

Zdravko Matišić  
HEP ODS d.o.o Elektra Koprivnica  
[zdravko.maticic@hep.hr](mailto:zdravko.maticic@hep.hr)  
Tomislav Sinjeri  
HEP ODS d.o.o Elektra Koprivnica  
[tomislav.sinjeri@hep.hr](mailto:tomislav.sinjeri@hep.hr)

Martin Bolfek  
HEP ODS d.o.o Elektra Koprivnica  
[martin.bolfek@hep.hr](mailto:martin.bolfek@hep.hr)

## INTEGRACIJA NOVE GENERACIJE NUMERIČKIH RELEJA P14D U POSTOJEĆI SUSTAV ZAŠTITE

### SAŽETAK

Ovim radom analizira se implementacija nove generacije numeričke zaštite realizirane relejem P14D proizvođača Alstom. Očekivani životni period numeričke zaštite iznosi oko 20 godina pred koliko vremena je ugrađena prva generacija ovakve vrste zaštite u Elektri Koprivnica. Zaštita u trafostanicama 35/10 kV razine realizirana je pouzdanom K-serijom. Mane ovih releja su protokol na kojem se bazira daljinska komunikacija i upravljanje (protokol je Courier specifičan je samo za ovu vrstu uređaja) i pojava sve više kvarova zbog starosti. Nova zaštita P14D kompatibilna je s ožičenjem (relejni kontakti, mjerni ulazi i komunikacijska petlja) tj. nalaze se na identičnim stezaljkama kao i kod K-serije, a sam relej se mijenja povlačenjem/umetanjem u ožičeno kućište. Osim toga ima naprednije mogućnosti upravljanja i komunikacije (standardizirane protokole IEC 60870-5-103, DNP3.0, IEC 61850, MODBUS i COURIER), a istovremeno ima sve potrebne zaštitne funkcije.

**Ključne riječi:** relej, numerička zaštita, Courier, IEC 60870-103, P14D,

## INTEGRATION OF NEW GENERATION NUMERICAL RELAY P14D TO THE EXISTING SYSTEM OF PROTECTION

### SUMMARY

This paper analyzes the implementation of a new generation of numerical protection relay realized with the P14D relay from the manufacturer Alstom. The life period of numerical protection is about 20 years, the time the first generation of this kind of protection was installed in Elektra Koprivnica. Protection of the 35/10 kV substation levels incorporated with the K-series relays of the same manufacturer and has been proven to be reliable. The disadvantages of these relays are the communication protocol on which is based remote communication and control (Courier protocol is specific for this type of device) and the emergence of more and more failures due to old age. New protection P14D is compatible as far as the wiring (relay contacts, measuring inputs and communication loop) ie. Terminals are the same as in the K-Series, and the relay is changed by pulling / inserting in the wired enclosure (casing). In addition there are more advanced management capabilities and communication (IEC 60870-5-103 standardized protocols, DNP3.0, IEC 61850, Modbus and COURIER), and as for the protection has all the necessary protection functions.

