

Monitorowanie instalacji średniego napięcia koparki SRs1200/5 w KWB Konin za pomocą systemu InsulGard

M. Jabłoński, K. Górski – SIMLOGIC.; K. Przybylski, P. Szczekocki, W. Kirowski – PAK KWB Konin S.A.; M. Gackowski - EATON

Słowa kluczowe: wyładowania niezupełne, monitorowanie, urządzeń średniego i wysokiego napięcia, koparka, InsulGard

Streszczenie

Artykuł dotyczy instalacji i uruchomienia na koparce SRs1200/5 w KWB Konin systemu InsulGard służącego do monitorowania instalacji średniego napięcia. InsulGard jest samodzielnym urządzeniem mikroprocesorowym służącym do monitorowania wyładowań niezupełnych urządzeń średniego napięcia w szerokim zakresie napięć. W publikacji opisano budowę i działanie systemu oraz jego instalację i uruchomienie. Poruszono kwestię zabudowy i dostosowania istniejących maszyn do wymagań zabudowy takiego systemu. Opisano kwestię monitorowania online oraz opracowywania raportów miesięcznych przez serwis EATON oraz wsparcia SIMLOGIC. Na podstawie wyników monitorowania zaprezentowano możliwości diagnostyczne i podejmowanie działań prewencyjnych.

I. Opis systemu InsulGard

InsulGard produkcji firmy Eaton jest samodzielnym urządzeniem mikroprocesorowym służącym do monitorowania wyładowań niezupełnych w szerokim zakresie urządzeń średniego napięcia. Współpracuje z urządzeniami zasilanymi napięciem o częstotliwości 50/60 Hz oraz z przemiennikami częstotliwości o zmiennej częstotliwości napięcia na wyjściu. Istnieje możliwość monitorowania dla zmian częstotliwości od 5 Hz do 400 Hz. Wyładowania niezupełne (WZN) występują w różnych typach urządzeń średniego i wysokiego napięcia, a ich długotrwałe występowanie prowadzi do uszkodzeń izolacji urządzeń i może prowadzić do przebicia izolacji. Generalnie czas potrzebny na uszkodzenie izolacji może wynosić od kilku miesięcy do nawet kilku lat. Ze względu na to WZN są istotnym wskaźnikiem degradacji stanu izolacji urządzeń średniego napięcia na potrzeby planowania zakupu urządzeń strategicznych, ich konserwacji oraz napraw a także działań prewencyjnych. System InsulGard generuje sygnał alarmu we wczesnej fazie

degradacji izolacji, na podstawie pomiaru z 15 kanałów pod które podłączone są czujniki WNZ. Pomiary zapisywane są w wewnętrznej pamięci i umożliwiają generowanie informacji o przekroczeniu zadanego poziomu. W zależności od typu aplikacji wykorzystywane są różne zestawy czujników. InsulGard posiada 3 pomocnicze wejścia do pomiaru zmiennych dynamicznych: temperatury, obciążenia i wilgotności lub napięcia, zależnie od aplikacji. Parametry te mogą być poddawane analizie korelacyjnej ze zmierzonymi sygnałami WNZ w celu przeprowadzenia zaawansowanej analizy. Okablowanie pomiarowe i czujniki dostarczane są przez firmę Eaton.

II. Wybór obiektu i opracowanie rozwiązania dedykowanego

Znając skrajne warunki środowiskowe, w których pracują maszyny górnicze firma SIMLOGIC zaproponowała kopalni PAK KWB Konin S.A. przetestowanie systemu InsulGard do monitorowania uszkodzeń izolacji i aparatury na poziomie średniego napięcia (6kV). Po konsultacji wytypowano koparkę SRs 1200/5, która pracuje w kopalni od 1966 roku – rys. 1.



