



**OPIS PROTOKOŁÓW MODBUS
ASCII, RTU, TCP
INSTRUKCJA KORZYSTANIA**

© REGULUS, POZNAŃ 2021.05.15

DOKUMENT OPM VER. 5.

Wprowadzenie

Sterowniki uREG oferują:

- graficzny opis działania aplikacji,
- graficzną prezentację stanu działania aplikacji (w czasie rzeczywistym – debugging ONLINE),
- graficznie samo-opisującą się aplikację, pamiętaną trwale w urządzeniu z możliwością przywołania jej w dowolnym momencie i po dowolnie długim czasie,
- o sposobie działania kryteriów zabezpieczeniowych, generowanych napisach i raportach, synoptyce decyduje użytkownik końcowy (projektant),
- o każdym indeksie w komunikacie wychodzącym do systemu nadrzędnego decyduje projektant aplikacji i/lub użytkownik.

Aplikacja jest kodem wynikowym kompilacji graficznego opisu kryteriów zabezpieczeniowych i automatyk. Jedynym ograniczeniem możliwości systemu LogCZIP są ograniczenia sprzętowe (12 torów analogowych i liczba wejść, wyjść w zależności od zamówionej wersji sterownika uREG). Ograniczenia te jednak mogą być łatwo pokonywane przez projektowanie kolejnych modułów dla sterownika uREG.

Narzędzie LogCZIP będziemy dalej równoważnie nazywali systemem, gdyż składa się z wielu elementów, które w całości składają się na system projektowania, wdrażania, testowania i eksploatacji aplikacji dla automatyk zabezpieczeniowych.

System – w miarę zapotrzebowania – rozbudowywany jest o kolejne specyfikowane moduły wejścia/wyjścia i „klocki” w systemie programowania, zwane dalej **FUNKTORAMI**. Elastyczność systemu nie ogranicza jego rozwoju a oprogramowanie cały czas jest zgodne wstecz.

LogCZIP – funktory.

Graficzny opis aplikacji realizującej kryteria zabezpieczeniowe i automatyki zbudowany jest na podobieństwo klocków z którymi każdy miał do czynienia (jako dziecko, rodzic...). Klasyczne klocki realizowały funkcje kółek, napędów, przelotek, klocków w kształcie trójkąta, litery L i specjalnego przeznaczenia jak ludzik, drzewka itp.

Klocki które nazywamy funktorami realizują indywidualne funkcje. Realizowane funkcje mogą być prostymi operacjami logicznymi takimi jak suma logiczna (OR), iloczyn logiczny (AND), itp. Mogą to być funkcje analogowo-cyfrowe, jak komparatory prądu jedno- lub trójfazowego, napięć, częstotliwości. Znajdziemy też funkcje bardziej złożone, jak przerzutniki, dekodery, opóźnienia oraz specjalizowane funkcje automatyki SPZ, synchronicznego załączenia (sync-check) i wiele innych. W zasobniku funkcjonalności są również funktory odpowiedzialne za komunikację z systemami telemechaniki w protokołach przemysłowych takich jak Modbus, DNP 3.0, IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-104, Goose 61850.

Klocki (funktory) prezentowane są na arkuszach w postaci bloczków graficznych nawiązujących do cech i realizowanych funkcji. Ogólnie funktory dzielimy na cztery grupy:

- funktory z wejściami i wyjściami;
- funktory tylko z wejściami (np. znacznik raportu, wyjście fizyczne: lampka, przekaźnik);
- funktory tylko z wyjściami (np. wejście logiczne, nastawa lub fizyczne wejście cyfrowe);
- funktory bez wejścia i wyjścia, specyfikujące pewne funkcjonalności systemu.

Każdy klocek (funktor), niezależnie od grupy, posiada właściwości specyfikowane dla niego. Są to:

- unikalny blok graficzny nawiązujący do funkcjonalności (np. bramka AND, OR itp.),
- realizowana funkcja,
- dedykowane wejścia i wyjścia,
- nastawa lub nastawy wpływające na realizację funkcji (wybrane funktry),
- generowanie raportu zdarzenia (o treści i znaczeniu decyduje projektant – użytkownik),
- generowanie napisu zdarzenia (o treści i znaczeniu decyduje projektant – użytkownik),
- indeks lub indeksy w protokole transmisyjnym do systemu nadrzędnego.

Stan na wejściu funktra nazywamy sygnałem wejściowym. Stan na wyjściu funktra nazywamy sygnałem wyjściowym. Sygnały z wyjścia funktra kierujemy na wejście kolejnego funktra lub funktrów.

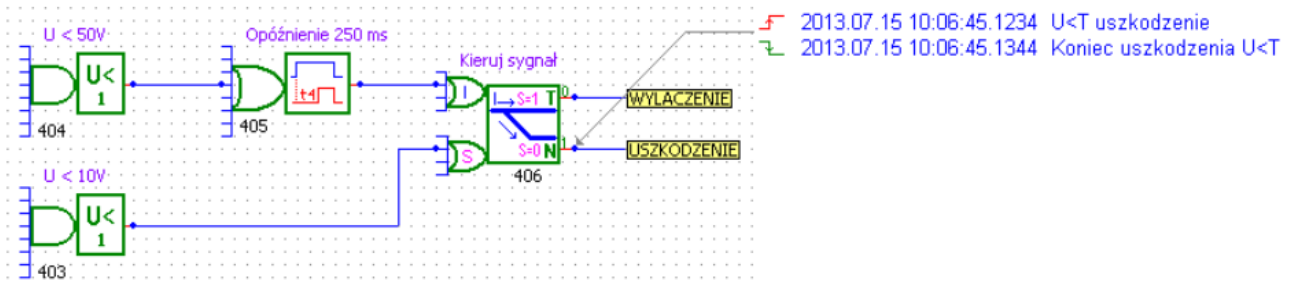
Łączeń dokonujemy za pomocą linii lub etykiet. Etykieta to linia zakończona lub rozpoczynająca się opisem (skrótom lub wyrazem identyfikującym sygnał).

Funktry łączymy od wyjścia funktra do wejścia lub wejść następnych funktrów. Łączeń funktrów możemy dokonać także etykietami. System łączeń etykietami jest przydatny w aplikacjach wieloarkuszowych. Z wyjścia funktra wyprowadzamy linię i na jej końcu umieszczamy etykietę.

Brzmienie etykiety narzuca jest przez projektanta aplikacji i powinno być krótkie i jednoznaczne. Przykład: WLW – wyłącznik linii wyłączony, WLZ – wyłącznik załączony.

Dziennik zdarzeń i komunikaty. System LogCZIP wyposaża projektanta w szereg narzędzi interfejsu: aplikacja → człowiek, człowiek → aplikacja.

Projektant może wskazać miejsca (wyjścia funktrów) w których po wystąpieniu zmiany sygnału w sieci powiązań logicznych może wygenerować raport, który wraz z sygnaturą czasu trafia do dziennika zdarzeń. Może również wygenerować na ekranie TFT sterownika uREG napis informacyjny o zaistniałym zdarzeniu wraz z nadaną mu wagą ważności, a także może zmienić stan prezentowanej synoptyki na wyświetlaczu.



Walory systemu programowania LogCZIP.

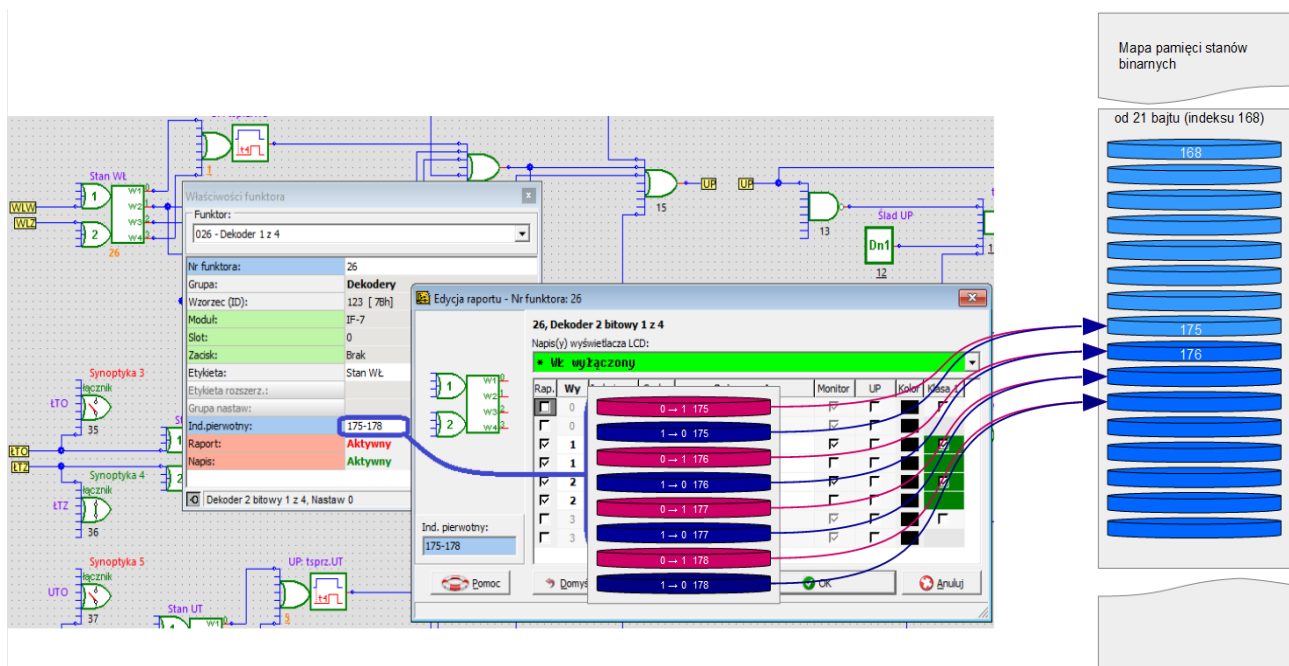
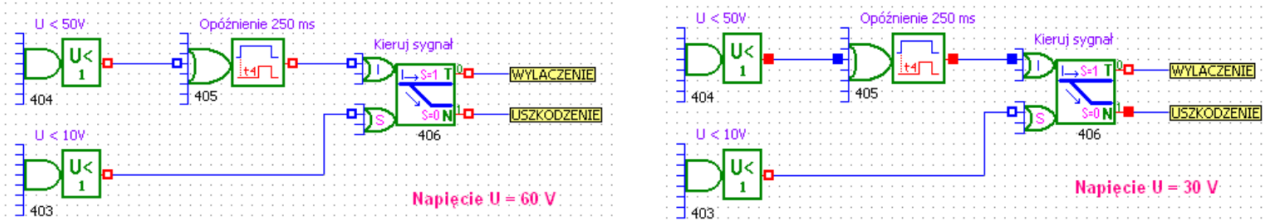
Znajomość logiki i minimalna wiedza z zakresu działania podstawowych bramek logicznych, takich jak suma logiczna (OR), iloczyn logiczny (AND), negacja, pozwala na zrozumienie działania aplikacji. Inżynierowie i technicy posługują się zawsze schematami, czyli „pismem obrazkowym”, które zastępują tysiące zdań i opisów.

