

# CYFROWY MIERNIK TEMPERATURY UZWOJEŃ WIRNIKA GENERATORA MTU-01



Dokumentacja techniczno-ruchowa

Opracowali: Piotr Czeczenikow  
Jerzy Kasprzak

Zakład Elektroniki i Automatyki Przemysłowej INTEC sp. z o.o.  
ul. Bacciarellego 54, 51-649 Wrocław  
tel. 71 348 18 18,  
fax. 71 348 15 15,

[www.intec.com.pl](http://www.intec.com.pl)

Wrocław 2010

## SPIS TREŚCI

|   |   |
|---|---|
| Zastosowanie .....                              | 1 |
| Parametry techniczne .....                      | 1 |
| Budowa .....                                    | 2 |
| Zasada działania .....                          | 3 |
| Przetworniki separujące napięcia i prądu .....  | 3 |
| Instrukcja obsługi .....                        | 5 |
| Kontrola dokładności miernika temperatury ..... | 8 |
| Instrukcja instalacji .....                     | 9 |

## ZASTOSOWANIE

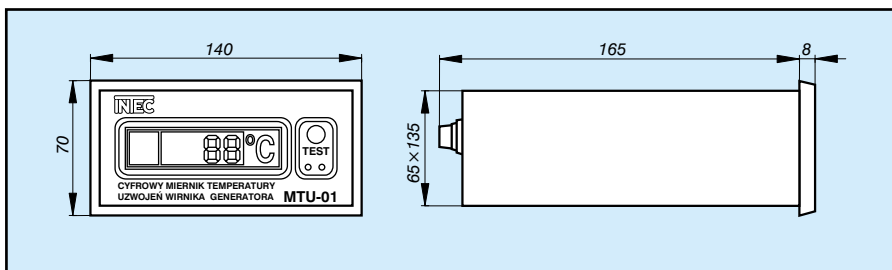
Cyfrowy Miernik Temperatury Uzwojeń Wirnika Generators MTU-01 służy do pomiaru średniej temperatury uzwojeń wirnika metodą pośrednią poprzez pomiar zmian rezystancji uzwojeń. Rezystancja uzwojeń wirnika określana jest poprzez pomiar napięcia i prądu wzbudzenia.

Miernik MTU-01 współpracuje z przetwornikami separacyjnymi napięcia WSU-01 i prądu WSI-01, umieszczonymi w szafie układu wzbudzenia generatora. Przetworniki zamieniają napięcie i prąd wzbudzenia generatora na sygnały standardowe 0÷20 mA. Producent dostarcza przetworniki w komplecie z miernikiem.

Miernik MTU-01 posiada wymiary typowego miernika tablicowego, montuje się go na tablicy pomiarowej operatora turbozespołu. Wartość mierzonej temperatury jest obrazowana w postaci cyfrowej na wyświetlaczu LED. Dodatkowo jest ona podawana na wyjście analogowe miernika 0÷20 mA lub 4÷20 mA z własnym zasilaniem. Wyjście analogowe można podłączyć do rejestratora lub do systemu komputerowego.

| Parametry techniczne                         |  |
|--|--|
| Zakres pomiarowy                             | 0 ÷ 150°C  |
| Dokładność pomiaru                           | 2%   |
| Rozdzielczość                                | 1°C  |
| Stała czasowa filtru analogowego             | 3 s  |
| Ilość próbek do wyliczenia wartości średniej | 50   |
| Sygnal wejściowy                             | 0 ÷ 20 mA  |
| Wyjście                                      | 0 ÷ 20 mA lub 4 ÷ 20 mA (z zasilaniem wewnętrznym) |
| Napięcie zasilania                           | 220 VAC ±20%, 50 Hz                                |
| Pobór mocy                                   | 15 VA  |
| Wymiary                                      | 135 x 65 x 165 mm                                  |
| Masa   | 0.45 kg  |
| Temperatura pracy                            | 0 ÷ 55°C   |
| Dodatkowe parametry wskazywane przez miernik |  |
| Napięcie wzbudzenia - $U_w$                  | 0 ÷ 999 V  |
| Prąd wzbudzenia - $I_w$                      | 0 ÷ 9999 A   |
| Temperatura wodoru*                          | 0 ÷ 100°C  |
| Wprowadzane dane                             |  |
| Rezystancja uzwojeń w stanie zimnym - $R_z$  | 0 ÷ 999.9 mΩ                                       |
| Temperatura uzwojeń w stanie zimnym - $T_z$  | 0 ÷ 999 °C   |

\*) Funkcja na zamówienie



Rysunek 1. Wymiary MTU-01.