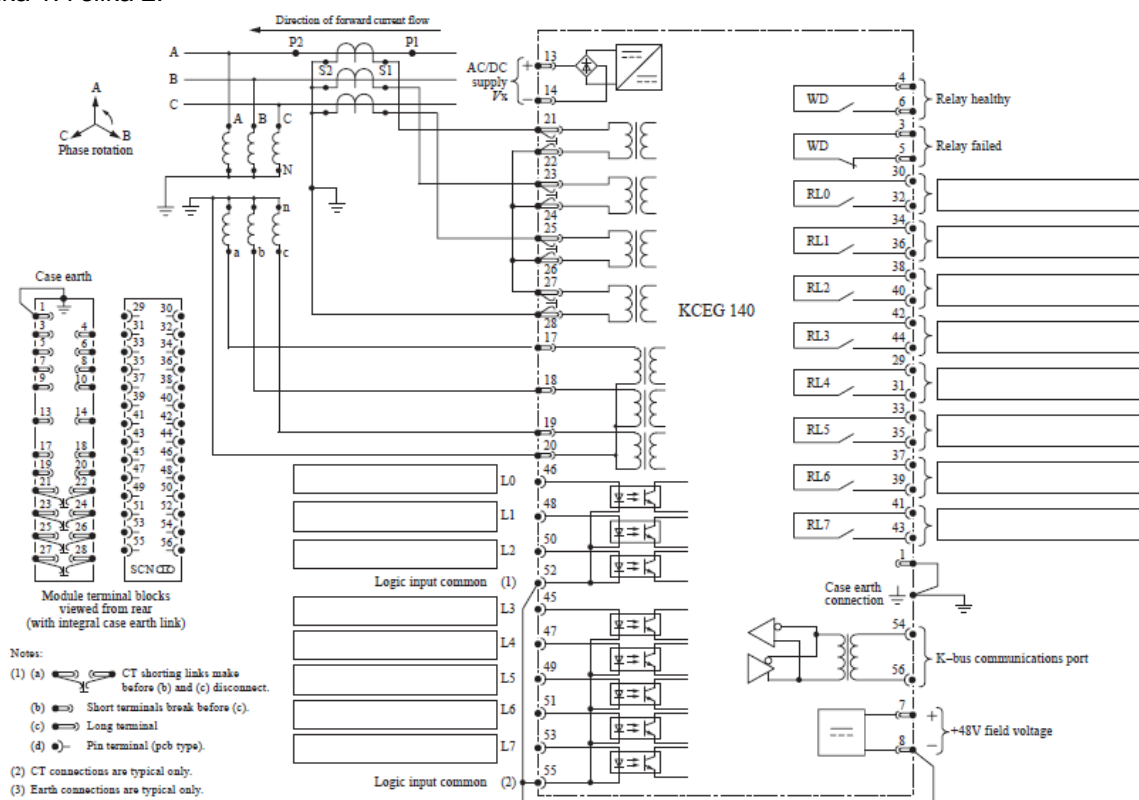
**Key words:** relay, numerical protection, Courier, IEC 60870-103, P14D

## 1. UVOD

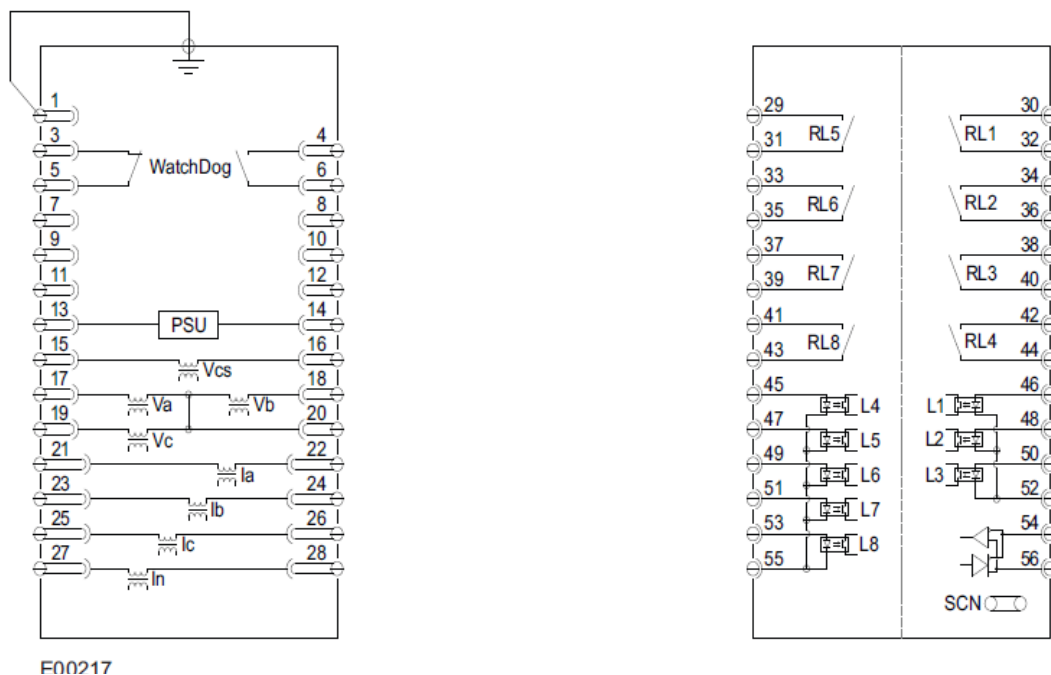
U elektroenergetskom sustavu bilo da se radi o prijenosnom, distribucijskom, elektrani ili distribuiranom izvoru danas je nezamisliv pogon bez numeričke zaštite. Naravno primarna funkcija joj je izoliranje ostatka elektroenergetskog sustava od dijela koji je u kvaru prateći granične vrijednosti podešenih električnih veličina, osim zaštitnih funkcija ima i važnu ulogu u daljinskom vođenju i praćenju sustavu. Ovakva funkcionalnost povećava pouzdanost, bržu detekciju i automatiku u otklanjanju prolaznih (automatskim ponovnim uklopom-APU) kvarova i na kraju raspoloživost elektroenergetskog sustava. Paralelno s razvojem numeričke zaštite razvijali su se i komunikacijski protokoli za daljinski nadzor odnosno vođenje, a samom pojavom numerike tj. procesora u releju postalo je moguće da se spomenuto realizira u jednom uređaju. U ovom radu bit će prikazan način implementacije nove vrste numeričkih releja u sustav zaštite i daljinskog vođenja.

