини кои се контролираат се :

- Моментална струја
- Голем напон во меѓуколотото
- Мал напон во меѓуколотото
- Голема температура во ладилниците на транзисторите
- Термичка заштита на моторот
- Закочен ротор
- Надворешна грешка
- i t грешка

Во случај кога некоја од овие величини ја надмине дозволената вредност се исклучува преобразувачот. Во тој момент на командниот панел се јавува опис на причината за исклучување.

Микропроцесорот исто така има рутика за следење на статусот на преобразувачот во секој момент. Тоа обезбедува работа на преобразувачот само во границите на поставените параметри. Во случај на било каква аномалија преобразувачот ќе се исклучи.

4. ЗАКЛУЧОК

Во трудот е прикажана употребата на микропроцесорите во управувањето на асинхроните електромотори, со акцентирање на системот на управување применет кај преобразувачот VSI400/850. Од анализата се евидентни можностите и предностите на микропроцесорското управување. Јасно е дека процесорското управување се извршува со поголема брзина од аналогното управување. Постои можност за извршување на повеќе операции за кратко време. Во однос на дигиталното дискретно управување, предноста е на страната на процесорското управување, пред се поради фактот дека кај првото се употребени поголем број на компоненти за постигање на иста функција. Употребата на повеќе компоненти значи поголем габарит на системот. Од друга страна кај системи со повеќе компоненти има проблем со распрегање на компонентите, за што мора да се води сметка. Тоа е причина што современите преобразувачи на фреквенција и напон се процесорско управувани.

Досегашната практична работа на преобразувачот VSI400/850 ги потврдуват горните предности. Овде е потребно да се спомне дека во период од 2 години, посуптилни проблеми во работата на преобразувачот се јавуваа на двапати. Проблемите беа околу IGBT транзисторите и модулите за тригерирање на транзисторите. Меѓутоа потребно е да се каже дека самото дијагностицирање и отстранување на дефектите е олеснето и сведено на софтверска контрола на системот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Frequenzumrichter mit Spannungszwischenkreis, ELPRO, Berlin 1996.
2. Microprocessor control, IGBT technology, ELFI/DS-1, Sofia 1995
3. Microcomputer Control of Power Electronics and Drives, B. Bose, General Electric Company, New York.
4. Дипломска работа, Иле Горгиев, ЕТФ-Скопје, 1996.

Димов Дарко, дипл.ел.инж.

Даскалов Марин, дипл.ел.инж.

ЈП „ЕСМ” Подружница „Електродистрибуција” - Скопје

ИНТЕРФЕЈС ЗА КОДИРАЊЕ НА ПОЛОЖБАТА НА РЕГУЛАЦИОНИОТ ТРАНСФОРМАТОР

КРАТКА СОДРЖИНА

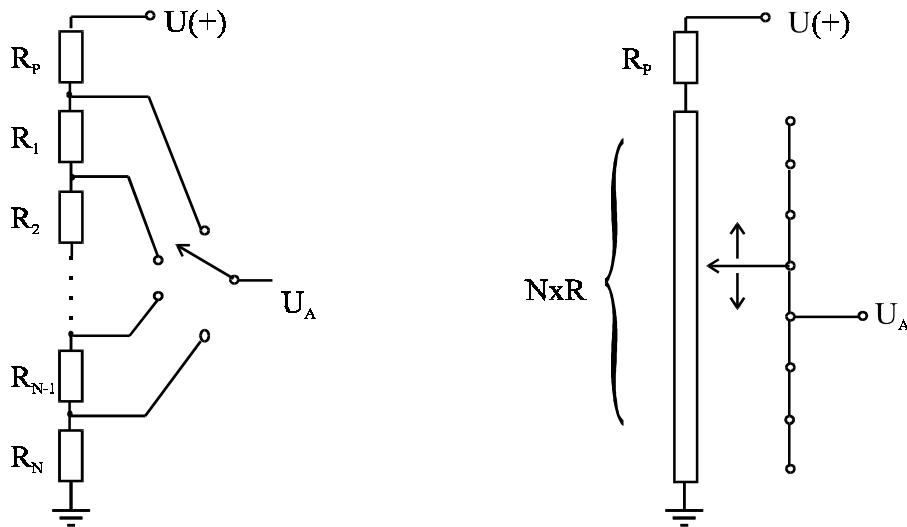
Трудот го обработува проблемот на кодирање на сигналот за положбата на регулациониот трансформатор, и негово прилагодување за да може да се прифати на дигиталните влезови од крајната станица за далечинско управување. Подготовката на сигналот е изведена така што тој да може да се употреби и за локална сигнализација на командна табла во трафостаница и како дигитален влез на програмабилна крајна станица за далечинско управување на трафостаница. Опфатени се методи на компарација на напон со паралелни диференцијални напонски компаратори, и со интегриран А/Д конвертор во BCD код. Даден е посебен осврт за софтверско дефинирање на битоватата маска, при параметризирање на далечински управувана крајна станица. На крај како прилог дадено е едно конкретно решение на еден интерфејс кој во пробна работа ќе се тестира на крајна станица во ЈП „ЕСМ” Подружница „Електродистрибуција” - Скопје.

SUMMARY

This paper addresses the issue of signal encoding of the state of the tap changer, and the issue of adjusting the signal in order to be accepted at the digital inputs of the remote terminal unit. The signal production is made in such a way so it could be used both, as a local signalization at the transformer station control panel, and as a digital input to a programmable transformer station remote terminal unit. Included are methods for voltage comparison using differential voltage comparators and an A/D converter with BCD encoding. There is a separate review of the software definition of the bit pattern during the parameter setting of the end station. At the end enclosed is a possible realization of an interface which is being tested with a remote terminal unit in a Elektrodistribucija - Skopje.