## BUDOWA

Miernik MTU-01 zbudowany jest z trzech podstawowych bloków:

### 1. Blok układów pomiarowych

Blok ten filtruje sygnały wejściowe i standaryzuje je dla wewnętrznych potrzeb urządzenia. Za pomocą multipleksera i scalonego przetwornika A/C typu ICL 7109 mierzone są sygnały: prądowy i napięciowy. Sygnał wyjściowy formowany jest przy pomocy układu C/A typu MAX 7545 i przetwornika napięcie/prąd.

W skład bloku układów pomiarowych wchodzi także pamięć EEPROM i zasilacz dostarczający napięcie  $\pm 5$  V,  $\pm 15$  V dla potrzeb układu pomiarowego i sterowania.

### 2. Blok procesora

Blok ten odpowiedzialny jest za sterowanie układem pomiarowym, odczyt wielkości zmierzonych i wysterowanie wyjścia. Wielkości zmierzone i wprowadzone parametry generatora służą blokowi procesora do wyliczenia średniej temperatury uzwojeń wirnika generatora. Blok procesora steruje także wyświetlaczem i odczytuje stan przycisków płyty czołowej. Blok ten zbudowany jest w oparciu o mikrokontroler typu SIEMENS 80C535.

### 3. Blok płyty czołowej

Blok ten pozwala wyświetlić zebrane informacje na polu odczytowym zbudowanym z siedmiosegmentowych wyświetlaczy LED - 5 pozycji. Blok ten wyposażony jest także w trzy przyciski dostępne na płycie czołowej. Dwa z nich, ukryte w otworach, służą do programowania parametrów charakterystycznych generatora. Przycisk TEST, będący w zasadzie przyciskiem RESET, zeruje miernik i rozpoczyna cykl pracy od początku. Wpisane ustawienia nie ulegają zniszczeniu.

## ZASADA DZIAŁANIA

Pomiar średniej temperatury uzwojeń wirnika generatora odbywa się na zasadzie pomiaru oporności tego uzwojenia. Oporność ta zmienia się z temperaturą wg zależności:

$$R_w = R_z \frac{242 + T_w}{242 + T_z} \quad (1)$$

gdzie:

$R_w$  - rezystancja uzwojeń generatora w temperaturze  $T_w$ ,

$R_z$  - rezystancja uzwojeń generatora w stanie zimnym w temperaturze  $T_z$ ,

242 - współczynnik temperaturowy rezystancji miedzi - srebro.

Blok procesora dzieli zmierzoną wartość napięcia wzbudzenia przez mierzony prąd płynący przez uzwojenie wirnika.

$$R_w = \frac{U_w}{I_w} \quad (2)$$

Rezystancję  $R_z$  i temperaturę  $T_z$  wprowadza się jako wartości charakterystyczne (zmierzone) danego generatora. Ostatecznie z (1) i (2) otrzymujemy wzór na temperaturę uzwojeń wirnika generatora:

$$T_w = \frac{U_w / I_w}{R_z} (242 + T_z) - 242 \quad (3)$$

### Dokładność pomiaru:

Na błąd pomiaru temperatury uzwojeń wirnika generatora wynoszący sumarycznie mniej niż 2% składają się następujące składniki:

- 1) błąd wynikający z niedokładności pomiaru napięcia i prądu 0.2%
- 2) błąd wynikający z niedokładności obliczeń numerycznych 0.1%
- 3) błąd spowodowany wpływem spadku napięcia na szczotkach wirnika 1%
- 4) błąd wynikający z nieliniowości funkcji  $R=f(t)$  0.5%
- 5) błąd spowodowany składową zmienną prądu wzbudzenia generatora 0.2%

## PRZETWORNIKI SEPARUJĄCE NAPIĘCIA I PRĄDU

Przetworniki separujące napięcia i prądu WSU-01 i WSI-01 dopasowują miernik temperatury wirnika generatora MTU-01 do parametrów obwodu wzbudzenia, standaryzują sygnały pomiarowe oraz odseparowują galwanicznie obwód pomiarowy od obwodu wzbudzenia.

