
**STACJONARNY MODUŁ TELEMETRYCZNY
JAKO ELEMENT ZINTEGROWANEGO SYSTEMU
OCHRONY ANTYKOROZYJNEJ**

**STATIONARY TELEMETRY MODULE
AS A PART OF INTEGRATED ANTICORROSION
PROTECTION SYSTEM**

Maciej Malicki, Błażej Nowakowski

Atrem S.A., Przeźmierowo k/Poznań

Słowa kluczowe: ochrona katodowa, pomiary, monitoring, telemetria
Keywords: cathodic protection, measurements, monitoring, telemetry

Streszczenie

Opracowany przez firmę Atrem zintegrowany system aktywnej ochrony antykorozyjnej stanowi kompleksowe rozwiązanie dla ochrony katodowej podziemnych konstrukcji stalowych. W skład systemu wchodzi stacja ochrony katodowej, oprogramowanie do akwizycji, składowania i wizualizacji danych, oprogramowanie do zarządzania infrastrukturą techniczną oraz nowo opracowany dedykowany stacjonarny moduł telemetryczny. Najistotniejsze cechy modułu to: możliwość zasilania z wbudowanej baterii lub zewnętrznego zasilacza, 4 w pełni odizolowane kanały pomiarowe konfigurowane według zamówienia, wejście cyfrowe i impulsowe, 2 wyjścia przekaźnikowe (niskoprądowe i wysokoprądowe), transmisja danych po GPRS, synchronizacja czasu na podstawie systemu GPS, wyświetlacz i przyciski, port komunikacyjny RS485 z obsługą protokołu ModBus.

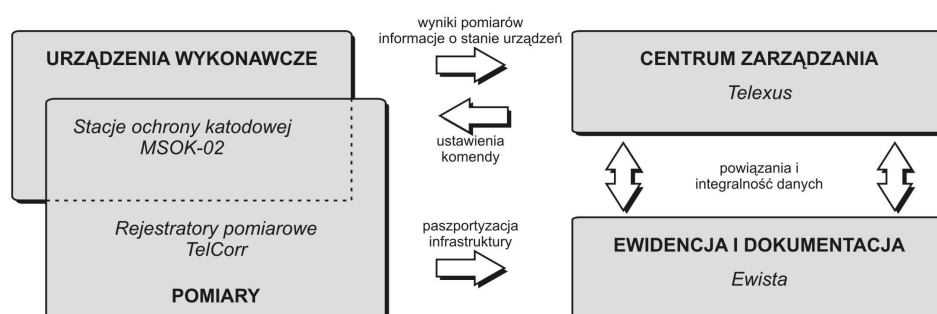
Summary

Integrated active anticorrosion protection system developed by Atrem constitutes a complex solution for cathodic protection of underground steel structures. The system is composed of cathodic protection stations, data acquisition, storage and visualisation software, technical infrastructure maintenance software and the newly developed dedicated stationary telemetry module. The main features of the module are: powering from built-in battery or external power supply, 4 fully isolated measurement channels configured according to order, digital and pulse inputs, 2 relay outputs (low-current and high-current), GPRS data transmission, time synchronisation based on GPS system, display and buttons, RS485 communication port with ModBus protocol support.

1. Wprowadzenie

Firma Atrem powstała w 1999r. w wyniku restrukturyzacji Działu Pomiarów i Automatyki byłego Wielkopolskiego Okręgowego Zakładu Gazownictwa w Poznaniu. Obecnie zakres działalności firmy obejmuje automatyzację systemów przemysłowych, systemy teleinformatyczne, systemy zarządzania budynkiem oraz dedykowane urządzenia i systemy akwizycji danych, w tym przeznaczone do aktywnej ochrony antykorozyjnej.

