



---

**KALIBRATOR DO SYSTEMÓW MONITOROWANIA PRACY  
STARYCH STACJI OCHRONY KATODOWEJ**

**A CALIBRATOR FOR MONITORING OPERATION  
OF OLD RECTIFIER SYSTEMS**

Wojciech Sokółski

SPZP CORRPOL Gdańsk

Andrzej Sollich

ZSE ATLAS-SOLLICH Gdańsk

Słowa kluczowe: ochrona katodowa, monitorowanie, stacje ochrony katodowej  
Keywords: cathodic protection, monitoring, rectifiers

**Streszczenie**

Opisano opracowany specjalny układ pomocniczy do kalibracji poziomu sygnałów monitorowanych parametrów pracy stacji ochrony katodowej (napięcie, prąd, potencjał), celem przystosowania ich do układów wejściowych systemów automatyki przemysłowej. Układ przeznaczony jest w szczególności do współpracy z wcześniej zaprojektowanym układem SMOK-2 do zdalnego monitorowania pracy współczesnych stacji ochrony katodowej. Najważniejszą zaletą układu jest to, że może współpracować z dowolną stacją ochrony katodowej, nawet najprostszym prostownikiem, które instalowane były masowo począwszy od lat siedemdziesiątych ubiegłego stulecia. Dzięki opisanemu układowi możliwe jest łatwe włączenie do systemu zdalnego monitorowania eksploatowanych jeszcze powszechnie stacji ochrony katodowej starego typu.

**Abstract**

A designed special auxiliary system has been described for calibration of the signal level of monitored rectifier operating parameters (voltage, current, potential) in order to adapt them to industrial automatics input circuits. The system is especially designed for operation with an earlier SMOK-2 system for remote monitoring of operation of modern rectifiers. The greatest advantage of the system is possibility of operation with any rectifier, even the simplest one, installed on a large scale from the beginning of the seventies of the last century. The described system allows facile connection to a remote monitoring system of still operated old type rectifiers.

## 1. Wprowadzenie

Obserwowany w ostatnich latach trend wprowadzania do systemów ochrony katodowej zdalnego monitorowania i regulacji w sposób zupełnie oczywisty wymusił opracowanie oraz upowszechnienie szeregu nowych i nowoczesnych rozwiązań technicznych. Stare, często już wysłużone stacje ochrony katodowej, nieposiadające nawet najprostszych elementów automatyki, przegrywają konkurencję z konstrukcjami współczesnymi, których zastosowanie wydaje się niezbędne w systemach automatyki i telemetrii.

Wobec istniejących w Polsce około 2500 starych instalacji ochrony katodowej wyposażonych w tradycyjne stacje ochrony katodowej w postaci zwykłych prostowników, często nawet bez filtracji napięcia wyjściowego, pojawił się niezwykle trudny do pokonania problem unowocześnienia tych systemów w oczekiwanym kierunku – zdalnego pozyskiwania informacji o warunkach pracy tych urządzeń. Wymiana starych urządzeń na nowe będzie niezwykle kosztowna i czasochłonna.

W niniejszym komunikacie zaprezentowano rozwiązanie techniczne i urządzenie, które pozwala na ominięcie przedstawionego wyżej problemu w sposób prosty, tani i niezawodny. Jest nim odpowiednia przystawka kalibrująca sygnały o parametrach pracy instalacji ochrony katodowej do współpracy ze standardami automatyki przemysłowej, a w zasadzie jako element składowy opisanego już wcześniej systemu monitorowania ochrony katodowej SMOK-2 [1].