Przetworniki montuje się w szafie układu wzbudzenia. Mocowanie do typowej listwy DIN 35 mm lub na śruby.

Przetwornik napięcia przetwarza napięcie wzbudzenia mierzone bezpośrednio na szynach wzbudzenia na sygnał standardowy 0÷20 mA. Przetwornik prądu przetwarza prąd wzbudzenia mierzony pośrednio na boczniku na podobny sygnał standardowy. Napięcie zasilające przetworniki jest podawane z MTU-01.

| <b>Parametry znamionowe przetwornika napięcia WSU-01</b> |  |
|--|--|
| Napięcie zasilania                                       | 20÷24 VDC podane z MTU-01                                |
| Pobór prądu  | 150 mA   |
| Sygnał wyjściowy   | 0÷20 mA  |
| Rezystancja wejściowa                                    | > 500 kΩ   |
| Wytrzymałość napięciowa wejścia                          | 1.5 kVAC/10s<br>(2 kVAC dla wersji 750 V)                |
| Wytrzymałość separacji                                   | 1.5 kVAC wg PN 8406500/05<br>(3.5 kVAC dla wersji 750 V) |
| Obciążalność wyjścia                                     | 400 Ω  |
| Zakres pomiarowy   | 300, 500, 750 VDC lub wg zam.                            |
| Uchyb podstawowy przy 22°C ±5°C                          | 0.2% zakresu pomiarowego                                 |
| Uchyb temperaturowy                                      | 0.1% / 10°C  |
| Temperatura pracy  | 0÷50°C   |
| Wymiary  | 75 x 38 x 124 mm   |
| Masa   | 0.3 kg   |

| <b>Parametry znamionowe przetwornika prądu WSI-01</b> |  |
|---|--|
| Napięcie zasilania                                    | 20÷24 VDC podane z MTU-01                                |
| Pobór prądu   | 150 mA   |
| Sygnał wyjściowy                                      | 0÷20 mA  |
| Rezystancja wejściowa                                 | > 20 kΩ  |
| Wytrzymałość napięciowa wejścia                       | 100 VAC / 10s  |
| Wytrzymałość separacji                                | 1.5 kVAC wg PN 8406500/05<br>(3.5 kVAC dla wersji 750 V) |
| Obciążalność wyjścia                                  | 400 Ω  |
| Zakres pomiarowy                                      | 60 mV DC lub wg zamówienia                               |
| Uchyb podstawowy przy 22°C ±5°C                       | 0.2% zakresu pomiarowego                                 |
| Uchyb temperaturowy                                   | 0.1% / 10°C  |
| Temperatura pracy                                     | 0÷50°C   |
| Wymiary   | 75 x 38 x 124 mm   |
| Masa  | 0.3 kg   |

## 1. Tryb programowania parametrów układu generatora

Jest to tryb używany podczas instalacji miernika lub po zmianie charakterystyki generatora np. po remoncie. Umożliwia on zadanie miernikowi następujących parametrów:

$U_{zn}$  zakres pomiarowy napięcia wzbudzenia odpowiadające 20 mA sygnału w kanale pomiaru napięcia, czyli maksymalne mierzone napięcie 0÷9999 V.

$I_{zn}$  zakres pomiarowy prądu wzbudzenia odpowiadający 20 mA sygnału w kanale pomiaru prądu, czyli maksymalny mierzony prąd 0÷9999 A.

$R_z$  zmierzoną rezystancję uzwojeń generatora w stanie zimnym 0÷999.9 mΩ

$T_z$  temperaturę w której mierzono rezystancję generatora w stanie zimnym 0÷999.9°C

Tryb ten pozwala także na kontrolę układu pomiarowego miernika.

Wejście do trybu programowania uzyskuje się naciskając najpierw przycisk "W" (patrz rys. 3) a następnie, bez puszczenia przycisku "W", krótko naciskając przycisk "TEST".