Na bazie doświadczeń zdobytych na przestrzeni lat przy realizacji zadań związanych z ochroną katodową podziemnych konstrukcji stalowych, a w szczególności rurociągów, powstał zintegrowany system stacji i monitoringu aktywnej ochrony antykorozyjnej. System tworzą urządzenia, oprogramowanie oraz sieć wzajemnych powiązań pomiędzy nimi. Nowością w ofercie firmy oraz „najmłodszym” elementem systemu jest stacjonarny moduł telemetryczny *TelCorr* – urządzenie przeznaczone do zdalnego monitoringu np. stacji ochrony katodowej, punktów drenażowych lub potencjałów w punktach pomiarowych (w tym rur osłonowych oraz w pobliżu złącz izolujących).



Rys. 1. Elementy zintegrowanego systemu ochrony antykorozyjnej i powiązania pomiędzy nimi

2. Zintegrowany system aktywnej ochrony antykorozyjnej

Opracowany w firmie Atrem zintegrowany system aktywnej ochrony antykorozyjnej stanowi kompleksowe rozwiązanie powstałe w wyniku globalnego ujęcia problemu. Zapewnia on skuteczną realizację i monitoring ochrony katodowej, bezpieczne i efektywne składowanie danych oraz szeroko pojęte zarządzanie infrastrukturą. Koncepcja, na której oparty jest system wyróżnia następujące elementy logiczne (patrz rys.1):

- Urządzenia wykonawcze – mają one za zadanie wymuszenie przepływu prądu w obwodzie ochrony, dzięki któremu potencjał chronionego obiektu osiąga wartość zapewniającą całkowite lub częściowe zahamowanie procesów korozyjnych zachodzących na jego powierzchni. Realizację tej funkcji zapewnia Mikroprocesorowa Stacja Ochrony Katodowej *MSOK-02* – nowoczesne urządzenie oparte na sterowanym cyfrowo zasilaczu impulsowym. Jego nowatorska konstrukcja umożliwia osiągnięcie wysokiej dokładności, dynamiki i efektywności. *MSOK-02* dysponuje własnymi układami pomiarowymi, dzięki którym możliwe jest monitorowanie parametrów pracy zasilacza, a także potencjału chronionej konstrukcji. Układ synchronizacji czasu oparty o system GPS umożliwia wykonywanie dokładnych pomiarów metodą przełączeniową, wyłączenio-

wą oraz wsparcie dla metody DCVG. Ponadto możliwe jest wykonanie pomiaru oscyloskopowego oraz analizy częstotliwościowej potencjału. Stacja może pracować w trybie utrzymania stałego prądu, potencjału ochrony lub napięcia wyjściowego. Interfejs urządzenia zapewnia możliwość zarówno lokalnej komunikacji (wyświetlacz i klawiatura, port RS485 z obsługą protokołu *Modbus RTU*), jak i zdalnej dzięki rozbudowanemu systemowi telemetry z modemem *ModCom W1*. Obsługę ułatwiają wbudowane mechanizmy autodiagnostyczne, a dzięki kontroli dostępu polegającej na ochronie hasłem poszczególnych grup parametrów konfiguracyjnych, zwiększone jest bezpieczeństwo pracy. *MSOK-02* została szerzej opisana w [1], natomiast przykładową instalację przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Przykładowa instalacja Mikroprocesorowej Stacji Ochrony Katodowej *MSOK-02*

- Pomiary – urządzenia pomiarowe i metody umożliwiające monitorowanie stanu chronionego obiektu oraz ocenę skuteczności pracy całego systemu. Przetworzone wyniki pomiarów wraz z szeregiem dodatkowych informacji stanowią podstawę oceny zagrożenia korozyjnego bezpośrednio przez specjalistę lub program komputerowy na podstawie zdefiniowanych przez niego kryteriów [2]. Nowym urządzeniem umożliwiającym akwizycję danych w zintegrowanym systemie aktywnej ochrony antykorozyjnej firmy Atrem jest stacjonarny moduł telemetryczny *TelCorr*, który został szerzej opisany w dalszej części niniejszej pracy.
- Ewidencja i dokumentacja – narzędzia i mechanizmy zapewniające sprawne zarządzanie infrastrukturą systemu, historią zdarzeń oraz całą powiązaną dokumentacją. Realizacja tych zadań możliwa jest przy zastosowaniu oprogramowania *Ewista* – systemu paszportyzacji i wsparcia eksploatacji rozległej infrastruktury technicznej. Podstawową