## 2. Monitorowane parametry pracy stacji ochrony katodowej

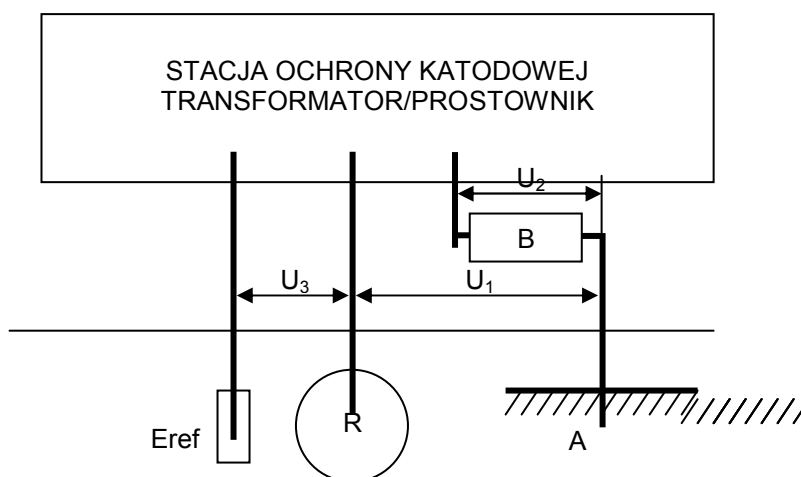
Stare systemy ochrony katodowej, przeznaczone do ochrony przed korozją metalowych konstrukcji podziemnych, głównie rurociągów, przystosowane do powszechnie stosowanej w latach ubiegłych bitumicznej powłoki izolacyjnej, posiadały zazwyczaj parametry wyjściowe: maksymalny prąd wyjściowy 20-25 A i maksymalne napięcie wyjściowe 60 V. Stacje budowane były w postaci prostowników (mostek Gretza). Nowsze konstrukcje posiadały filtr wygładzający L-C. Regulacja napięcia wyjściowego, a tym samym i natężenia prądu polaryzacji katodowej, odbywała się poprzez odpowiednie dołączanie odczepów transformatora. Najpopularniejsze stacje typu SOK (od I do V) produkowane były przez wiele lat w Warsztatach Szkolnych w Legnicy; obecnie urządzenia takie wykonuje jeszcze Gazomontaż S.A. w Ząbkach.

Robocze parametry pracy wyżej opisanych stacji to prąd zwykle na poziomie kilku do kilkunastu amperów i napięcie do kilkunastu voltów. W niektórych stacjach wyprowadzone są zaciski do stacjonarnej elektrody odniesienia oraz podłączenia potencjałowego do konstrukcji podziemnej. Do zacisków tych nie podłączany był woltomierz ze względu na stosunkowo niską rezystancję wewnętrzną, stąd też zazwyczaj pomiary kontrolne potencjału odbywały się za pomocą odpowiedniej jakości przyrządów zewnętrznych. W niektórych późniejszych rozwiązaniach technicznych montowany był woltomierz do pomiaru potencjału chronionej konstrukcji z wtórnikiem napięciowym, zazwyczaj uruchamianym jedynie podczas odczytów. Mierzone wielkości potencjałów zawarte są w przedziale od  $-0,5$  do  $-2,5$  V względem nasyconej elektrody siarczano-miedziowej. Te trzy wyżej wymienione wielkości (prąd, napięcie, potencjał) stanowią podstawowe wielkości, na podstawie których ocenia się pracę instalacji ochrony katodowej. Są to też wielkości najczęściej przekazywane zdalnie w systemach monitorowania pracy instalacji ochrony katodowej.

W miejscu tym należy koniecznie zaznaczyć, że zdalny pomiar parametrów pracy stacji ochrony katodowej nie ma żadnego praktycznego znaczenia bez pełnego specjalistycznego rozeznania chronionego obiektu i warunków środowiskowych, a nade wszystko bez pomiarów bazowych czy porównawczych uzyskiwanych na tym obiekcie w przeszłości. Oznacza to, że dane te mogą być przydatne jedynie w kontekście wcześniej wykonanych i zarejestrowanych informacji.

W praktyce, oprócz informacji numerycznych odzwierciedlających parametry pracy stacji ochrony katodowej w systemach zdalnego monitorowania wykorzystuje się cały szereg sygnałów binarnych, oprócz tych najprostszych sygnalizujących nieupoważniony dostęp do stacji (np. otwarcie drzwi), alarmujących o braku zasilania z sieci elektroenergetycznej, do bardziej złożonych – wskazujących na prawidłową pracę wszystkich złożonych czasami podzespołów urządzenia polaryzującego. Jeśli urządzenia spełniać może jeszcze inne funkcje, ich realizacja także może być monitorowana za pomocą sygnałów zerojedynkowych.

Z metrologicznego punktu widzenia parametry stacji ochrony katodowej stanowią trzy sygnały napięciowe o różnym zakresie (pomiar natężenia prądu odbywa się także poprzez pomiar napięcia na boczniku). Typowy schemat elektryczny omawianego układu jest przedstawiony na rys. 1.