Rys. 1 a) Widok koparki SRs 1200/5; b) Widok pola nr5 rozdzielni 6kV; c) Widok silnika 320 kW T1

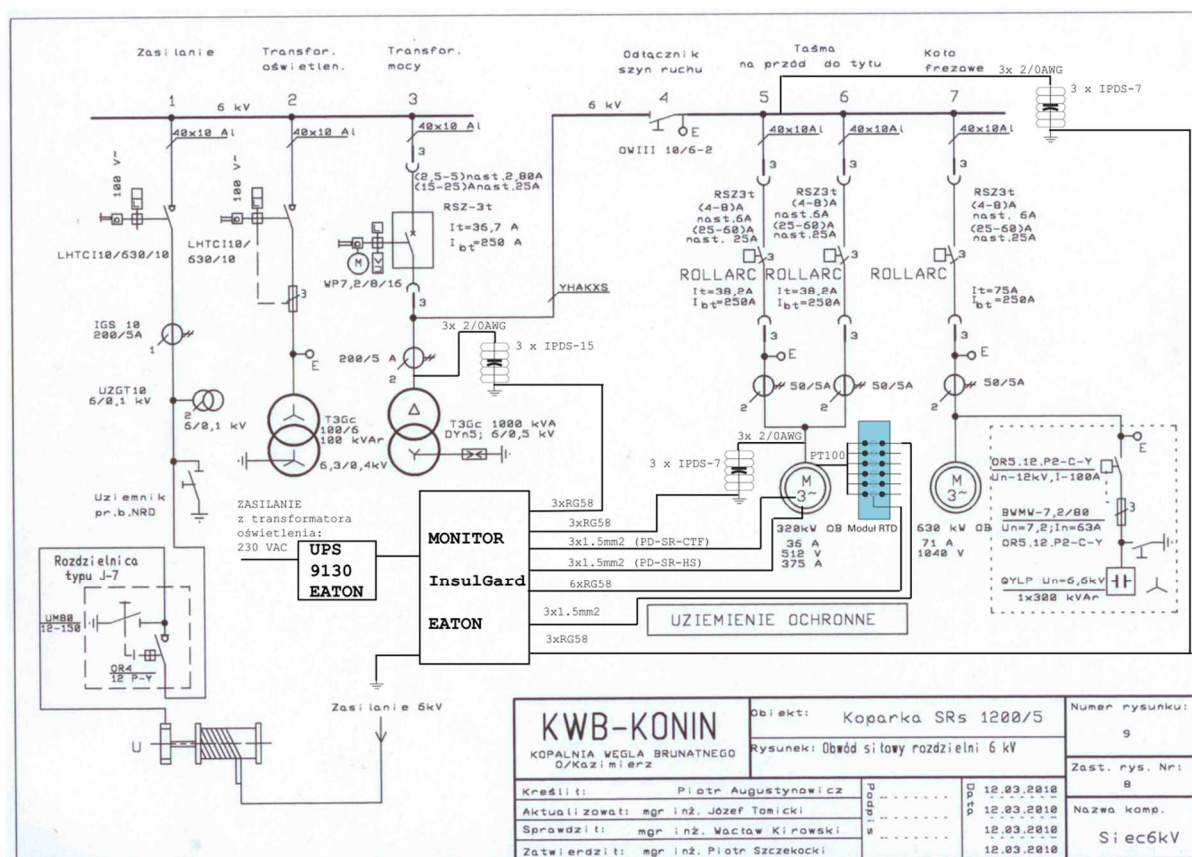
Maszyna w oparciu o prowadzone wyniki pomiarów i oceny stanu technicznego, posiada wymienione niektóre elementy instalacji sieci 6kV, takie jak: transformatory mocy, przewodowanie, silniki napędu koła czerpakowego i taśm, aparaturę łączeniową. Podstawą wskazania koparki do testowania było wytypowanie jednostki właśnie o elementach sieci eksploatowanych przez różne okresy czasu. Opracowano specjalną koncepcję objęcie jedną jednostką pomiarową InsulGard trzech urządzeń. Kontrolą zostały objęte:

- 1) Transformator mocy 6/0,5kV typu T3Gc 1000/6; rok prod. 1989; klasa izolacji F.
- 2) Silnik napędu głównego taśmy nr1 (SZUc196tsp4; 320kW; 6kV; I_{zn} 39A; $\cos \phi$ 0,9; 990obr./min; praca S1; 50 Hz; rok prod. 1985; klasa izolacji F; przewód zasil. OGW 3x50 mm² + 3x10mm² o długości 60 m.