1. ВОВЕД

Во пристапот на проблемот појдено е од фактичка состојба на поседување на регулациони трансформатори кај кои сигналот за положбата се зема или од отпорничка мрежа (кај која $R_1 = R_2 = \dots = R_N$, сл.1а), или од континуиран линеарен лизгачки отпорник (сл.1б) при што и во двата случаи промената на положбата на регулациониот трансформатор се огледува во промена на напонското ниво на сигналот за положбата за цели дискретни напонски единици, $n \times \Delta U$.



Слика 1 (а)

(б)

Во кратки црти предложеното нацрт решение се состои во следното.

Напонското ниво од отпорничката скала на регулациониот трансформатор во аналоген облик се пренесува до интерфејсот за кодирање на положбата на регулациониот трансформатор. Во него, за компарација, може исто така да постои отпорничка мрежа, но поместена за $\Delta U/2$ во однос на отпорничката мрежа во регулациониот трансформатор (решение со напонски компаратори), или пак дефиниран референтен напон U_{REF} во случаи кога се кодира со A/D конвертор во BCD код. Во случај на реализација со A/D конвертор добиениот BCD код може веднаш да се употреби со LCD драјвери за локална сигнализација на положбата на LCD дисплеј (во децимален приказ), и со драјвери за релеи (поради галванско одвојување) за пренесување на кодот на влезовите на модулот за прифаќање на дигитални сигнали. Во случај кога се врши компарирање со напонски компаратори после компарирањето неопходно е дефинирање на соодветна логика со која ќе се утврди коректната положба на регулациониот трансформатор (врз база на претходно извршените компарации). После оваа процедура, преку драјвери, кодот се носи на LED за локална сигнализација и преку релеи на модулот за прифаќање на дигитални влезови.

2. ПРЕНОСЕН ПАТ

Под преносен пат се подразбираат водовите од интерфејсот за кодирање на положбата на регулациониот трансформатор (ИКПРТ) до регулациониот трансформатор (РТ). Ова се три вода кои служат за напојување на отпорничката мрежа на РТ и за пренесување на аналогниот сигнал од РТ до ИКПРТ.

2.1 Компензирање на внесената отпорност

Водот кој се користи за преносен пат ја внесува и сопствената отпорност во серија на отпорничката мрежа (ОМ) од РТ, што внесува поместување на референтните напонски нивоа како резултат на што може да дојде до погрешно интерпретирање на положбата на РТ. Внесената отпорност зависи од должината, пресекот и материјалот од кој е изработен водот (1).

$$R_v = \rho \frac{l}{S} [\Omega] \quad (1)$$

Во табела 1 се дадени некои пресметани вредности на R_v за специфична отпорност на бакар $\rho_{cu} = 0,017241 \mu\Omega m$.

	$S=0,8 \text{ mm}^2$	$S=1,0 \text{ mm}^2$	$S=1,5 \text{ mm}^2$	$S=2,5 \text{ mm}^2$
$l=50 \text{ m}$	$1,07756 \Omega$	$0,86205 \Omega$	$0,5747 \Omega$	$0,34482 \Omega$
$l=100 \text{ m}$	$2,15512 \Omega$	$1,7241 \Omega$	$1,1494 \Omega$	$0,68964 \Omega$
$l=200 \text{ m}$	$4,31024 \Omega$	$3,4482 \Omega$	$2,2988 \Omega$	$1,37928 \Omega$

Табела.1 - Внесена отпорност за бакарни водови на температура од $T = 20^\circ \text{C}$

За компензацијата да биде докрај коректна би требало да се земе предвид и температурниот коефициент на отпорот (α), но по нашите согледувања ова не може битно да влијае на точноста на ИКПРТ, па затоа на ова ниво на разработување на проблемот овој параметар ќе го занемариме.

Од погоре изнесената табела интуитивно се насетува дека во случаи кога ожичувањето се врши одново најдобро е да се употреби кабел со поголем пресек (на пример $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$) и кабелот да се води подземно како би се избегнале поголеми температурни дилатации. После извршеното ожичување на РТ, или ако РТ веќе била ожичена се пресметува внесениот отпор во гранките за напојување (ова може и прецизно да се измери со Винстонов мост). Доколку мерењата или пресметките покажат дека внесената отпорност е помала од 10% од еден отпорник во ОМ (или од ΔR на континуираниот линеарен отпорник) на РТ компензацијата може да се изостави. Во спротивно, компензирањето може да се изведе на еден од следните начини:

- Да се вметнат потенциометри за компензација R_{k2} и R_{k2}' , во ОМ на РТ од водот преку кој се води негативниот пол од напојувањето и во ОМ во ИКПРТ како предотпор во однос на масата, респективно. Овие потенциометри треба да бидат со отпорност од 10 - 20 Ω и со голем број навои за да може да се изврши фино подесување. Со нив ќе се изврши подесување на нултите напонски нивоа на скалите и во РТ и во ИКПРТ. Со тоа всушност и двете напонски скали ќе бидат поместени за исто напонско ниво во однос на референтната нула со што е избегнато влијанието на внесената отпорност. По подесувањето препорачливо е потенциометрите да се запечатат за да се избегне нивно изместување што евентуално би се јавило како резултат на поголеми температурни промени во подолготрајни временски интервали.