Uniwersalna graficzna prezentacja algorytmu działania aplikacji jest zrozumiała dla projektanta i użytkowników aplikacji. Sposób graficznego opisu aplikacji, rozwiązuje WSZYSTKIE problemy zrozumienia algorytmów zawartych w aplikacji, niezależnie od posiadanych kwalifikacji, czy znajomości języków obcych. Graficzna dokumentacja w postaci funkcji zbudowanych z klocków (funktrów) zastępuje:

- pisanie grubych zeszytów z opisem działania i nastawień aplikacji,
- konieczności tłumaczenia na inne języki (np. na angielski, mongolski czy tajski),
- brak konieczności wspierania się dodatkowym notesem do odnotowywania stanów.

Nadto umożliwia kolejnym użytkownikom nanoszenie poprawek, dostosowując aplikację do nowych wymagań w dowolnej chwili i w dowolnym czasie. Opis działania aplikacji jest ZAWSZE pamiętany w urządzeniu i możliwy do przywołania użytkownikom wyposażonym w program LogCZIP.

Przykłady fragmentu aplikacji (w trybie debug):



Stan wyjścia funkтора może być w stanie logicznego zera lub logicznej jedynki. W zależności od protokołu komunikacyjnego stan logiczny wyjścia funkтора może być nazywany:

- INDEKS, dla DNP 3.0 i na potrzeby aplikacji LogCZIP
- Single Point dla IEC 60870-5-101 lub IEC 60870-5-104
- Coil dla Modbus

Zbiór stanów logicznych funktorów nazywamy stanem binarnym zapisanym w bajtach.

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

Binarne stany logiczne funktorów tworzących aplikację uporządkowane są w liście. Kolejnym pozycjom w liście przypisane są narastająco i jednoznacznie numery.

Dominującym w aplikacji sposobem reprezentacji jest logika pozytywna, tak więc stan pobudzenia (aktywny) reprezentowany jest przez wartość binarną 1 (H), stan odzbudzenia (nieaktywny) przez wartość binarną 0 (L).

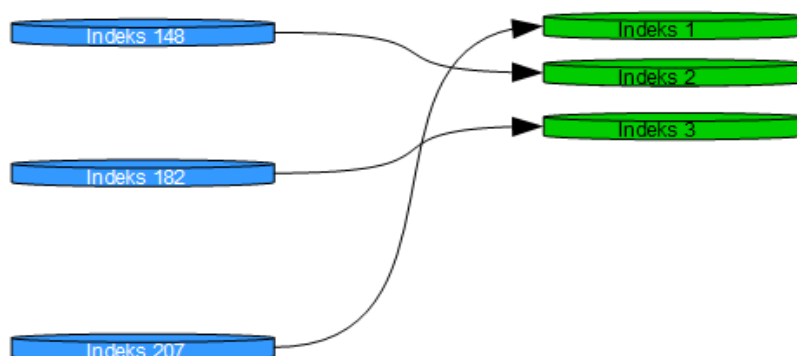
Indeks, (single point lub coils) jest więc wskaźnikiem reprezentującym jednobitowy stan logiczny.

W sterownikach uREG mamy dwa tryby przekazywania stanów binarnych do systemów nadrzędnych.

Pierwszy tryb oparty na indeksach pierwotnych. Drugi tryb oparty o REINDEKSACJĘ.

Tryb indeksów pierwotnych jest trybem domyślnym. Indeksy przydzielane są w trakcie tworzenia aplikacji w programie LogCZIP. Uporządkowanie pierwotne jest narzucone przez projektanta aplikacji. W trybie tym, dla systemu SCADA, dostępne są wszystkie indeksy.

Tryb reindeksacji, jest trybem nadrzędnym. Przygotowujemy skróconą pulę stanów binarnych (indeksów) którą chcemy przesłać do systemu SCADA, przekierowując indeksy (single point / coils) na nowe wskazania położenia. Korzystając z powyższego trybu, przekazujemy ograniczoną (wybrane minimum) i spakowaną pulę indeksów.



Rysunek prezentujący ideę reindeksacji.

Działanie trybu reindeksacji, zależy od nastawienia nastawy AKTYWNOŚĆ w nastawach pomocniczych. W zależności od nastawienia ustawienia aktywności, dane odczytywane będą w trybie indeksacji pierwotnej lub w trybie reindeksacji.

Odczyt stanów binarnych

Odczytane dane udostępniają informację o wybranym podzakresie stanów indeksów (pierwotnych) aplikacji.

Początek listy indeksów wskazywany jest przez adres protokolarny. Kolejne adresy wskazują kolejne paczki ośmiu indeksów, zatem kolejne bajty.

Na podstawie indeksów można odtworzyć bieżący stan aplikacji, a co za tym idzie stan podłączonych łączników, blokad, itp.

Dane stanów binarnych w protokole Modbus, dostępne są poprzez funkcje Read Coils.

Żądanie:

Kod funkcji	1 byte	0x01
Start adres	2 bytes	0x0000
Ilość bitów (coils)	2 bytes	0x0200

Odpowiedź sterownika uREG:

Kod funkcji	1 byte	0x01
Liczba bytes danych	2 bytes	N
Stany binarne	N bytes	Zakres danych: 0x00 - 0xFF

Adresacja sterownika uREG:

Stany binarne uREG	0x0000 (dec. 0)	0x0FFF (dec 4095)
Stany binarne wyczytane przez uREG z innych urządzeń	0x1000 (dec. 4096)	0x1FFF (dec 8191)
Indeksy wyczytane przez sterownik uREG z innych urządzeń w pracy w trybie koncentratora telemechaniki	0x2000 (dec. 8192)	0x3FFF (dec. 16383)
Pozostałe adresy	Odpowiedź błędna 0x81	

Ważne. W żądaniu stanów binarnych (Coils) adres startowy musi być zawsze podzielny przez 8.

Sterownik uREG jest urządzeniem swobodnie programowalnym. Programowalność sprawia, że każda aplikacja może mieć inną „mapę” indeksów.

Jak wcześniej wspomniano, za rozkład indeksów odpowiada projektant aplikacji i to na nim spoczywa obowiązek zarządzania mapą. Do zarządzania mapą indeksów, służy program LogCZIP.

Mapę indeksów możemy odczytać i wyświetlić w ogólnodostępnym programem dla sterowników uREG Monitor3.

W programie Monitor3 z menu wybieramy Narzędzia → Reindeksacja.

W lewej kolumnie umieszczono numer indeksu pierwotnego. Kolumna po prawej opisuje znaczenie indeksu pierwotnego.

Tabela edycji reindeksacji: Protokoły binarne

Indeks pierwotny:	Zdarzenie:	On / Off	MONITOROWANIE:	STEROWANIE:
0000	Raporty systemowe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0001	---	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0002	E na sygnał -> E na wyłącz -> E na sygnał	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0003	BlokSPZ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0004	RN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0005	Włwył	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0006	Włzał	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0007	łTotw	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0008	łTzam	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0009	UTotw	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0010	UTzam	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0011	BCCewek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0012	Zanik 100V	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0013	Zanik 3U0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0014	Zab.temp.trafo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0015	OW -> Stan niski OW -> OW	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0016	ZW	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0017	Zab.zewn.PS8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0018	---	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0019	---	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0020	---	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0021	---	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nowe Indeksy Nowe Indeksy

Widoczny zakres indeksów pierwotnych: **Wszystkie [2048]**

Opcjonalny Offset: 0 = 0000H

Anuluj Generuj Stary Format Baza < 43 Podgląd [F5] Opcje

Indeksy stałopozycyjne Indeksy aktywnie raportujące [78] Indeks wybrany Indeksy wejść Indeksy wyjść (przełączniki)

Wejścia cyfrowe i komp. [39]

