

IX Krajowa Konferencja
POMIARY KOROZYJNE W OCHRONIE ELEKTROCHEMICZNEJ
9-th National Conference
CORROSION MEASUREMENTS IN ELECTROCHEMICAL PROTECTION
7-9. 06. 2006 Zakopane, Poland



SPECJALNA STACJA OCHRONY KATODOWEJ
KOMPENSUJĄCA ODDZIAŁYWANIA PRĄDÓW BŁĄDZĄCYCH
SPECIAL STATION OF CATHODIC PROTECTION COMPENSATING
INFLUENCES OF STRAY CURRENTS

Józef Dąbrowski, Marian Mrówka, Cezary Suwart

Zakład Trakcji Elektrycznej Instytutu Elektrotechniki

Słowa kluczowe: prądy błądzące, ochrona katodowa
Key words: stray current, cathodic protection

Streszczenie

Specjalna stacja ochrony katodowej (SSOK) jest przeznaczona do ochrony katodowej rurociągów w strefach silnego oddziaływania prądów błądzących, gdzie celowe jest ograniczenie zbyt ujemnych potencjałów rurociągu.

W konstrukcji SSOK wyróżnić można cztery podstawowe bloki: blok zasilania, blok wejściowy, blok zadawania i sterowania oraz wykonawczy blok wyjściowy. Wszystkie umieszczono w kasecie EURO6U.

Summary

Special station of cathodic protection (SSOK) is intended to cathodic protections pipelines in zones strong influences of stray currents making a mistake, where advisable is limitation of too negative potentials of pipeline.

In construction SSOK to favour one can four basic blocks: block of power supply, entrance - block, block of giving and steerings and executive exit - block. All one placed in jewel-case {casette} EURO6U.

1. Wstęp

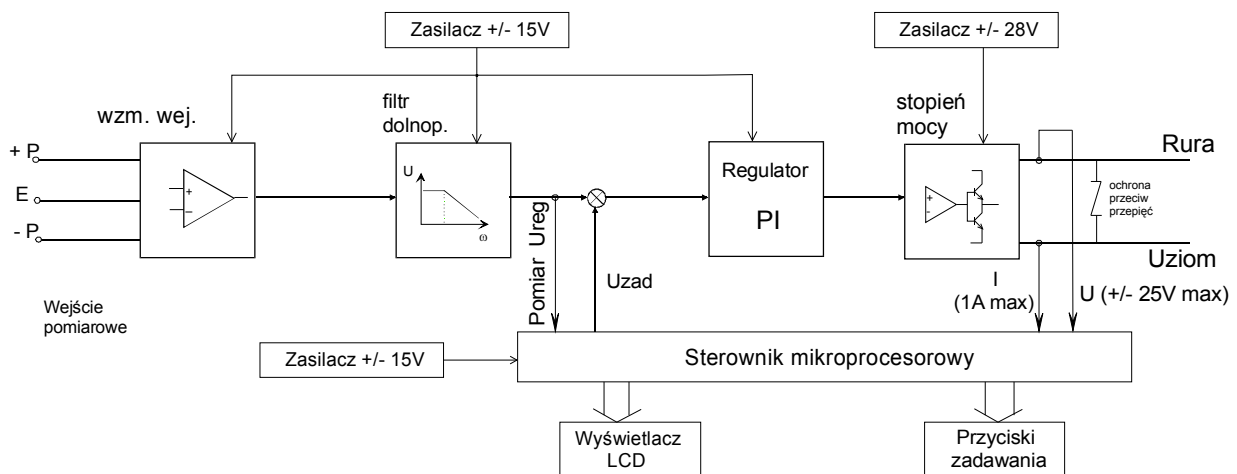
Zespół pracowników Zakładu Trakcji Elektrycznej zajmujących się przetwornicami i dodatkowym wyposażeniem elektrycznym oraz elektronicznym występującym w taborze szynowym podjął się zadania wykonania modelu laboratoryjnego, a następnie docelowego urządzenia - zwanego Specjalną Stacją Ochrony Katodowej (SSOK) - kompensującego oddziaływanie prądów błędnych ze szczególnym uwzględnieniem tych pochodzenia trakcyjnego.