- Друго решение е да се пристапи кон промена на отпорниците од ОМ во РТ и во ИКПРТ. Во ОМ може да се постават отпорници со поголема вредност така што внесената отпорност од водот да биде помала од 10% од отпорноста на еден отпорник од ОМ. При ова треба да се внимава вкупната отпорност на ОМ ($N \times R$) да не надмине 10% од влезната отпорност на напонските компаратори, затоа што тоа би довело до нарушување на независноста на напонските нивоа на скалата од положбата на РТ (референтните напонски нивоа треба постојано да бидат константни без разлика во која положба се наоѓа РТ). Порано, поради пониското развојно ниво на електрониката (недоволно високите влезни отпорности на напонските компаратори) голем дел од РТ биле изработувани со ОМ во кои отпорниците се со отпорност од 6 или 12 Ω . Денес, доколку се употребуваат напонски компаратори со диференцијален влез (кои имаат многу голема влезна отпорност), во ОМ може да се употребат отпорници со поголеми вредности. Во случај да има потреба од вградување многу големи отпорници при што ОМ би станала од ред на $k\Omega$, препорачливо е на влезот од ИКПРТ сигналот од РТ да се носи преку влезен бафер, кој може да се изведе со еден операциски засилувач, при што нему треба да му се обезбеди симетрично напојување што доведува до усложнување на колото за напојување. При промената на отпорниците на ОМ треба да се употребуваат отпорници со мала толеранција ($<1\%$), и да се внимава и во РТ и во ИКПРТ да се вградат отпорници од иста производна серија.

2.2 Заштита од надворешни влијанија

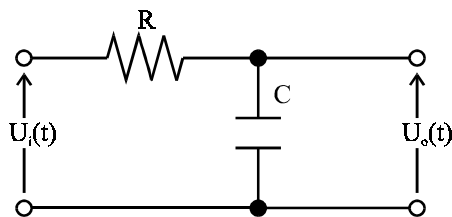
Подрачјето на секоја електроенергетска постројка па и подрачјето на високонапонска трафостаница е простор на силни електромагнетни влијанија. Токму поради овој факт треба многу внимателно да се пријде кон решавање на проблемот.

2.2.1 Оклопување на кабелот

Со цел да се избегнат разните електромагнетни влијанија и појава на индуцирана ЕМС во водовите, кабелот може да се оклопи со метална обвивка или пак да се користи оклопен кабел. На овој начин, со појавата на Фарадеев кафез се отстрануваат сите електромагнетни влијанија од околината.

2.2.2 Влезен RC филтер

Сигналот за положбата на РТ (тоа е точно дефинирано напонско ниво во зависност од положбата на РТ) на влезот од ИКПРТ се доведува преку RC филтер (прикажан на сл.2). Со ова се постигнува пригушување на малите и брзи флукуации на напонското ниво на сигналот кои можат да се јават како последица на надворешни влијанија, и можат да доведат до моментни погрешни интерпретации на положбата што може да делува збунувачки. Кај RC филтерот со соодветно параметризирање на R и C може да се постигне саканата временска константа, односно соодветно пригушување на вишите хармоници. Влезно - излезната функција на RC филтерот е експоненцијална (2).

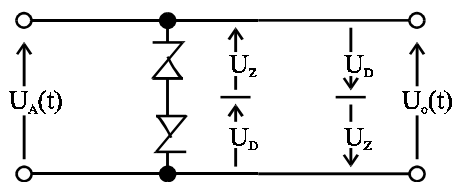


Слика 2

$$U_o(t) = U_o(\infty) + [U_o(0+) - U_o(\infty)]e^{-t/RC} \quad (2)$$

2.2.3 Заштита од пренапон

Во подрачје како што е електроенергетска постројка, каде за електрониката секогаш постои потенцијална опасност од внесување на висок индуциран потенцијал, мора да се води сметка за заштита од овие појави. Во таа насока, за заштита на ИКПРТ, на неговиот влез (каде влегува сигналот за положбата на РТ) се врзуваат две зенер диоди поларизирани спротивно што треба да го заштити склопот од внесување на краткотрајни пренапони без разлика на нивната поларизација (слика 3).



Слика 3

3. ДЕФИНИРАЊЕ НА РЕФЕРЕНТНА НАПОНСКА СКАЛА И РЕФЕРЕНТЕН НАПОН

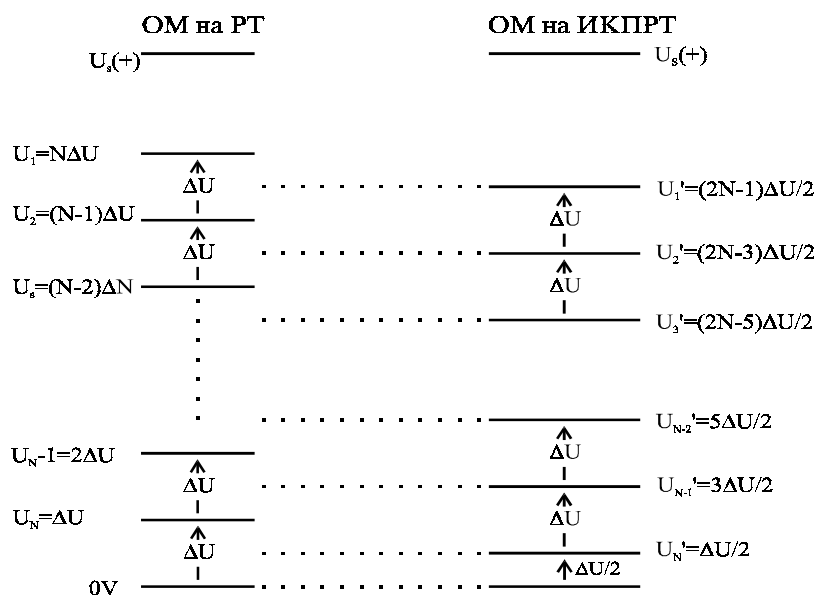
Како неопходен предуслов за точност во кодирањето на сигналот секогаш се јавува егзактното дефинирање на референтните напонски нивоа, без разлика каков метод на компарација ќе се употреби.