stan	wejście	slot/pin	Index	Opis
<input type="checkbox"/>	wejście	[00/01]	00048	TW
<input type="checkbox"/>	wejście	[00/02]	00049	TZ
<input type="checkbox"/>	wejście	[00/03]	00050	TKAS
<input type="checkbox"/>	wejście	[00/04]	00051	TBSPZ
<input type="checkbox"/>	wejście	[00/05]	00052	TOSPZ
<input type="checkbox"/>	wejście	[00/08]	00055	TBW
<input type="checkbox"/>	wejście	[00/09]	00056	TOW
<input type="checkbox"/>	wejście	[00/10]	00057	NastP
<input type="checkbox"/>	wejście	[00/11]	00058	NastR
<input type="checkbox"/>	wejście	[00/12]	00060	Start Wind farm
<input type="checkbox"/>	wejście	[00/13]	00061	Stop Wind Farm
<input type="checkbox"/>	Zacisk	[02/09]	00012	Zanik 100V
<input type="checkbox"/>	Zacisk	[02/10]	00013	Zanik 3U0
<input type="checkbox"/>	Zacisk	[02/12]	00014	Zab. temp. trafo
<input type="checkbox"/>	Zacisk	[03/08]	00017	Zab. zewn. PS8
<input type="checkbox"/>	Zacisk	[03/09]	00015	OW
<input type="checkbox"/>	Zacisk	[03/10]	00016	ZW
<input type="checkbox"/>	wejście	[03/32]	00311	Niesprawność zasil.
<input type="checkbox"/>	Zacisk	[04/01]	00002	E na sygnał
<input type="checkbox"/>	Zacisk	[04/02]	00003	BlokSPZ
<input checked="" type="checkbox"/>	Zacisk	[04/03]	00004	RN
<input checked="" type="checkbox"/>	Zacisk	[04/04]	00005	Włwył
<input checked="" type="checkbox"/>	Zacisk	[04/05]	00006	Włzał
<input checked="" type="checkbox"/>	Zacisk	[04/10]	00007	łTotw
<input checked="" type="checkbox"/>	Zacisk	[04/11]	00008	łTzam
<input checked="" type="checkbox"/>	Zacisk	[04/12]	00009	UTotw
<input checked="" type="checkbox"/>	Zacisk	[04/13]	00010	UTzam
<input type="checkbox"/>	Zacisk	[04/17]	00011	BCCewek
<input type="checkbox"/>	wejście	[04/30]	00094	Styk kontrolny ROW
<input type="checkbox"/>	wejście	[04/31]	00095	Styk kontrolny RZW
<input type="checkbox"/>	Przycisk	[15/24]	00313	BTS
<input type="checkbox"/>	Przycisk	[15/25]	00317	KLR
<input type="checkbox"/>	Przycisk	[15/26]	00316	PKas
<input type="checkbox"/>	Przycisk	[15/27]	00315	Przycisk KZ
<input type="checkbox"/>	Przycisk	[15/28]	00314	Przycisk KW
<input type="checkbox"/>	Przycisk	[15/29]	00318	Pgóra
<input type="checkbox"/>	Przycisk	[15/30]	00320	Pprawo
<input type="checkbox"/>	Przycisk	[15/31]	00319	Pdół
<input type="checkbox"/>	Przycisk	[15/32]	00321	Plewo

Przykład okna indeksacji pierwotnej dla przykładowej aplikacji.
 Obwolutą w kolorze czerwonym zaznaczono indeks 0004, który opisuje stan zbrojenia napędu wyłącznika i ten sam stan w programie Monitor3 w oknie funkcji **Wejść i Wyjść cyfrowych**.
 Kolorem zielonym zaznaczono indeksy 5 i 6, które opisują stany krańcówek wyłącznika.

Reindeksacja [Projekt: uREG-0E6_P3f_...]

Tabela edycji reindexacji: Protokoły binarne

Indeks pierwotny:	Zdarzenie:	On / Off	MONITOROWANIE:	STEROWANIE:
0169	Zmiana banku nastaw -> Nastawy rezerwowe -> Nast...	<input type="checkbox"/>	0169	0169
0170	---	<input type="checkbox"/>	0170	0170
0171	SterZW -> ZW -> Stan niski T	<input type="checkbox"/>	0171	0171
0172	Stan wysoki N -> Stan niski N	<input type="checkbox"/>	0172	0172
0173	---	<input type="checkbox"/>	0173	0173
0174	Zazbr.napędu -> Zazbrojenie napędu -> Rozbrojenie	<input type="checkbox"/>	0174	0174
0175	Stan Wł -> Stan wysoki W1 -> Stan niski W1	<input type="checkbox"/>	0175	0175
0176	Wł wyłączony -> Stan niski W2	<input checked="" type="checkbox"/>	0004	0176
0177	Wł załączony -> Stan niski W3	<input checked="" type="checkbox"/>	0005	0177
0178	Stan wysoki W4 -> Stan niski W4	<input type="checkbox"/>	0178	0178
0179	Stan łT -> Stan wysoki W1 -> Stan niski W1	<input type="checkbox"/>	0179	0179
0180	łT otwarty -> Stan niski W2	<input checked="" type="checkbox"/>	0006	0180
0181	łT zamknięty -> Stan niski W3	<input checked="" type="checkbox"/>	0007	0181
0182	Stan wysoki W4 -> Stan niski W4	<input type="checkbox"/>	0182	0182
0183	Stan UT -> Stan wysoki W1 -> Stan niski W1	<input type="checkbox"/>	0183	0183
0184	UT otwarty -> Stan niski W2	<input type="checkbox"/>	0184	0184
0185	UT zamknięty -> Stan niski W3	<input type="checkbox"/>	0185	0185
0186	Stan wysoki W4 -> Stan niski W4	<input type="checkbox"/>	0186	0186
0187	---	<input type="checkbox"/>	0187	0187

Protokoły binarne CZIPstd

Widoczny zakres indeksów pierwotnych

Wszystkie [2048] Tylko użyte [580]

Opcjonalny Offset: 0 = 0000H

Ukryj wiersze puste

Anuluj Generuj Stary Format Baza < 43

Podgląd [F5] Opcje ?

Indeksy stałopozycyjne Indeksy aktywnie raportujące [78] Indeks wybrany Indeksy wejść Indeksy wyjść (przełączniki)

Przykład okna Reindeksji.

Indeksy pierwotne: 176 przeniesiony na indeks 4, 177 przeniesiony na indeks 5, 180 przeniesiony na indeks 6, 181 przeniesiony na indeks 7...

Odczyt wejść/wyjść cyfrowych.

Urządzenie uREG udostępnia ponumerowane sloty montażowe (max 14 slotów). Numerujemy od slotu 0 (moduł IF wraz z wirtualnymi wejściami). W slotach umieszczane są karty modułowe. Moduły mogą być wyposażone w wejścia/wyjścia analogowe lub cyfrowe. Maksymalnie w module może być do 32 zacisków wirtualnych i 24 wejść fizycznych. Stany logiczne zacisków reprezentowane są przez ciąg 32-bitowy .

Adresowanie.

Adresy wskazują jednostki 16-to bitowe.

Adresy parzyste odpowiadają za część starszą wejść cyfrowych, adresy nieparzyste za część młodszą wejść cyfrowych.

Zaleca się czytanie po 32 bity. Kodowanie zacisków jest w trybie LITTLE ENDIAN.

Dane stanów binarnych w protokole Modbus, dostępne są poprzez funkcje Read Discrete Inputs.

Żądanie:

Kod funkcji	1 byte	0x02
Start adres	2 bytes	0x0000
Ilość wejść	2 bytes	0x0020

Odpowiedź sterownika uREG:

Kod funkcji	1 byte	0x02
Liczba bytes danych	2 bytes	N
Stany binarne	N bytes	Zakres danych: 0x00 - 0xFF
Pozostałe adresy	Odpowiedź błędna 0x82	

Adresacja sterownika uREG:

Slot	Adres:	Zaciski wejść/wyjść cyfrowych
Slot 0 (IF-X)	0x0000	0 – 15
Slot 0 (IF X)	0x0001	16 – 31
Slot 1 (VT-X)	0x0002	0 – 15
Slot 1 (VT-X)	0x0003	16 – 31
Slot 2 (PS-X)	0x0004	0 – 15
Slot 2 (PS-X)	0x0005	16 – 31
Slot N (YY-X)	N * 2	0 – 15
Slot N (YY-X)	N * 2	16 – 31

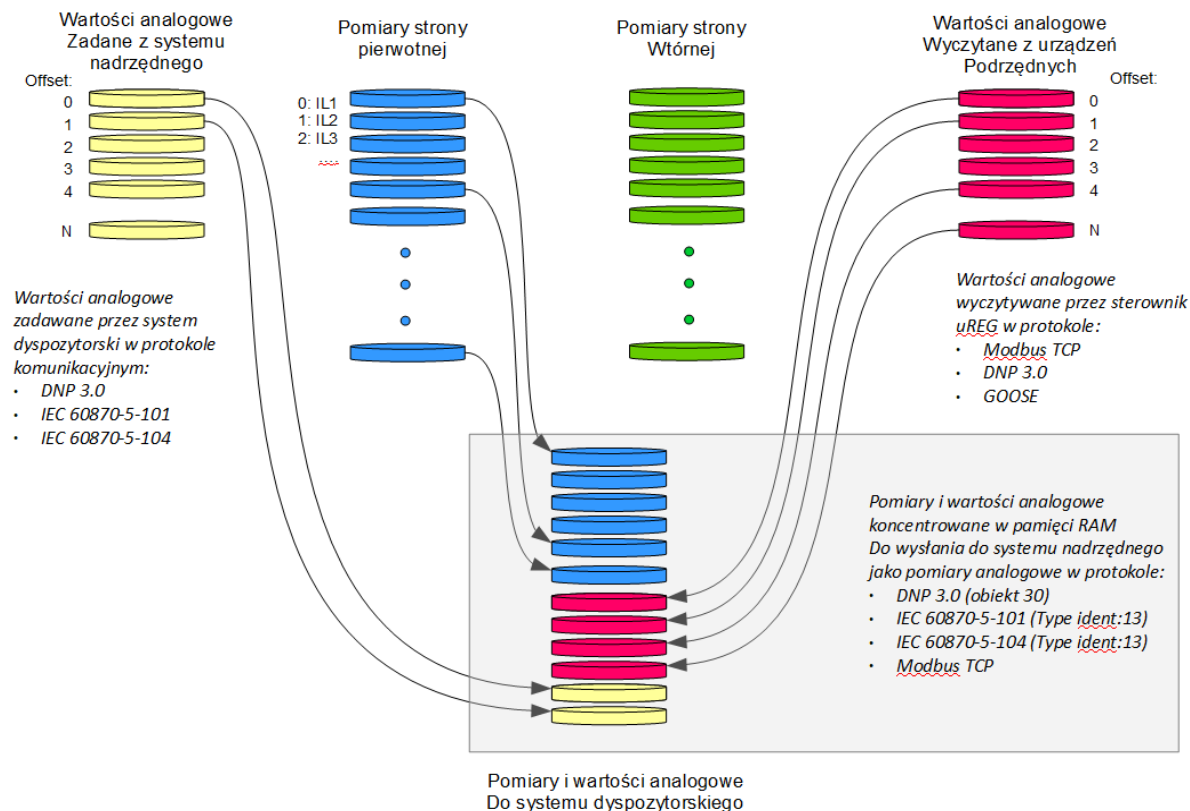
X – wersja modułu

YY – typ modułu (np. CM, CI, IO, etc...)

Odczyt pomiarów.

