



NIP 631-111-43-41
44-121 Gliwice ul. Kozielska 193b
tel: 775 35 85 , 775 35 86 , fax 775 35 85
kom: 602 60 92 94
e-mail: biuro@energo-inwest.pl

Inwestor: EKOENERGIA SILESIA SA.
ul. Żeliwna 38
40-599 Katowice

Adres Inwestycji: 40-599 Katowice ul. Żeliwna 38

**PROJEKT WYKONAWCZY
UKŁAD ZABEZPIECZEŃ I TELEMCHANIKI
ELEKTROWNIA FOTOWOLTAICZNA
PARK PRZEMYSŁOWO TECHNOLOGICZNY
KATOWICE UL. ŻELIWNA 38
ETAP 2**

PROJEKTOWAŁ:

mgr inż. Bogusław SZPETMAN
upr. nr 177/91 ,
instalacyjno-inżynieryjnej w zakresie
instalacji elektrycznych ,

mgr inż. Bogusław Szpetman
Upr. bud. § 5 ust. 1 § 6 ust. 1
§ 7 i § 13 ust. 1 pkt 4 lit. d
Nr 177/91

SPRAWDZIŁ:

inż. Edward MOROZ
upr. nr 120/75 ,
instalacyjno-inżynieryjnej w zakresie sieci
i instalacji elektrycznych ,

EDWARD MOROZ
inż. elektryk
uprawniony do projektowania
kierowania i nadzorowania robót
budowlanych
Upr. Nr 120/75 UW Katowice

Gliwice, 10.2015r.

2. SPIS TREŚCI

1. Strona tytułowa

2. Spis treści

3. Założenia

- 3.1 Przedmiot opracowania
- 3.2 Dane wyjściowe
- 3.3 Zakres opracowania

4. Opis techniczny

- 4.1 Stan istniejący
- 4.2 Stan projektowany
- 4.3 Rozdzielnica główna niskiego napięcia 1RG
- 4.4 Instalacja ochrony od porażeń prądem elektrycznym

5. Obliczenia techniczne

6. Telemechanika

7. Uwagi końcowe

8. Zestawienie podstawowych materiałów dla telemechaniki

9. Spis rysunków

- | | |
|---|-------------------|
| 9.1 Schemat ideowy układu zasilania-lokalizacja elementów zabezpieczeń i telemechaniki | rys. nr EST-01.PT |
| 9.2 Schemat ideowy układu zasilania-lokalizacja elementów zabezpieczeń i nastawy zabezpieczeń | rys. nr EST-02.PT |
| 9.3 Rozmieszczenie urządzeń telemechaniki w obiekcie | rys. nr EST-03.PT |
| 9.4 Schemat ideowy układów telemechaniki | rys. nr EST-04.PT |
| 9.5 Schemat ideowy telepomiarów dla pola farmy fotowoltaicznej | rys. nr EST-05.PT |
| 9.6 Schemat ideowy telepomiarów dla pola transformatorowego nN | rys. nr EST-06.PT |
| 9.7 Schemat ideowy miernika P43 dla pola farmy fotowoltaicznej | rys. nr EST-07.PT |
| 9.8 Schemat ideowy miernika P43 dla pola transformator nN | rys. nr EST-08.PT |
| 9.9 Schemat układu łączności dla telemechaniki | rys. nr EST-09.PT |
| 9.10 Schemat połączeń w szafie sterownika telemechaniki | rys. nr EST-10.PT |
| 9.11 Schemat montażowy podłączenia sygnałów zewnętrznych do sterownika telemechaniki | rys. nr EST-11.PT |
| 9.12 Schemat ideowy rozdzielnic RSN-6kV | rys. nr EST-12.PT |
| 9.13 Schemat ideowy obwodów sterowania pole nr 1 rozdzielnic RSN-6kV | rys. nr EST-13.PT |
| 9.14 Schemat ideowy pole nr 2 obwody napięciowe | rys. nr EST-14.PT |
| 9.15 Schemat ideowy pole nr 4 obwody napięciowe | rys. nr EST-15.PT |
| 9.16 Schemat ideowy układów sterowań, sygnały dla telemechaniki z rozd. RSN-6kV | rys. nr EST-16.PT |
| 9.17 Schemat montażowy rozdzielnic RG s.2 | rys. nr EST-17.PT |

3. Założenia

3.1 Przedmiot opracowania

Opracowanie niniejsze stanowi projekt wykonawczy układów zabezpieczeń i telemechaniki dla przyłączenia elektrowni fotowoltaicznej zlokalizowanych w budynku biurowo-usługowym Paku Przemysłowo-Technologicznego w Katowicach przy ul. Żeliwnej 38.

3.2 Dane wyjściowe

Jako dane wyjściowe do niniejszego opracowania posłużyły:

- dane wyjściowych określonych przez Inwestora,
- dane wyjściowych określone przez dostawców paneli fotowoltaicznych,
- warunków przyłączenia i aneksu nr 1 do warunków przyłączenia nr K/PPZ/13525a/2014 z dn. 10.08.2015.

3.3 Zakres opracowania

Opracowanie niniejsze obejmuje następujące elementy w zakresie wyposażenia w elementy zabezpieczeń ciągu zasilania budynku w energię elektryczną transformator nr 2 oraz niezbędne elementy telemechaniki umożliwiające zasilanie farmy fotowoltaicznej przyłączonych do rozdzielnic głównej 1RG s.2 w stacji transformatorowej budynku:

- elementy zabezpieczeń elektroenergetycznych w ciągu zasilania rozdzielnicą RSN-6kV,
- elementy zabezpieczeń elektroenergetycznych w ciągu zasilania rozdzielnicą główną niskiego napięcia 1 RG s.2,
- układy telemechaniki
- instalację ochrony przeciwporażeniowej

4. Opis techniczny

4.1. Stan istniejący.

Zgodnie z wytycznymi Tauron Dystrybucja SA Oddział Gliwice należy przebudować instalacje elektryczne wewnętrzne budynku /rozdzielnicą główną nN-0.4kV/ ze względu na wyprowadzenie z rozdzielnic RSN-6kV mocy i energii elektrycznej wyprodukowanej przez panele fotowoltaiczne.