Rys. 1. Obwody elektryczne stacji ochrony katodowej: R – rurociąg, A – anody, Eref – elektroda podniesienia, B – bocznik do pomiaru prądu wyjściowego,  $U_1$  – napięcie wyjściowe (rurociąg – anody),  $U_2$  – spadek napięcia na boczniku proporcjonalny do natężenia prądu wyjściowego,  $U_3$  – różnica potencjałów pomiędzy rurociągiem a elektrodą odniesienia

Należy zwrócić uwagę, że z pozoru tak prosty układ elektryczny sam w sobie kryje szereg niejednoznaczności, a jeszcze bardziej komplikuje się w przypadku jego bezpośredniego połączenia z układami automatyki przemysłowej. Wśród nich należy wymienić następujące przypadki:

1. Bocznik pomiarowy zazwyczaj instalowany jest tak jak na rys. 1 w wyjściu prostownika połączonym z anodą, ale zdarzają się przypadki, że włączony jest w obwód wyjściowy podłączony do chronionej konstrukcji. Nie powinno to mieć oczywiście żadnego wpływu

na wielkość mierzonego za pomocą tego bocznika prądu, ale ma znaczenie dla wejściowego obwodu pomiarowego napięcia na boczniku i miejsca pomiaru napięcia wyjściowego oraz pomiaru względem elektrody odniesienia. Oczywiście napięcie wyjściowe powinno być mierzone poza bocznikiem.

2. W starych stacjach często nie ma wyprowadzonego oddzielnego przewodu potencjałowego do pomiaru potencjału rurociągu – jest więc jasne, że pomiar wykonany względem punktu na przewodzie, przez który płynie prąd wyjściowy stacji, obarczony jest błędem. Musi być on uwzględniony w ocenie wyników.

Bezpośrednie połączenie z układami automatyki przemysłowej opisanej stacji nie jest możliwe z następujących powodów:

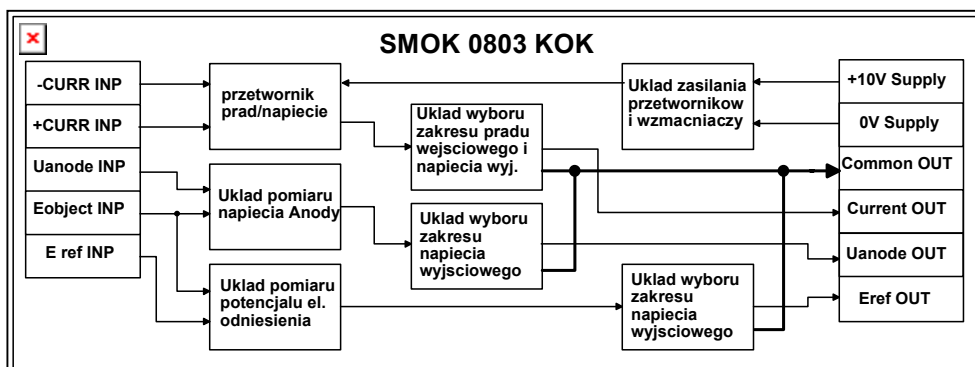
1. Układy automatyki przemysłowej operują na standaryzowanych poziomach sygnałów napięciowych i prądowych, podczas gdy w omawianych układach mamy trzy sygnały napięciowe w zakresach:  $U_1$  do 60 V,  $U_2$  – zazwyczaj do 60 mV,  $U_3$  – do ok. -2,5 V. Niezbędne jest więc tzw. kondycjonowanie (dopasowanie) sygnałów do typowych układów automatyki przemysłowej.
2. Masa układów pomiarowych musi być praktycznie odizolowana od obwodów stacji ochrony katodowej. W zasadzie trzy omawiane sygnały napięciowe nie mają wspólnego punktu – w najlepszym przypadku pomiar napięcia i potencjału może się odbywać w odniesieniu do tego samego punktu na rurociągu. Rzeczywiste rozdzielanie galwaniczne sygnałów pomiaru prądu jest więc konieczne.

Mając świadomość zasygnalizowanych wyżej niedogodności oraz zarysowującą się wyraźną potrzebę stworzenia prostego i taniego podzespołu pozwalającego na włączenie starych instalacji ochrony katodowej do rozbudowywanych obecnie systemów monitorowania, opracowano uniwersalną przystawkę kalibrującą parametry ochrony katodowej ATLAS/SMOK 0803 KOK.