Tryb programowania składa się z następujących operacji:

- 1) Na wyświetlaczu pokazuje się pięć cyfr "8". Jest to test wyświetlacza. Po przyściśnięciu przycisku "W" przechodzimy do pkt. 2).
- 2) Na wyświetlaczu pokazuje się symbol "-0000" z pierwszą cyfrą migającą. Miganie cyfry oznacza, że może ona podlegać zmianie. Należy teraz podać hasło cyfrowe upoważniające do zaprogramowania miernika temperatury. Migającą cyfrę można zwiększyć naciskając przycisk "W". Przejście do następnej pozycji wyświetlacza uzyskujemy naciskając przycisk "P". Przycisk "W" działa cyklicznie, tzn. po cyfrze 9 następuje 0 itd. Przycisk "P" pozwala na jednorazowe przejście po wszystkich pozycjach wyświetlacza. Opuszczenie najmłodszej pozycji oznacza przejście do kolejnego punktu programowania.

Zasady operowania przyciskami "W" i "P" są ogólne i znajdują zastosowanie przy każdej operacji wprowadzania parametru.

Hasło zezwalające na programowanie ma wartość 1112. Po wprowadzeniu poprawnego hasła przechodzimy do pkt. 3).

- 3) Na wyświetlaczu uzyskujemy napis "6 xx.xx", gdzie xx.xx oznacza zmierzoną na wejściu napięciowym wartość sygnału prądowego w mA. Wartość ta jest stale aktualizowana. Można więc dokonać sprawdzenia kalibracji wejścia napięciowego. Po naciśnięciu przycisku "W" przechodzimy do pkt. 4).

*UWAGA! Przycisk "W" należy przytrzymać co najmniej 2 sek.*

- 4) Na wyświetlaczu uzyskujemy parametr "5 xx.xx", gdzie xx.xx oznacza zmierzoną na wejściu prądowym wartość sygnału prądowego w mA. Wartość ta jest stale aktualizowana. Można więc dokonać sprawdzenia kalibracji wejścia napięciowego. Po naciśnięciu przycisku "W" przechodzimy do pkt. 5).

*UWAGA! Przycisk "W" należy przytrzymać co najmniej 2 sek.*

- 5) Na wyświetlaczu uzyskujemy parametr "4 0600" z pierwszą cyfrą migającą. Oznacza on zakres pomiarowy napięcia ( $U_{zn}$ ). Parametr ten należy wprowadzić zgodnie z tabliczką znamionową WSU. Zmiany dokonujemy analogicznie do wprowadzania hasła. Napięcie podajemy w voltach [V].
- 6) Na wyświetlaczu uzyskujemy parametr "3 1000" z pierwszą cyfrą migającą. Oznacza on zakres pomiarowy prądu ( $I_{zn}$ ). Parametr wprowadzić zgodnie z zakresem bocznika. Prąd podajemy w amperach [A].
- 7) Na wyświetlaczu uzyskujemy parametr "2 99.9" z pierwszą cyfrą migającą. Oznacza on wartość  $R_z$  - rezystancji uzwojenia generatora w stanie zimnym. Parametr ten należy zmienić na wartość charakterystyczną dla danego generatora. Rezystancję podajemy w miliomach [ $m\Omega$ ].
- 8) Na wyświetlaczu uzyskujemy parametr "1 22.0" z pierwszą cyfrą migającą. Oznacza on wartość  $T_z$  - temperaturę uzwojenia generatora w stanie zimnym. Parametr ten należy zmienić na wartość odpowiednią dla  $R_z$ . Temperaturę podajemy w stopniach Celsjusza [ $^{\circ}C$ ].
- 9) Na wyświetlaczu uzyskujemy parametr "4 xxxx". Jest to podana dla kontroli wartość napięcia wpisana w pkt. 5). Naciskając przycisk "W" przechodzi się do pkt. 10).
- 10) Na wyświetlaczu uzyskujemy parametr "3 xxxx". Jest to podana dla kontroli wartość prądu wpisana w pkt. 6). Naciskając przycisk "W" przechodzi się do pkt. 11).
- 11) Na wyświetlaczu uzyskujemy parametr "U xxxx". Jest to wartość napięcia po uwzględnieniu wpisanego w pkt. 5) współczynnika skali. Naciskając przycisk "W" przechodzi się do pkt. 12).
- 12) Na wyświetlaczu uzyskujemy parametr "I xxxx". Jest to wartość prądu mierzona w kanale prądu po uwzględnieniu wpisanego w pkt. 6)



współczynnika skali. Po jej wyświetleniu miernik przechodzi do pracy w trybie pomiaru temperatury.