Pomiary w sterowniku uREG są w czterech grupach:

- pomiary pierwotne, są to wartości wtórne przeliczone na stronę pierwotną wg. nastawienia przekładni,
- pomiary wtórne, wartości mierzone i wyliczone z wartości mierzonych
- pomiary pobrane przez łącza komunikacyjne (RS-485, AX-485, Ethernet) z innych urządzeń podrzędnych,
- wartości analogowe przekazane do sterownika uREG w postaci operacji sterowania z wartością analogową



Rysunek obrazujący cztery grupy wartości analogowych tzw. pomiarów w pamięci sterownika uREG wraz z selekcją tych wielkości które mają zostać udostępnione w systemie dyspozytorskim (SCADA) niezależnie od protokołu komunikacyjnego.

Prezentowany rysunek poglądowy przedstawia sytuację w której wybrano pomiary strony pierwotnej, poniżej dołączono wartości analogowe wyczytane z urządzeń podrzędnych i na samym końcu dodano dwie wartości analogowe zadane przez system dyspozytorski, jako potwierdzenie przyjęcia wartości.

Funkcjonalność dostępna w sterownikach uREG:

- dla modułów IF0 – IF4 od firmware 56
- dla modułów IF7 od firmware 7C.

Indeksacja pomiarów jest wspólna dla wszystkich protokołów komunikacyjnych.

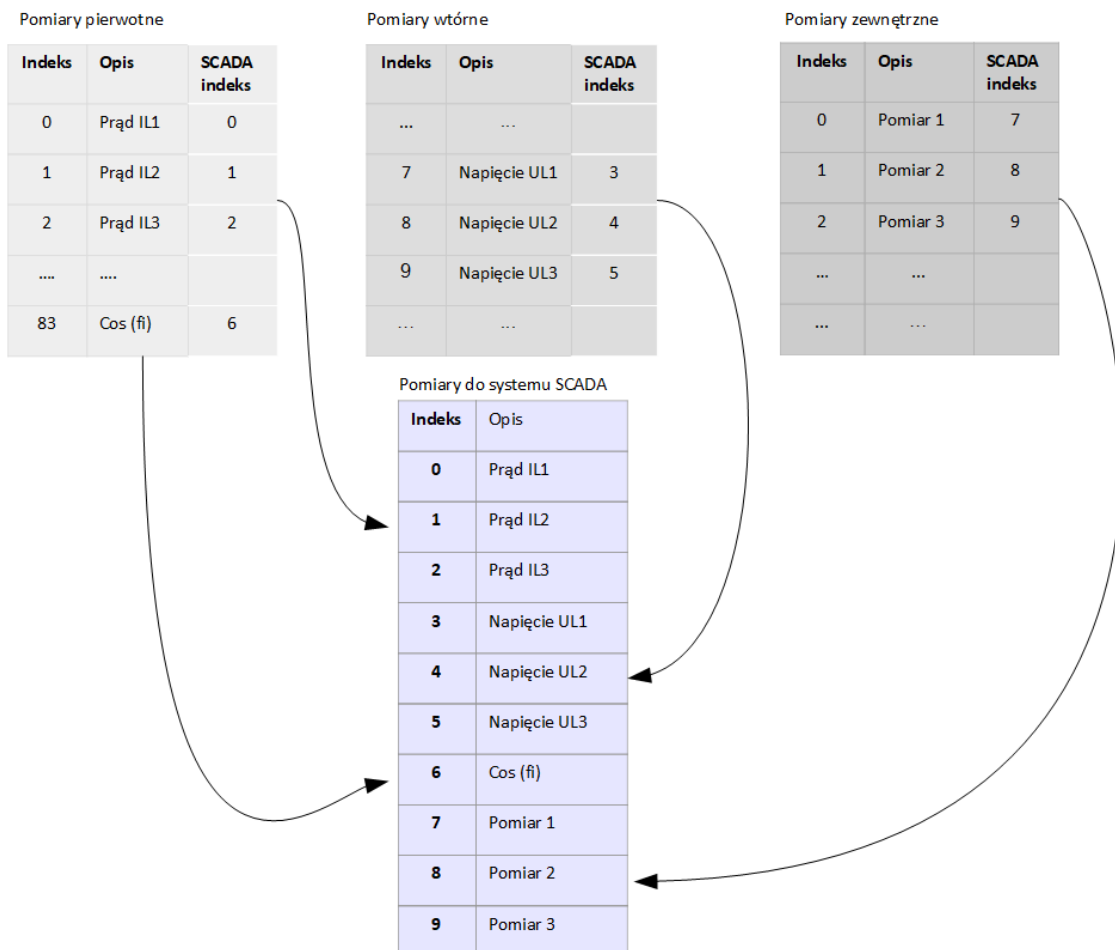
Wyboru pomiarów do systemu nadrzędnego SCADA, dokonujemy z poziomu aplikacji LogCZIP, edytując właściwości funkcyjnych: **Indeksy pomiarów**.

Indeks – kolejny identyfikator w grupie pomiarów pierwotne, pomiarów wtórne, pomiarów zewnętrzne.

Opis – nazwa pomiaru jaki jest dedykowany dla indeksu

SCADA indeks – przydzielony numer indeksu w tabeli pomiarów do systemu nadrzędnego SCADA.

Pomiary do systemu SCADA muszą być indeksowane od 0 bez „dziur”; opuszczania indeksu pomiaru.



Powyższy rysunek ilustruje konfigurację pomiarów.

Z wybranej grupy pomiarów (pomiarów pierwotne, wtórne, zewnętrzne, sterowania...) wybieramy pomiar poprzez wskazanie nowego indeksu pod którym ma zostać przesłana wartość do systemu SCADA. W opisywanym przykładzie, wybrano prądy fazowe IL1, IL2, IL3 (o indeksach 0, 1, 2) i umieszczono w tabeli pomiarów do systemu SCADA na kolejnych indeksach, 0, 1, 2, natomiast napięcia strony wtórnej przypisano do indeksu (pomiarów do SCADA) 3, 4, 5. Pomiary wyczytane z urządzeń podrzędnych przypisano na indeksach 7, 8, 9.

Przypisane indeksy muszą rozpoczynać się od zera i nie może być przerw w indeksacji.

Czytanie danych z pomiarów dostępne jest funkcją 3, Read Holding Register.

Żądanie:

Kod funkcji	1 byte	0x03
Start adres	2 bytes	0x0000
Liczba rejestrów 16 bitowych	2 bytes	N

Odpowiedź sterownika uREG:

Kod funkcji	1 byte	0x03
Liczba bytes danych	2 bytes	N
Wartości	N bytes	Zakres danych: 0x0000 - 0xFFFF
Pozostałe adresy	Odpowiedź błędna 0x83	

Adresacja sterownika uREG.

Wraz z rozwojem oprogramowania urządzenia uREG (firmware), dostęp do rejestrów pomiarowych ulegał rozszerzeniu. W dokumentacji zawsze odnosimy się do możliwości najnowszej wersji firmware.

Upgrade do najnowszej wersji firmware, jest bezpłatny.

W sterowniku uREG wszystkie wartości są zawsze 32 bitowe.

Adresacja pomiarów (adresy podane w HEX):

Adres początkowy	Adres końcowy	Opis
0x0000 (hex) 0 (dec)	0x00FF (hex) 255 (dec)	Pomiary po stronie pierwotnej, a następnie po stronie wtórnej. 32 – bit integer
0x0100 (hex) 256 (dec)	0x0165 (hex) 357 (dec)	Pomiary po stronie pierwotnej, a następnie po stronie wtórnej. 32 – bit float – ieee754
0x1400 (hex) 5120 (dec)	0x15FF (hex) 5631 (dec)	Pomiary po stronie pierwotnej 32 – bit integer (jako 2 x 16 bit)
0x1600 (hex) 5632 (dec)	0x17FF (hex) 6143 (dec)	Pomiary po stronie wtórnej 32 – bit integer (jako 2 x 16 bit)
0x1800 (hex) 6144 (dec)	0x18FF (hex) 6399 (dec)	Wartości analogowe wyczytane z urządzeń podrzędnych. Wszystkie wartości przekonwertowane do 32 – bit integer (jako 2 x 16 bit)
0x1900 (hex) 6400 (dec)	0x1AFF (hex) 6911 (dec)	Pomiary po stronie pierwotnej 32 – bit float ieee754 (jako 2 x 16 bit)
0x1B00 (hex) 6912 (dec)	0x1CFF (hex) 7423 dec	Pomiary po stronie wtórnej 32 – bit float ieee754 (jako 2 x 16 bit)
0x1D00 (hex) 7424	0x1EFF (hex) 7935	pomiary wyszczególnione w funktorze Pomiarów Protokolarne *) (jako 2 x 16 bit)

31024	31535	Pomiary po stronie pierwotnej IEEE754 2 x 16 bit
31536	32047	Pomiary po stronie wtórnej IEEE754 2 x 16 bit
32048	32303	Pomiary wyczytane z urządzeń podrzędnych 2 x 16 bit. Kodowanie INT czy FLOAT zależy od danych dostarczonych przez urządzenie podrzedne.
32304	32368	Wartości analogowe przesłane jako sterowanie analogowe w DNP3 lub IEC 60870-5-101 lub -104

*) - funkcyj aplikacji Pomiary Protokolarne pozwala projektantowi aplikacji na przydzielenie kolejności pomiarów przekazywanych do systemu nadrzędnego niezależnie od używanego protokołu. W funkcyj posługujemy się indeksem, który jest tożsamy z adresem w protokole ModBus.

Wartości pomiarów są zawsze 32 bitowe. Znaczą to że do wyczytania pomiaru wymagany jest odczyt dwóch słów 16 bitowych.

Czytanie danych z adresów 0x0000 – 0x0165. Numer pomiaru, jest zarazem adresem pomiaru.

Chcąc wyczytać pierwsze trzy prądy fazowe (integer) wysyłamy polecenie o adresie 0 i liczbą słów 16-bitowych równą 6. W odpowiedzi otrzymamy 12 bytes danych.

Chcąc wyczytać pomiary napięcia o indeksie 7, wysyłamy polecenie o adresie 0x0007 i liczbą słów 16-bitowych równą 12. W odpowiedzi otrzymamy 24 bytes danych.