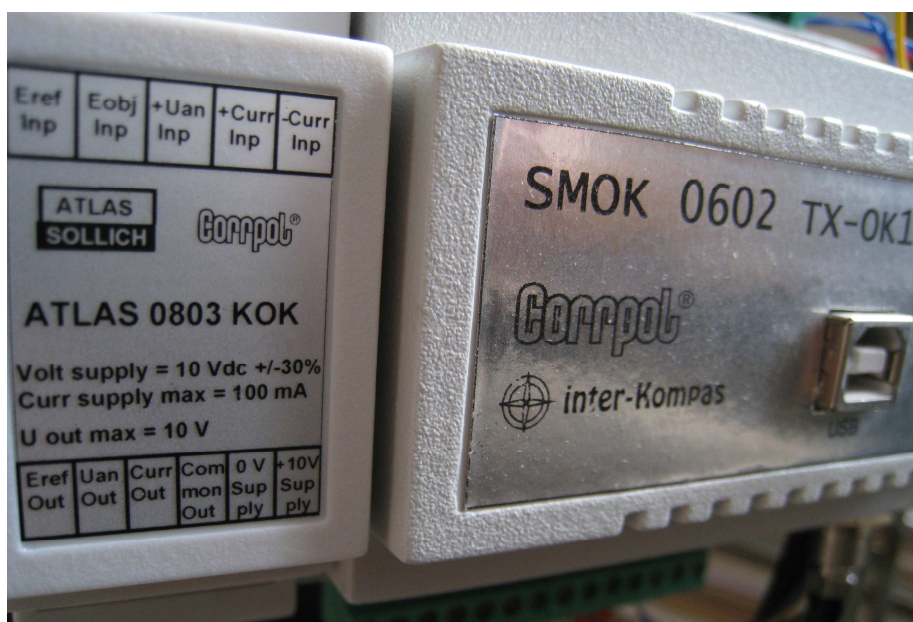
### **3. Układ kalibratora parametrów ochrony katodowej SMOK 0803 KOK**

ATLAS/SMOK 0803 KOK jest interfejsem analogowym, po odpowiedniej filtracji zamienia wejściowe sygnały napięciowe prądu stałego o podanej wyżej charakterystyce na wyjściowe sygnały napięciowe standaryzowane w zakresie 0÷5 lub 0÷10 V. Układ opracowano w postaci przystawki do głównego sterownika SMOK-2 przystosowanego do zdalnego monitorowania systemów ochrony katodowej, ale może być także stosowna indywidualnie z dowolnym układem automatyki z napięciowymi wejściami sygnałów pomiarowych. Przystawka przystosowana jest do mocowania na typowej szynie DIN 35 mm.

Schemat ideowy interfejsu przedstawiono na rys. 2, a jego wygląd na fot. 1.



Rys. 2. Schemat blokowy kalibratora ATLAS/SMOK 0803 KOK: INP – wejścia, odpowiednio: CURR – prądowe, Uanode – napięciowe, Eref – potencjałowe, Eobject – podłączenie do konstrukcji (wspólne); OUT – odpowiednie wyjścia; Supply – zasilanie



Fot. 1. Wygląd kompletnego zestawu: kalibratora ATLAS 0803 KOK i sterownika SMOK 0620 TX-OK1 do zdalnego monitorowania dowolnego typu stacji ochrony katodowej.

Kalibrator ATLAS/SMOK 0803 KOK zasilany jest napięciem stałym +10 Vdc  $\pm 3,5$  V dołączonym do wejść oznaczonych: 0 V Supply i +10 V Supply. Jeśli napięcie takie nie jest dostępne bezpośrednio w stacji ochrony katodowej do układu dołącza się zasilacz impulsowy o napięciu wyjściowym 12 V mocowany na wspólnej szynie DIN (zazwyczaj służący także do zasilania sterownika SMOK)

Wejścia +CURR INP i -CURR INP umożliwiają pomiar prądu wyjściowego stacji ochrony katodowej na boczniku (rezystorze pomiarowym) włączonym w obwodzie anodo-

wym jak i katodowym stacji. Posiada trzy zakresy różnicowego napięcia wejściowego pozwalające na dobór optymalnego wzmocnienia toru pomiaru prądu (dopasowanie do różnych typów boczników pomiarowych – najczęściej stosowany jest 60 mV).

Wejście Uanode INP umożliwia pomiar napięcia wyjściowego stacji mierzonego pomiędzy zaciskiem wyjściowego kabla anodowego a przewodem podłączonym do chronionej konstrukcji (najkorzystniej przewodu przyłącza potencjałowego). Wejście Eref INP umożliwia pomiar potencjału chronionego obiektu względem elektrody odniesienia.