W związku z tym faktem istniejącą w budynku stację transformatorową ST i jej wyposażenie dla potrzeb zasilania transformatora nr T2 należy przebudować. Przebudowa polegać będzie na:

- doposażeniu pola nr 4 rozdzielnic RSN-6kV /zasilanie transformatora T2/ w dodatkowe zabezpieczenia napięciowe i częstotliwościowe przekaźnik typu Micom 922 oraz dodatkowe elementy dla telemechaniki,
- doposażeniu rozdzielnic RSN-6kV pola nr 1, i 2 w dodatkowe elementy dla systemu telemechaniki,
- doposażeniu rozdzielnic 1RG s.2 -0.4kV pole dopływowe /zasilające/ w dodatkowe elementy dla systemu telemechaniki,

4.2. Stan projektowany

Zgodnie z wydanymi przez Tauron Dystrybucja SA Oddział Gliwice warunkami przyłączenia dla przyłączenia farmy fotowoltaicznej własność Inwestora oraz przeprowadzonych rozmów z przedstawicielami Tauron Dystrybucja SA Oddział Gliwice dla zasilania w energię elektryczną lub wyprowadzenia produkowanej energii elektrycznej należy przebudować istniejącą stację transformatorową ST wbudowaną w budynek. Zasilanie stacji transformatorowej ST realizowane jest linią kablową typu 3xYHAKXS 1x120/50mm²-6/10kV wyprowadzoną z istniejącej stacji transformatorowej K1030 własność Tauron Dystrybucja SA. Istniejąca linia kablowa SN-6kV jest własnością Inwestora.

Opis techniczny istniejącej stacji transformatorowej 1ST

Istniejąca stacja transformatorowa ST jest elementem wyposażenia technicznego budynku biurowego dla zasilania instalacji elektrycznych odbiorców energii elektrycznej w budynku.

Po przebudowie wyposażenia rozdzielnic RSN-6kV i 1RG s.2 funkcja ta zostanie w dalszym ciągu utrzymana, odbiorcy w dalszym ciągu będą zasilani z tych samych linii WLZ- nN-0.4kV przyłączonych do tej stacji transformatorowej.

Dla potrzeb zasilania w energię elektryczną budynku wykonano stację transformatorową ST 6/0.4kV 2 x 800kVA wyposażoną w:

- rozdzielnicę RSN-6 kV jednosekcyjną w izolacji SF6 typu Rotoblok SF wyposażoną w pole liniowe /zasilające/, dwa pola transformatorowe wyłącznikowe dla potrzeb zasilania transformatorów T1 i T2.

Pola rozdzielnicy RSN-6kV:

- w polu nr 1 zasilającym liniowym zabudowano rozłącznik z uziemnikiem,
- w polu pomiarowym nr 2 zabudowano rozłącznik po stronie SN-6kV z bezpiecznikami do zabezpieczenia przekładników napięciowych o prądzie znamionowym $I_n=0.5A$ oraz przekładniki prądowe TPU 6011-125/5/5A dla potrzeb zasilania obwodów prądowych układu pomiarowego energii elektrycznej,

- w polu transformatorowym nr 3 wyłącznikowym VCB /odpływowe dla zasilania transformatora T1/ nie przewiduje się żadnych zmian wyposażenia,

- w polu transformatorowym nr 4 wyłącznikowym VCB /odpływowe dla zasilania transformatora T2/ e przewiduje się zabudowę dodatkowych elementów wyposażenia,

Dodatkowo w stacji transformatorowej ST w pomieszczeniu rozdzielnicy głównej 1RG zabudowano następujące wyposażenie:

- urządzenia telemechaniki dla potrzeb sygnalizacji stanu pracy urządzeń w stacji transformatorowej i pomiaru produkowanej energii elektrycznej w Dyspozycji Ruchu Tauron Dystrybucja SA Oddział Gliwice.

Docelowo projektowane układy telemechaniki umożliwiać będą zdalne z dyspozycji ruchu wyłączanie wyłącznika 4QZ na zasilaniu farmy fotowoltaicznej. Rozwiązanie takie umożliwi zdalne z Dyspozycji ruchu wyłączenie farmy fotowoltaicznej o mocy około 100 kW w przypadku awarii sieci zasilającej bądź wadliwej pracy elektrowni fotowoltaicznej.

4.3 Rozdzielnica główna niskiego napięcia 1RG

Rozdzielnica główna niskiego napięcia 1RG zasilą wszystkie urządzenia i instalacje elektryczne zlokalizowane w budynku.

Rozdzielnica 1RG jako dwusekcyjna zasilana jest z transformatora T1 sekcja nr 1 o mocy jednostkowej 800 kVA 6/0.4 kV natomiast docelowo sekcja nr 2 zasilana będzie z drugiego transformatora T2 800kVA. Na dopływach i sprzęgle rozdzielnicy 1RG zainstalowano wyłączniki kompaktowe z napędami silnikowymi pracującymi w układzie SZR.

Rozwiązanie konstrukcyjne rozdzielnicy 1RG oparto na typowych rozwiązaniach charakterystycznych dla rozdzielnic f-my Schneider z zastosowaniem rozłączników bezpiecznikowych na odpływach z tej rozdzielnicy.

W rozdzielnicy zastosowano ochronniki przeciwprzepięciowe typu BOP-R 0.28/5 stanowiące I stopień ochrony przeciwprzepięciowej dla sieci elektrycznych zewnętrznych zasilanych z rozdzielnicy 1RG.

4.4 Instalacja ochrony od porażeń prądem elektrycznym.

Jako ochronę dodatkową przed porażeniem prądem elektrycznym w sieci 6 kV zaprojektować należy system - uziemienia ochronnego, natomiast w sieci 0.4 kV - samoczynne wyłączenie zasilania lub wyłączniki różnicowo-prądowe

W celu wykonania uziemień zarówno roboczych jak i ochronnych zaprojektować należy sieć uziemień fundamentowych z bednarki ocynkowanej FeZn 30x4mm.

Z uziemieniem fundamentowym połączyć wszystkie przewody uziemiające wyprowadzone ze stacji transformatorowej, rozdzielnicy RSN-6V, rozdzielnicy niskiego napięcia, przewody połączeń wyrównawczych wyprowadzonych z instalacji wewnętrznych niskiego napięcia. Do sieci uziemień ochronnych i połączeń wyrównawczych połączyć wszystkie urządzenia i konstrukcje stalowe mogące znaleźć się pod napięciem oraz w zasięgu dotyku obsługi.

Uziemienie i sieć przewodów ochronnych wykonać zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami, szczególną uwagę zwrócić na zachowanie ciągłości przewodów ochronnych.

Przed oddaniem do eksploatacji wykonać odpowiednie pomiary sprawdzające.

Samoczynne wyłączenie zasilania realizowane będzie przez odpowiedni dobór wyzwalaczy zwarciovych w wyłącznikach kompaktowych lub bezpieczników topikowych.