3) Pole nr 5 rozdzielnic typu CSIV10/250 nr 38107 produkcji NRD z roku 1966; Un 6kV; Ui 10kV; Stopień ochrony IP 30. W 2008r przeprowadzono modernizację rozdzielnic, która objęła wymianę styczników typu LDH na styczniki Rollarc i wyłącznika SCI 10 na wyłącznik WP 7,2/8/16.

Jak wcześniej wspomniano maszyna ze względu na swój okres pracy była regularnie poddawana szczegółowym pomiarom i częstym oględzinom, co pozwoliło w porę zapobiec poważniejszym awariom na poziomie średniego napięcia poprzez wymianę urządzeń, które mogłyby spowodować powstanie awarii. Mając na uwadze stale uszczuplający się w ostatnich latach stan służb utrzymania ruchu odkrywki, wskazane jest zastosowanie różnego rodzaju systemów monitorujących stan urządzeń, co pozwala utrzymać je w niezawodnym stanie technicznym.

Na rys. 2 przedstawiono aktualny fragment dokumentacji elektrycznej pól zasilania i odbiorów z wrysowanymi podłączeniami systemu InsulGard.



Rys. 2 Schemat instalacji w KWB Konin na koparce SRs 1200/5

Na koparce SRs 1200/5 zabudowano monitor InsulGard oraz 3 zestawy czujników WNZ kontrolujących stan izolacji w urządzeniach średniego napięcia:

1. Silnik: napęd taśmy – rys. 3



Rys. 3 a) Nadbudowana skrzynka stojana silnika T1; b) Listwa czujników T1

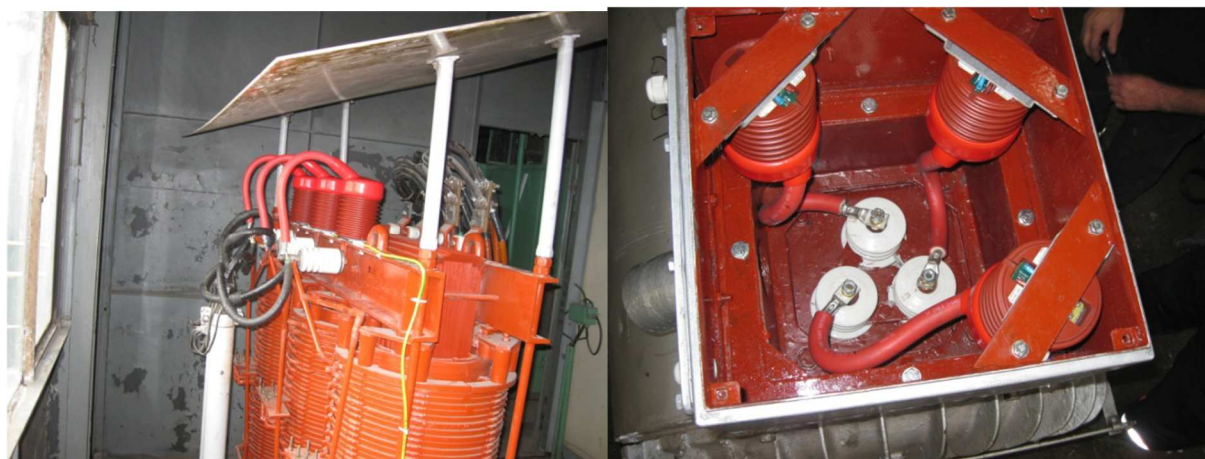
Zainstalowano czujniki do pomiaru WNZ:

- 3 kondensatory sprzęgające: IPDS-7
- 1 moduł do podłączenia czujników PT100: moduł RTD

Zainstalowano czujniki do pomiaru parametrów dynamicznych:

- 1 przekładnik prądowy z rdzeniem rozłącznym do pomiaru prądu silnika: PD-SR-CTF
- 1 czujnik do pomiaru wilgotności wewnątrz silnika: PD-SR-HS
- 1 czujnik PT100 podłączony do modułu RTD wykorzystany na potrzeby kontroli temperatury uzwojenia stojana przez monitor InsulGard