funkcją *Ewisty* jest ewidencja obiektów i urządzeń oraz prowadzenie historii dotyczących ich czynności i zdarzeń potwierdzonych protokołami, czyli tzw. paszportów. Każdy z ewidencjonowanych elementów może być opisywany dowolną liczbą parametrów. Oprócz tego możliwe jest uzupełnianie opisu poprzez wszelkiego rodzaju formy dokumentacji elektronicznej (zdjęcia, dokumenty elektroniczne, schematy CAD, skany dokumentów). *Ewista* wspomaga także działania eksploatacyjne poprzez harmonogramowanie zadań i możliwość rozliczania harmonogramów. Ponadto zapewnia rozbudowane możliwości generowania raportów i zestawień, włącznie z tworzeniem własnych szablonów przez użytkowników. Zaimplementowane mechanizmy autoryzacji i uwierzytelniania umożliwiają ograniczenie ilości dostępnych informacji.

- Centrum zarządzania – główny element systemu, integrujący wszystkie pozostałe części. Jego funkcje obejmują akwizycję, składowanie, przetwarzanie i wizualizację danych. Centrum zarządzania w zintegrowanym systemie aktywnej ochrony antykorozyjnej firmy Atrem stanowi *Telexus* – rozbudowany system telemetry. Przepływ danych w aplikacji rozpoczyna ich odczyt z urządzeń z wykorzystaniem różnych mediów transmisyjnych (TCP/IP w tym GPRS, łącza szeregowo, modemy PSTN i GSM). Do komunikacji z urządzeniami wykorzystywane są właściwe protokoły (np. *ModBus*, *MBus*, *GazModem*). Pozyskane informacje składowane są w bazie danych lub prezentowane bezpośrednio na ekranach. Do budowy ekranów synoptycznych można wykorzystać zarówno grafikę wektorową, jak i rastrową. Istnieje możliwość prezentacji danych w postaci pól tekstowych, sygnalizatorów graficznych, markerów słupkowych i wskazówkowych, a także na wykresach z opcją umieszczania wielu serii, przesuwania i skalowania dowolnych osi. Ponadto użytkownik może tworzyć własne biblioteki komponentów graficznych. Zaawansowane metody analizy danych obejmują budowę zestawień tabelarycznych za dowolny okres z możliwością definiowania sposobu agregacji pomiarów, wyliczania wartości, formatowania warunkowego i wyznaczania podsumowań. Bezpieczeństwo danych zwiększone jest dzięki trójwarstwowej architekturze aplikacji poprzez zdolność do replikacji i kontrolę dostępu. Dodatkowymi atutami są: łatwa i szybka instalacja oprogramowania klienckiego poprzez WWW oraz wielopłatformowość.

3. Stacjonarny moduł telemetryczny TelCorr

TelCorr jest urządzeniem dedykowanym do wykorzystania w systemach ochrony antykorozyjnej rurociągów i innych podziemnych konstrukcji stalowych. Może zostać z powodzeniem wykorzystany do monitorowania parametrów pracy stacji ochrony katodowej nie posiadających własnych układów pomiarowych i komunikacyjnych. Kolejne możliwe zastosowania to pomiar potencjałów w słupkach pomiarowych, w pobliżu rur osłonowych lub złącz izolujących, monitoring układów drenażowych oraz sterowanie i zarządzanie systemem ochrony poprzez łączenie i rozłączanie obwodów chronionych. Budowę modułu telemetrycznego *TelCorr* przedstawiono na rys.3.