Jako ochronę dodatkową przeciwporażeniową w obwodach odbiorczych odpływowych z rozdzielnicy 1RG należy stosować wkładki bezpiecznikowe.

Skuteczność ochrony przed porażeniem dla bezpieczników spełniona jest dla warunków:
 $Z_s \times I_a < U_o$

gdzie: Z_s – impedancja pętli zwarcia

I_a – wartość prądu zapewniająca zadziałanie urządzenia odłączającego zasilanie

U_o – napięcie pomiędzy przewodami skrajnymi, a ziemią w V

Po wykonaniu instalacji skuteczność ochrony przed porażeniem należy sprawdzić przez pomiary w pełnym zakresie.

5 Obliczenia techniczne

5.1 Parametry zwarciovowe - Rozdzielnica RSN-6 kV

Zestawienie parametrów zwarciovowych:

Sieci:

$U_n = 6.0$ kV

$I_{ws} = 4.10$ kA

$I_{t1} = 4.30$ kA

$i_u = 10.40$ kA

Rozdzielnica RSN-6kV w izolacji SF6

$U_{ni} = 24$ kV

$I_{t1} = 16.0$ kA

$i_u = 40.0$ kA

$I_n = 630$ A

Dane na podstawie opracowania projektu budowlanego dla stacji transformatorowej opracowanego na zlecenie Ekoenergia Silesia SA Grudzień 2013.

5.2 Parametry zwarciovowe - Rozdzielnica główna 1RG s.2

- Rozdzielnica 1 RG s.2

1. Wyznaczenie parametrów zwarciovowych

Dane znamionowe transformatora:

typ Tricast

$S_n = 800$ kVA

$U_{1n} = 6$ kV

$U_{2n} = 0.4$ kV

$u_z\% = 6\%$

$\Delta P_{Fe} = 2.0$ kW

$\Delta P_{Cu} = 9.80$ kW

$$u_{R\%} = \frac{\Delta P_{Cu}}{100 \cdot S_n} = 0.025\%$$

$$u_{x\%} = \sqrt{u_{z\%}^2 - u_{R\%}^2} = 5.99\%$$

$$R_T = \frac{u_{R\%} \cdot U^2}{100 \cdot S_n} = 0.0005 \Omega$$

$$X_T = \frac{u_{x\%} \cdot U^2}{100 \cdot S_n} = 0.012 \Omega$$

$$X_{s'} = 0.929 (1/15^2) = 0.0041 \Omega$$

$$Z_{0.4} = \sqrt{R_T^2 + (X_T + X_{s'})^2} = 0.016 \Omega$$

$$I_{p0.4}^{3f} = 15.8 \text{ kA}$$

$$S_{z0.4} = 11.0 \text{ MVA}$$

$$i_u = 35.8 \text{ kA}$$

$$I_{t10.4} = 6.24 \text{ kA}$$

$$\begin{aligned}
I_{p0.4}^{3f} &= 15.80 \text{ kA} - \text{/generowany przez sieć zasilającą/} \\
I_{pF0.4}^{3f} &= 0.25 \text{ kA} - \text{/generowany przez farmę fotowoltaiczną - 100.0 kW/} \\
S_{Z0.4} &= 11.12 \text{ MVA} \\
i_u &= 40.85 \text{ kA} \\
I_{t10.4} &= 6.25 \text{ kA}
\end{aligned}$$

-prąd cieplny 1-sek $I_{t10.4}$

do obliczeń przyj. czas zwarcia $t_z < 0.1s$ /zabezpieczenie przy pomocy wyłączacza zwarcowego w wyłączniku kompaktowym/

$$I_{t10.4} = (kc \cdot I_{p0.4}^{3f}) \sqrt{t_z / 1} = 6.25 \text{ kA}$$

przyjęto $kc = 1.25$

Parametry zwarcowe sieci:

Parametry rozdzielnic:

$$\begin{aligned}
\sum I_{p0.4}^{3f} &= 16.05 \text{ kA} \\
S_{Z0.4} &= 11.12 \text{ MVA}
\end{aligned}$$

$$I_{t10.4} = 6.25 \text{ kA}$$

$$I_{c1} = 75 \text{ kA}$$

$$i_u = 40.85 \text{ kA}$$

$$i_u = 150 \text{ kA}$$

5.4 Dobór nastaw zabezpieczeń

Projektowany układ zasilania farmy fotowoltaicznej wyposażony jest w szereg zabezpieczeń po stronie zasilania SN-6kV oraz po stronie 0.4kV.

Dodatkowo zgodnie z wydanymi warunkami przyłączenia szczególnie po stronie SN-6kV zastosowano dodatkowe zabezpieczenia napięciowe w polu transformatorowym nr 4 /pole odpyływowe z rozdzielnic RSN-6kV/ wymagane przez Tauron Dystrybucja SA Oddział Gliwice.

5.4.1 Dobór nastaw zabezpieczeń transformatora T2

- **Część zasilająca** – rozdzielnica RSN-6kV pole transformatorowe nr 4 .

Wymagany komplet zabezpieczeń zainstalowany będzie w polu transformatorowym nr 4 rozdzielnic RSN-6kV.

W celu realizacji funkcji zabezpieczeniowych nad prądowych w polu transformatorowym nr 4 zabudowany jest istniejący przekaźnik typu Mupasz 101.

Przekaźnik zabezpieczeniowy Muoasz 101 realizować będzie następujące funkcje zabezpieczeniowe:

- zabezpieczenia transformatora zasilającego
- nad prądowe bezzwłoczne $I >>$
- nad prądowe zwłoczne człon niezależny $I >$, t

W celu realizacji funkcji zabezpieczeniowych napięciowych i częstotliwościowych w polu transformatorowym nr 4 zabudowano przekaźnik typu Micom P 922.