2. Transformator: transformator mocy – rys. 4



Rys. 4 a) Transformator T3Gc 1000/6 6/0,5 kV; b) Otwarta skrzynka zasilania stojana silnika T1

Zainstalowano czujniki do pomiaru WNZ:

- 3 kondensatory sprzęgające: IPDS-15

3. Rozdzielnica: pole 5 rozdzielnic 6 kV – rys. 5



Rys. 5 a) Kondensatory sprzęgające w p.5 rozdz. 6kV; b) Zabudowany system monitoringu InsulGard
Zainstalowano czujniki do pomiaru WNZ:

- o 3 kondensatory sprzęgające: IPDS-7

Pomiary stanu izolacji wykonywane są 4 razy na dobę. Zebrane dane przy pomocy modemu GSM zabudowanego przy monitorze InsulGard przesyłane są do centralnej bazy danych firmy Eaton, gdzie są interpretowane przez zespół specjalistów z zakresu wyładowań niezupełnych. Na podstawie analiz generowany jest raz w miesiącu raport stanu izolacji, który będzie przekazywany do odpowiednich służb w KWB Konin.

III. Zasada działania systemu InsulGard

InsulGard (Rys. 5b) składa się z jednostki centralnej oraz płyty interfejsów dołączanej taśmą. Wszystkie czujniki WNZ podłączone są do płyty interfejsów. Na panelu zabudowano 5 diod LED sygnalizujących normalny stan pracy (LED zielony), ostrzeżenie 1 poziomu (LED żółty), alarm 2 poziomu (LED czerwony), a także tryb parametryzacji i pamięci. Wyświetlacz graficzny umożliwia podglądanie danych pomiarowych, komunikatów błędów oraz parametrów. W trakcie normalnej pracy wyświetlacz przechodzi ciągle przez ostatni pomiar, parametry pomocnicze oraz inne informacje. Przy pomocy wyświetlacza i przycisków istnieje możliwość obsługi InsulGard bez wykorzystania komputera. Przyciski membranowe składają się z czterech strzałek nawigacyjnych (←→↑↓) oraz czterech przycisków funkcyjnych (Esc, Enter, Set, Memory). InsulGard jest wyposażony w kilka interfejsów komunikacyjnych umożliwiających podłączenie do systemu nadrzędnego. Monitor posiada przełączniki przelączone do sygnalizacji Alarmu 1 stopnia, Alarmu 2 stopnia, oraz stanu urządzenia, wyjście 4-20 mA, RS-485, dwa interfejsy USB oraz interfejs Ethernet zapewniający komunikację on-line, stronę www i serwer FTP do pobierania danych. Za pomocą dołączonego oprogramowania urządzenie pomiarowe jest poddawane kalibracji oraz weryfikowany jest cały system pomiarowy – czujniki wraz okablowaniem. Oprogramowanie

pozwala na dostęp do urządzenia i wykonywanie pomiarów lokalnych. Dodatkowo użytkownik ma możliwość zdalnego dostępu do danych pomiarowych.

IV. Pomiary za pomocą systemu InsulGard

InsulGard ma 16 kanałów pomiarowych. Kanały od 1 do 15 zaprojektowane zostały do podłączenia czujników wyładowań niezupełnych, natomiast kanał 16 został zaprojektowany w celu eliminacji szumów. Każdy z tych kanałów posiada jednakowy układ kondycjonowania (UK) zapewniający separację sygnału, tłumienie przebiegów oraz filtrację wysokoprzepustową sygnału wejściowego. Pasmo częstotliwości pomiarowej dla sygnałów WNZ w monitorze InsulGard mieści się w zakresie od 1 MHz do 20 MHz. Dla każdego kanału InsulGard mierzy WNZ w postaci trójwymiarowych sygnałów wartości impulsów z uwzględnieniem przesunięcia fazowego (ang. Phase-Resolved Pulse Height Distribution PRPHD) – liczba impulsów WNZ jako funkcja amplitudy impulsu i przesunięcia fazowego monitorowanego napięcia urządzenia (60/50 Hz lub kąt przesunięcia fazowego napięcia o zmiennej częstotliwości). Dane są sortowane w 24 oknach fazowych (każde po 15°) oraz w 21 oknach amplitudowych z dynamicznym zakresem amplitudy ~70dB. Po akwizycji sygnału wewnętrzne oprogramowanie InsulGard przelicza parametry WNZ: intensywność wyładowań niezupełnych (ang. Partial Discharge Intensity – PDI), maksymalną amplitudę impulsu (Q_{max}), częstotliwość powtarzania impulsów oraz wskaźnik tendencji wzrostowych PDI i Q_{max} .