## 2. HARDVERSKA KONFIGURACIJA RELEJNE ZAŠTITE

Srž svakog sekundarnog sustava trafostanica danas čine numerički releji, tako je i u Elektri Koprivnica, te u 10 od 13 35/10 kV trafostanica instalirana je numerička zaštita „K-serije“. Implementacija svakog releja u sekundarni sustav neke trafostanice realizira se preko projekta ožičenjem na signalno upravljački sustav određenog elementa stanice. U nastavku dan je presjek konfiguracija KCEG i P14D releja slika 1. i slika 2.



Slika 1. Konfiguracija KCEG 140 releja



Slika 2. Konfiguracija P14D releja

Iz prikazanog se da zaključiti da su kontakti predviđeni za ožičenje identični na oba releja, Za P14D potrebno je naglasiti da postoje različite tvorničke konfiguracije ovog tipa releja, no u ovom slučaju kao početni uvjet imamo konfiguraciju KCEG releja te identičnu „retrofit“ konfiguraciju P14D. Instalacija releja se vrši tako da se prvo pričvrsti „Midos“ tip kućišta na predviđeno mjesto te spajanje kontakata kućišta na (slika 1./slika2.) sa predviđenim elementima sekundarne opreme (napajanje, mjerni naponi i struje, signali stanja primarnih aparata, spajanje upravljačkih i zaštitnih relejnih izlaza sve do komunikacijske petlje). Kada je kućište spojeno potrebno je samo umetnuti relej u kućište, te se na ovaj način releju se daje napajanje što je osnovni uvjet za daljnju konfiguraciju tj. podešenje releja i na kraju testiranje djelovanja zaštitnih i ostalih funkcija.