Przekaźnik zabezpieczeniowy Micom P 922 realizować będzie następujące funkcje zabezpieczeniowe:

- zabezpieczenie nad napięciowe $U >$
- zabezpieczenie pod napięciowe $U <$
- zabezpieczenie zerowo napięciowe $U_0 >$
- zabezpieczenie nad częstotliwościowe $f >$
- zabezpieczenie pod częstotliwościowe $f <$

- **Farma fotowoltaiczna**

Dostawca farmy fotowoltaicznej realizowana będzie przez f-mę ML System, dostarczone falowniki posiadać będą następujące zabezpieczenia:

- zabezpieczenie pod i nad napięciowe,
- zabezpieczenie pod i nad częstotliwościowe,
- zabezpieczenia nad prądowe

Transformator T2 załączany będzie po stronie SN-6kV przy pomocy wyłącznika mocy TGI 24 f-my ZPUE Włoszczowa zlokalizowany w polu nr 4 rozdzielnicy RSN-6kV stacji transformatorowej. Zainstalowany wyłącznik współpracować będzie z przekaźnikiem zabezpieczeniowym typu Mupasz 101 przekaźnik ten realizować będą następujące funkcje zabezpieczeń nad prądowych transformatora

I> człon nad prądowy przeciążeniowy zwłoczny niezależny

- I>> człon zwarciový bezzwłoczny

Dodatkowo w polu nr 4 rozdzielnicy RSN-6.0kV zainstalowany będzie przekaźnik zabezpieczeniowy typu Micom P 922, przekaźnik ten realizować będą następujące funkcje zabezpieczeń napięciowych i częstotliwościowych dla zainstalowanej farmy fotowoltaicznej.

- U >człon nad napięciowy

- U< człon pod napięciowy

- Uo> człon zerowo-napięciowy

- f > człon nad częstotliwościowy

- f < człon pod częstotliwościowy

Zainstalowany przekaźnik Micom P922 w przypadku zadziałania podawać będzie sygnał wyłączający dla wyłącznika kompaktowego na zasilaniu farmy fotowoltaicznej.

Przekaźnik Mupasz 101 współpracować będzie z cewkami Rogowskiego CR1 zabudowanymi w polu nr 4 rozdzielnicy RSN-6kV na izolatorach wyłącznika, natomiast obwody napięciowe przekaźnika Micom P 922 zasilane będą z przekładników napięciowych 3- uzwojeniowych zabudowanych w polu pomiarowym nr 2 rozdzielnicy RSN-6kV.

Nastawy zabezpieczeń w polu nr 4 typu Mupasz 101 zasilającym transformator T2:

Do zasilania modułu zabezpieczeń typu Mupasz 101 zastosowane będą cewki Rogowskiego typu CR 1,

Przy konfiguracji zabezpieczeń ustawić prąd bazowy na wartość $I_b=100A$

- człon nad prądowy z charakterystyką niezależną I >

$I_r = (0.2 - 5) \cdot I_b$ (20 – 500) A

$t_w = (0.0 - 50)s$

$I_{nt} = 82.77 A$

$I_{obl} = 1.15 \cdot I_{nt} = 95.18 A$

nastawa zab. $I_r = 0.95 \cdot 100 = 95.0 A$ / prąd pierwotny/

$t_r = 20 s$

- człon zwarciový krótko zwłoczny I>>

$I_{rm} = (1.5 - 10) \cdot I_b$

nastawa zab. $I_{rm} = 1.8 \cdot 100 = 180 A$

$t_r = 0.2 s$

- człon zwarciový bez zwłoczny I>>>

$I_{rm} = (2 - 10) \cdot I_b$

nastawa zab. $I_{rm} = 5 \cdot 100 = 500 A$

$t_r = 0.05 s$ /czas własny wyłącznika/

Nastawy zabezpieczeń w polu nr 4 typu Micom 922 zasilającym transformator T2:

- człon nad napięciowy wejście $U = (57 - 130) V$ zakres nastaw 2V do 260V krok co 0.1V

nastawa zab. $U = 1.1 \cdot 100V = 110 V$

$t_r = 0.5 s$

- człon pod napięciowy wejście $U = (57 - 130) V$ zakres nastaw 2V do 260V krok co 0.1V

nastawa zab. $U = 0.90 \cdot 100V = 90 V$

$t_r = 0.5 s$

- człon zerowo- napięciowy wejście $U = (2 - 260) V$ zakres nastaw 2V do 260V krok co 0.1V

nastawa zab. $U = 15.0 V$

$t_r = 0.5 s$

- człon nad częstotliwościowy
nastawa zab. $f > = 50.75 \text{ Hz}$
 $t_r = 0.5 \text{ s}$
- człon pod częstotliwościowy
nastawa zab. $f < = 49.5 \text{ Hz}$
 $t_r = 0.5 \text{ s}$

5.4.2 Dobór nastaw zabezpieczeń w rozdzielnicy 1RG

W torze zasilania rozdzielnicy głównej 1RG s.2 /dopływ z transformatora T2/ zainstalowano wyłącznik kompaktowy typu DMX3 N 2500 w wersji stacjonarnej wyposażony w wyzwalacz nad prądowy MP4LSI f-my Legrand.

- człon nadprądowy $I >$ $I_r = (0.4-1) \cdot I_n$ 640 - 1600 A
 $t_r = 5 \text{ s}$
 $I_{nt} = 1241.0 \text{ A}$
 $I_{obl} = 1350.0 \text{ A}$
nastawa zab. $I_r = 0.85 \cdot I_n = 1360.0 \text{ A}$
 $t_r = 5.0 \text{ s}$
- człon nadprądowy krótkozwłoczny $I >>$ $I_m = (1.5-10) \cdot I_r$
 $t_m = 0.1-0.2-0.3 \text{ s}$
 $I_m = 6800.0 \text{ A}$
nastawa zab. $I_m = 5 \cdot I_r = 6800.0 \text{ A}$
 $t_m = 0.1 \text{ s}$

- człon bezzwłoczny $I_i >>>$ $I_i = (2-15) \cdot I_n$
nastawa zab. $I_i = (6.0) \cdot I_n = 9600.0 \text{ A}$

Stosując wyzwalacze zwarciove w wyłącznikach kompaktowych łatwiej zapewnić odpowiednią selektywność działania zabezpieczeń i krótki czas wyłączenia zwarcia.

Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej dla dobranych nastaw zabezpieczeń zwarciowych wyłącznika kompaktowego „nN”.

$$U_o > I_a \cdot Z_s$$

$$I_a = I_r \cdot k = 9600 \cdot 1.2 = 11520 \text{ A}$$

$$k - \text{współczynnik } 1.2$$

$$Z_s = 0.016 \Omega$$

$$U_o = 230 \text{ V} > U = 1.0 \text{ V}$$

5.4.3 Dobór nastaw zabezpieczeń rozdzielnica 1RG /farma fotowoltaiczna /

W torze zasilania farmy fotowoltaicznej w rozdzielnica 1RG /wyłącznik 4QZ / zainstalowano wyłącznik kompaktowy typu NZMN-2 – AE 250A .

Wyłącznik ten wyposażony będzie w zestaw zabezpieczeń nad prądowych o odpowiednio dobranych zakresach prądowych.