PDI (lub moc pozorną PD) jest wartością proporcjonalną do mocy wytracanej przez wyładowanie niezupełne i reprezentuje „moc uszkodzenia” wyładowania niezupełnego. PDI jest mierzone w watach i jest definiowane jako:

Gdzie:

$$PDI = \frac{1}{T} * S * \sum_{i=1}^{i=n} U_i * V_r$$

T – czas pomiaru

S – intensywność czujnika pomiarowego (C/V)

n – ilość zmierzonych impulsów WNZ

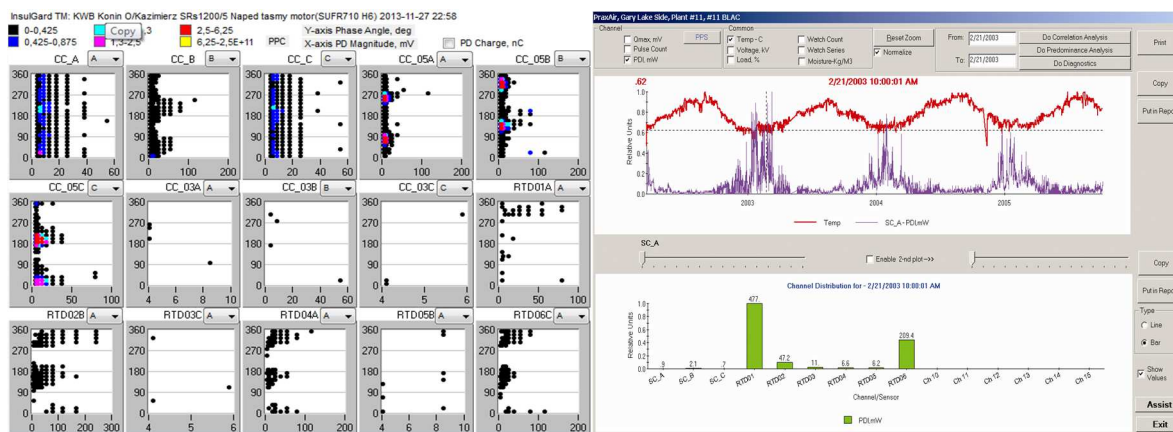
U_i – amplituda impulsu WNZ

V_r – napięcie znamionowe monitorowanego urządzenia

Q_{max} – definiowane jako maksymalna powtarzalna amplituda impulsów WNZ. Powyżej niej wskaźnik wielkości powtarzania impulsów musi wynosić przynajmniej 0.2 impulsu na okres napięcia zasilającego. Takie podejście eliminuje wysokie, losowe wartości amplitud jako wartości maksymalne amplitudy WNZ.

Parametry przeliczone przez oprogramowanie są zapisywane w wewnętrznej pamięci urządzenia dla każdego pomiaru, podczas gdy PRPHD jest zapamiętywana co jakiś czas żeby uniknąć przepełnienia

pamięci. Dostępne są dwa tryby oszczędzania pamięci: zapis krótki i pełny lub „Normal” i „Test” (ustawienia w oprogramowaniu). Każdy rekord zawiera dodatkowo znacznik czasu (czas i data) oraz wartości parametrów dynamicznych: temperatura, wilgotność i prąd obciążenia lub napięcie – rys. 6.



