

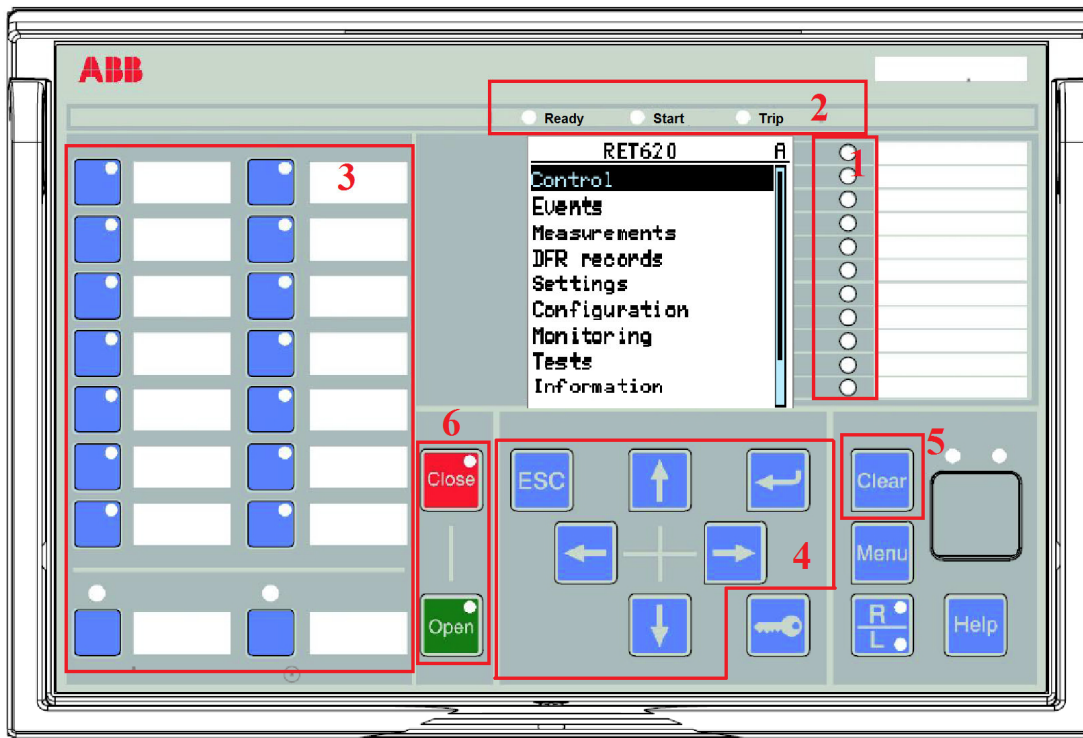


ISPITIVANJE NAPONSKIH I FREKVENCIJSKIH ZAŠTITNIH FUNKCIJA RELEJA RET 620

1. Uvod

ABB RET 620 je relej za zaštitu, upravljanje, merenje i nadzor dvonamotajnih transformatora, kao i blokove generator - transformator. Ključne karakteristike ovog releja su da pruža širok opseg funkcija zaštite i upravljanja za dvonamotajne energetske transformatore, uključujući brzu diferencijalnu zaštitu sa velikom stabilnošću u odnosu na struje uključivanja transformatora u praznom hodu. Releji podržava različite mogućnosti uzemljenja neutralne tačke energetskog transformatora i pruža izbor odgovarajuće zemljospojne zaštite. Ovaj relej podržava IEC 61850 standard komunikacije i kompatibilan je sa uređajima automatike postrojenja.

LHMI (*Local human - machine interface*) služi za podešavanje, nadzor i upravljanje relejima. LHMI podrazumeva ekran, tastere, LED indikatore i komunikacione portove (Sl. 1). Iznad displeja se nalaze 3 LED idnikatora: *Ready*, *Start* i *Trip*, koji ukazuju da je relej spreman za rad, pobuđen i reagovao, respektivno. Postoji 16 programabilnih funkcionalnih tastera sa LED - ovima. Tastatura sadrži tastere koji se koriste za kretanje kroz meni. Preko tastera se može izvršiti podešavanje parametara releja, definisanje karakteristike zaštite, očitavanje merenih veličina, brisanje signalizacije LED indikatora, i mnoge druge aktivnosti među kojima su zadavanje komandi za otvaranje ili zatvaranje prekidača ili rastavljača, potvrđivanje alarma, kvitiranje zaštite, izbor lokalne ili daljinske komande.