Wartości pomiarowe są wielkościami rzeczywistymi pomnożonymi przez wartość 10 lub 100 lub 1000, celem transformacji do wartości całkowitoliczbowej. Odtworzenie do wartości rzeczywistej wymaga przeprowadzenia operacji odwrotnej tj. dzielenia.

Czytanie rejestrów od adresu 256 pozwala na wyczytanie wartości pomiarowych w kodowaniu IEEE754.

Przykład.

Żądanie czytania pomiaru z adresu 256:

0x01 0x03 0x01 0x00 0x00 0x02 CRC

Odpowiedź na żądanie czytania pomiaru z adresu 256:

0x01 0x03 0x04 3F 8C C0 00 CRC

Po zdekodowaniu wartości 3F 8C C0 00 otrzymamy wartość rzeczywistą: 1.1

Tabela pomiarów w dodatku

4. Odczyt i zapis nastaw

Nastawy dostępne są przez czytanie danych funkcją 3 w **zakresie adresowym 1024 – 2048**.

Adres konkretnej nastawy jest zależny od definicji aplikacji. Modyfikacja aplikacji może skutkować zmianą tego adresu.

Przykład żądania odczytu rejestrów funkcją 3 jako wartości nastaw kryteriów zabezpieczeniowych.

Żądanie:

Kod funkcji	1 byte	0x03
Start adres	2 bytes	0x0400
Liczba rejestrów 16 bitowych	2 bytes	N

Odpowiedź sterownika uREG:

Kod funkcji	1 byte	0x03
Liczba bytes danych	2 bytes	N
Wartości	N bytes	Zakres danych: 0x0000 - 0xFFFF

Nastawy dostępne są dla celu zapisu danych funkcją 6 (Write Single Register) w **zakresie adresowym 1024 – 2048**.

Adres konkretnej nastawy jest zależny od definicji aplikacji. Modyfikacja aplikacji może skutkować zmianą tego adresu.

Żądanie:

Kod funkcji	1 byte	0x06
Start adres	2 bytes	0x0400
16 – bitowa wartość	2 bytes	0x0000 - 0xFFFF

Odpowiedź sterownika uREG:

Kod funkcji	1 byte	0x06
Liczba bytes danych	2 bytes	0x0400
16 – bitowa wartość	2 bytes	0x0000 - 0xFFFF

Przykład polecenia zapisu rejestrów funkcją 6 jako wartości nastaw kryteriów zabezpieczeniowych.

Przykład: 0x06 0x04 0x00 0x00 0x10

Przykład zapisuje wartość nastawy 16 pod pierwszy adres banku nastaw. Wszystkie wartości nastaw kodowane są w maksymalnym zakresie 0 – 255. Tym samym starsza część nastawy winna być wyzerowana.

Sposób kodowania wartości nastaw zdefiniowany jest w pliku 'uCZIPBSET.BIN'.

W zależności od typu nastawy pod danym adresem maksymalne wartości mogą być różne.

5. Sterowania.

Sterowanie odbywa się przez zapis bitu do rejestru funkcją 5 Write Single Coil.

Adres wskazuje na numer indeksu do sterowania (według definicji aplikacji), wartość rejestrów na typ operacji.

Możliwe są następujące typy sterowania (wg wartości bajtów H L pola Data):

- HL = 0x0000 [latch OFF] - ustawienie wyjścia funkora w aplikacji uREG w stan 0,
- HL = 0x0100 lub 0x0001 lub 0xFF00 lub 0x00FF [pulse ON pulse OFF] - ustawienie wyjścia funkora w aplikacji uREG w stan 1 na 10 ms i powrót do 0
- HL = 0x0003 [latch ON] - ustawienie wyjścia funkora w aplikacji uREG w stan 1.
- HL = 0x0200 lub 0x0002 [pulse OFF pulse ON] - ustawienie wyjścia funkora w aplikacji uREG w stan 0 na 10 ms i powrót do 1

Żądanie:

Kod funkcji	1 byte	0x05
Adres sterowania	2 bytes	0x0000 - 0x0800
16 – bitowa wartość	2 bytes	0x0000 – latch OFF 0xFF00 – pulse ON 0x0100 – pulse ON 0x0200 – pulse OFF 0x0300 – latch ON

Odpowiedź sterownika uREG:

Kod funkcji	1 byte	0x06
Potwierdzenie adresu	2 bytes	0x0400
Potwierdzona wartość	2 bytes	0x0000 - 0xFFFF

Przykład A: operacja telewyłącz (indeks 48):

0x01 0x05 0x00 0x30 0x00 0x01 CRC

Przykład B: operacja telezałącz (indeks 49):

0x01 0x05 0x00 0x31 0x00 0x01 CRC

Przykład C: operacja telekasuj (indeks 50):

0x01 0x05 0x00 0x32 0x00 0x01 CRC

6. Odczyt dziennika zdarzeń.

W sterowniku uREG dziennik zdarzeń jest cykliczny; znaczy to że nowsze zdarzenia nadpisują starsze. Czytanie dziennika jest dwu-etapowe. Pierwszy etap to próbkowanie czy są nowe zdarzenia. W odpowiedzi wysyłana jest liczba 16 – bitowa z wskazaniem liczby nowych zdarzeń.

Drugi etap to wyczytywanie dziennika zdarzeń.

Odczyt dziennika zdarzeń następuje przez wywołanie funkcji 0x14 (20) – czytanie rekordu.

Odczyt liczby dostępnych nowych zdarzeń w dzienniku.

Polecenie Odczytu rejestrów funkcja 20; identyfikator pliku (file number = 0), rekord = 0. długość 1 (1 x 16 bit)

Żądanie:

Kod funkcji	1 byte	0x14
Licznik bajtów	1 bytes	0x07
Typ referencji	1 bytes	0x06
Numer pliku	2 bytes	0x0000
Rekord pliku	2 bytes	0x0000
Długość	2 bytes	0x0001

Odpowiedź sterownika uREG:

Kod funkcji	1 byte	0x14
Licznik bajtów	2 bytes	0x0002
Licznik nowych zdarzeń	2 bytes	0x0000 - 0x00FF

Odczyt zdarzeń z dziennika zdarzeń funkcją 20 (0x14) Read File Record.

Żądanie:

Kod funkcji	1 byte	0x14
Licznik bajtów	1 bytes	0x07
Typ referencji	1 bytes	0x06
Numer pliku	2 bytes	0x0001
Rekord pliku	2 bytes	0x0000
Liczba rekordów	2 bytes	0x0001

Odpowiedź sterownika uREG:

Kod funkcji	1 byte	0x14	
Licznik bajtów	2 bytes	0x000C	
Zdarzenia	12 bytes	<i>Poniżej opis</i>	
Czas zdarzenia - sekundy	Milisekundy	Kod zdarzenia	Wartość analogowa zdarzenia
4 bytes	2 bytes	2 bytes	4 bytes

Czas zdarzenia. Liczba sekund jaka upłynęła od 1970.01.01 00:00:00

Kod zdarzenia. 15 bit (MSB) zdarzenia, informuje czy indeks przeszedł z stanu 0 → 1 (15 bit = 1) lub z 1 → 0 (15 bit = 0).

Wartość analogowa (RMS) w momencie wystąpienia zdarzenia. Wartość analogowa typu float (ieee754).

Przykład zdarzenia:

Pytanie: 0x14 0x07 0x06 0x00 0x01 0x00 0x00 0x00 0x10

Odczyt dziennika zdarzeń (file number 0x00 0x01), od rekord = 0, 16 rekordów

Odpowiedź:

0x14 0xc0 (odczyt rekordu, 0xc0 – bytes; 16 – rekordów po 12 bytes)

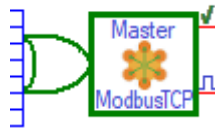
```
0x61 0xd8 0x0a 0x5a 0x00 0x95 0x80 0xf6 0x00 0x00 0x00 0x00
0x61 0xd8 0x0a 0x5a 0x00 0x93 0x80 0xf9 0x00 0x00 0x00 0x00
0x34 0xd8 0x0a 0x5a 0x00 0x4a 0x00 0xba 0x00 0x00 0x00 0x00
0x34 0xd8 0x0a 0x5a 0x00 0x95 0x80 0xfc 0x00 0x00 0x00 0x00
0x34 0xd8 0x0a 0x5a 0x00 0x93 0x80 0xfb 0x00 0x00 0x00 0x00
0x29 0xd8 0x0a 0x5a 0x00 0x9c 0x81 0x03 0x00 0x00 0x00 0x00
0x29 0xd8 0x0a 0x5a 0x00 0x9b 0x81 0x04 0x00 0x00 0x00 0x00
0x29 0xd8 0x0a 0x5a 0x00 0x99 0x80 0xf8 0x00 0x00 0x00 0x00
0x29 0xd8 0x0a 0x5a 0x00 0x97 0x80 0xf7 0x00 0x00 0x00 0x00
0x29 0xd8 0x0a 0x5a 0x00 0x96 0x80 0xf5 0x00 0x00 0x00 0x00
0x29 0xd8 0x0a 0x5a 0x00 0x94 0x81 0x02 0x00 0x00 0x00 0x00
0x29 0xd8 0x0a 0x5a 0x00 0x93 0x81 0x01 0x00 0x00 0x00 0x00
0x26 0xd8 0x0a 0x5a 0x00 0xad 0x80 0xf4 0x00 0x00 0x00 0x00
0x25 0xd8 0x0a 0x5a 0x00 0x71 0x80 0xba 0x00 0x00 0x00 0x00
0x25 0xd8 0x0a 0x5a 0x00 0x42 0x00 0xb7 0x00 0x00 0x00 0x00
0x25 0xd8 0x0a 0x5a 0x00 0x39 0x01 0x10 0x00 0x00 0x00 0x00
```

Po zdekodowaniu:

```
2017.11.14 10:20:56 0196 1 246 0.000000
2017.11.14 10:20:56 0195 1 249 0.000000
2017.11.14 10:20:11 0153 0 186 0.000000
2017.11.14 10:20:11 0197 1 252 0.000000
2017.11.14 10:20:11 0195 1 251 0.000000
2017.11.14 10:20:00 0203 1 259 0.000000
2017.11.14 10:20:00 0202 1 260 0.000000
2017.11.14 10:20:00 0200 1 248 0.000000
2017.11.14 10:20:00 0198 1 247 0.000000
2017.11.14 10:20:00 0197 1 245 0.000000
2017.11.14 10:20:00 0196 1 258 0.000000
2017.11.14 10:20:00 0195 1 257 0.000000
2017.11.14 10:19:57 0221 1 244 0.000000
2017.11.14 10:19:56 0126 1 186 0.000000
2017.11.14 10:19:56 0084 0 183 0.000000
2017.11.14 10:19:56 0076 0 272 0.000000
```

Modbus MASTER

Modbus MASTER, jest trybem inicjowania połączenia na żądanie w protokole Modbus z urządzeniem lub urządzeniami podrzędnymi (SLAVE).