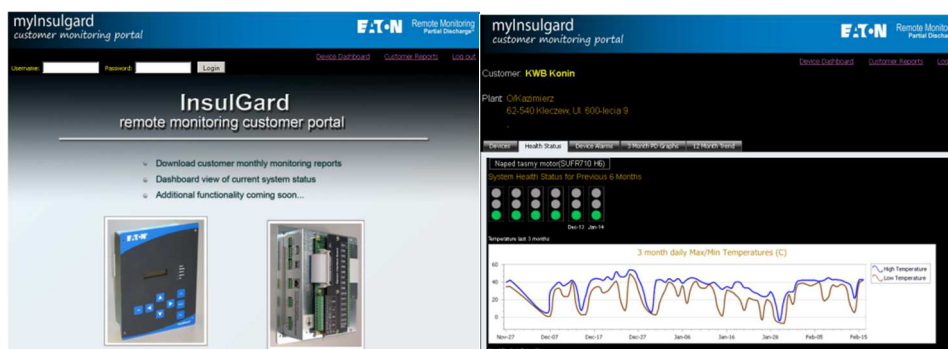
Rys. 6 Pomiary wykonywane za pomocą systemu Insulgard: a) Koparka SRs 1200/5; b) Przykład

Przed każdym pomiarem Insulgard przeprowadza test. W przypadku wykrycia błędu, przełączane jest wyjście przekąźnikowe statusu oraz pojawia się odpowiedni komunikat na wyświetlaczu monitora. Zanik zasilania również powoduje otwarcie styku przekąźnika. InsulGard zbiera sygnały pomiarowe z każdego kanału sekwencyjnie multipleksując wszystkie kanały na pojedynczy kanał. Każdy impuls z każdego kanału jest oceniany pod względem dopuszczalnego czasu jego trwania. Impulsy przekraczające maksymalne wartości są pomijane. Pomiary WNZ mogą być wykonywane o określonym czasie (do 50 różnych czasów na dzień) lub co określony okres czasu (od 1 minuty do 23 godzin i 59 minut) tak długo jak okres pomiarowy jest dłuższy od czasu pomiaru. Pomiędzy ustawionymi pomiarami, aktywna jest funkcja „ciągłej kontroli”. Wszystkie sygnały są podłączone do jednostki sumacyjnej a następnie do osobnego kanału „ciągłej kontroli”. InsulGard sprawdza czy nie występuje duża amplituda impulsów lub seria impulsów. Jeżeli pięciokrotnie zostanie wykryta seria impulsów pomiędzy założonymi czasami pomiarów, InsulGard wykonana pomiar WNZ i wyświetli komunikat alarmu na ekranie, w przypadku gdy pomiar potwierdzi wysoki poziom WNZ. Aby zapewnić prawidłowy pomiar WNZ InsulGard musi być zsynchronizowany z częstotliwością napięcia zasilającego monitorowanego urządzenia), musi mieć również prawidłowe ustawienia: typ sprzętu, znamionowe napięcie, wykorzystywane czujniki WNZ.

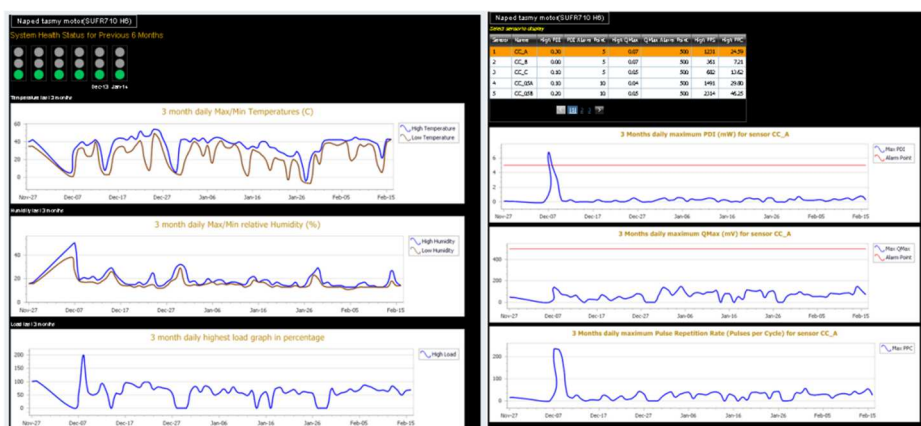
V. Zdalny dostęp do pomiarów i raportowania