2. Założenia i wymagania techniczne

1. Oprócz polaryzacji katodowej rurociągu, jak w przypadku konwencjonalnej stacji ochrony katodowej – dodatkowa możliwość zasilania obwodu ochrony prądem o przeciwnym kierunku, w celu kompensacji występujących okresowo nadmiernie ujemnych potencjałów rurociągu wskutek oddziaływania prądów błędnych,
2. Stabilizacja potencjału ochrony E_p rurociągu na dowolnie wybranym poziomie,
3. Ograniczenie maksymalnych wartości dodatniego i ujemnego prądu wyjściowego SSOK, do wybranych wartości progowych; przez prąd dodatni ($+I_p$) należy rozumieć prąd płynący od SSOK do uziomu anodowego, a przez prąd ujemny ($-I_p$) – prąd płynący od SSOK do rurociągu,
4. Obudowa SSOK w kasecie 6U, umożliwiająca jej instalację wewnątrz istniejącej szafy sterowniczo-pomiarowej na stacji zasuwa, a po otwarciu tej szafy zapewniająca:
 - ◆ dogodną obserwację wyświetlacza SSOK umieszczonego na płycie czołowej kasety,
 - ◆ łatwy dostęp do trzech przycisków umieszczonych na płycie czołowej kasety, służących do nastawiania wybranego poziomu E_p i wybranych wartości progowych prądów $+I_p$ oraz $-I_p$,
 - ◆ łatwy dostęp do listwy zaciskowej typu WAGO w celu przyłączenia przewodów: od rurociągu R (prądowy $2 \times 2.5 \text{ mm}^2$ i pomiarowy $2 \times 2.5 \text{ mm}^2$), uziomu anodowego UA (prądowy $2 \times 2.5 \text{ mm}^2$), sondy pomiarowej SP (dwa, od stałej elektrody odniesienia SEO - $2 \times 2.5 \text{ mm}^2$ i od elektrody stalowej ES $2 \times 2.5 \text{ mm}^2$, oraz wspólny ekran $2 \times 2.5 \text{ mm}^2$), źródła napięcia 230 V AC (trzy przewody).
 - ◆ możliwość przyłączenia do zacisków listwy zaciskowej wymienionej wyżej przyrządów do wykonywania pomiarów kontrolnych lub rejestracji potencjału ochrony rurociągu E_p , prądu wyjściowego stacji I_p (za pomocą przyłączanego w tym celu bocznika), oraz napięcia wyjściowego stacji U_p ,
5. Napięcie zasilania: 230 V AC,
6. Maksymalne napięcie wyjściowe stacji: $U_p = -48 \dots 0 \dots +48 \text{ V}$, DC,
7. Maksymalny prąd wyjściowy stacji: $I_p = -3.0 \dots 0 \dots +5.0 \text{ A}$; przewidywane zastosowanie firmowych zasilaczy o parametrach: 3 A 48 V i 5 A 48 V.
8. Zakres nastawiania poziomów potencjału sterującego E_p : od -0.9 V do -2.5 V, skokowo co 0.01 V,
9. Dokładność stabilizacji potencjału ochrony E_p : 0.005 V,
10. Zakres nastawiania wartości progowej wyjściowego prądu dodatniego $+I_p$: od +1.0 A do +4.0 A, skokowo co 0.1 A,