Aktywowanie trybu (Modbus MASTER) następuje przez wybranie odpowiedniej kombinacji nastaw protokolarnych w grupie Nastawy Pomocnicze (program Monitor3).

Po zmianie nastawy, wymagany jest restart urządzenia.

Wszystkie wyczytane wartości analogowe niezależnie czy są 16 bitowe czy 32-bitowe, w sterowniku uREG zapamiętane zostają jako 32 bitowe.

Konwersja wyczytanych danych z urządzenia podrzędnego (sposób kodowania pomiarów) następuje poprzez wybór nastawy.

Pobudzenie wejścia funkтора stanem wysokim, wpisuje do kolejki ramkę z zapytaniem do urządzenia podrzędnego w protokole ModBus TCP.

Pierwsze wyjście funkтора sygnalizuje czy połączenie z urządzeniem podrzędnym zostało zestawione i czy odebrano odpowiedź na żądane zapytanie. Wyjście jest w stanie niskim (logiczne zero) gdy zerwano połączenie z urządzeniem podrzędnym.

Drugie wyjście impulsowe, wystawiane jest do stanu wysokiego w momencie otrzymania nowej odpowiedzi na żądane zapytanie. Służy do pobudzania następników (funktorów w aplikacji) z informacją o nowych danych. Wyjście zerowane jest z chwilą wpisania nowej ramki do kolejki.

Nastawienie funkтора:

- max. czas oczekiwania na odpowiedź. Po tym czasie, wartość jest pomijana
- docelowy adres IP urządzenia podrzędnego,
- docelowy numer portu IP urządzenia podrzędnego (domyślnie 502),
- identyfikator urządzenia (Unit ID)
- Function code – kod funkcji od 1 – 4. Dla sterowników uREG:
 - **fun. Code: 1 - Żądanie odczytu indeksów aplikacji.**
 - **fun. Code: 2 – Żądanie odczytu stanu wejść i wyjść na zaciskach sterownikami**
 - **fun. Code: 3 – Żądanie odczytu pomiarów i nastawach**
- adres początkowy obszaru rejestrów
- zakres czytanych danych
- odczyt kierowany do pamięci (docelowej wskazanej nastawą):
 - - pomiary zewnętrzne (analog scada)
 - - stany binarne zewnętrzne (analog binary)
 - - pomiary zewnętrzne (w pamięci rejestratora)
 - - stany binarne zewnętrzne (w pamięci rejestratora)
- offset w pamięci (docelowej wskazanej nastawą); pomiary zewnętrzne lub stany binarne zewnętrzne
- sposób kodowania pomiarów:

- 0 : 32-bit z znakiem, kodowanie little endian
- 1: 16-bit z znakiem, kodowanie little endian
- 2 : 2x 16-bit z znakiem, kodowanie big endian
- 3 : 32-bit z znakiem, kodowanie big endian
- 4 : 16-bit z znakiem big endian
- 5 : 16-bit bez znaku little endian
- 6 : 32-bit big endian (wartości typu float – IEEE 754)
- 7 : 32-bit little endian (wartości typu float – IEEE 754)
- 8 : 16-bit bez znaku big endian
- 9 : 2x16 bit => 32-bit big endian (wartości typu float – IEEE 754)
- 10 : 2x16 bit => 32-bit little endian (wartości typu float – IEEE 754)

Poniżej w tabelach zestawiono przykład dekodowania odpowiedzi na pytania.

Modbus TCP pytanie		Function code:3 → read holding registers Word count: 4			
Modbus TCP odpowiedź		Function code:3 → read holding registers Byte count: 8 Data (hex): 0x04D2 0x0000 0xC350 0x0000 Przesłane wartości w kodowaniu INT			
Dekodowanie		Pamięć uREG wartości analogowe pobrane z urządzeń podrzędnych. Pomiar można wyczytać w programie Monitor3 w oknie funkcyjnym COMMC poleceniami: PM200 – pomiar 0 PM201 – pomiar 1 PM202 – pomiar 2 PM203 – pomiar 3 Wartości po zdekodowaniu będą widoczne w programie Monitor3 i protokołach DNP3, IEC 60870-5-104			
		Pomiar: 0	Pomiar: 1	Pomiar: 2	Pomiar: 3
0: i32 le	Zapis big endian	0xD2040000	0x50C30000		
	Dziesiętnie	-771489792	1354956800		
1: i32 le	Zapis big endian	0xFFFFD204	0x00000000	0x000050C3	0x00000000
	Dziesiętnie	-11772	0	20675	0
2: 2x u16 be	Zapis big endian	0x04D20000	0xC3500000	0x00000000	0x00000000
	Dziesiętnie	80871424	-1018167296	0	0
3: i32 be	Zapis big endian	0x000004D2	0x0000C350	0x00000000	0x00000000
	Dziesiętnie	1234	50000	0	0
4: i16 be	Zapis big endian	0x000004D2	0x00000000	0xFFFFC350	0x00000000
	Dziesiętnie	1234	0	-15536	0
5: u16 le	Zapis big endian	0x0000D204	0x00000000	0x000050C3	0x00000000
	Dziesiętnie	53764		20675	0
8: u16 be	Zapis big endian	0x000004D2	0x00000000	0x0000C350	0x00000000
	Dziesiętnie	1234	0	50000	0
<p>Legenda: be – big endian le – little endian i32 – integer 32 bit (znakowany) i16 – integer 16 bit (znakowany) u16 – integer 16 bit (bez naku) f32 – float 32 bit (kodowanie ieee754) 2xf16 – 2 x word 16bit => float 32 bit (kodowanie ieee754)</p>					

Modbus TCP pytanie	Function code:3 → read holding registers Word count: 4				
Modbus TCP odpowiedź	Function code:3 → read holding registers Byte count: 8 Data (hex): 0x449A 0x4000 0x4743 0x5000 Wartość 0x449A4000 (bigendian) = 1234 Wartość 0x47435000 (bigendian) = 50000 Przesłane wartości w kodowaniu IEEE 754				
Dekodowanie	Pamięć uREG wartości analogowe pobrane z urządzeń podrzędnych. Pomiar można wyczytać w programie Monitor3 w oknie funkcyjnym COMMC poleceniami: PM200 – pomiar 0 PM201 – pomiar 1 PM202 – pomiar 2 PM203 – pomiar 3 Wartości po zdekodowaniu będą widoczne w programie Monitor3 i protokołach DNP3, IEC 60870-5-104				
		Pomiar: 0	Pomiar: 1	Pomiar: 2	Pomiar: 3
6: f32 le	Zapis big endian	0x4000449A	0x50004743		
	Dziesiętnie	2.004 (błąd)	błąd		
7: f32 be(ieee754)	Zapis big endian	0x9A44040	0x43470050		
	Dziesiętnie	Błąd	błąd		
9: 2xf16 le(ieee754)	Zapis big endian	0x449A4000	0x47435000		
	Dziesiętnie	1234.0	50000.0		
10: 2xf16 be(ieee754)	Zapis big endian	0x00409A44	0x00504347		
	Dziesiętnie	błąd	błąd		
<p>Legenda: be – big endian le – little endian i32 – integer 32 bit (znakowany) i16 – integer 16 bit (znakowany) u16 – integer 16 bit (bez naku) f32 – float 32 bit (kodowanie ieee754) 2xf16 – 2 x word 16bit => float 32 bit (kodowanie ieee754)</p>					

Modbus MASTER – sterowanie analogowe

Funktor Modbus Master – sterowania analogowe dedykowany jest do obsługi urządzeń podrzędnych.



Do urządzenia podrzędnego zapisywana jest dana 16 bitowa lub 2 x 16 bit (32 bitowa). Zapis następuje w chwili pobudzenia funkatora stanem wysokim (zbocze narastające). Pobudzenie, wstawia funkcje zapisu do kolejki Modbus TCP. Następnie na podstawie nastawień przygotowywana jest ramka w formacie ModbusTCP z danymi wskazanymi w źródle wartości i nastawionym kodowaniem wartości.

Nastawienie funkatora.

- czas oczekiwania na zestawienie połączenia na TCP/IP i zapis danych do urządzenia podrzednego
- adres IPv4 urządzenia podrzednego
- port IP nasłuchu protokołu ModbusTCP w urządzeniu podrzednym. Port IP nadawcy (sterownika uREG) jest losowy
- unitID – adres logiczny urządzenia podrzednego
- kod funkcji – kod funkcji w protokole ModbusTCP. Domyślnie nastawiamy wartość 6 (Write register) → zapis rejestru 16 bitowego. W przypadku zapisu wartości 32 bitowych, może być konieczne nastawienie funkcji 16 (Write multi-register) → zapis kilku rejestrów 16-bitowych. Dla opisywanego funkatora mogą to być dwa rejestry 16 – bitowe
- adres Modbus – adres rejestru w urządzeniu podrzednym do którego będzie adresowana wartość
- źródło wartości analogowej która ma zostać zapisana do urządzenia podrzednego. Wartości analogowe mogą pochodzić z różnych źródeł, takich jak:
 - pomiary przeliczone na strone pierwotną,
 - pomiary strony wtórnej,
 - wartości odczytane z innych urządzeń podrzednych
 - wartości zapisane do sterownika poprzez sterowania analogowe z systemu SCADA
 - wartości pośrednie, wyliczeniowe
- offset w źródle – po wskazaniu źródła podajemy offset czyli przesunięcie względem początku tabeli źródła.
- Format danych, wskazuje że dane z wybranego źródła z wskazanym offsetem będą przekazywane jako 16 bitowe czy jako 32 bitowe. Przykład. Sterowanie ograniczeniem mocy czynnej w %, przekazywane jest na ogół jako wartość w zakresie 0 – 100, jako że wartość mieści się w 16 bitwach może zostać przekazana jako 16 bitowa.
- Kodowanie – wskazuje na format zapisu wartości w kodowaniu little endian lub big enedian

Kodowanie wartości do rejestru.