3.1 ОМ во регулациониот трансформатор

Пред пристапувањето кон изработка на ИКПРТ, од големо значење е да се проучи ОМ во РТ. Доколку во РТ постои континуиран линеарен лизгачки отпорник тој исто така може да се апроксимира со ОМ составена од отпорници со вредност еднаква на ΔR , каде ΔR е промената на отпорност на лизгачот при промена на РТ за една позиција. Пред се, отпорниците треба да бидат со мала толеранција на точноста што ќе овозможи точно подесување на напонската скала во правилен чекор. На секој отпорник треба да има пад на напон ΔU , при што колкав ќе биде тој чекор се подесува со потенциометарот R_{k1} . Кога ситуацијата тоа го дозволува, логично е да се работи со поголемо ΔU бидејќи тоа само посебе значи помала осетливост на надворешни влијанија. Напонските нивоа на скалата се прикажани на слика 4.

3.2 ОМ во ИКПРТ при компарација со паралелни напонски компаратори

ОМ во ИКПРТ е составена од отпорници со ист квалитет и по можност од иста серија со отпорниците од РТ. Се што беше претходно кажано за ОМ во РТ важи и овде, со тоа што овде со поставувањето на $R_N = R/2$ целата скала се транслира за $\Delta U/2$. Со ова се постигнува маргина на грешка $\Delta U/2$, што значи дека ако од било какви причини (неправилност во работата) дојде до промена на сигналот за положбата (U_A) помала од $\Delta U/2$ тоа нема да се одрази на точноста на детектирањето на положбата на РТ. И од овде, јасно е воочливо дека со одбирање на поголемо ΔU се постигнува поголема маргина на грешка. Друга работа која е од особено значење е двете скали да се напојуваат од ист стабилизирани напонски извор. Ова е битно затоа што ако во текот на експлоатацијата на уредот од било какви причини дојде до поместување на нивото на напонот од стабилизираниот напонски извор (за тоа може да биде причина и прегревање на колото што во летни услови е многу честа појава), напонските нивоа и на двете скали ќе се транслираат за исто δU и оваа неправилност нема да се рефлектира врз точноста на работата на уредот. На следната слика напоредно се прикажани напонските скали на ОМ во РТ и ИКПРТ.

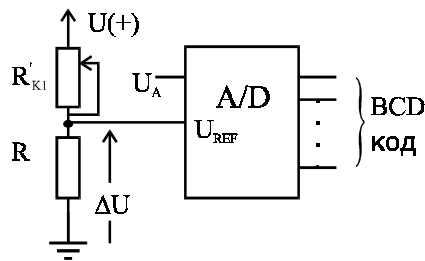


Слика 4

3.3 Дефинирање на U_{REF} при A/D конверзија во BCD код

Во случај на A/D конверзија со интегриран A/D конвертор потребно е да се дефинира референтен напон (U_{REF}) во однос на кој ќе се врши споредбата на сигналот за положбата. U_{REF} треба да е еднаков на ΔU и затоа за негово дефинирање може да се употреби напонски делител од R_{k1} и R , при што вкупната отпорност во гранката на овој напонски делител е еднаква на вкупната отпорност во ОМ во РТ. И во

овој случај маргината на грешка е $\Delta U/2$. Критериумите за квалитетот на отпорниците и напојувањето важат и овде.



Слика 5

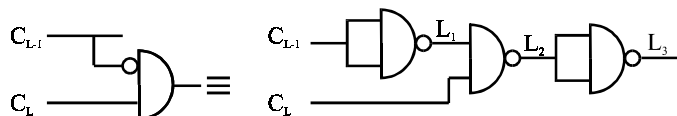
4. КОДИРАЊЕ НА СИГНАЛОТ

По дефинирањето на ОМ, следен чекор е сигналот за положбата на РТ (U_A) да се внесе во процес на компарации со референтните напони од напонската скала кога се применува метод со паралелни напонски компаратори или пак со U_{REF} кога се пристапува кон кодирање во BCD код со интегриран A/D конвертор.

4.1 Компарација со паралелни напонски компаратори

Како референца на овој метод може да послужи Прилог 1 во кој е изнесен ваков случај. $U_A(t)$ се доведува паралелно на неинвертираните влезови на N диференцијални напонски компаратори, додека пак на инвертираните влезови се носат референтните напони од ОМ во ИКПРТ респективно. Во конкретниот случај се употребени LM 339 N диференцијални напонски компаратори кои се пакувани по 4 во едно 14 DIL пластично куќиште. Очигледно е дека кај ваквиот метод на компарација се извршуваат N едновремени компарации. Ако на пример РТ е во положба L, каде $1 < L < N$, тогаш $U_A(t) = L \times \Delta U$. Бидејќи $U_A(t)$ се носи на неинвертираниот влез, ова ќе доведе до ситуација каде компараторите од C_1 до C_{L-1} на излезот ќе имаат ниско логичко ниво а оние од C_L до C_N високо логичко ниво. Резултатите од компарацијата се носат на логика дефинирана како во Прилог 1 и како резултат на низа логички операции само еден излез од логиката ќе биде сетиран на високо логичко ниво. Тоа е всушност излезот кој кореспондира со положбата на РТ.

Логичката функција прикажана во Прилог 1 беше изведена со НИ порти, како што е прикажано на слика 6. Користени се интегрални кола SN 7400, изработени во ТТЛ технологија каде во едно 14 DIL пластично куќиште се сместени 4 НИ порти.



Слика 6

Дијаграмите на промена на логичките состојби и принципот на работа на колото можат да се согледаат во анализата на една состојба дадена во следната табела (РТ се наоѓа на L - та позиција).