11. Zakres nastawiania wartości progowej wyjściowego prądu ujemnego $-I_p$: od -0.2 do -2.5 A, skokowo co 0.1 A,
12. Wartości odczytywane na wyświetlaczu:
 - wartości zadane: potencjału sterującego E_p , progę $+I_p$ oraz $-I_p$,
 - wartości mierzone: E_p , I_p oraz U_p ,
13. Rezystancja wejściowa obwodu pomiaru potencjału sterującego: $5...10$ M Ω ,
14. Zabezpieczenia obwodu głównego i obwodu pomiarowego SSOK przed wyładowaniami atmosferycznymi (być może okaże się konieczny montaż poza kasetą); będzie także rozważona możliwość zabezpieczenie przed skutkami uszkodzeń w obwodach stacji, objawiającymi się utratą własności regulacyjnych.
15. Całość wykonana na obwodach drukowanych, wykonanych specjalnie dla potrzeb SSOK.

Do przetestowania zaproponowaną strukturę SSOK przedstawia rys. 1. Nie pokazana na rys. 1. sieć prądu przemiennego 230V jest separowana poprzez zasilacze elektronicznej sterującej $\pm 15V$ i elektronicznej mocy $\pm 28V$ od obwodów wejściowych (pomiarowych) i wyjścia. W efekcie przeprowadzonych prób laboratoryjnych i terenowych okazało się, że struktura taka spełnia pokładane założenia i w miejsce zasilacza $\pm 28V$ wystarczy wstawić $\pm 48V$. Dodatkowo wyjściowy stopień mocy należy wyposażyć w wymuszony układ wentylacji ponieważ konwekcja naturalna okazuje się już za mało skutecznym sposobem chłodzenia.



Rys. 1. Idea układu SSOK

3. Techniczna realizacja

Elementy stacji zostały umieszczone w typowej kasecie elektronicznej typu [3U], o dwóch oddzielnych płytach czołowych. Górna część kasety zawiera panel zadawczy - wyświetlający i dwa główne zasilacze napięcia dodatniego i ujemnego zasilające końcówkę mocy. Zasilacze umieszczono za płytą czołową. W dolnej części kasety znajdują się na płycie trzy bezpieczniki i listwa zaciskowa do przyłączenia wszystkich przewodów. Prawa część kasety stanowią trzy wsuwki wielkości [3U]. Są to moduły: MZ1, MWE, MWY.

Z tyłu kasety znajduje się radiator z tranzystorami stopnia końcowego mocy. Obok jest radiator z rezystorem 10 omów $250W$ służący w próbie testowej do obciążenia zasilacza.

Panel zadawania i wyświetlania posiada trzy przyciski oznaczone: „góra”, „dół” i „podświetlenie – program”. Po włączeniu zasilania stacja SSOK zaczyna pracować z zadanymi wcześniej parametrami. Krótkie przyciśnięcie przycisku „podświetlenie – program” powoduje załączenie podświetlenia wyświetlacza. Dłuższe przyciśnięcie w/w przycisku /powyżej 1 sek./ spowoduje pojawienie się czarnego prostokąta przy znaku wartości zadanej E_p . Wówczas przyciskając przycisk „góra” lub „dół” można zmieniać wartość zadaną E_p odpowiednio w górę lub w dół co 10 mV.

Następne przyciśnięcie przycisku „podświetlenie-program” spowoduje przesunięcie się czarnego prostokąta do znaku wartości zadanej $+ I_p$. Teraz możemy korygować nastawy wartości zadanej prądu $+ I_p$ przyciskami „góra” i „dół” co 100 mA. Tak samo dokonujemy zmiany nastawy wartości zadanej $- I_p$. Kolejne przyciśnięcie przycisku „podświetlenie – program” spowoduje wyjście układu zadawania i wyświetlania z trybu programowania w tryb pracy. Pozostawienie układu w trybie programowania przy którejkolwiek wartości zadanej na dłużej niż 10 sekund spowoduje automatyczne przejście w tryb pracy. Dłuższe przyciśnięcie przycisku „program” spowoduje wyświetlenie maksymalnych wartości napięć: U_{max} [dodatniego] i U_{min} [ujemnego] jakie występowały dnia poprzedniego i do 100 dni wcześniej. To samo odnosi się do prądów wyjściowych stacji $\pm I_p$.