Na wyjścia Current OUT, Uanode OUT i Eref OUT podane jest napięcie proporcjonalne do wartości danego parametru, skalibrowane w zakresie 0÷5V lub 0÷10V. Napięcia wyjściowe mierzy się względem zacisku wspólnego Common OUT.

Dane techniczne układu SMOK 0803 KOK przedstawiono w tabeli 1.

#### 4. Monitorowanie pracy starych stacji ochrony katodowej (transformator/prostownik)

Przedstawiony na fot. 1 podstawowy zestaw do monitorowania funkcjonowania stacji ochrony katodowej zapewnia realizację wszystkich funkcji takiego systemu stosowanych we współczesnych instalacjach ochrony katodowej, które mogą być każdorazowo dopasowywane do aktualnych potrzeb poprzez odpowiednią rozbudowę otoczenia sterownika SMOK lub jego oprogramowanie. W ten sposób, w skrajnym, najbardziej zaawansowanym przypadku, starą stację ochrony katodowej, a w zasadzie jej układ mocy (transformator/prostownik), można funkcyjnie przerobić na w pełni sterowaną i monitorowaną automatyczną stację ochrony katodowej, nieustępującą nowoczesnym urządzeniom mikroprocesorowym.

Tabela 1. Dane techniczne układu kalibratora ATLAS/SMOK 0803 KOK

Lp.	Nazwa parametru	Wartość minimalna	Wartość maksymalna	Jednostka
1	Napięcie zasilające +10V Supply	6,5	15	V
2	Sumaryczny prąd obciążenia układu ATLAS/SMOK 0803 KOK	60	120	mA
3	Wartość napięcia wspólnego wejść +CURR INP i -CURR INP względem zacisku Uobject INP	-10	100	V
4	Wartość różnicowego napięcia wejściowego +CURR INP i -CURR INP, w podzakresach: 60 mV	0	60	mV
	100 mV	0	100	mV
	250 mV	0	250	mV
5	Wartość napięcia wejściowego Uanode INP	0	100	V
6	Zakres pomiaru potencjału Eref INP	0	5	V
7	Wartość napięć wyjść Current OUT, Uanode OUT oraz Eref OUT, względem wyjścia Common OUT	0	5	V
		0	10	V

O walorach opisanego rozwiązania decydują przede wszystkim możliwości samego sterownika SMOK – urządzenia skonstruowanego specjalnie do realizacji monitorowania pracy instalacji ochrony katodowej. Zapewnia on przekazywanie stanów alarmowych (niepowołane wtargnięcie do wnętrza stacji, brak napięcia zasilającego z sieci prądu przemiennej, przekroczenie mierzonych sygnałów poza ustalone progi), wykonywanie zdalnych pomiarów

i udostępnianie ich za pośrednictwem Internetu w dowolnych reżimach czasowych, synchronizację czasu, przełączanie trybów pracy stacji i jej dowolne taktowanie. Przy zastosowaniu dodatkowych przystawek możliwe jest przeprowadzanie zdalne pomiarów na elektrodach symulujących, a także ocena skuteczności ochrony katodowej na podstawie pomiarów korozymetrycznych na czujnikach rezystometrycznych. W wersji najbardziej zaawansowanej możliwe jest stworzenie autonomicznego sterowania natężeniem prądu lub potencjałem i zdalną nastawą parametrów wyjściowych stacji.

Do najważniejszych zalet sterownika SMOK należy zaliczyć możliwość zdalnej zmiany parametrów pracy tego urządzenia, zdalnej zmiany programu pomiarowego, a nawet całego oprogramowania podstawowego sterownika. Umożliwia to ciągłą modyfikację i adaptację do aktualnych potrzeb, a dalsze możliwości rozwojowe nie są niczym ograniczone.

## **5. Podsumowanie**

Przedstawiony prosty układ kalibrujący, pozwalający na połączenie istniejących stacji ochrony katodowej starego typu (transformator/prostownik) z układami automatyki przemysłowej, a nade wszystko sterownikiem zdalnego monitorowania ochrony katodowej SMOK (prod. SPZP CORRPOL Gdańsk), stwarza możliwość taniego włączenia do systemów monitorowania urządzeń ochrony katodowej instalowanych na konstrukcjach posiadających starego typu powłoki izolacyjne i przestarzałe urządzenia polaryzujące.

## **Literatura**

- [1] Sokólski W.: *Internetowy system monitorowania ochrony katodowej*, IX Krajowa Konferencja „Pomiary korozyjne w ochronie elektrochemicznej”, SEP, Zakopane 2006, s. 149.