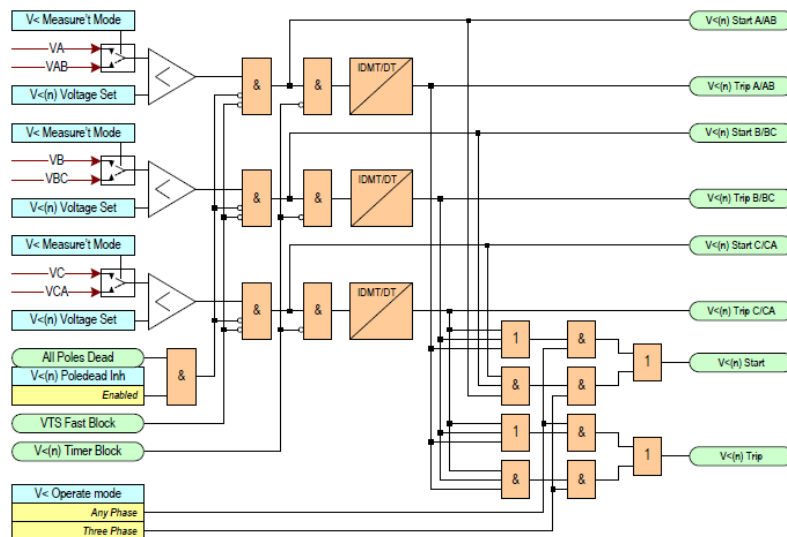
### 3. PROGRAMSKA KONFIGURACIJA RELEJA

Nakon fizičke instalacije releja sljedi njegovo parametriranje, sam rad releja, njegovih zaštitnih i ostalih funkcija koncipiran je tzv. „settings fileom“ slika 3. odnosno datotekom podešenja. Za svaki od releja proizvođač je osigurao adekvatan softverprogramski alat (software) kojim se kreira, modificira i na kraju implementira datoteka podešenja u relej. Za oba releja KCEG i P14D (i ostale releje istog proizvođača) Alstom je kreirao „S1 Agile“ programski paket koji podržava sve relevantne funkcije za potrebe konfiguracije zaštite. Komunikacijski port za konfiguraciju KCEG releja je ujedno i primarni komunikacijski port daljinskog nadzora, pa sljedno tome ako se sotverski želi promjeniti podešenje ili skinuti „disturbance record“ mora se terminirati daljinska komunikacija i lokalno spojiti na taj port. P14D ima poseban USB port s prednje strane i neovisan je o primarnom komunikacijskom kanalu, druga je opcija, ako su modifikacije podešenja zaštite minimalne, ručni unos parametara preko funkcionalnih tipki.

Name	Value	Address (C.R)	User note
0006 Model No.	KCEG142?????1EEE	00.06	
0008 Serial No	00000000	00.08	
0009 Freq	50 Hz	00.09	
000A Comas Level	1	00.0A	
000B Rly Address	0	00.0B	
000C Flnt Status	0000000000000000	00.0C	
000D Ctrl Status	0000000000000000	00.0D	
000E Grp now	1	00.0E	
000F LS Stage	None	00.0F	
0011 Software	18 KCEG102 XKE U	00.11	
0020 Log Status	00000000	00.20	
0021 Rly Status	10000000	00.21	
0022 Alarms	00000000	00.22	
0300 MEASURE 2	1	00.23	
0900 LOGIC			
0A00 INPUT MASKS			
0B00 RELAY MASKS			
0C00 RECORDER			
Group 1			
0500 EARTH FLT1			
0600 PHASE FLT1			
0601 EF Ratio	0000100000111010	06.01	
0602 CI Ratio	1.000 :1	06.02	
0603 VI Ratio	1.000 :1	06.03	
0604 Curve	SI30XDT	06.04	
0605 Is	5.000 A	06.05	
0606 ts /DMS	1.000	06.06	
0607 ts /DT	0 s	06.07	
0608 tRESET	0 s	06.08	
0609 Is>	50.00 A	06.09	
060A ts>	0 s	06.0A	
060D Char Angle	00deg	06.0D	
060E I<	500.0 mA	06.0E	
060F V<	20.00 V	06.0F	
0610 tV<	3.000 s	06.10	

Slika 3. „Settings file“ KCEG releja

Slika 3. Prikazuje osnovnu datoteku podešenja KCEG releja dok P14D ima sličnu datoteku samo sa više parametara. Razlog većeg broja parametara jest u tome što ima više zaštitinih i ostalih funkcija od KCEG releja. Jedna od tih funkcija je i APU, ona je implemetirana kao sastavni dio P14D releja dok se za potrebe ove funkcije kod K-serije treba instalirati poseban vanjski uređaj, koji je naravno vanjskim ožičenjem povezan na KCEG i prekidač.