Nastawy zabezpieczeń nad prądowych dobrano dla zabezpieczenia rezerwowego farmy fotowoltaicznej

- człon bezzwłoczny I_i $I_o = (2-11) \cdot I_n$
nastawa zab. $I_i = (7.0) \cdot I_n = 1750.0 \text{ A}$
 $t_r = 0.05 \text{ s}$

Stosując wyzwalacze zwarciove w wyłącznikach kompaktowych łatwiej zapewnić odpowiednią selektywność działania zabezpieczeń i krótki czas wyłączenia zwarcia.

Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej dla dobranych nastaw zabezpieczeń zwarciowych wyłączników kompaktowych „nN”.

$$U_0 > I_a \cdot Z_s$$

$$I_a = I_r \cdot k = 1750 \cdot 1.2 = 2100.0 \text{ A}$$

k - współczynnik 1.2
 $Z_s \sim 0.016 \Omega$
 $U_0 = 235 \text{ V} > U = 33.6 \text{ V} \quad t_w < 0.1$

6. Telemechanika

6.1 Układ telemechaniki

Zgodnie z zaleceniem Tauron Dystrybucja SA Oddział Gliwice zawartymi w aneksu nr 1 do warunków przyłączenia nr K/PPZ/13525a/2014 z dn. 10.08.2015. Projekt stacji transformatorowej ST ujmuje wymagane elementy zabezpieczeń i telemechaniki. W niniejszym opracowaniu zamieszczono zestawienie podstawowych materiałów i urządzeń niezbędnych do uruchomienia zabezpieczeń i układów telemechaniki w zakresie urządzeń dostawcy energii elektrycznej. Opis systemu telemechaniki w zakresie urządzeń Inwestora zamontowanych w stacji transformatorowej ST na zasilaniu transformatora T2 wbudowanego w budynek.

Układ telemechaniki instalowany będzie celem wysłania informacji o stanie pracy jednostek wytwórczych do centrum dyspozytorskiego Tauron Dystrybucja SA Oddział Gliwice.

W pomieszczeniu rozdzielni nN stacji transformatorowej ST zainstalowano szafę EX SIMON z wbudowanym w środku sterownikiem telemechaniki Ex micro2 wxa.. Telemechanika swoim zakresem zgodnie z warunkami przełączeniowymi obejmuje:

- Telesygnalizację stanu położenia wybranych wyłączników, rozłączników i odłączników w polach rozdzielnic RSN-6kV,
- Telesygnalizację stanu położenia wyłączników w polach rozdzielnic 1RG-0.4kV, dopływowym, sprzęgłowym i odpływowym do zasilania farmy fotowoltaicznej,

Spełnienie wymogów warunków przyłączeniowych dotyczących punktu telesygnalizacji jest realizowana w dwóch rozdzielniach.

Rozdzielnia niskiego napięcia 1RG s.2:

- sygnalizację stanu położenia wyłącznika na zasilaniu farmy fotowoltaicznej oznaczonego 4QZ zabudowanego w polu rozdzielnic.

Sygnalizacja ta wyprowadzona jest ze styków pomocniczych sygnałowych w które wyposażone są wyłączniki, sygnalizacja jest wyprowadzona na listwę w szafie rozdzielnic 1RG s.2. Sygnalizacja ta podłączona będzie do wejść sygnalizacyjnych sterownika telemechaniki EX Micro 2 produkcji firmy Elkomtech poprzez umieszczoną wewnątrz szafy sterownika listwę XS. Połączenie to wykonano kablem YKSY 5x1,5mm indywidualnie dla każdego pola. Jako napięcie sygnalizacyjne wykorzystywane jest napięcie 24 V DC wytwarzane i zabezpieczone w szafie sterownika telemechaniki.

Rozdzielnia średniego napięcia RSN-6kV

- sygnalizację stanu położenia wyłącznika w polu transformatorowym nr 4 i rozłącznika w polu zasilającym nr 1. Sygnalizacja ta wyprowadzona jest ze styków pomocniczych sygnałowych w które są wyposażone te aparaty. Sygnalizacja ta podłączona będzie do wejść sygnalizacyjnych sterownika telemechaniki Ex Micro 2 poprzez umieszczoną wewnątrz szafy sterownika listwę XS. Połączenie to wykonano kablem YKSY21x1,5mm wspólnie dla całej rozdzielnic. Jako napięcie sygnalizacyjne wykorzystywane jest napięcie 24V DC wytwarzane i zabezpieczone w szafie sterownika telemechaniki.

Telepomiar:

- telepomiar prądu, napięcia oraz mocy czynnej i biernej na zaciskach jednostki wytwórczej (brutto). Realizowane jest to z wykorzystaniem zainstalowanych w rozdzielnic mierników parametrów sieci P43 firmy Lumel.

Wielkości analogowe prądów wyprowadzone są z przekładników prądowych zainstalowanych w polu rozdzielnic nN. Napięcia natomiast wyprowadzone są z szyn nN poszczególnych pól. Mierniki parametrów sieci P43 połączono magistralę RS 485 w protokole MODBUS do sterownika telemechaniki Ex micro2. Połączenie to wykonano przewodem LIYCYp 4 x0,5 mm.

- telepomiar prądu, napięcia oraz mocy czynnej i biernej w polu zasilający (netto). Realizowane jest z wykorzystaniem zainstalowanego w polu dopływowym z transformatora T2 miernika parametrów sieci P43 firmy Lumel. Wielkości analogowe prądy wyprowadzone są z

przekładników prądowych zainstalowanych w polu dopływowym rozdzielni nN. Napięcie natomiast wyprowadzone jest z szyn nN rozdzielnicy. Mierniki parametrów sieci P43 połączono magistralę RS 485 w protokole MODBUS do sterownika telemechaniki Ex micro2. Połączenie to wykonano przewodem LIYCYp 4x0,5 mm.

Szafę sterownika telemechaniki zasilic napięciem 230 V z rozdzielnicy n/N.

Szafa wyposażona jest w układ zasilania 24V z podtrzymaniem baterijnym.

6.2 Układ łączności

Jako medium transmisyjne dla przesłania informacji do centrum dyspozytorskiego Tauron Dystrybucja SA Oddział Gliwice wykorzystano system łączności cyfrowej TETRA. W tym celu w sterowniku telemechaniki EX Simon zainstalowane zostało radio modem firmy MOTOROLA, który do zasilania wykorzystuje napięcie 12 V DC poprzez przetwornice 24 V DC/12 V DC zainstalowaną również w sterowniku telemechaniki EX Simon. Na ścianie zewnętrznej budynku należy umieścić antenę dookólną.