Slika 1. Releji RET 620

Legenda: 1- Programabilne led diode; 2- Led diode za sopstveni nadzor; 3- Funkcionalni tastere; 4- Tastere za kretanje po meniju; 5- Taster za brisanje događaja i indikacija; 6- Tastere za upravljanje rasklopnim elementima



Druga opcija za podešavanje, nadzor i upravljanje relejima je preko računara (WHMI- *Web Human Machine Interface*). WHMI omogućava korisniku pristup IED-u (*Intelligent Electronic device*) putem internet pretraživača. WHMI nudi nekoliko funkcija, među kojima su: indikacije alarma i liste događaja, nadzor sistema, podešavanja parametara, prikaz merenja, oscilografski zapisi, fazorski dijagram.

Struktura stabla menija na WHMI je gotovo identična onoj na LHMI (Sl. 2).

Slika 2 Primer prikaza WHMI

Treća opcija za podešavanje, nadzor i upravljanje relejima je preko softverskog paketa PCM600 (Protection and Control Manager) koji nudi sve neophodne alate za rad sa inteligentnim elektronskim uređajima (IED – Intelligent Electronic Device). Ovaj softver koristi se za učitavanje konfiguracija sa i na releje, modifikovanje postojećih konfiguracija, kao i čitanje merenja i događaja koji su upisani u internoj memoriji releja. Direktna komunikacija između ovog softvera i inteligentnog uređaja ostvaruje se povezivanjem računara sa tim uređajem putem LAN kabela.

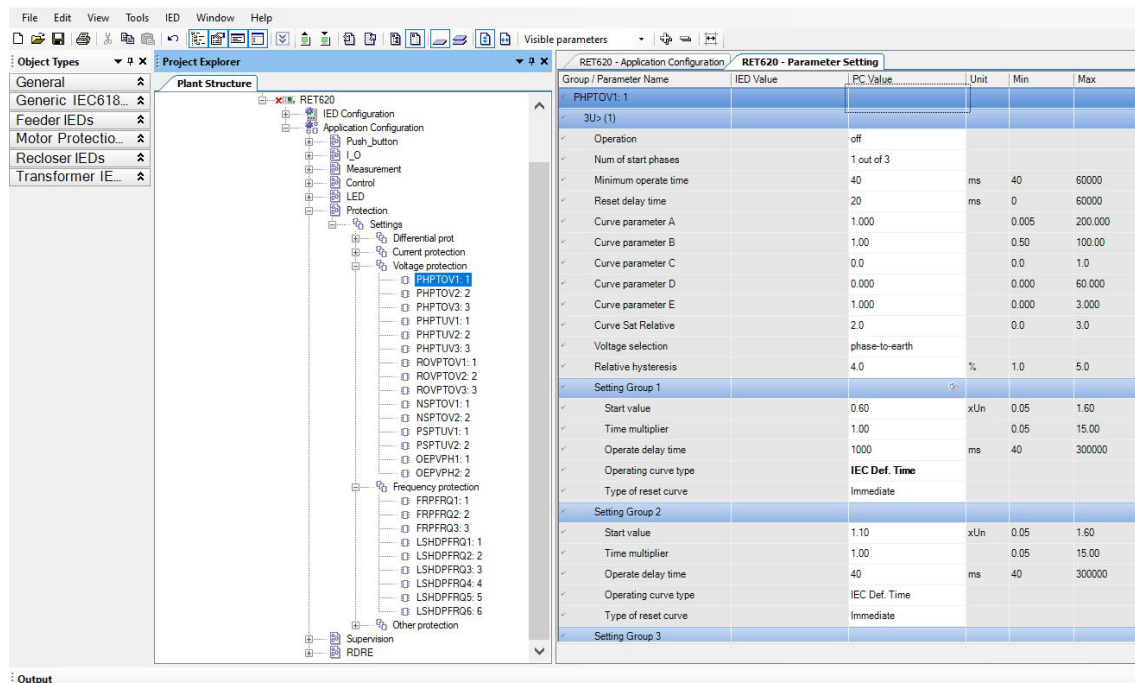
2. Zaštitne funkcije releja RET 620

Mikroprocesorski releji pružaju više zaštitnih funkcija u jednom uređaju, za razliku od elektromehaničkih i statičkih releja koji zahtevaju više uređaja sa međuvezama.