Urządzenia podrzędne przyjmują wartości sterowania w różnych formatach kodowania wartości 32 bitowej. Dane mogą być przesłane jako stałopozycyjne (tzn. integer) lub zmiennopozycyjne w kodowaniu IEEE754.

Protokół Modbus, jest protokołem bez zdefiniowanej normy co do przesyłania wartości. W tej kwestii panuje pełna swoboda. Wartości 32 bitowe przesyłane są w różnych kombinacjach liczby 16 bitowej.

Poniższa tabela prezentuje sposób kodowania wartości rejestrów liczby 1000 zapisie dziesiętnym.

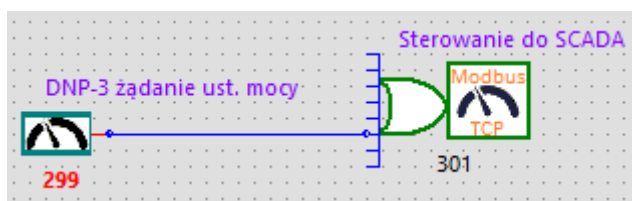
Konfiguracja	Rejestr 0: 16 bit	Rejestr 1: 16 bit
Wartość dziesiętnie 1000 w zapisie HEX 0x03E8		
Format: int 16 bit/ little endian	0xE803	-----
Format: int 16 bit/ big endian	0x03E8	-----
Format: int 32 bit/ little endian	0x0000	0x03E8
Format: int 32 bit/ big endian	0x03E8	0x0000
Format: int 2x16 bit/ little	0x0000	0xE803
Format: int 2x16 bit/ big endian	0xE803	0x0000
Wartość dziesiętnie 1000 w zapisie float HEX 0x447A0000		
Format: float 32 bit/ little endian	0x447A	0x0000
Format: float 32 bit/ big endian	0x0000	0x447A
Format: float 2x16 bit/ little endian	0x0000	0x7A44
Format: float 2x16 bit/ big endian	0x7A44	0x0000

Przykład sterownia

Funktor o numerze 299 (DNP3 żądanie ustawienia mocy) dedykowany jest do spontanicznego odbioru danych analogowych przesłanych przez system nadrzędny. Przyjęcie danych może również odbyć się w protokole IEC 60870-5-104. Wartość przesłana w protokole DNP3 lub IEC 60870-5-104 zapisywana jest w wskazanej w nastawieniu funkтора tablicy docelowej z offsetem względem początku.

Funktor o numerze 301 (Sterowanie do SCADA) spontanicznie przekazuje wartość analogową do podrzędnych urządzeń w protokole ModBus TCP. Wartość analogowa pobiera na jest z tablicy wskazanej w nastawieniu funkтора z nastawionym offsetem.

Linia łącząca funktor 299 i 301 służy do pobudzania (powiadamiania) funkтора 301 o odbiorze nowej wartości przez funktor 299.



W omawianym przykładzie. Funktor 299 i 301 powinien wskazywać na tę samą tablicę (3: wartości analogowe) z tym samym offsetem (np. 0).

Opisany przykład stanowi tylko podstawę do budowy znacznie bardziej zaawansowanych algorytmów sterowania zależnych od stanu łącznika(ów) i innych automatyk, w tym blokad.

Dla protokołów DNP 3 i IEC 60870-5-104, format i kodowanie przekazanej wartości analogowej wymusza stosowna norma.

Dla protokołu Modbus, brak jakiegokolwiek normalizacji, sprawia konieczność empirycznego sprawdzenia poprawności kodowania wartości analogowej. Stosowny opis w: Kodowanie wartości do rejestru

Nastawienie funkтора (Modbus TCP):

- Max. czas oczekiwania na odpowiedź potwierdzenia. Po tym czasie, wartość jest pomijana
Zalecane jest ustawienie wartości min. 1.0 sekunda jako dokładny
- Adresacja:
docelowy adres IP urządzenia podrzędneho,
docelowy numer portu IP urządzenia podrzędneho (domyślnie 502),
Ustawienie adresu IP na wartość 0.0.0.0 oraz port IP na wartość 0 przełącza sterowanie na Modbus RTU (sprzęgi RS-485, AUX-485). Przetawienie na RTU wymaga powołania na arkusz serwera Modbus RTU
- identyfikator urządzenia (Unit ID) (lub adres RTU)
- Function code – kod funkcji 5 – zapis do rejestru
- adres rejestru
- źródło danych analogowych:
 - 0: pomiary pierwotne
 - 1: pomiary wtórne
 - 2: pomiary zewnętrzne (z innych systemów SCADA)
 - 3: wartości analogowe (wartości analogowe otrzymane przez sterowanie w protokole DNP3, IEC 60870-5-101/104)

- offset w źródle danych (dotyczy źródeł 0 – 3)
- kodowanie danych źródłowych w ModBus TCP:
 - 0: 16 - bitów
 - 1: 32 – bity
 - 2: IEEE 754
- format danych
 - 0: little endian (domyślny)
 - 1: big endian

DODATEK

Pomiary strona pierwotna (wartości 32 bitowe)							
Numer pomiaru	Opis i jednostka		Numer indeksu (adres) INTEGER	Podzielnik wartości INTEGER	Numer indeksu (adres) IEEE 754	Adres Modbus INT 32 bit (dziesiętnie)	Adres Modbus IEEE 754 (dziesiętnie)
0	Prąd IL1	A	0	10	256	5120	6400
1	Prąd IL2	A	1	10	257	5122	6402
2	Prąd IL3	A	2	10	258	5124	6404
3	Prąd Ifmax	A	3	10	259	5126	6406
4	Prąd IO	A	4	100	260	5128	6408
5	Prąd Ig	A	5	100	261	5130	6410
6	Napięcie U0	kV	6	100	262	5132	6412
7	Napięcie UL1	kV	7	100	263	5134	6414
8	Napięcie UL2	kV	8	100	264	5136	6416
9	Napięcie UL3	kV	9	100	265	5138	6418
10	Napięcie U12	kV	10	100	266	5140	6420
11	Napięcie U23	kV	11	100	267	5142	6422
12	Napięcie U31	kV	12	100	268	5144	6424
13	Moc czynna P3	MW	13	1000	269	5146	6426
14	Moc bierna Q3	MVar	14	1000	270	5148	6428
15	Częstotliwość	Hz	15	100	271	5150	6430
16	Pochod. df/dt	Hz/s	16	100	272	5152	6432
17	P3max 15min 0	MW	17	1000	273	5154	6434
18	Q3max 15min 0	MVar	18	1000	274	5156	6436
19	P3max 15min 1	MW	19	1000	275	5158	6438
20	Q3max 15min 1	MVar	20	1000	276	5160	6440
21	P3max 15min 2	MW	21	1000	277	5162	6442
22	Q3max 15min 2	MVar	22	1000	278	5164	6444
23	P3max 15min 3	MW	23	1000	279	5166	6446
24	Q3max 15min 3	MVar	24	1000	280	5168	6448
25	Energia Ecz+0	MWh	25	1000	281	5170	6450
26	Energia Ecz+1	MWh	26	1000	282	5172	6452
27	Energia Ecz+2	MWh	27	1000	283	5174	6454
28	Energia Ecz+3	MWh	28	1000	284	5176	6456
29	Energia Ecz-0	MWh	29	1000	285	5178	6458
30	Energia Ecz-1	MWh	30	1000	286	5180	6460

31	Energia Ecz-2 MWh	31	1000	287	5182	6462
32	Energia Ecz-3 MWh	32	1000	288	5184	6464
33	Energia Ebr+0 MVarh	33	1000	289	5186	6466
34	Energia Ebr+1 MVarh	34	1000	290	5188	6468
35	Energia Ebr+2 MVarh	35	1000	291	5190	6470
36	Energia Ebr+3 MVarh	36	1000	292	5192	6472
37	Energia Ebr-0 MVarh	37	1000	293	5194	6474
38	Energia Ebr-1 MVarh	38	1000	294	5196	6476
39	Energia Ebr-2 MVarh	39	1000	295	5198	6478
40	Energia Ebr-3 MVarh	40	1000	296	5200	6480
41	ECz+ całkow. MWh	41	1000	297	5202	6482
42	ECz- całkow. MWh	42	1000	298	5204	6484
43	EBr+ całkow. MVarh	43	1000	299	5206	6486
44	EBr- całkow. MVarh	44	1000	300	5208	6488
45	tg(FI) Q3/P3	45	100	301	5210	6490
46	tg(FI)Q3m/P3m	46	100	302	5212	6492
47	tg(FI) strefy	47	100	303	5214	6494
48	tg(FI) sr.cal	48	100	304	5216	6496
49	Prąd kumul. 1 kA	49	1000	305	5218	6498
50	Prąd kumul. 2 kA	50	1000	306	5220	6500
51	Prąd kumul. 3 kA	51	1000	307	5222	6502
52	Prąd kumul. 4 kA	52	1000	308	5224	6504
53	Prąd rezystor A	53	1000	309	5226	6506
54	Nap. U0 2 kV	54	100	310	5228	6508
55	Nap. U12 2 kV	55	100	311	5230	6510
56	Nap. U23 2 kV	56	100	312	5232	6512
57	Nap. U31 2 kV	57	100	313	5234	6514
58	Nap. U110 2 kV	58	100	314	5236	6516
59	Nap. U110 1 kV	59	100	315	5238	6518
60	Nap. U0 1 kV	60	100	316	5240	6520
61	Nap. UL1 1 kV	61	100	317	5242	6522
62	Nap. UL2 1 kV	62	100	318	5244	6524
63	Nap. UL3 1 kV	63	100	319	5246	6526
64	Nap. U12 1 kV	64	100	320	5248	6528
65	Nap. U23 1 kV	65	100	321	5250	6530
66	Nap. U31 1 kV	66	100	322	5252	6532