6.3 Lokalizacja urządzeń telemechaniki

Lokalizację urządzeń systemu telemechaniki pokazano na rysunku nr EST-03.ZT.

6.4 Opis sterownika Ex micro2 - wxa

Ex-micro2 jest uniwersalną stacją telemechaniki stanowiącą jeden z obiektowych elementów systemu Ex. Przeznaczony jest zarówno do małych obiektów, w których wykorzystuje się niewielką liczbę sygnalizacji, sterowań czy pomiarów, jak też do dużych obiektów energetycznych. W drugim przypadku zastosowanie kilku sterowników umożliwia ich „rozproszenie”, co w efekcie pozwala na ograniczenie całkowitej długości przewodów łączących sterowniki z obiektem. W takim przypadku łączność jednostki nadrzędnej ze wszystkimi stacjami telemechaniki możliwa jest na przykład poprzez łącze dwuparowe (magistrala RS485).

Sterownik charakteryzuje się małymi gabarytami oraz odporną mechanicznie obudową (blacha stalowa). Zastosowanie rozłączalnej podstawy (wyposażonej w złącza śrubowe do podłączenia sterownika z obiektem) od modułu głównego (zawierającego obwody elektroniczne) umożliwia łatwe prace serwisowe urządzenia bez pracochłonnego odłączania obwodów elektrycznych z obiektu. Podstawa może być mocowana na ścianie, stojaku lub w szafie. Modułowa konstrukcja urządzenia (niezależne od siebie pakiety wejścia/wyjścia oraz łączności) pozwala na elastyczną konfigurację sterownika, dostosowaną do konkretnych potrzeb użytkownika, limitowaną jedynie liczbą modułów elektronicznych, które mogą być jednocześnie zainstalowane. Ponadto położenie modułów w sterowniku jest dowolne (za wyjątkiem pakietu pomiarów zmiennoprądowych), co pozwala na wybór takiego układu złącz na podstawie, który najbardziej odpowiada umiejscowieniu przewodów połączeniowych do obiektu energetycznego.

Obwody wejściowe i wyjściowe są dostosowane do potrzeb typowych obiektów energetycznych, między innymi.

Podstawowe funkcje

Stacja telemechaniki Ex-micro2 może realizować różnorodne zadania w zależności od konfiguracji urządzenia. Poniżej zostaną wymienione funkcje realizowane przez poszczególne moduły wejścia/wyjścia. Należy jednak pamiętać, że ze względu na ograniczoną liczbę pakietów w sterowniku (maksymalnie cztery moduły wejścia/wyjścia oraz dwa łączności) konkretna stacja telemechaniki nie jest w stanie realizować wszystkich możliwych funkcji.

Odczyt sygnałów binarnych (sygnalizacja)

Stany obwodów wejść binarnych odczytywane są dynamicznie poprzez kluczkowanie prądu wejściowego z wypełnieniem 10%. Podczas załączenia klucza wymuszany jest przepływ prądu o wartości około 5mA przez styki sygnalizacyjne. Obwody wejściowe są izolowane galwanicznie od układów elektronicznych sterownika. Ze względu na wspólny zacisk „-” dostosowane są do obwodów sygnalizacyjnych podających na wejście binarne „+” baterii sygnalizacyjnej. Napięcie sygnalizacji może wynosić 24V, 110V lub 220V i może być różne dla każdego modułu.

Stany wejść binarnych sprawdzane są co 1ms i taka też jest rozdzielczość czasowa wykrywania zmian. czas filtracji sygnałów wejściowych (eliminacji drgań styków) jest programowalny indywidualnie

dla każdego wejścia. Każda zmiana stanu wejścia jest rejestrowana z cechą czasu umożliwiającą

prześledzenie sekwencji zdarzeń (ang. SOE).

Pomiary zmiennoprądowe

Istnieje możliwość wyposażenia telemechaniki Ex-micro2 w obwody wejściowe zmiennoprądowe, które pozwalają na wprowadzenie trzech prądów oraz trzech napięć fazowych o typowych wartościach $I_N=1A$ lub $5A$ (w zakresie $0*120\%$), $U_N=100V/3V$, $100V$ lub $220V$ (w zakresie $0*130\%U_N$). Wejścia napięciowe wyposażone są w precyzyjne dzielniki rezystorowe i zapewniają rezystancję wejściową większą od $1MW$. Pomiar prądu odbywa się za pomocą układów z przetwornikami Hall'a. Konstrukcja obwodów wejściowych zapewnia pełną izolację galwaniczną od układów elektronicznych urządzenia.

Zastosowanie przetworników Hall'a możliwe jest przy użyciu podstawy typu Ex- micro2_PAC2. W tym przypadku wejścia prądowe są izolowane galwanicznie między sobą oraz od wejść napięciowych, które są skonfigurowane w gwiazdę ze wspólnym przewodem „zerowym”. Pomiar parametrów sieci odbywa się z klasą $0,5$.

Obwody wejściowe umieszczone są w podstawie sterownika. Dzięki takiemu rozwiązaniu możliwe jest serwisowanie urządzenia (odłączenie modułu głównego od podstawy) bez rozłączania obwodów prądowych.

Stacja telemechaniki umożliwia pomiar następujących parametrów sieci:

- wartości skutecznych prądów fazowych;
- wartości skutecznych napięć fazowych;
- wartości skutecznych napięć międzyfazowych;
- mocy czynnych dla wszystkich faz;
- mocy biernych dla wszystkich faz;
- sumy mocy czynnych i biernych,

Łączność

Zadaniem terminali obiektowych jest przekazywanie informacji o obiekcie (np. stan wejść binarnych czy wartości pomiarów) do centrum dyspozytorskiego lub innej jednostki nadrzędnej oraz, na jej polecenie, oddziaływanie na stan obiektu (np. wykonywanie poleceń sterowniczych). Niezbędne jest więc wyposażenie ich w minimum jeden tor łączności cyfrowej, który umożliwi zdalną wymianę informacji.

Sterownik Ex-micro2 posiada elastycznie konfigurowalny system łączności. Standardowo może być wyposażony w dwa moduły łączności szeregowej (Ex-micro2_BAS - jeden moduł) po dwa kanały oraz w kanał diagnostyczny. Kanały mogą być dołączone do odrębnych jednostek nadrzędnych, pracować każdy w innym protokole transmisji oraz posiadać różny standard elektryczny (za wyjątkiem toru diagnostycznego - RS232 bez linii kontrolnych RTS/CTS).