3.1. Zasilanie

Urządzenie może być zasilane z wbudowanej baterii litowej o dużej pojemności, szerokim zakresie temperatur pracy oraz możliwości dostarczenia dużych chwilowych prądów (niezbędnych podczas transmisji GPRS). Czas pracy urządzenia na pojedynczej baterii zależy

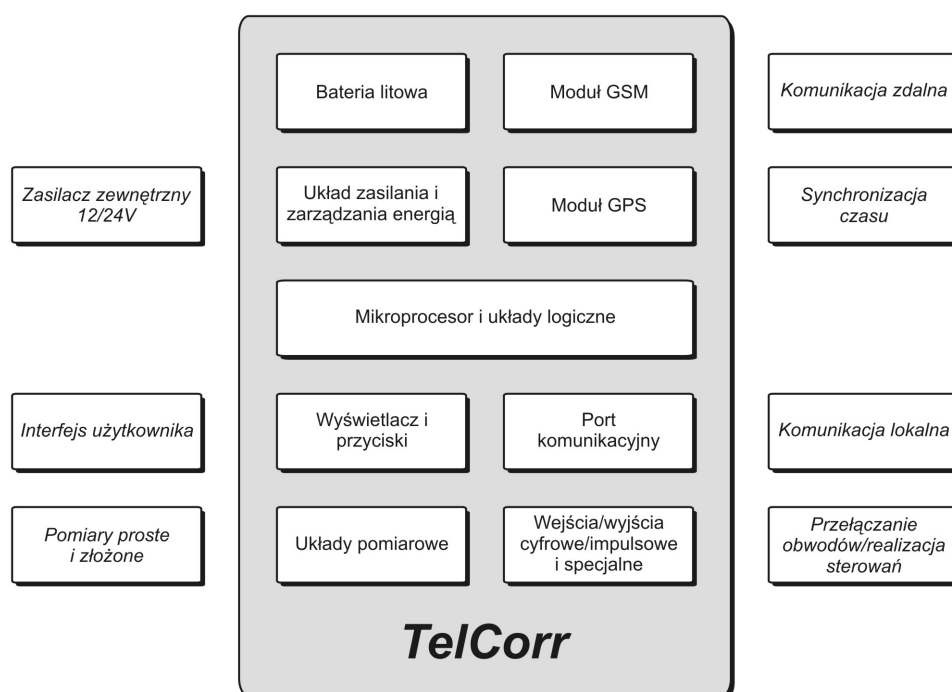
od szeregu czynników, w szczególności od częstości wykonywanych pomiarów, co bezpośrednio wpływa na ilość danych transmitowanych przez sieć GSM. Istnieje także możliwość wykorzystania zewnętrznego zasilacza 12-24VDC. Wykrycie dodatkowego źródła zasilania i jego wykorzystanie odbywa się automatycznie podczas pracy urządzenia, bez wpływu na jego działanie. Zaawansowane funkcje zarządzania energią obejmują możliwość odłączenia zasilania od poszczególnych bloków funkcjonalnych, gdy nie jest wymagana ich aktywność.

3.2. Mikroprocesor i układy logiczne

Ze względu na konieczność zasilania bateryjnego zastosowano energooszczędną jednostkę obliczeniową, jednak na tyle szybką, żeby umożliwiała efektywną realizację funkcji urządzenia. Główny mikroprocesor koordynuje działanie wszystkich jednostek funkcjonalnych. Algorytm pracy polega na cyklicznym wykonywaniu zaprogramowanych czynności, pomiędzy którymi urządzenie pozostaje w stanie uśpienia.

Dane konfiguracyjne oraz wyniki pomiarów składowane są w nieulotnej pamięci *Flash*, co zapobiega ich utracie nawet w przypadku całkowitego odłączenia zasilania (w przypadku awarii lub uszkodzenia spowodowanego czynnikami zewnętrznymi).

Zastosowanie architektury modułowej umożliwia konfigurację sprzętową urządzenia w zależności od potrzeb konkretnej aplikacji. Rozwiązanie to ułatwia także diagnozę uszkodzeń i ewentualny serwis (wymiana uszkodzonych modułów). Poszczególne moduły połączone są za pomocą magistrali kontrolowanej przez główny mikroprocesor.