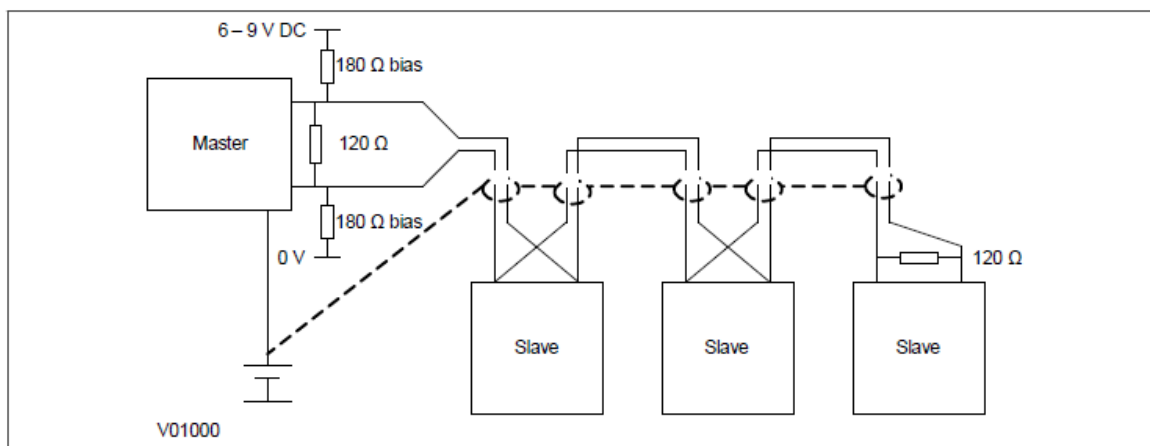


Slika 4. Dio PSL sheme P14D za V< stupanj zaštite

Na slici 4. prikazan je dio PSL (Programmable Scheme Logic) sheme za V< stupanj zaštite. Određen stupanj zaštite u P14D releju se najprije definira u „settings file-u“ (parametri i vrijeme prorade) a zatim i u PSL shemi (npr. da neka funkcija bude kao alarm i/ili da ima proradu isklopom). Da bi implementirali relej P14D na mjesto KCEG-a moraju se kopirati zaštitne sheme najprije kao parametri „settings file-a“ a onda i naknadno konfigurirati u PSL shemi.

#### 4. DALJINSKA KOMUNIKACIJA

Upravljanje, signalizacija stanja aparata i prorada zaštita odvija se na bazi daljinske komunikacije između releja i dispečerskog centra. Realizacija daljinske komunikacije vrši se konverzijom protokola releja na protokol kompatibilan sa upravljačkim sustavom u dispečerskom centru (SCADA), uređaje za ovakovu vrst konverzije nazivamo RTU (Remote Terminal Unit). Standardni protokol koji se koristi za komunikaciju prema SCADU je protokol IEC 60870-104 dok K-serija releja koristi samo Courier protokol. Komunikacijska petlja za predmetne releje je prikazana na slici 5. Medij prijenosa signala je bakreni kabel a sam signal ima modulaciju po EIA RS485 standardu što dozvoljava istovremeno korištenje do 32 aparata u istoj petlji.



Slika 5. Shema komunikacijske petlje bazirane na EIA RS 485 standardu

Data Protocols	IEC 60870-5-103			
	MODBUS	IEC61850		
	DNP3.0	DNP3.0		
	Courier	Courier	Courier	Courier
Data Link Layer	EIA(RS)485	Ethernet	USB	K-Bus
Physical Layer	Copper or Optical Fibre			

Slika 6. Opcije komunikacijskih protokola P14D releja

Analizom slike 5. i slike 6. da se zaključiti da implementacijom P14D na mjesto KCEG-a dobiju se mogućnosti primjene novih komunikacijskih protokola na postojećoj komunikacijskoj petlji (iz razloga što koriste isti prijenosni medij i modulaciju signala), a kao novo primijenjeni protokol koristi se IEC 61870-103. Razlog ovakve primjene je limitiranost Courier protokola i teškoća njegove implementacije tj. konverzije na protokol kompatibilan sa SCADA sustavom.

## 5. ZAKLJUČAK

Iz prikazanog se da zaključiti da implementacija nove generacije releja u postojeći sustav izvodi na jednostavan način umetanjem releja u ožičeno kućište KCEG releja. Sljedeći korak je parametriranje novih releja pri čemu podešenja trebaju odgovarati starima u smislu definiranja stanja aparata, prijenosnih omjera mjernih strujnih i naponskih transformatora i općenitoj zaštitnoj shemi elementa. Zadnji korak je proces konverzije IEC 60870-103 na IEC 60870-104 protokol pomoću protokol konvertera i njegovo uvođenje u SCADA sustav i testiranje.

## **6. LITERATURA**

[1] Service manual K-Series Directional Overcurrent relays, Publication Reference: R8501D, GEC Alstom

[2] P40 Agile, P14D TECHNICAL MANUAL, Publication Reference: P14D-B/G/L/Z-TM-EN-1, Alstom

[3] IEC 60870-5-104 Telecontrol equipment and systems – Part 5-104: Transmission protocols – Network access for IEC 60870-5-101 using standard transport profiles, lipanj 2006.

[4] IEC 61850-3 Communication networks and systems in substations - part 3 General requirements, siječanj 2002.