Obecnie wdrożone są następujące protokoły transmisji:

DNP3.0 - w trybie SLAVE do współpracy z jednostką nadrzędną za pomocą łączy magistralowych;

MAP27 - do współpracy z terminalem trunkingowym (warstwa aplikacyjna DNP3), protokół ten umożliwia współpracę terminala trunkingowego tylko z jednym sterownikiem;

BEL - protokół opracowany przez ELKOMTECH S.A. (w oparciu o normę IEC870) do łączności w obrębie sieci lokalnej tworzonej z wykorzystaniem koncentratora Ex-BEL_K;

IP - standardowy protokół internetowy (Internet Protocol) wraz z protokołami TCP, UDP, ICMP oraz jego odmiana dla łączy szeregowych (SLIP-Serial Line Internet Protocol).

Wymienialne moduły łączności szeregowej zapewniają elastyczną konfigurację sterownika pod względem standardu elektrycznego łączy. Aktualnie dostępne są następujące standardy:

RS232 - wykorzystywany do połączeń punkt-punkt na małe odległości;

RS422/RS485 - wykorzystywany do połączeń magistralowych lub punkt-punkt na małe oraz większe odległości; używający łączy dwuparowych (RS422) lub jednoparowych (RS485);

RS485BEL - z wyjściem transformatorowym do łączności w protokole synchronicznym BEL (połączenie z koncentratorem Ex-BEL_K);

10BASE-FL - łączy Ethernet 10 Mb w standardzie optycznym do łączności w sieci lokalnej za pomocą protokołu IP;

LON - do współpracy z magistralą LON (łączność z modułami Ex-ML); CAN -

do współpracy z magistralą CAN.

Uwaga - Ponieważ moduł zawiera dwa tory łączności, mogą nie być dostępne dowolne kombinacje standardów elektrycznych w obrębie jednego modułu

6.5 Sygnały dla telemechaniki

Zgodnie z zaleceniem dostawcy energii w rozdzielnicy RSN-6kV stacji transformatorowej ST należy monitorować następujące sygnały:

W stacji transformatorowej zostanie zainstalowany jeden sterownik telemechaniki EX-micro2 dla sygnałów zbieranych z rozdzielnicy RSN-6kV oraz rozdzielnicy 1RG s.2 -0.4kV,

Przewiduje się iż do sterownika Ex-micro 2 podłączone będą następujące sygnały z rozdzielnicy RSN-6kV:

- stany położenia rozłącznika w polu nr 1 RSN-6 kV dwubitowo,
- stan położenia wyłącznika VCB w polu nr 4 rozdzielnicy RSN-6kV dwubitowo,
- sygnalizacja zadziałania przełącznika Mupasz 101 w polu nr 4, od zabezpieczeń nad prądowych
- sygnalizacja uszkodzenia przełącznika Micom – P922 w polu nr 4,
- sygnalizacja zadziałania przełącznika Micom – P922 w polu nr 4, od zabezpieczeń napięciowych i częstotliwościowych

Przewiduje się iż do sterownika Ex-micro 2 podłączone będą następujące sygnały z rozdzielnicy 1RG s.2 -0.4kV:

- stany położenia wyłącznika 2QZ w polu dopływowym z transformatora T2 dwubitowo,
- stany położenia wyłącznika 3QZ w polu sprzęgłowym rozdzielnicy 1RG,
- stany położenia wyłącznika 4QZ w polu dopływowym z farmy fotowoltaicznej,
- sterowanie wyłączenia wyłącznika 4QZ w polu zasilającym farmę fotowoltaiczną,

Telepomiar prądów i napięć;

- w polu dopływowym /z transformatora T2/ do rozdzielnicy 1RG s.2 – miernik parametrów sieci P-43,
- w polu dopływowym /z farmy fotowoltaicznej/ do rozdzielnicy 1RG s.2 – miernik parametrów sieci P-43,

Zgodnie z wymogiem dostawcy energii elektrycznej zainstalowane układy telemechaniki umożliwiają zdalne wyłączenie wyłącznika 4QZ w rozdzielnicy 1RG s.2 -0.4kV co w konsekwencji powodować będzie awaryjne wyłączenia /odłączenie od sieci zasilającej/ farmy fotowoltaicznej.

Ponowne załączenie do sieci zasilającej farmy fotowoltaicznej możliwe będzie przez służby eksploatacyjne Inwestora po sprawdzeniu napędu wyłącznika i ręcznym załączeniu wyłącznika w rozdzielnicy 1RG s.2.

Szafka telemechaniki f-my Elkomtech wyposażona jest w następujące urządzenia:

- Sterownik Ex-micro 2 z modemem Tetra, moduł wejść/wyjść wykonuje funkcje sterowania, sprawdza stan położenia łączników,

- Płyta przyłączeniowa z:

Elementami obwodów 230VAC - wyłącznik główny zasilania 230VAC, gniazdo serwisowe, bezpieczniki dla zasilacza,

Ładowarką/zasilaczem ładującą akumulatory, informującą o obniżonym napięciu akumulatorów (spadek poniżej 22V) oraz wyłączającą zasilanie szafki telemechaniki w przypadku obniżenia napięcia akumulatorów poniżej 18,5V,

Ogranicznik przepięć OGP - dwustopniowy ogranicznik przepięć, przeznaczony do eliminowania i ograniczania skutków silnych zakłóceń w instalacjach elektrycznych,

Zabezpieczeniami w obwodach 24VDC,

Modułem odstawienia telesterowania,

Zespołami listew zaciskowych zasilania, sterowania, sygnalizacji do połączenia napędu,

2 akumulatory - bezobsługowe, wykonane w technologii AGM, akumulatory stanowiące zasilanie awaryjne dla układów elektroniki przy zaniku napięcia zasilającego,

Osprzęt zewnętrzny szafki telemechaniki:

Antena dookoła systemu tetra.

Wszystkie przewody tj. zasilania, sterowania, odwzorowań, antenowy wprowadzane są do szafki telemechaniki przez dławice.

Dane techniczne

napięcie zasilania: 230V AC /50Hz - z rozdzielnicy 1RG sekcji nr 2,

Wewnętrzne zasilanie awaryjne przy zaniku napięcia zasilającego: +24V/17Ah, 2 bezobsługowe akumulatory w technologii AGM, typ EV 22-12 (12V/17Ah) - czas pracy ok. 8 godz. przy wykonywaniu przełączeń (bez przełączeń ok. 24godz.),

Modułowa konstrukcja tego sterownika /niezależne od siebie karty wejścia/wyjścia oraz łączności pozwala na elastyczną konfigurację sterownika dostosowując do konkretnych potrzeb. Położenie poszczególnych kart i ich konfiguracja w sterowniku jest dowolna co pozwala na wybór takiego układu złącz na podstawie, który najbardziej odpowiada umiejscowieniu przewodów połączeniowych do obiektu energetycznego.