U okviru ove vežbe biće testirane zaštitne funkcije releja RET 620 koje su prikazane u Tab. 1.

Tabela 1. Neke od zaštitnih funkcija releja RET 620

ZAŠTITA	IEC 61850	IEC 60617	ANSI
Trofazna prenaponska zaštita	PHPTOV	3U>	59
Nulta prenaponska zaštita	ROVPTOV	$U_0 >$	59G
Zaštita od fluksne prepobude	OEPVPH	$U/f >$	24
Frekvencijska zaštita	FRPFRQ	$f >$, $f <$, df/dt	81
Podfrekvencijsko rasterećenje	LSHDPFRQ	UFLS/R	81LSH



Slika 3 Primer prikaza PCM600

2.1. Trofazna prenaponska zaštita

Trofazna prenaponska zaštitna funkcija PHPTOV se primenjuje za zaštitu elemenata elektroenergetskog sistema, kao što su generatori, transformatori, motori, dalekovodi, itd. Cilj primene ove zaštite je da se elementi zaštite od visokih vrednosti napona koji bi mogli uzrokovati oštećenje izolacije elemenata EES-a.

Trofazna prenaponska zaštitna funkcija PHPTOV može da se podesi tako da detektuje povećanje vrednosti napona iznad podešenog praga u jednoj fazi, u dve faze ili u sve tri faze.

Deo korisničkog prozora za unos podešenja zaštitne funkcije PHPTOV u okviru PCM600 je prikazan na Sl. 3. Funkcija PHPTOV se može omogućiti ili onemogućiti izborom *On* ili *Off*.

Osnovna podešenja u okviru zaštitne funkcije PHPTOV su:

- izbor praga reagovanja u opsegu $U_p=(0,05-1,6)U_n$,
- izbor broja faza u kojima se nadgleda povećanje vrednosti podešenog napona,
- izbor faznog ili međufaznog napona,
- izbor karakteristike reagovanja: sa definisanim vremenom reagovanja ili inverznom k-kom reagovanja,
- izbor vremena zadržke reagovanja.

Relej se pobuđuje kada vrednost napona pređe podešeni prag, a reaguje po isteku vremenske zadržke reagovanja.



2.2. Nulta prenaponska zaštita

Nulta prenaponska zaštitna funkcija ROVPTOV detektuje povećanje vrednosti nultog napona iznad podešenog praga. Ova funkcija koristi se za detekciju kvarova sa zemljom u EES-u. Karakteristika reagovanja ove zaštitne funkcije je sa definisanim vremenom reagovanja.

Deo korisničkog prozora za unos podešenja zaštitne funkcije ROVPTOV u okviru PCM600 je prikazan na Sl. 4. Funkcija ROVPTOV se može omogućiti ili onemogućiti izborom *On* ili *Off*.

Osnovna podešenja u okviru zaštitne funkcije ROVPTOV su:

- izbor praga reagovanja u opsegu $U_{0p}=(0,01-1)U_n$,
- izbor vremena zadržke reagovanja,
- izbor da li zaštitna funkcija koristi izmereni ("*Measured Uo*") ili izračunati napon U_0 ("*Calculated Uo*").

Relej se pobuđuje kada vrednost nultog napona pređe podešeni prag, a reaguje po isteku vremenske zadržke reagovanja.

Group / Parameter Name	IED Value	PC Value	Unit	Min	Max
ROVPTOV1: 1					
Uo> (1)					
Operation		off			
Reset delay time		0	ms	0	60000
Uo signal Sel		Calculated Uo			
Setting Group 1					
Start value		0.200	xUn	0.010	1.000
Operate delay time		2000	ms	40	300000
Setting Group 2					
Start value		0.030	xUn	0.010	1.000
Operate delay time		40	ms	40	300000
Setting Group 3					
Start value		0.030	xUn	0.010	1.000
Operate delay time		40	ms	40	300000
Setting Group 4					
Start value		0.030	xUn	0.010	1.000
Operate delay time		40	ms	40	300000
Setting Group 5					
Start value		0.030	xUn	0.010	1.000
Operate delay time		40	ms	40	300000
Setting Group 6					
Start value		0.030	xUn	0.010	1.000
Operate delay time		40	ms	40	300000

Slika 4 Prikaz podešenja u okviru zaštitne funkcije ROVPTOV

2.3. Zaštita od fluksne prepobude

Zaštita od fluksne prepobude OEPVPH se koristi za zaštitu generatora i energetskih transformatora od fluksa većeg od naznačenog i zasićenja magnetskog jezgra.