Rys. 3. Budowa modułu telemetrycznego *TelCorr*

3.3. Moduł GSM

Wbudowany moduł GSM zapewnia bezprzewodową komunikację urządzenia z centrum przetwarzania danych. Zastosowana technologia GPRS umożliwia przesłanie dużej ilości danych w stosunkowo niedługim czasie, zarówno z urządzenia, jak i do niego. Ze względu na konieczność oszczędzania energii połączenie uaktywnia się w skonfigurowanych odstępach czasowych. W przypadku, gdy w danym cyklu nie ma możliwości nawiązania połączenia (np. problemy z zasięgiem, przeciążenie sieci) dane, które miały zostać wysłane zostaną dołączone do pakietu w cyklu następnym.

3.4. Moduł GPS

Dokładną synchronizację czasu umożliwia wbudowany moduł GPS. Podobnie jak w przypadku transmisji danych synchronizacja wykonywana jest okresowo. Pomiędzy punktami synchronizacji czas odmierza jest przez wewnętrzny kalibrowany zegar. Dokładna synchronizacja czasu umożliwia wykonanie np. pomiaru potencjału wyłączeniowego na całym gazociągu (przy współpracy ze stacjami *MSOK-02* lub innymi wyposażonymi w moduł telemetryczny *TelCorr* ze stykiem wysokoprądowym). Ponadto współrzędne GPS podawane przez urządzenie ułatwiają jego lokalizację i identyfikację.

3.5. Interfejsy

Urządzenie wyposażono w dedykowany wyświetlacz ciekłokrystaliczny oraz 4-przyciskową klawiaturę. Dzięki nim można bezpośrednio odczytać wyniki pomiarów, stany liczników oraz aktualną godzinę. Za pomocą klawiatury można także wywołać procedury diagnostyczne, takie jak: wykonanie pomiarów testowych, synchronizacja czasu czy sprawdzenie łączności poprzez sieć GSM.

Port RS485 z obsługą protokołu *ModBus RTU* zapewnia możliwość lokalnej komunikacji z urządzeniem (np. w celu konfiguracji).

3.6. Pomiary

TelCorr posiada 4 w pełni odizolowane kanały pomiarowe konfigurowane według specyfikacji przy zamówieniu. Możliwości pomiarowe obejmują:

- potencjał (np. chronionej konstrukcji, rury osłonowej),
- napięcie (np. napięcie wyjściowe SOK, napięcie rurociąg-torowisko w punktach drenażowych),
- prąd – pomiar pośredni za pomocą bocznika (np. prąd ochrony, prąd drenażu),
- prąd – pomiar bezpośredni za pomocą tzw. zeroamperomierza (np. pomiar prądu elektrody symulującej).

Zasada działania wspomnianego wyżej zeroamperomierza polega na kompensacji wpływu układu pomiarowego na mierzony obwód. Warunek ten jest spełniony, gdy napięcie „widziane” przez obwód na wejściu układu pomiarowego jest zerowe. Wykorzystanie tej techniki niesie ze sobą ogromne korzyści, jednak jest ograniczone do niewielkich prądów i niskich częstotliwości.

Pożądana dokładność pomiarów uzyskiwana jest dzięki kalibracji przeprowadzanej indywidualnie dla każdego z kanałów. Parametry kalibracyjne przechowywane są w pamięci urządzenia w postaci cyfrowej.

TelCorr ma możliwość wykonywania pomiarów prostych (wartość chwilowa), złożonych (pomiar w połączeniu z wykonaniem dodatkowych czynności – np. poprzedzające rozłączenie obwodu ochrony) oraz rejestracji.

3.7. Wejścia/wyjścia

W razie potrzeby urządzenie może zostać wyposażone w wejście cyfrowe i/lub impulsowe oraz w wyjście styku niskoprądowego i/lub wysokoprądowego. Wejścia mogą być wykorzystane np. do zliczania impulsów lub sprawdzania stanu wyłącznika krańcowego. Przykładowe zastosowanie wyjścia styku niskoprądowego to pomiar potencjału odłączeniowego elektrody symulującej. Styk wysokoprądowy może zostać wykorzystany, np. do załączania/wyłączania lub przełączania obwodów ochrony.