Niski pobór mocy umożliwia długotrwałą pracę z zasilaniem UPS.

Funkcje telemechaniki realizowane będą przez sterownik po podłączeniu do jego modułu wejść stanów łączników i zabezpieczeń:

Taka konfiguracja sterownika telemechaniki zapewni niezawodną komunikację z Dyspozycją Ruchu Tauron Dystrybucja SA Oddział Gliwice.

Sygnały przekazywane przy pomocy układów telemechaniki do ODR, lista sygnałów zamieszczona w załączniku.

7. Uwagi końcowe

Podstawowym wymaganiem przy budowie sieci i instalacji jest stosowanie materiałów i aparatury dopuszczonych do stosowania w kraju i UE oraz zatrudnienie odpowiednio kwalifikowanego personelu.

Wykonawca przed oddaniem instalacji powinien dokonać jej rozruchu, wykonać wszystkie wymagane próby i pomiary wymagane przez odpowiednie przepisy i normy oraz dokonać je w odpowiednim czasie, prace te powinien wykonać personel posiadający właściwe uprawnienia.

Przy budowie instalacji należy stosować odpowiednie przepisy bezpieczeństwa pracy.

Przed przystąpieniem do prac wykonawca powinien zaznajomić się z potencjalnymi zagrożeniami spotykanymi w danym miejscu pracy, tak aby zapewnić odpowiedni poziom bezpieczeństwa w trakcie wykonywania prac.

Charakterystyczne potencjalne źródła zagrożeń:

transport, warunki transportu,
prace w pobliżu instalacji pod napięciem,
prace elektronarzędziami,
oświetlenie miejsca pracy,
pomiary elektryczne,
podłączenie do instalacji,
użycie maszyn i narzędzi,

Maszyny przewidziane do montażu powinny odpowiadać wymaganiom odnośnie nie przekraczania wartości granicznych hałasu i drgań w zależności od ich usytuowania.

Podczas wykonawstwa stosować się do Rozporządzenia Ministra Budownictwa w sprawie BHP przy wykonaniu robót budowlano-montażowych i rozbiórkowych Dz. U. Nr 13/70, oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz. U. Nr 75 z 12.04.2002 z późniejszymi zmianami.

Podczas prowadzenia robót należy przestrzegać warunków BHP – Dziennik Ustaw nr 47 z dnia 06.02.2003 r. / „Bezpieczeństwo i higiena pracy przy wykonywaniu robót budowlanych” /.

8. Zestawienie podstawowych materiałów dla telemechaniki

8.1 Sterownik telemechaniki

Sterownik Elkomtech Ex moco2 wxa 1 kpl

- 2 porty RS232
- 1 porty RS485
- 1 port LON
- 1 kanał TETRA terminal radiowy
- 1 kanał MODBUS (mierniki P43 RS485)
- 32 wejść sygnalizacyjnych
- szafa SIMON-W z listwami zaciskowymi
- zasilacz EX - UPS24VE_R
- 2 akumulatory 16 Ah
- Kabel do terminala TETRA Motorola
- Odgromnik TR (CN-U/E Phenix)

10.2 Mierniki parametrów P43 kod 2 2 1 1 00 P 0 2 kpl

10.3 Przekładniki prądowe IMW kl 0,2 150/5 A/A 5VA FS5 3 szt

10.4 Przekładniki prądowe IMSc kl 0,5 1000/5 A/A 5VA FS5 3 szt

10.5 Kabel YKXS 5x1.5mm2 200 mb

10.6 Kabel YKXS 3x2.5mm2 100 mb

10.7 Kabel LIYCY-p 4x0.5 50 mb

10.8 Kabel YKSX 21x1.5mm2 100 mb

10.9 Tor łączności

- Terminal radiowy TETRA Motorola DataBox 1 kpl.
- Antena dookólna typu DZ6, 420-435 Mhz 6,5 1 kpl.
- Uchwyt antenowy typu do ścienny 1 kpl.
- Wtyk N CN 400 zacisk 2 kpl
- Przewód antenowy 50 om PCT 400 50 mb

**Zestawienie sygnałów dla telemechaniki -
Stacja transformatorowa ST własność
Inwestora - budynek biurowy przy ul. Zeliwnej
38 w Katowicach**

Sterowania

Sygnał	Źródło sygnału
Wyłącz wyłącznik 4QZ w polu zasilającym elektr.fotowoltaicznej rozdzielnic 1RG s 2	Sterownik telemechaniki Ex-micro2 w pomieszczeniu rozdzielnic 1RG-0.4kV

Sygnalizacje

Sygnał	Źródło sygnału
Zał rozłączn. 1Q2 - pole nr 1 1RSN-6kV	Sterownik telemechaniki Ex micro2
Wył rozłączn. 1Q2 - pole nr 1 1RSN-6kV	Sterownik telemechaniki Ex micro2
Zał wyłączn 4Q1 - polenr 4 1RSN-6kV	Sterownik telemechaniki Ex micro2
Wył wyłączn. 4Q1 - pole nr 4 1RSN-6kV	Sterownik telemechaniki Ex micro2
Zał wyłączn 2QZ - pole dopływ 1RG s.2	Sterownik telemechaniki Ex micro2
Wył wyłączn 2QZ - pole dopływ 1RG s.2	Sterownik telemechaniki Ex micro2
Zał wyłączn 4QZ - p. zasil.fotowolt 1RG s	Sterownik telemechaniki Ex micro2
Wył wyłączn 4QZ - p. zasil.fotowolt 1RG s	Sterownik telemechaniki Ex micro2
Zał wyłączn 3QZ - sprzęgło rozd. 1RG	Sterownik telemechaniki Ex micro2
Wał wyłączn 3QZ - sprzęgło rozd. 1RG	Sterownik telemechaniki Ex micro2
Uszkodzenie przek. 4A1 - Micom P 122	Sterownik telemechaniki Ex micro2
Uszkodzenie przek. 4A2 - Micom P 922	Sterownik telemechaniki Ex micro2
Wyłączenie przek 4A2 od zabezp.napięc.	Sterownik telemechaniki Ex micro2

Pomiary

[illegible]