13) Przciskając przycisk "W" spowodujemy kolejne wyświetlanie wszystkich wprowadzonych parametrów.

Po przejściu trybu programowania wszystkie wpisane dane zostają zapamiętane w pamięci EEPROM. Miernik temperatury uzwojeń wirnika jest gotowy do pracy.

Wprowadzone dane są pamiętane także w przypadku zaniku napięcia zasilania.

## 2. TRYB POMIARU TEMPERATURY

Jest to podstawowy tryb pracy miernika. Uruchamia się go naciskając przycisk "TEST" lub włącza się samoczynnie po zakończeniu trybu programowania. Na wyświetlaczu pokazywane są kolejno w cyklu automatycznym:

- zapalone wszystkie elementy - 1.5 s
- wartość napięcia wirnika  $U_w$  [V] (symbol "U" po lewej stronie) - 3 s
- wartość prądu wirnika  $I_w$  [A] (symbol "I") - 3 s
- wartość rezystancji uzwojeń wirnika  $R_w$  [mΩ] (symbol "r") - 3 s
- wartość temperatury uzwojeń wirnika  $T_z$  [°C] (symbol "t") - 3 s

następnie przy zgaszonym wskaźniku numeru parametru, w sposób ciągły wyświetlana jest temperatura.

*UWAGA! Jeżeli wartość napięcia lub prądu spadnie poniżej 3% zakresu (tj. poniżej 3% wartości  $U_{zn}$  lub  $I_{zn}$ ) lub wzrośnie powyżej 105% zakresu, wyświetlacz wskaże odpowiednio "ErrU" lub "ErrI". Jeżeli temperatura mierzona spadnie poniżej 0°C lub wzrośnie powyżej 300°C, wyświetlacz pokaże "Errt".*

Opisane powyżej funkcje wprowadzono dla szybkiej orientacji w przypadku uszkodzenia torów pomiarowych.

## KONTROLA DOKŁADNOŚCI MIERNIKA TEMPERATURY

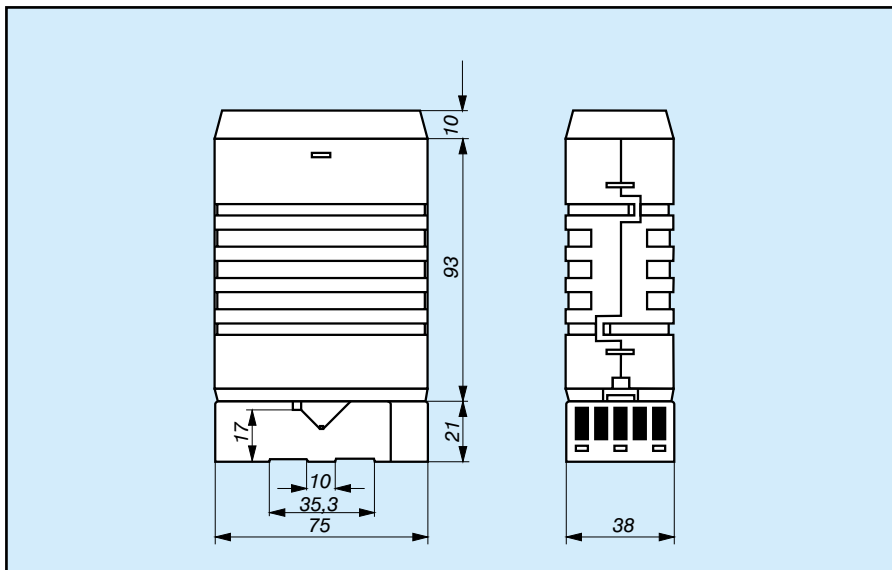
Kontrola dokładności miernika MTU-01 składa się z dwu etapów:

### 1. Sprawdzenie dokładności kanałów wejściowych

Dokładność kanałów wejściowych sprawdzamy w trybie programowania miernika. Wykorzystuje się w tym celu pomiar prądu wejściowego (operacja 4 i 5 cyklu programowania lub po uwzględnieniu współczynnika napięciowego i prądowego - operacja 11 i 12). Zaleca się sprawdzenie charakterystyki w co najmniej 3 punktach np. dla około 1, 10, 20 mA prądu wejściowego. Błąd pomiaru nie powinien być większy niż 0.1% w odniesieniu do zakresu 20 mA.