Režimi u kojima se u generatoru može javiti fluks veći od naznačenog su:

1. rad u praznom hodu pre sinhronizacije na mrežu,
2. rad sa sniženom frekvencijom (generator u ostrvskom radu),
3. rad generatora sa povišenim naponom (videti prenaponsku zaštitu generatora).

Fluksna prepobuda ili fluks veći od naznačenog povećava gubitke u statorskom magnetskom kolu. Zbog pregrevanja, dolazi do oštećenja međulimovske izolacije što dodatno povećava gubitke u gvožđu. Na kraju dolazi do lokalnog topljenja paketa limova. To je teška havarija generatora jer zamena dela statorskog paketa zahteva vađenje statorskog namotaja, što je skup i dugotrajan posao



Pojava prenapona, niske frekvencije ili kombinacija oboje, rezultira pojavom većih vrednosti fluksa od naznačenog. Pošto je fluks direktno proporcionalan naponu i obrnuto proporcionalan frekvenciji, zaštita od fluksne prepobude posmarta relativni odnos U/f (V/Hz) umesto direktnog merenja vrednosti fluksa. Odnos U_n/f_n (naznačeni napon / naznačena frekvencija) se obično smatra nivoom od 100 %.

Relej se pobuđuje kada nivo pobude pređe podešenu vrednost i reaguje kada istekne podešeno vreme zadržske. Karakteristika reagovanja može biti sa definisanim vremenom reagovanja ili sa inverznom k-kom reagovanja.

Deo korisničkog prozora za unos podešenja zaštitne funkcije OEPVPH u okviru PCM600 je prikazan na Sl. 5. Funkcija OEPVPH se može omogućiti ili onemogućiti izborom *On* ili *Off*.

Osnovna podešenja u okviru zaštitne funkcije OEPVPH su:

- izbor praga reagovanja U/f u opsegu od 100-200%, gde 100% odgovara odnosu U_n/f_n ,
- izbor faznog ili međufaznog napona,
- izbor karakteristike reagovanja: sa definisanim vremenom reagovanja ili inverznom k-kom reagovanja,
- izbor vremena zadržske reagovanja.

Group / Parameter Name	IED Value	PC Value	Unit	Min	Max
OEPVPH1.1					
U/f > (1)					
Operation		off			
Cooling time		10	s	5	10000
Constant delay		800	ms	100	120000
Reset delay time		100	ms	0	60000
Maximum operate time		1000000	ms	500000	10000000
Minimum operate time		200	ms	200	60000
Restart Ena level		0	%	0	100
Voltage selection		phase-to-earth			
Phase selection		A or AB			
Leakage React		0.0	%	0.0	50.0
Voltage Max Cont		100	%	80	160
Setting Group 1					
Start value		105	%	100	200
Operating curve type		IEC Def. Time			
Time multiplier		1.0		0.1	100.0
Operate delay time		3000	ms	200	200000
Setting Group 2					
Start value		100	%	100	200
Operating curve type		IEC Def. Time			
Time multiplier		3.0		0.1	100.0
Operate delay time		500	ms	200	200000

Slika 5 Prikaz podešenja u okviru zaštitne funkcije OEPVPH

2.4. Frekvencijska zaštita

Zaštitna funkcija FRPFRQ se koristi za zaštitu elemenata EES-a od rada u uslovima abnormalnih vrednosti frekvencije. Zaštitna funkcija FRPFRQ posmatra vrednost frekvencije napona direktnog redosleda.

FRPFRQ obuhvata:

- nadfrekvencijsku zaštitnu funkciju $f >$,
- podfrekvencijsku zaštitnu funkciju $f <$ i
- zaštitnu funkciju koja posmatra izvod frekvencije po vremenu df/dt , odnosno brzinu promene frekvencije.