67	S1 Nap. Ud	kV	67	100	323	5254	6534
68	S1 s	%	68	100	324	5256	6536
69	S1 Ipoj	A	69	10	325	5258	6538
70	S1 d0	-	70	100	326	5260	6540
71	S1 lind	A	71	10	327	5262	6542
72	S1 Ireszt	A	72	10	328	5264	6544
73	S2 Nap. Ud	kV	73	100	329	5266	6546
74	S2 s	%	74	100	330	5268	6548
75	S2 Ipoj	A	75	10	331	5270	6550
76	S2 d0	-	76	100	332	5272	6552
77	S2 lind	A	77	10	333	5274	6554
78	S2 Ireszt	A	78	10	334	5276	6556
79	Kąt U0I0	deg	79	0	335	5278	6558
80	Prąd IL1 [2]	A	80	100	336	5280	6560
81	Prąd IL2 [2]	A	81	100	337	5282	6562
82	Prąd IL3 [2]	A	82	100	338	5284	6564
83	cos(fi)		83	100	339	5286	6566
84	Częstot. [2]	Hz	84	100	340	5288	6568
85	Moc czynna P3 2 MW		85	1000	341	5290	6570
86	Moc bierna Q3 2 Var		86	1000	342	5292	6572
87	tg(FI) Q3/P3 2		87	100	343	5294	6574
88	Moc czynna P3	kW	88	100	344	5296	6576
89	Moc bierna Q3	kVar	89	100	345	5298	6578
90	Nap. U12 3	kV	90	100	346	5300	6580
91	Nap. U23 3	kV	91	100	347	5302	6582
92	Nap. U31 3	kV	92	100	348	5304	6584
93	Prąd IL1 [3]	A	93	100	349	5306	6588
94	Prąd IL2 [3]	A	94	100	350	5308	6590
95	Prąd IL3 [3]	A	95	100	351	5310	6592

Pomiary strona wtórna (wartości 32 bitowe)							
Numer pomiaru	Opis i jednostka	Numer indeksu (adres) INTEGER	Podzielnik wartości INTEGER	Numer indeksu (adres) IEEE 754	Adres Modbus INT 32 bit	Adres Modbus IEEE 754	
0	Prąd IL1 A	96	100	352	5632	6912	
1	Prąd IL2 A	97	100	353	5634	6914	
2	Prąd IL3 A	98	100	354	5636	6916	
3	Prąd Ifmax A	99	100	355	5638	6918	
4	Prąd IO mA	100	1	356	5640	6920	
5	Prąd Ig mA	101	1	357	5642	6922	
6	Napięcie U0 V	102	10	358	5644	6924	
7	Napięcie UL1 V	103	10	359	5646	6926	
8	Napięcie UL2 V	104	10	360	5648	6928	
9	Napięcie UL3 V	105	10	361	5650	6930	
10	Admitancja Y0 mS	106	10	362	5652	6932	
11	Konduktan. G0 mS	107	100	363	5654	6934	
12	Susceptan. B0 mS	108	100	364	5656	6936	
13	Moc czynna P3 W	109	10	365	5658	6938	
14	Moc bierna Q3 Var	110	10	366	5660	6940	
15	P3 15 min cz W	111	10	367	5662	6942	
16	Q3 15 min br Var	112	10	368	5664	6944	
17	Częstotliwość Hz	113	100	369	5666	6946	
18	Pochod. df/dt Hz/s	114	100	370	5668	6948	
19	Napięcie U12 V	115	10	371	5670	6950	
20	Napięcie U23 V	116	10	372	5672	6952	
21	Napięcie U31 V	117	10	373	5674	6954	
22	Prąd I _{max} A	118	100	374	5676	6956	
23	Prąd I _{min} A	119	100	375	5678	6958	
24	Napięcie U _{max} V	120	10	376	5680	6960	
25	Napięcie U _{min} V	121	10	377	5682	6962	
26	Nap. U0 2 V	122	10	378	5684	6964	
27	Nap. U12 2 V	123	10	379	5686	6966	
28	Nap. U23 2 V	124	10	380	5688	6968	
29	Nap. U31 2 V	125	10	381	5690	6970	
30	Nap. U110 2 V	126	10	382	5692	6972	

31	Nap. U110	1	V	127	10	383	5694	6974
32	Nap. U0	1	V	128	10	384	5696	6976
33	Nap. UL1	1	V	129	10	385	5698	6978
34	Nap. UL2	1	V	130	10	386	5700	6980
35	Nap. UL3	1	V	131	10	387	5702	6982
36	Nap. U12	1	V	132	10	388	5704	6984
37	Nap. U23	1	V	133	10	389	5706	6986
38	Nap. U31	1	V	134	10	390	5708	6988
39	S1 A Nap. Uw		V	135	10	391	5710	6990
40	S1 A Prąd Iw		A	136	100	392	5712	6992
41	S1 A Kąt Uwlw		deg	137	100	393	5714	6994
42	S1 A Nap. Ud		V	138	10	394	5716	6996
43	S1 A Nap. Uds		V	139	10	395	5718	6998
44	S1 A Prąd Id		mA	140	1	396	5720	7000
45	S1 A Prąd Ids		mA	141	1	397	5722	7002
46	S1 B Nap. Uw		V	142	10	398	5724	7004
47	S1 B Prąd Iw		A	143	100	399	5726	7006
48	S1 B Kąt Uwlw		deg	144	100	400	5728	7008
49	S1 B Nap. Ud		V	145	10	401	5730	7010
50	S1 B Nap. Uds		V	146	10	402	5732	7012
51	S1 B Prąd Id		mA	147	1	403	5734	7014
52	S1 B Prąd Ids		mA	148	1	404	5736	7016
53	S2 A Nap. Uw		V	149	10	405	5738	7018
54	S2 A Prąd Iw		A	150	100	406	5740	7020
55	S2 A Kąt Uwlw		deg	151	100	407	5742	7022
56	S2 A Nap. Ud		V	152	10	408	5744	7024
57	S2 A Nap. Uds		V	153	10	409	5746	7026
58	S2 A Prąd Id		mA	154	1	410	5748	7028
59	S2 A Prąd Ids		mA	155	1	411	5750	7030
60	S2 B Nap. Uw		V	156	10	412	5752	7032
61	S2 B Prąd Iw		A	157	100	413	5754	7034
62	S2 B Kąt Uwlw		deg	158	100	414	5756	7036
63	S2 B Nap. Ud		V	159	10	415	5758	7038
64	S2 B Nap. Uds		V	160	10	416	5760	7040
65	S2 B Prąd Id		mA	161	1	417	5762	7042
66	S2 B Prąd Ids		mA	162	1	418	5764	7044

67	dU/dt	V/s	163	10	419	5766	7046
68	Kąt U0I0	deg	164	10	420	5768	7048
69	Prąd IL1 [2]	A	165	1000	421	5770	7050
70	Prąd IL2 [2]	A	166	1000	422	5772	7052
71	Prąd IL3 [2]	A	167	1000	423	5774	7054
72	Częstot. [2]	Hz	168	100	424	5776	7056
73	Moc czynna P3 [2] W		169	10	425	5778	7058
74	Moc bierna Q3 [2] Var		170	10	426	5780	7060
75	Kąt synch_[1]-[2]	deg	171	10	427	5782	7062
76	Vector Shift [1]	deg	172	10	428	5784	7064
77	Nap. U12 3	V	173	10	429	5786	7066
78	Nap. U23 3	V	174	10	430	5788	7068
79	Nap. U31 3	V	175	10	431	5790	7070
80	Prąd IL1 [3]	A	176	1000	432	5792	7072
81	Prąd IL2 [3]	A	177	1000	433	5794	7074
82	Prąd IL3 [3]	A	178	1000	434	5796	7076
83	Prąd diff_I1	A	179		435	5798	7078
84	Prąd diff_I2	A	180		436	5800	7080
85	Prąd diff_I1	A	181		437	5802	7082
86	Prąd restr_I1	A	182		438	5804	7084
87	Prąd restr_I2	A	183		439	5806	7086
88	Prąd restr_I3	A	184		440	5808	7088
89	Prąd SymmC_Is0 zero	A	185		441	5810	7090
90	Prąd SymmC_Is1 posi	A	186		442	5812	7092
91	Prąd SymmC_Is2 nega	A	187		443	5814	7094
92	Moc czynna P3 [3] W		188	10	444	5816	7096
93	Moc bierna Q3 [3] Var		189	10	445	5818	7098
94	Nap. Us [1]	V	190	10	446	5820	7100
95	Nap. Us [2]	V	191	10	447	5822	7102
96	cos_ph [1]		192	1	448	5824	7104
97	cos_ph [2]		193	1	449	5826	7106
98	cos_ph [3]		194	1	450	5828	7108
99	reserved		195		451	5830	7110
100	DC I_in (4-20mA) [0]		196	1	452	5832	7112
101	DC I_in (4-20mA) [1]		197	1	453	5834	7114
102	DC I_in (4-20mA) [2]		198	1	454	5836	7116

103	DC I_in (4-20mA) [3]	199	1	455	5838	7118
104	DC U_in (0 - +/-10V) [0]	200	1	456	5840	7120
105	DC U_in (0 - +/-10V) [1]	201	1	457	5842	7122
106	DC U_in (0 - +/-10V) [2]	202	1	458	5844	7124
107	DC U_in (0 - +/-10V) [3]	203	1	459	5846	7126

Pomiary z zewnętrznego systemu SCADA (pomiary 32-bitowy)

Numer pomiaru	Opis i jednostka	Numer indeksu (adres) INTEGER	Numer indeksu (adres) IEEE 754
0	Pomiar 0	2048	-
.....	-
128	Pomiar 128	2170	-

Pomiary z zewnętrznego systemu SCADA (pomiary 16-bitowy)

Numer pomiaru	Opis i jednostka	Numer indeksu (adres) INTEGER	Numer indeksu (adres) IEEE 754
0	Pomiar 0	2560	-
.....	-
128	Pomiar 128	2688	-

Pomiary koncentratora ModBUS TCP/IP

Numer pomiaru	Opis i jednostka	Numer indeksu (adres)	Numer indeksu (adres) IEEE 754
0	Pomiar 0	4096	-
.....	-
1024	Pomiar 1024	5120	-