Wyjmowana wsuwka MZ1 zawiera dwa zasilacze impulsowe zasilane z sieci 230V 50Hz poprzez filtr wejściowy. Stanowią one źródło zasilania dla elektroniki. Do wyjścia każdego z zasilaczy włączona jest zielona dioda LED. Umieszczenie tych diód na płycie czołowej na płycie czołowej wsuwki MZ1 służy sygnalizacji poprawnej pracy zasilaczy.

Moduł MWE zawiera bufor wejściowy zabezpieczony ogranicznikiem przepięć Blitzductor BE C 24 oraz diodą supresyjną 1,5 KE 6.8 CA. Sygnał wejściowy z bufora podawany jest do węzła sumacyjnego regulatora napięcia typu PI. Do drugiego zacisku węzła podawane jest napięcie zadawania z mikroprocesorowego układu zadawania i wyświetlania. Sygnał wyjściowy regulatora, poprzez izolator analogowy steruje przedwzmacniaczem, który zasilą stopień wyjściowy mocy. Do wejść modułu MWE doprowadzony jest także sygnał z LEM-a prądowego mierzącego prąd wyjściowy końcówki mocy. Sygnał ten wykorzystywany jest w ogranicznikach prądu dodatniego i ujemnego, za pomocą których limitujemy prądy wyjściowe stacji SSOK. Wielkość tych prądów zadajemy w układzie zadawania i wyświetlania.

Zadaniem modułu MWY jest realizacja funkcji kontrolno – sterujących układu stacji SSOK. Tranzystory stopnia końcowego mocy zostały umieszczone na radiatorze wyposażonym w zabezpieczenie termiczne. W przypadku zadziałania tego zabezpieczenia (co oznacza osiągnięcie przez tranzystory mocy 80°C) stopień mocy jest wyłączany a stan ten jest sygnalizowany zaświeceniem się czerwonej diody LED. Dioda ta znajdująca się na czole panelu MWY oznaczona jest „Przegrz.”. Po schłodzeniu się radiatora układ samoczynnie wraca do pracy regulacyjnej. Funkcje sterującą realizuje się za pomocą przełącznika hebelkowego trójpołożeniowego. Górne położenie oznaczono „Praca”, środkowe „Wył.” a dolne „Impuls”. Położenia te oznaczają odpowiednio : pracę ciągłą stacji, wyłączenie stacji lub stan pracy cyklicznej (np. 3min. pracy – 1.5min. wyłączenie stacji).

Przyciskiem „Test” realizowana jest funkcja testowanie poprawnej pracy stacji SSOK. Wtedy dołączone do zacisków stacji przewody z rurociągu, uziomu anodowego i pomiarowe zostają odłączone od stacji SSOK. Dołączone jest wtedy obciążenie zastępcze w postaci dzielnika rezystorowego. W stanie pracy testowej można sprawdzić pracę regulacyjną zarówno w pozycji wyłącznika „Wył.” , „Praca” jak i „Impuls” przy różnych wartościach zadanych potencjału E_p .