Deo korisničkog prozora za unos podešenja zaštitne funkcije FRPFRQ u okviru PCM600 je prikazan na Sl. 6. Funkcija FRPFRQ se može omogućiti ili onemogućiti izborom *On* ili *Off*.

Group / Parameter Name	IED Value	PC Value	Unit	Min	Max
FRPFRQ1: 1					
<input checked="" type="checkbox"/> f>/f<df/dt (1)					
<input checked="" type="checkbox"/> Operation		off			
<input checked="" type="checkbox"/> Reset delay Tm Freq	0		ms	0	60000
<input checked="" type="checkbox"/> Reset delay Tm df/dt	0		ms	0	60000
Setting Group 1					
<input checked="" type="checkbox"/> Operation mode		df/dt			
<input checked="" type="checkbox"/> Start value Freq>	1.0100		xFn	0.9000	1.2000
<input checked="" type="checkbox"/> Start value Freq<	0.9960		xFn	0.8000	1.1000
<input checked="" type="checkbox"/> Start value df/dt	0.005		xFn/s	-0.200	0.200
<input checked="" type="checkbox"/> Operate Tm Freq	2000		ms	80	200000
<input checked="" type="checkbox"/> Operate Tm df/dt	120		ms	120	200000
Setting Group 2					
<input checked="" type="checkbox"/> Operation mode		Freq<			
<input checked="" type="checkbox"/> Start value Freq>	1.0500		xFn	0.9000	1.2000
<input checked="" type="checkbox"/> Start value Freq<	0.9500		xFn	0.8000	1.1000
<input checked="" type="checkbox"/> Start value df/dt	0.010		xFn/s	-0.200	0.200
<input checked="" type="checkbox"/> Operate Tm Freq	200		ms	80	200000
<input checked="" type="checkbox"/> Operate Tm df/dt	400		ms	120	200000
Setting Group 3					
<input checked="" type="checkbox"/> Operation mode		Freq<			
<input checked="" type="checkbox"/> Start value Freq>	1.0500		xFn	0.9000	1.2000
<input checked="" type="checkbox"/> Start value Freq<	0.9500		xFn	0.8000	1.1000
<input checked="" type="checkbox"/> Start value df/dt	0.010		xFn/s	-0.200	0.200
<input checked="" type="checkbox"/> Operate Tm Freq	200		ms	80	200000
<input checked="" type="checkbox"/> Operate Tm df/dt	400		ms	120	200000

Slika 6 Prikaz podešenja u okviru zaštitne funkcije FRPFRQ

Za nadfrekvencijsku zaštitnu funkciju $f>$ i podfrekvencijsku zaštitnu funkciju $f<$, relej se pobuđuje kada vrednost frekvencije pređe podešeni prag, a reaguje po isteku vremenske zadržske za frekvenciju (*Operate Tm Freq*).

Za zaštitnu funkciju koja posmatra izvod frekvencije po vremenu, relej se pobuđuje kada vrednost df/dt pređe podešenu vrednost, a reaguje po isteku vremenske zadržske za df/dt (*Operate Tm df/dt*).

Pored navedenih osnovnih zaštitnih funkcija, moguće je koristiti i njihove kombinacije:

1. $f< + df/dt$

Nakon što frekvencija padne ispod podešene vrednosti, izvod frekvencije po vremenu df/dt se upoređuje sa svojom podešenom vrednošću. Kada df/dt pređe podešeni prag relej se pobuđuje, a po isteku podešene vremenske zadržske reagovanja za df/dt relej reaguje.

2. $f> + df/dt$

Nakon što frekvencija poraste iznad podešene vrednosti, izvod frekvencije po vremenu df/dt se upoređuje sa svojom podešenom vrednošću. Kada df/dt pređe podešeni prag relej se pobuđuje, a po isteku podešene vremenske zadržske reagovanja za df/dt relej reaguje.

3. $f< OR df/dt$

Omogućen je paralelni rad između funkcija $f<$ i df/dt . Relej se pobuđuje čim prva od zadatih zaštitnih funkcija pređe podešeni prag. Relej reaguje po isteku kraće vremenske zadržske reagovanja od podešenih vremenskih zadržski reagovanja za frekvenciju i za df/dt .