Влез	Компаратори		Излез		Влез	Логика			Излез
						L ₁	L ₂	L ₃	
$L \times \Delta U$	+	C ₁	0		0	→			0
$(2N-1)\Delta U/2$	-								
$L \times \Delta U$	+	C ₂	0		0	1	1	0	0
$(2N-3)\Delta U/2$	-				0	0			
$L \times \Delta U$	+	C ₃	0		0	1	1	0	0
$(2N-5)\Delta U/2$	-				0	0			

$L \times \Delta U$	+	C _{L-1}	0		0	1	1	0	0
$(2L+1)\Delta U/2$	-				0	0			
$L \times \Delta U$	+	C _L	1		0	1	0	1	1
$(2L-1)\Delta U/2$	-				1	1			
$L \times \Delta U$	+	C _{L+1}	1		1	0	1	0	0
$(2L-3)\Delta U/2$	-				1	1			

	+	C _{N-1}	1		1	0	1	0	0
$3\Delta U$	-				1	1			
	+	C _N	1		1	0	1	0	0
ΔU	-				1	1			

Табела 3

4.2 Кодирање со интегриран A/D конвертор

Се употребува 8 битен A/D конвертор кој овозможува кодирање на $2^8 = 256$ положби, што е повеќе од доволно. Кај овој начин на кодирање A/D конверторот го споредува $U_A(t)$ со U_{REF} и како резултат на оваа компарација паралелно на излезот генерира BCD код. Ако BCD кодот се претвори во декаден број M_{BCD} , треба да важи $M_{BCD} \times U_{REF} = U_A(t)$.

5. ИЗЛЕЗЕН СТЕПЕН НА ИКПРТ

По дефинирањето на актуелната позиција на РТ, што резултира во сетирање на високо логичко ниво на еден од N -те излези од логичката матрица, оваа состојба треба да се пренесе и на локалната сигнализација и на дигиталните влезови на далечински управуваната крајна станица. При тоа, излезот од ИКПРТ треба да е галвански изолиран во однос на надворешниот процес. Галванското одвојување може да биде изведено со релеи или оптокаплери.

За привлекување на релеите потребна е поголема струја отколку што може да се протече на излезот од логичките кола. Затоа се употребуваат драјвери кои можат да обезбедат поголема струја за активирање на релеите. Во случајот, во Прилог 1, како драјвери се употребени интегрирани кола ULN 2003 кои имаат интегрирано седум Дарлингтон споеви со заеднички емитер во 16 DIL пластично куќиште. Релеите се врзани во колекторското коло на спојот и имаат постојан плус, и со драјверите им се контролира минусот. Дарлингтон спојот се проектира така што тој или е во заситување или е исклучен. Карактеристика на овој спој е големо струјно засилување што резултира со голема колекторска струја и за мали вредности на влезната базна струја. За да се постигне поголема стабилност на излезното коло подобро е да се намали осетливоста на Дарлингтон транзисторите со внесување на отпори со големина од ред на неколку $M\Omega$ во базите на сите споеви. Со ова дополнително се растоваруваат и излезите од TTL логички кола. Истиот драјвер може да се употреби и за активирање на соодветна LED за локална сигнализација на положбата на РТ.

Кога се врши кодирање во BCD код за локална сигнализација на LCD може да се употребат LCD драјвери кои покрај што засилуваат вршат и декодирање на битовиот збор во декаден број прикажан на LCD.

6. ДЕФИНИРАЊЕ НА БИТОВАТА МАСКА

Поаѓајќи од фактот дека далечински управуваната крајна станица е програмабилна треба да се дефинира значењето на секој дигитален влез (DI). Примери на параметризација се дадени во следните табели.

Во случај на изведба како во Прилог 1 параметризацијата ќе биде следна:

	DI 1	DI 2		DI L		DI (N-1)	DI N
Положба 1	1	0		0		0	0
Положба 2	0	1		0		0	0
Положба L	0	0		1		0	0
Положба N-1	0	0		0		1	0
Положба N	0	0		0		0	1

Табела .3

Ако положбата се кодира во 8 битов VCD код и РТ има 24 положби:

	DI 1	DI 2	DI 3	DI 4	DI 5	DI 6	DI 7	DI 8
Положба 1	0	0	0	0	0	0	0	1
Положба 2	0	0	0	0	0	0	1	0
Положба 3	0	0	0	0	0	0	1	1
Положба 23	0	0	0	1	0	1	1	1
Положба 24	0	0	0	1	1	0	0	0