### 2. Sprawdzenie dokładności obliczeń i kanału wyjściowego

Dokładność kanału wyjściowego sprawdzamy w trybie pomiaru temperatury. Znając  $R_z$ ,  $T_z$ ,  $U_{zn}$ ,  $I_{zn}$  oraz zadając sygnały prądowe na wejściach, można według wzoru (3) obliczyć oczekiwane wskazania miernika. Różnica między wartościami obliczonymi a wskazanymi nie powinna być większa niż 0.3% a sygnał wyjściowy analogowy powinien odzwierciedlać temperaturę na poziomie 1%. Zaleca się sprawdzenie charakterystyki wyjściowej w co najmniej 4 punktach dla np. 20, 50, 100, 150 °C.

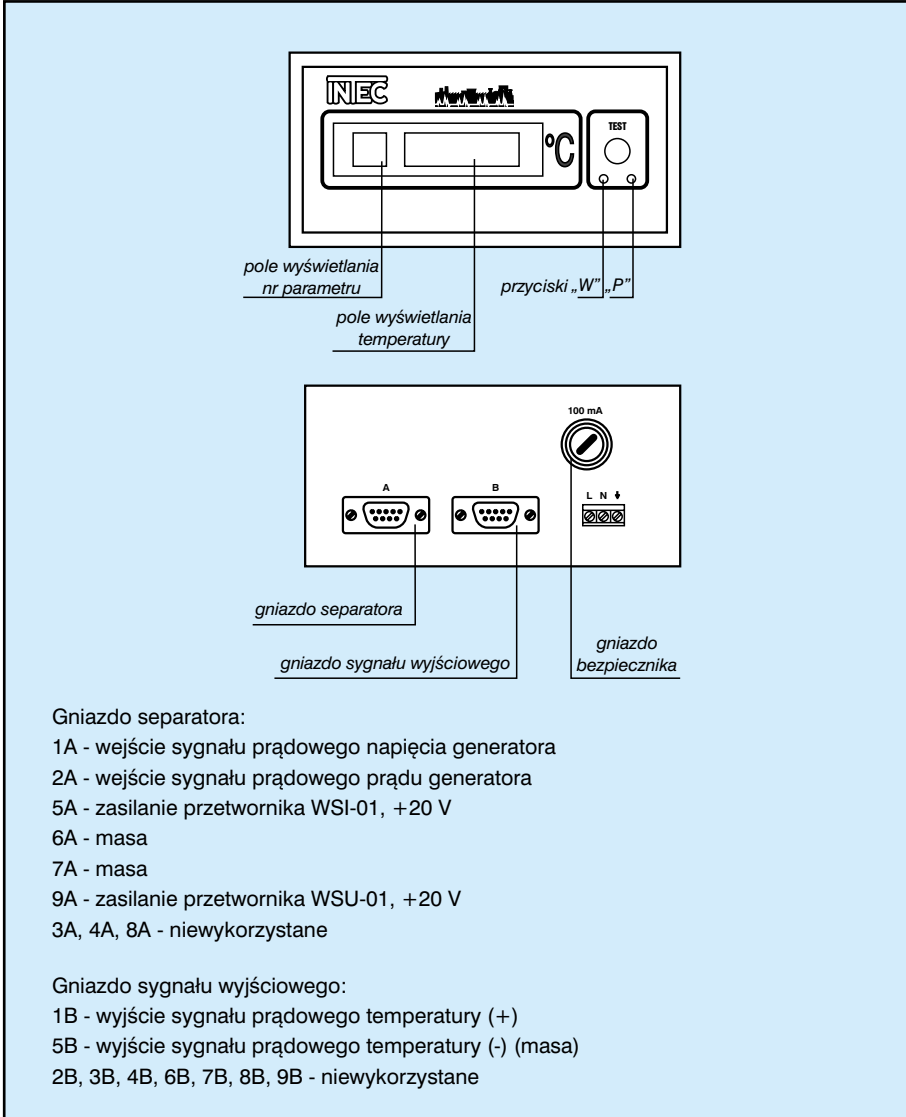


Rysunek 2. Przetwornik separujący WSU-01 i WSI-01 - rysunek gabarytowy.