3.8. Montaż i konfiguracja

Obudowa urządzenia zapewnia klasę szczelności IP64 (pyłoszczelna i bryzgoszczelna). Na panelu przednim znajduje się okno wyświetlacza wraz z klawiaturą oraz złącze/złącza interfejsu (konfiguracja sygnałów zależna od wersji). Prawa boczna ścianka opatrzona jest tabliczką znamionową, na której wypisane są m.in. zakresy wejść pomiarowych. Na dolnej ścianie umiejscowione są złącza anten modułów GSM (FME męskie) i GPS (SMA żeńskie). Urządzenie jest przystosowane do montażu na szynie DIN 35 mm (uchwyt z tyłu obudowy). Opracowano także prefabrykowany zestaw do montażu w słupku pomiarowym o średnicy wewnętrznej 100 mm (patrz rys. 4).

Protokół *ModBus* zapewnia dostęp do wszystkich parametrów konfiguracyjnych urządzenia. Konfiguracja polega na zdefiniowaniu cyklicznie wykonywanych zadań. Dla każdego zadania należy podać punkt synchronizacji (moment, od którego rozpocznie się odliczanie kolejnych interwałów), interwał (przerwa pomiędzy kolejnymi uruchomieniami zadania) oraz czynność wykonywaną podczas uruchomienia zadania (pomiar, transmisja, synchronizacja czasu, itd.). Przykładowo zadanie z punktem synchronizacji dowolnego dnia o 6:00 i interwałem 360min. (6h) będzie wykonywane codziennie o 6:00, 12:00, 18:00 i 24:00. Zadanie z punktem synchronizacji 01.01.2008 o 12:00 i interwałem 10800 min. (7 dni) wykona się 01.01.2008 o 12:00, 08.01.2008 o 12:00, 15.01.2008 o 12:00 itd.



Rys. 4. Prefabrykowany zestaw do montażu w słupku pomiarowym

3.9. Dane techniczne

Wymiary:	80x160x55 mm (szerokość, wysokość, głębokość)
Interfejs użytkownika:	Dedykowany wyświetlacz LCD, klawiatura 4 przyciskowa
Zasilanie:	Wbudowana bateria lub zasilacz zewnętrzny 12–24 V
Komunikacja lokalna:	Port RS485 z obsługą protokołu <i>ModBus RTU</i>
Komunikacja zdalna:	GPRS
Synchronizacja czasu:	na podstawie GPS
Pomiary:	4 w pełni odizolowane kanały pomiarowe
Przetwarzanie:	ADC 12bitów SAR z nadpróbkowaniem
Min. krok próbkowania:	0,25 s. × ilość kanałów
Zakresy pomiarowe:	potencjał: ± 10 V, $R_{WE} = 10$ M Ω napięcie: ± 10 V, 50 V miliwoltomierz: dostosowywany do bocznika zeroamperomierz: dostosowywany do el. symulującej
Wejścia:	cyfrowe i/lub impulsowe w zależności od potrzeb
Wyjścia:	styk niskoprąd. i/lub wysokoprąd. w zależności od potrzeb

Literatura

- [1] Nowakowski B.: *Zintegrowany system stacji i nadzoru aktywnej ochrony antykorozyjnej*, IX Krajowa Konferencja Pomiary Korozyjne w Ochronie Elektrochemicznej, 7–9.06.2006, Zakopane, s. 141–148.
- [2] Sokólski W.: *Monitorowanie a zdalna ocena skuteczności ochrony katodowej*, VIII Krajowa Konferencja Pomiary Korozyjne w Ochronie Elektrochemicznej, 16–18.06.2004, Jurata, s. 51–64.
- [3] PN-EN 13509:2005, *Metody pomiarowe w ochronie katodowej*.