Табела .4

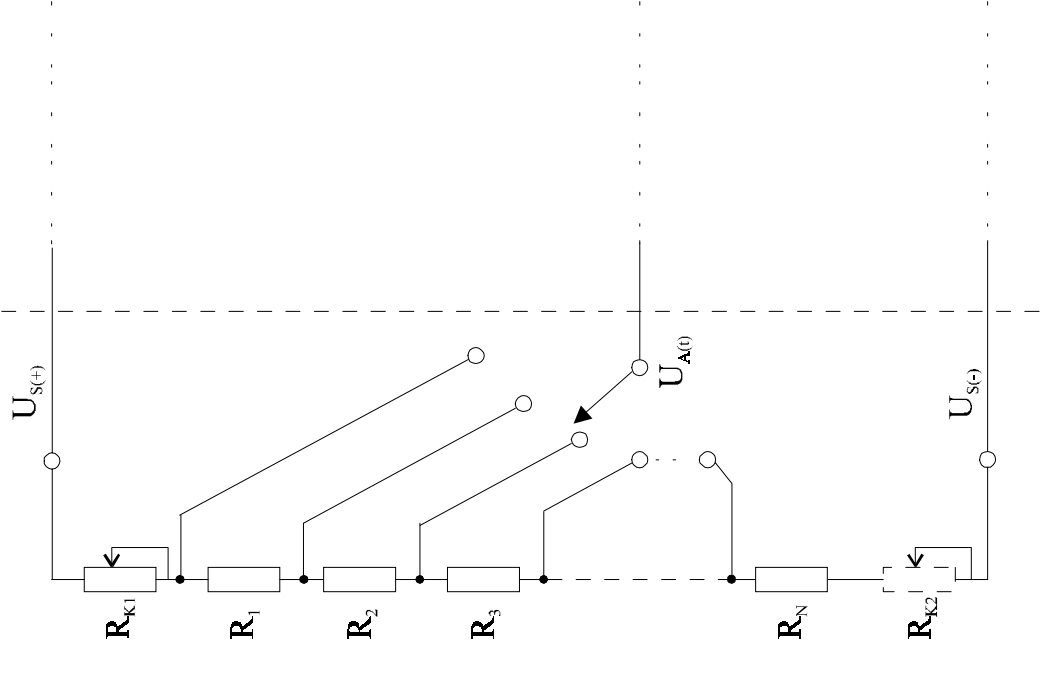
7. ЗАКЛУЧОК

Од досега изложеното очигледно е дека сигнализацијата на положбата на РТ е една специфика на која треба да и се посвети особено внимание. Ова особено поради фактот што различни типови РТ даваат различен вид на информација за РТ, и различни типови на далечински управувани крајни станици прифаќаат различни облици на сигнали. Заради тоа како неопходност се јавува, пред да се започне со изработката на решение за ИКПРТ добро да се проучат РТ и крајната станица на чии влезови ќе се носи информацијата за положбата на РТ. Ова е нужен предуслов за изработка на ИКПРТ компатибилен со РТ и крајната станица.

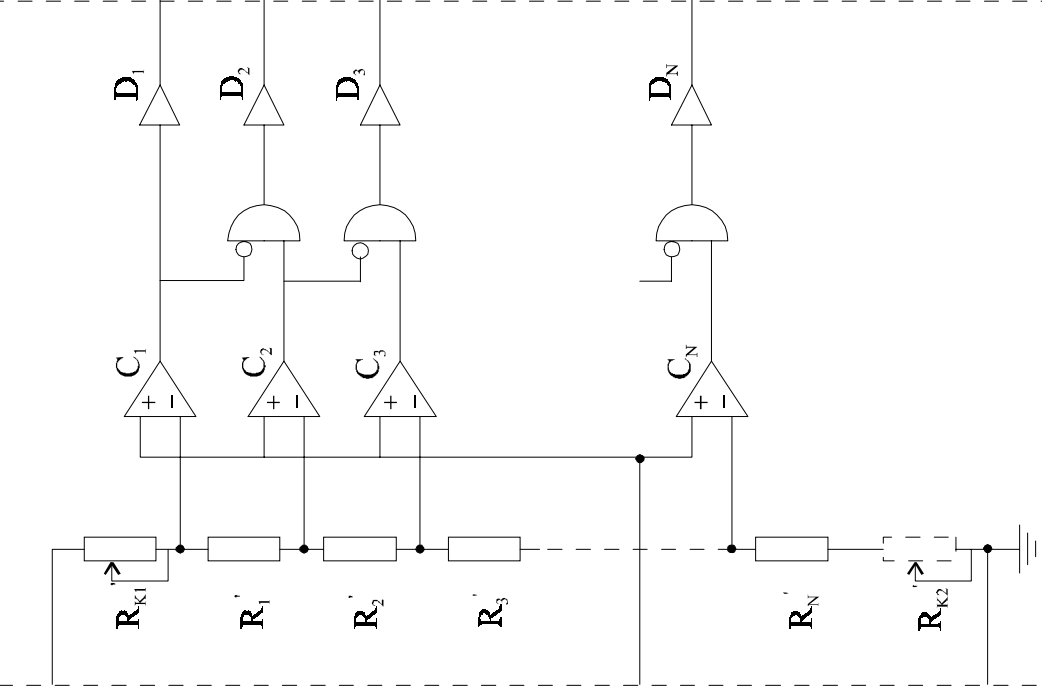
ПРИЛОГ

Прилої бр.1

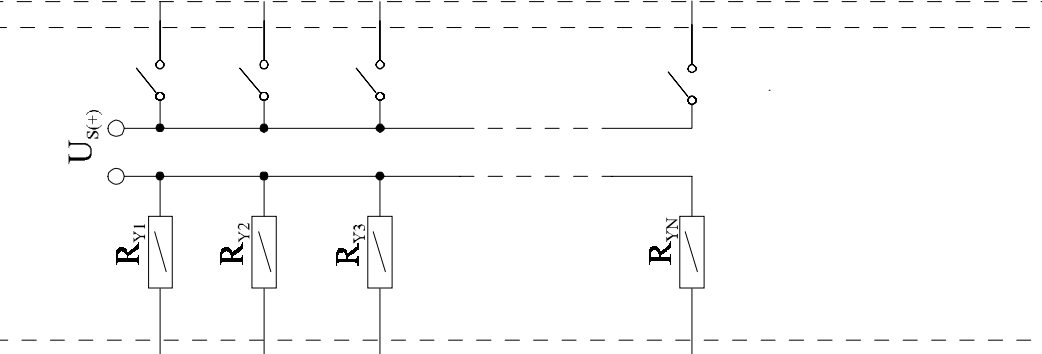
РЕГУЛАЦІОНЕН ТРАНСФОРМАТОР



ІКІПРТ



ОГР



**МОДУЛ ЗА
ДИГИТАЛНІ
ВЛАЗОВИ**



$$R_{K1}=R_{K1}; R_{K2}=R_{K2}$$

$$R_1+R_1=R_2=R_2=...=R_N=R_{N-1}=R_N=R_{N-1}$$

RN

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. „Електротехнички Материјали” - Др. Љубомир Николовски - Скопје, 1991
2. „Основи Електронике” - Спасоје Тешиќ, Драган Васиљевиќ
Научна Книга - Белград, 1990
3. „Таблице Интегрираних Кругова” - Мр. Чишиќ Драган
Партизанска Книга - Љубљана, 1985
4. RCA Linear Integrated Circuits - 1975 Databook Series
5. RCA COS/MOS Integrated Circuits - 1975 Databook Series
6. Protection and Substation Control Systems Parametr Course for SINAUT LSA
Telekontrol System - SIEMENS

Гоце Стефанов
Костадин Долдуров
ПРМБ БУЧИМ - Радовиш
(Служба за Електроника и Автоматика)

**ДАЛЕЧИНСКИ ПРЕНОС НА ПОДАТОЦИ ПО ДВОЖИЛЕН ВОД ПРИМЕНЕТ
ЗА ВИЗУЕЛИЗАЦИЈА НА ПОЛОЖБАТА НА РЕГУЛАЦИОНАТА СКЛОПКА
КАЈ ТРАНСФОРМАТОР 110/6 kV**

СОДРЖИНА

Во трудот е опишан еден реализиран електронски систем за далечинска контрола на положбата на регулационата склопка кај трансформатор 110/6 kV. Даден е краток опис на системот и се опишани неговите одделни функции.