## INSTRUKCJA INSTALACJI

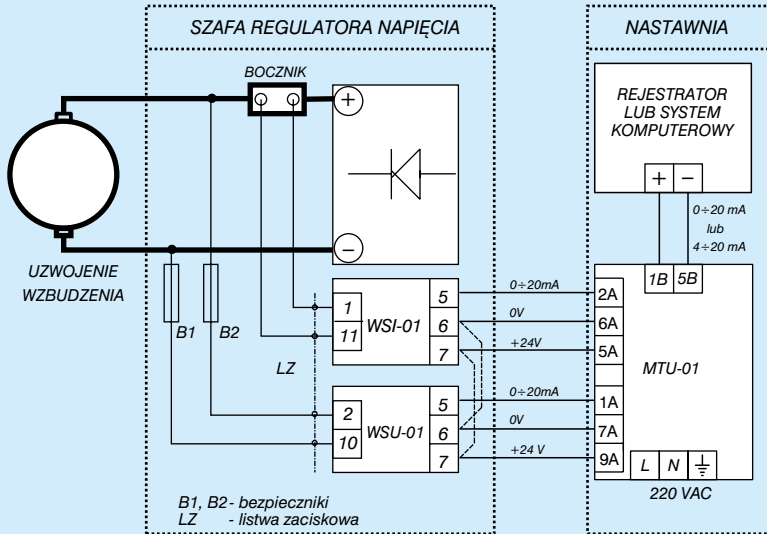
Instalacja sprowadza się do podłączenia napięcia zasilania 220 V i przewodów do wzmacniacza separującego. Połączenie zaleca się wykonać kablem ekranowanym.

Odpowiednie gniazda zaznaczono na rysunku tylnej ścianki poniżej.

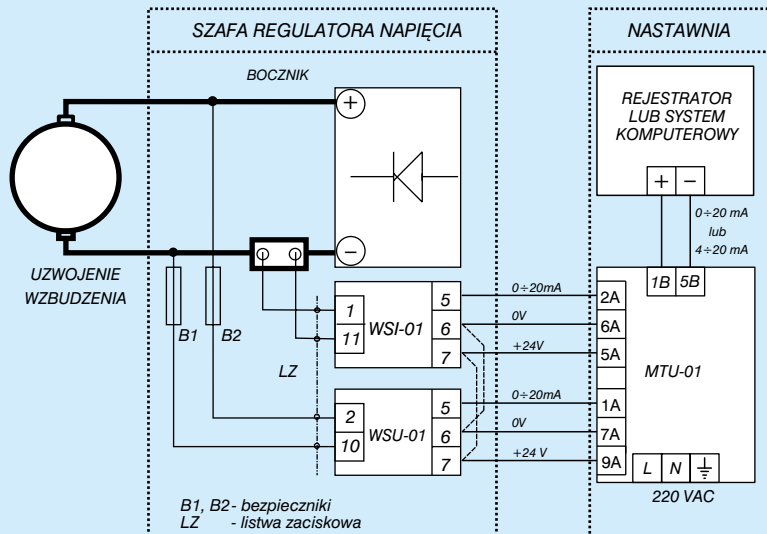


Rysunek 3. Ścianka czołowa i tylna miernika MTU-01.

Układ połączeń MTU-01 z separatorami WSU-01 i WSI-01  
w układzie z boczniakiem na plusie



Układ połączeń MTU-01 z separatorami WSU-01 i WSI-01  
w układzie z boczniakiem na minusie



UWAGA: zainstalowanie zaznaczonych przerywaną linią mostków pomiędzy separatorami pozwala uniknąć prowadzenia jednej z dwóch par przewodów (0V i +24V).

Rysunek 4. Miernik MTU-01 - schematy aplikacyjne.