4. Tester – testowanie sprawności działania SSOK

Urządzenie SSOK wyposażone jest w wewnętrzny układ testujący, którego zadaniem jest umożliwienie sprawdzenia jego poprawnej pracy bez używania dodatkowych podzespołów. Zrealizowane jest to za pomocą rezystorowego dzielnika pomiarowego, zabudowanego wewnątrz urządzenia i zasilanego (po przełączeniu) z zacisków wyjściowych SSOK. Część napięcia z dzielnika doprowadzona jest do zacisków wejściowych SSOK. Utworzona jest więc pętla ujemnego sprzężenia zwrotnego powodującego stabilizację zadawanego potencjału E_p . Przejście z trybu pracy stacji SSOK do trybu testowania następuje po przyciśnięciu przycisku „Test” na płycie czołowej modułu MWY z przodu urządzenia. Układ sterujący załącza wtedy przekaźnik przełączający wejście i wyjście stacji SSOK do rezystorowego dzielnika pomiarowego. Możliwość nastawiania potencjału E_p i progów prądowych ograniczników prądowych zostaje zachowana. Jedynym ograniczeniem jest to, że w trybie testowym urządzenie pracuje z wykorzystaniem dodatkowego zasilacza 48V i wymuszenie zmiany kierunku napięcia i prądu wyjściowego jest kłopotliwe (wymaga zastosowania zewnętrznego zasilacza).

5. Impulsator

W urządzeniu SSOK zastosowano elektroniczny impulsator umożliwiający automatyczną generację sekwencji załącz/wyłącz napięcia na zaciskach wyjściowych urządzenia z określonym czasem trwania napięcia lub jego braku. Wstępnie ustawiono czas trwania napięcia równy 3 min. i czas jego wyłączenia równy 1.5min. W razie potrzeby istnieje możliwość zaprogramowania innych czasów. Pracę impulsatora włącza się przełącznikiem hebelkowym, umieszczonym na płycie czołowej modułu MWY, przełączając go w pozycję „Impuls”. Dioda LED umieszczona przy tym napisie sygnalizuje załączenie napięcia wyjściowego (stan świecenia) lub jego wyłączenie (brak świecenia). W trakcie impulsowania można przycisnąć przycisk „Test” i obserwować pracę urządzenia w trybie testowym bez konieczności odłączania obwodów zewnętrznych.

6. Uwagi końcowe

W okresie próbnym okazało się, że zaproponowany przez firmę DEHN układ ochrony przepięciowej na wejściu pomiarowym jest niezbyt dobrze dobrany. Blitzductor BE C 24 chronił przed uszkodzeniem elementy systemu pomiarowego, ale sam ulegał uszkodzeniu w taki sposób, że powodowało to sterowanie SSOK nieprawidłową wartością mierzoną. Wykorzystując fakt dużej rezystancji wejścia pomiarowego zaproponowano włączenie szeregowo przed zaciskami Blitzductora BE C 24 oporników 1k o mocy 10W. Rozwiązanie to okazało się skuteczne. Nie zmienia to faktu, że koordynacja ochrony przepięciowej urządzeń instalowanych na dobrze izolowanych rurociągach (w polwinicie, lub polietylenie) nie jest ostatecznie rozwiązaniem problemem.

DANE TECHNICZNE SPECJALNEJ STACJI OCHRONY KATODOWEJ SSOK.

- Napięcie zasilania 230V AC 50 Hz
- waga stacji SSOK 12 kg
- wymiary gabarytowe 444 x 265 x 270 mm

- maksymalne napięcie wyjściowe stacji $\pm 48V$ DC
- maksymalny prąd wyjściowy stacji $- 3A...0...+ 5A$
- zakres nastawiania potencjału sterującego E_p $-0,9V$ do $-2,5V$ co $0,01V$
- dokładność stabilizacji potencjału E_p $0,01V$
- zakres nastawiania wyjściowego prądu dodatniego $+I_p$ $+1A$ do $+ 4A$ co $0,1V$
- zakres nastawiania wyjściowego prądu ujemnego $- I_p$ $-0,2A$ do $-2,5A$ co $0,1A$
- rezystancja wejściowa obwodu pomiaru potencjału sterującego $< 10M \Omega$

WYŚWIETLACZ

- pełna nazwa stacji
- wartości zadane : potencjału sterującego E_p , prądu $+I_p$ oraz prądu $- I_p$
- wartości mierzone : potencjału E_p , prądu I_p oraz napięcia wyjściowego U
- aktualną datę i godzinę