КЛУЧНИ ЗБОРОВИ: Контрола, електронски систем, регулациона склопка.

CONTENTS

This work describes a already applied electronic system for remote control over the position of the regulation switch for transformer 110/6 kV. Short description of the system is given and his functions are described.

KEY WORDS: Control, Electronic system, regulation switch

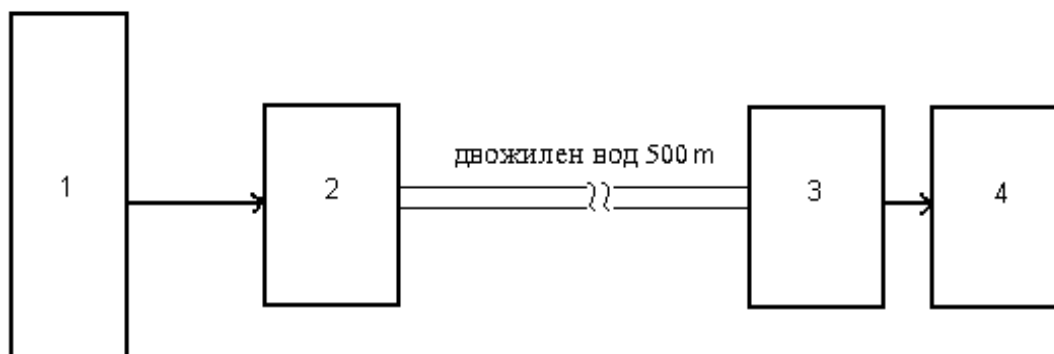
1. ВОВЕД

Во денешните услови на развој на електрониката и комуникаците се создава можност за пренос на повеќе податоци валидни за состојбата на енергетската постројка на оддалечено контролно место по двожилен вод.

Системот презентира во овој труд овозможува пренос на информацијата за положбата на регулационата склопка на трансформаторот 110/6 kV на далечинско место. Со негова примена се создава можност за визуелизација на положбата на регулационата склопка на трансформаторот на далечинско контролно место.

2. ОПИС НА СИСТЕМОТ

Во дефинираната задача се бараше да се проектира и практично реализира еден електронски систем, кој ќе овозможи информацијата за положбата на регулационата склопка на трансформаторот да се пренесе и визуелизира на оддалечено контролно место. Преносот на информацијата треба да се реализира по двожилен вод. На сл.1 е даден блок дијаграмот на овој систем.



сл. 1. Блок дијаграм на електронскиот систем

- 1 - Регулациона склопка
- 2 - Предавател на импулсно ширински сигнал
- 3 - Приемник на импулсно ширински сигнал
- 4 - Седумсегментен дисплеј

Електронскиот систем се состои од два дела: предавател, кој е сместен покрај трансформаторот и приемник лоциран на контролното место. Задача на предавателот е врз основа на моменталната поставеност на регулационата склопка (која има 28 положби): да генерира импулсно ширински сигнал, да го прилагоди сигналот на линијата за пренос и така подготвениот сигнал да го испрати по линијата за пренос.

Задача на приемникот е да го прими, детектира и визуелизира импулсно ширинскиот сигнал испратен од предавателот преку линијата за пренос. На страната на приемникот информацијата за положбата на регулационата склопка на трансформаторот се визуелизира преку седумсегментен дисплеј. Ако на пример, регулационата склопка е поставена во положба 18, на седумсегментниот дисплеј ќе се прочита бројот 18.

2.1 Краток опис на колата во системот

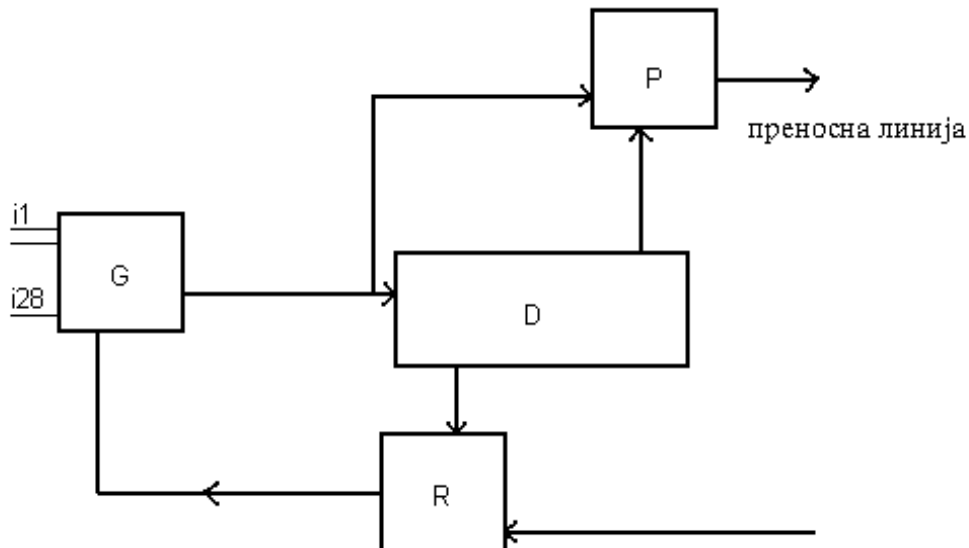
Предавателот се состои од 4 кола (сл.2). Употребени се CMOS интегрирани кола. Сигналите $i1 - i28$ се одредени од положбата на регулационата склопка. Врз основа на нив генераторот генерира импулс со соодветна ширина:

$$T = 1.39RiC$$

каде е:

R_i - вредност на отпорникот во соодветната положба на регулационата склопка

C - вредност на кондензаторот



сл. 2 Предавател на импулсно ширински сигнал

G - Генератор на импулс со соодветна ширина

D - Детектор

R - Коло за ресет

P - Коло за прилагодување

Во практично реализираниот систем се добиват сигнали со широчина од 8 ms до $28 \times 8 = 224$ ms. Детекторот има задача да го прими сигналот од генераторот и да го детектира неговиот негативен раб. Со појава на негативниот раб детекторот преку својот излез ќе го активира колото за ресет **R**, кое понатаму ќе го закочи генераторот. Колото **P** го прилагодува сигналот од генераторот за пренос по линијата за пренос. Сигнал за тригерирање на предавателот се добива од страната каде е лоциран приемникот, преку линијата за пренос. Линијата за пренос е двожилен вод. Во практично реализираниот систем е искористен постоечкиот вод со пресек од 1.5 mm.

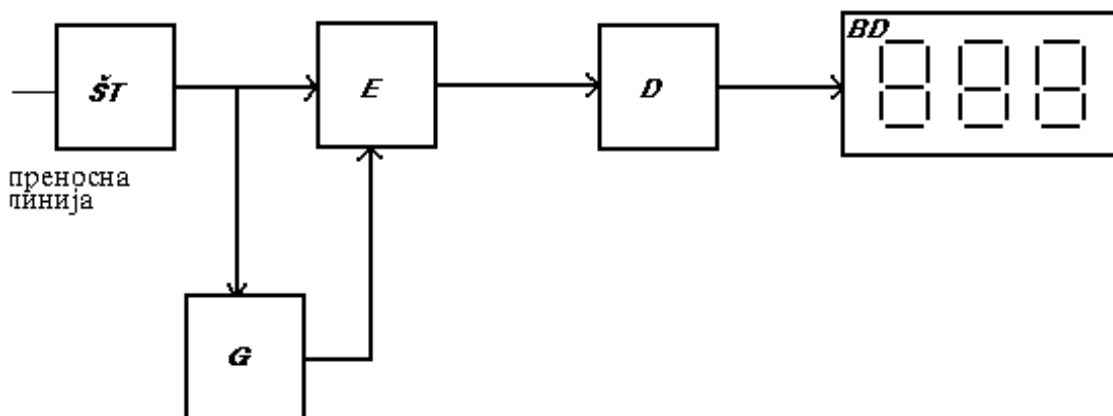
Во фазата на проектирање на системот е симулиран вод со должина до 500m. Резултатите од симулацијата беа задоволителни. Симулацијата беше направена во компјутерскиот програм WORKBENCH 5 кој работи под оперативниот систем WINDOWS 95.

На сл. 3 е прикажан блок дијаграмот на колата употребени во приемникот. Во работата на приемникот учествуваат 5 кола.

Сигнал со соодветна ширина, се прима од линијата за пренос преку шмит тригер (колото **T**). Негова задача е да ги одстрани изобличувањата на сигналот

предизвикани од влијанието на линијата за пренос. На неговиот излез се добива сигнал кој е идентичен со генерираниот сигнал од предавателот.

Само кога на влезот на приемникот е присутен сигнал се активираат колата означени со **G** и **E**. Колото **G** генерира импулси со фреквенција 1kHz. Колото **E** ги овозможува бројачите во приемникот да се постават во состојба за броење кога на влезот од приемникот има сигнал. Колото **D** - ја дели фреквенцијата на неговите влезни импулси со 8. Така обработениот сигнал се прима од бројачката декада **BD**.



сл. 3 Блок дијаграм на приемникот

- ST** - Шмит тригер
- G** - Генератор со фреквенција 1 kHz
- E** - Коло за енаблирање на колата за броење
- D** - Делител на фреквенција со 8
- BD** - Бројачка декада

Да претпоставиме дека сигналот на излезот од предавателот е со широчина од 144 ms (тоа значи дека регулационата склопка е во положба 18). За времетраењето на овој влезен сигнал генераторот генерира 144 импулси со периода од 1 ms. Тие импулси се примат од делителот на фреквенција **D**, кој ја дели фреквенцијата на импулсите со 8. Така на неговиот излез се добиват:

$$144 : 8 = 18 \text{ импулси}$$

Овие импулси се носат на бројачката декада **BD**, која по одредена обработка ги прикажува на дисплејот (е покажан бројот 18 на дисплејот). Така значи, лицето на оддалеченото контролно место ќе заклучи дека регулационата склопка е во положба 18.

3. ЗАКЛУЧОК

Во трудот беше опишан еден електронски систем за контрола на положбата на регулационата склопка кај трансформатор 110/6kV на оддалечено контролно место. Електронскиот систем е практично реализиран и работи веќе осум месеци до моментот кога го пишуваме трудот. Во текот на досегашната работа на системот се јавија некои мали проблеми кои се резултат, не на квалитетот на проектираниот систем, туку на технологијата на практичната изработка на електронското решение. Наше мислење е дека реализираното решение ќе работи и во иднина успешно оправдуваќи ја својата реализација. Со тоа ќе се создаде реална основа за негова надградба и имплементација во други слични процесни објекти.

ЛИТЕРАТУРА

1. S. Creason: Counters and clock control phase shift, Electronics, 1983.
2. J. Dean and J. Rupley: Astable and Monostable Oscillators Using RCA COS/MOS Digital Integrated Circuits, RCA Corporation, 1978