4. $f> OR df/dt$

Omogućen je paralelni rad između funkcija $f>$ i df/dt . Relej se pobuđuje čim prva od zadatih zaštitnih funkcija pređe podešeni prag. Relej reaguje po isteku kraće vremenske zadržske reagovanja od podešenih vremenskih zadržski reagovanja za frekvenciju i za df/dt .

Osnovna podešenja u okviru zaštitne funkcije FRPFRQ su:

- izbor zaštitne funkcije ($f<$, $f>$, df/dt) ili njihove kombinacije,



- izbor vrednosti praga reagovanja za $f <$ u opsegu $(0,8-1,1)f_n$,
- izbor vrednosti reagovanja za $f >$ u opsegu $(0,9-1,2)f_n$,
- izbor vrednosti reagovanja za df/dt u opsegu $(-0,2-0,2)f_n/s$,
- izbor vrednosti vremenske zadržke frekvencije (Operate Tm Freq)
- izbor vrednosti vremenske zadržke za df/dt (Operate Tm df/dt).

2.5. Podfrekvencijsko rasterećenje

Zaštitna funkcija LSHDPFRQ se koristi za podfrekventno rasterećenje EES-a pri manjku aktivne snage izvora, praćenog opadanjem frekvencije sistema.

Zaštitna funkcija LSHDPFRQ omogućava da se nakon oporavka frekvencije vrati napajanje potrošačima kojima je bilo isključeno napajanje.

Na primer, u elektroprivredi Srbije automatsko podfrekventno rasterećenje se sprovodi u sredjenaponskoj mreži (6-35)kV u četiri stepena prema Tabeli 2.

Tabela 2

Stepen	Frekvencija	Snaga rasterećenja u % od snage opterećenja konzuma
1.	49 Hz	10
2.	48,8 Hz	15
3.	48,4 Hz	15
4.	48 Hz	15

Deo korisničkog prozora za unos podešenja zaštitne funkcije LSHDPFRQ u okviru PCM600 je prikazan na Sl. 7. Funkcija LSHDPFRQ se može omogućiti ili onemogućiti izborom *On* ili *Off*.

Group / Parameter Name	IED Value	PC Value	Unit	Min	Max
LSHDPFRQ1: 1					
UFLSR (1)					
Operation		on			
Reset delay time		0	ms	0	60000
Setting Group 1					
Load shed mode		Freq<			
Restore mode		Disabled			
Start value Freq		0.980	xFn	0.800	1.200
Start value df/dt		-0.010	xFn /s	-0.200	-0.005
Operate Tm Freq		90	ms	80	200000
Operate Tm df/dt		200	ms	120	200000
Restore start Val		0.998	xFn	0.800	1.200
Restore delay time		300	ms	80	200000
Setting Group 2					
Load shed mode		Freq<			
Restore mode		Disabled			
Start value Freq		0.975	xFn	0.800	1.200
Start value df/dt		-0.010	xFn /s	-0.200	-0.005
Operate Tm Freq		200	ms	80	200000
Operate Tm df/dt		200	ms	120	200000
Restore start Val		0.998	xFn	0.800	1.200
Restore delay time		300	ms	80	200000
Setting Group 3					
Load shed mode		Freq<			
Restore mode		Disabled			

Slika 7 Prikaz podešenja u okviru zaštitne funkcije LSHDPFRQ

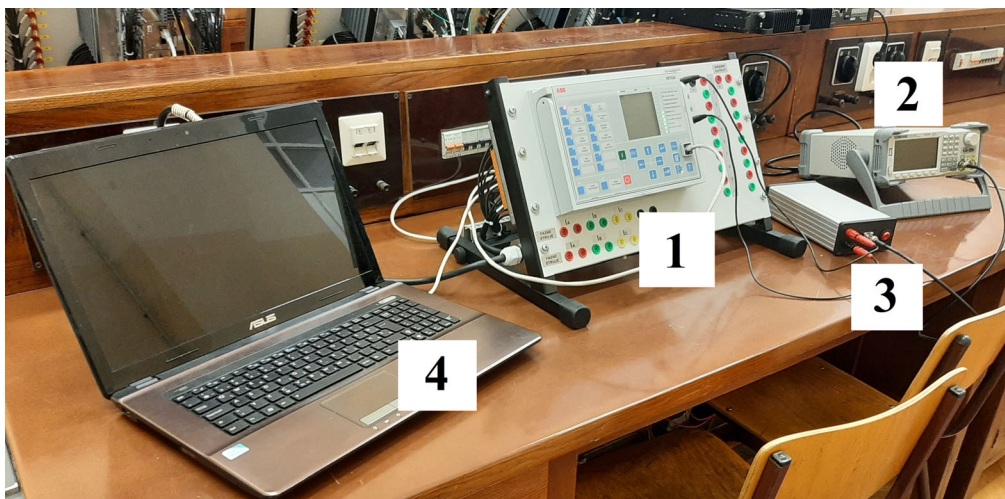


Osnovna podešenja u okviru zaštitne funkcije LSHDPFRQ su:

- izbor zaštitne funkcije ($f<$, $f<$ OR df/dt , $f<$ AND df/dt)
- izbor vrednosti praga reagovanja za $f<$ u opsegu $(0,8-1,2)f_n$,
- izbor vrednosti praga reagovanja za df/dt u opsegu od $-0,2$ do $-0,005 f_n/s$,
- izbor vrednosti vremenske zadržke frekvencije (Operate T_m Freq)
- izbor vrednosti vremenske zadržke za df/dt (Operate T_m df/dt).

3. Postupak izrade vežbe

Na Sl. 8 je prikazana fotografija postavke vežbe.



Slika 8 Fotografija merne opreme

Legenda: 1- RET620; 2- Signal generator Siglent SDG1062X; 3- Pojačavač signala; 4- Računar

Zadaci za izradu vežbe:

1. Izvršiti testiranje trofazne prenaponske zaštite

U okviru programa PCM600 na stablu sa leve strane korisničkog prozora u okviru opcije **Application Configuration/Protection/Settings/Voltage protection** pronaći zaštitnu funkciju PHPTOV (Sl. 3).

Uneti podešenja dobijena na vežbi.

Nakon unosa podešenja potrebno ih je sačuvati i upisati u relej.

Prema uputstvu dobijenom na vežbama, menjanjem vrednosti ulaznog napona pomoću signal generatora izazvati reagovanje releja.

2. Izvršiti testiranje nulte prenaponske zaštite

U okviru programa PCM600 na stablu sa leve strane korisničkog prozora u okviru opcije **Application Configuration/Protection/Settings/Voltage protection** pronaći zaštitnu funkciju ROVPTOV (Sl. 4).

Uneti podešenja dobijena na vežbi.

Nakon unosa podešenja potrebno ih je sačuvati i upisati u relej.

Prema uputstvu dobijenom na vežbama, menjanjem vrednosti ulaznog napona pomoću signal generatora izazvati reagovanje releja.



3. Izvršiti testiranje zaštite od fluksne prepobude

U okviru programa PCM600 na stablu sa leve strane korisničkog prozora u okviru opcije **Application Configuration/Protection/Settings/Voltage protection** pronaći zaštitnu funkciju OEPVPH (Sl. 5).

Uneti podešenja dobijena na vežbi.

Nakon unosa podešenja potrebno ih je sačuvati i upisati u relej.

Prema uputstvu dobijenom na vežbama, menjanjem vrednosti ulaznog napona pomoću signal generatora izazvati reagovanje releja, a nakon toga izazvati reagovanje releja promenom vrednosti frekvencije ulaznog signala.

4. Izvršiti testiranje frekvencijske zaštite

U okviru programa PCM600 na stablu sa leve strane korisničkog prozora u okviru opcije **Application Configuration/Protection/Settings/Frequency protection** pronaći zaštitnu funkciju FRPFRQ (Sl. 6).

Uneti podešenja dobijena na vežbi.

Nakon unosa podešenja potrebno ih je sačuvati i upisati u relej.

Prema uputstvu dobijenom na vežbama, izazvati reagovanje releja promenom vrednosti frekvencije ulaznog signala.

5. Izvršiti testiranje podfrekvencijskog rasterećenja

U okviru programa PCM600 na stablu sa leve strane korisničkog prozora u okviru opcije **Application Configuration/Protection/Settings/Frequency protection** pronaći zaštitnu funkciju LSHDPFRQ (Sl. 7).

Uneti podešenja dobijena na vežbi.

Nakon unosa podešenja potrebno ih je sačuvati i upisati u relej.

Prema uputstvu dobijenom na vežbama, izazvati reagovanje releja promenom vrednosti frekvencije ulaznog signala.