System Insulgard oferowany jest razem z pakietem monitorowania online oraz comiesięcznych raportów o stanie monitorowanych urządzeń. Użytkownik loguje się za pomocą platformy:

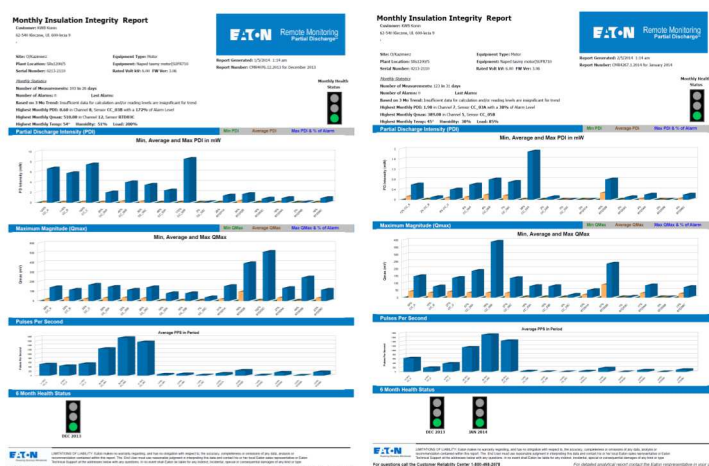
<http://www.myinsulgard.com>, gdzie po podaniu danych otrzymuje dostęp do platformy pomiarowej, gdzie ma dostęp do raportów, najważniejszych pomiarów, które może eksportować i dalej przetwarzać – rys. 7.



Rys. 7 Platforma do monitorowania zainstalowanego urządzenia InsulGard: a) Logowanie; b) Pomiary. Po zalogowaniu mamy dostęp pomiarów temperatury, wilgotności, obciążenia. W pięciu przegrodach umieszczono najważniejsze informacje dotyczące stanu monitorowanych urządzeń, występowania zagrożeń alarmowych, pomiarów za ostatnie 3 i 12 miesięcy oraz dostępu do miesięcznych raportów – Rys. 8.



Rys. 8 Zdalna platforma pomiarowa; a) Status monitorowanych urządzeń; b) Zestawienie pomiarów 3 miesięcznych zawierających dane z czujników i obliczone wskaźniki charakterystyczne. Na bazie pomiarów wykonywanych każdego dnia powstają comiesięczne raporty podstawowe, które posiadają przeliczone parametry dotyczące WNZ: intensywność wyładowań niepełnych (PDI), maksymalną amplitudę impulsu (Q_{max}), częstotliwość powtarzania impulsów oraz wskaźnik tendencji wzrostowych PDI i Q_{max} . PDI reprezentuje „moc uszkodzenia” wyładowania niepełnego i jest mierzone w watach – rys. 9.



Rys. 9 Raporty miesięczne z centrum monitorowania EATON dla silnika napędu taśmy koparki;
a) grudzień 2013, b) styczeń 2014

Na bazie powyższych raportów (rys. 9) podawane są w prosty sposób informacje dotyczące wskaźników WNZ, które jak widać na rys. 6 są trudne do bezpośredniej interpretacji pomiarowej.

Podsumowanie

1. System InsulGard jest nowoczesnym rozwiązaniem firmy EATON, które pozwala na ciągłe monitorowanie urządzeń średniego napięcia. Dodatkowo użytkownik otrzymuje opracowane raporty z pomiarów i ma wsparcie centrum monitorowania EATON oraz lokalnie SIMLOGIC. i firmy EATON.
2. Opisywane rozwiązanie, wymaga odrębnego podejścia do innych maszyn i podobnych aplikacji z uwagi na dostosowanie systemu do wymagań aplikacji i oczekiwań Klienta.
3. Montując InsulGard na silniku napędy taśmy, w celu szybkiej wymiany silnika, należy przygotować silnik rezerwowy – specjalna zabudowa skrzynki przyłączeniowej.
4. Monitor InsulGard zawsze musi mieć podłączone uziemienie, w przypadku gdy konieczne jest odłączenie uziemienia należy wyłączyć spod napięcia wszystkie czujniki podłączone do monitora - odłączenie zasilania transformatora, silnika, rozdzielnic.
5. W przypadku gdy konieczne jest zamienienie silnika na nowy, który nie posiada zabudowanych czujników do pomiaru wyładowań niepełnych odłączone przewody pomiarowe należy odizolować i zabezpieczyć przed możliwością zwarcia do uziemienia przed podaniem zasilania na monitor InsulGard.

Abstract

This article applies to installation and commissioning InsulGard system for monitoring medium-voltage installations on the excavator SRs1200 / 5 KWB Konin InsulGard. is a stand-alone microprocessor device for monitoring partial discharge medium-voltage equipment in a wide range of voltages. The publication describes the construction and operation of the system and its installation and commissioning. The issue of building and adapting existing machines to the requirements of building such a system. Described the issue of online monitoring and the development of monthly reports by the service EATON and SIMLOGIC. support. Based on the monitoring results presented diagnostic and taking preventive action.

**PROGRAM
REGIONALNY**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI**Łódzkie**Centrum
Obsługi
PrzedsiębiorcyUNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO

ZAKUPU SYSTEMU DO MONITOROWANIA MASZYN DOKONANO NA BAZIE DOFINANSOWANIA PROJEKTU W RAMACH REGIONALNEGO PROGRAMU OPERACYJNEGO WOJEWODZTWA ŁÓDZKIEGO NA LATA 2007 – 2013 OŚ PRIORYTETOWA III: GOSPODARKA, INNOWACYJNOŚĆ, RZĘDSIĘBIORCZOŚĆ DZIAŁANIE III.6: ROZWOJ MIKRO - I MAŁYCH PRZEDSIĘBIORSTW. NR KONKURSU: RPLD.03.06.00-3/11. TYTUŁ WNIOSKU: ZAKUP SPECJALISTYCZNYCH URZĄDZEŃ W CELU WYPOSAŻENIA UNIKATOWEJ PRACOWNI AUTOMATYKI PROCESOWEJ, ŁĄCZĄCEJ NAUKĘ Z PRZEMYSŁEM, DOSTAWCAMI TECHNOLOGII ORAZ Z PRODUCENTAMI MASZYN OGÓLNEGO I SPECJALNEGO PRZEZNACZENIA – UDOSKONALENIE I ROZSZERZENIE BIEŻĄCEJ DZIAŁALNOŚCI FIRMY SIMLOGIC.

**AUTORYZOWANE CENTRUM
SERWISOWO – SZKOLENIOWO – KOMPETENCYJNE****SIMLOGIC.**

ul. Piłsudskiego 141

92-318 Łódź

ANILANA TEREN

Budynek przy ul. Akrylowej

www.simlogic.pl

tel. +48 42 648 66 77

fax. +48 42 648 67 00

zapytania@simlogic.pl**E-PRODUKTY**www.e-sklepy.simlogic.pl

CAŁODOBOWE ZGŁASZANIE AWARII

tel. +48 696 626 627

NAPRAWY URZĄDZEŃ AUTOMATYKI

tel. +42 648 67 35

tel. + 48 533 310 233

naprawy@simlogic.pl**CENTRUM SZKOLEŃ TECHNICZNYCH**

tel. +48 42 648 66 77

tel. +48 692 102 749

szkolenia@simlogic.pl**DZIAŁ SERWISU/MAGAZYN**

tel.+ 42 648 67 04

tel. +48 533 310 231

serwis@simlogic.pl**DIAGNOSTYKA SIECI PRZEMYSŁOWYCH**

tel. +42 648 67 18

tel. +48 606 271 571

diagnostyka@simlogic.pl**DZIAŁ HANDLOWY**

tel. +42 648 67 35

tel. + 48 533 310 232

sprzedaz@simlogic.pl