

BCU Górnictwa Rud 4.0

Koncepcja wyposażenia
stanowisk automatyki górniczej
dla

Pracowni Górnictwa 4.0



Branżowe Centra
Umiejętności

Koncepcja wyposażenia stanowisk automatyki górniczej dla Pracowni górnictwa 4.0 dotyczy przedsięwzięcia realizowanego w ramach projektu pt. Utworzenie i wsparcie funkcjonowania Branżowego Centrum Umiejętności realizującego koncepcję, centrum doskonałości zawodowej (CoVEs) dla dziedziny górnictwa podziemnego, przeróbki rud metali i surowców mineralnych.

W ramach przedsięwzięcia MCKK stworzy w budynku BCU pracownię Górnictwa 4.0 wyposażoną w stanowiska dydaktyczne pozwalające na prowadzenie szkoleń z zakresu automatyki górniczej i zabezpieczeń elektroenergetycznych.

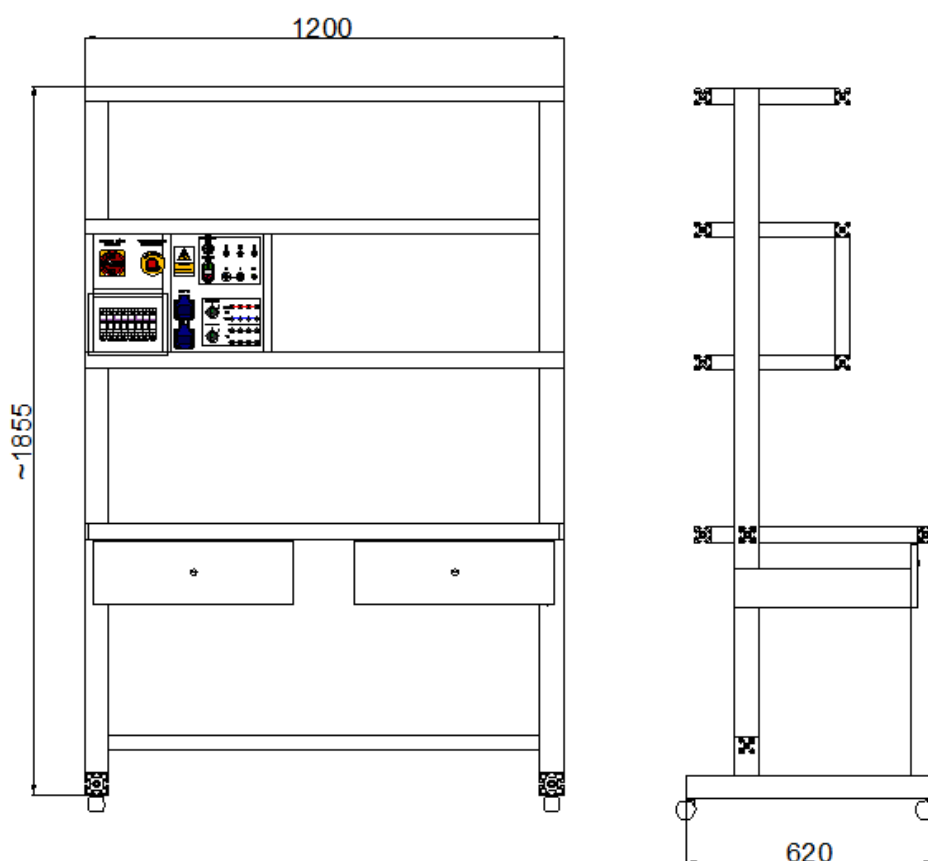
Niniejsza koncepcja obejmuje opis wyposażenia i funkcjonalności w poniższym zakresie:

1. Stoły laboratoryjne
2. Stanowiska laboratoryjne:
 - 2.1. Podstawowe elementy automatyki
 - 2.2. Automatyka programowalna
 - 2.3. Automatyka sterowania przenośnikiem taśmowym
 - 2.4. Automatyka sieciowa
 - 2.5. Układ falownika z układem wykonawczym w postaci silnika
 - 2.6. Pomiary zabezpieczeń w elektrotechnice
 - 2.7. Zabezpieczenia i sterowanie silnikami
 - 2.8. Zabezpieczenia sieci IT
 - 2.9. Przekładniki funkcyjne dedykowane dla górnictwa
3. Arkusz specyfikacji

1. Stół laboratoryjny:

1.1 Pracownię należy wyposażać w 6szt. stołów laboratoryjnych, umożliwiających montaż opisanych w dalszej części 9szt. stanowisk.

1.2. Stół laboratoryjny mobilny na kołach z blokadą, umożliwiających przemieszczanie, wyposażone w blat roboczy, z szafkami do przechowywania narzędzi, przybliżone wymiary stanowiska ~ 1855x1200x620 mm (wys x szer x gł). Wykonany z profili aluminiowych. Przykładowy widok stołu poniżej.



1.3. Stół laboratoryjny umożliwia prowadzenie zajęć z wykorzystaniem wymiennych modułów z zamontowanymi urządzeniami. Urządzenie powinno zostać zamontować do modułu za pomocą szyny TH przeznaczonej do montażu aparatury modułowej. Złącza urządzeń wyprowadzane są na front modułów w postaci izolowanych złącz (gniazdo i wtyka) bananowych (beznarzędziowe połączenie) do podłączania sygnałów 24V AC/DC, izolowanych złącz (gniazdo i wtyka) bananowych skręcanych (beznarzędziowe podłączeni) do podłączania sygnałów 230V AC, złącz dedykowanych np. do podłączania sygnału komunikacji ethernet - złącza RJ45. Moduły montowane do stołu za pomocą prowadnic stołu. Dopuszcza się wykonanie pojedynczych modułów w postaci wolnostojącej, ich wymiar nie może jednak przekraczać powierzchni roboczej blatu stołu laboratoryjnego.

Stoły oprócz modułów muszą zostać wyposażone w elementy niezbędne do prowadzenia ćwiczeń (dotyczy to każdego z sześciu stołów):

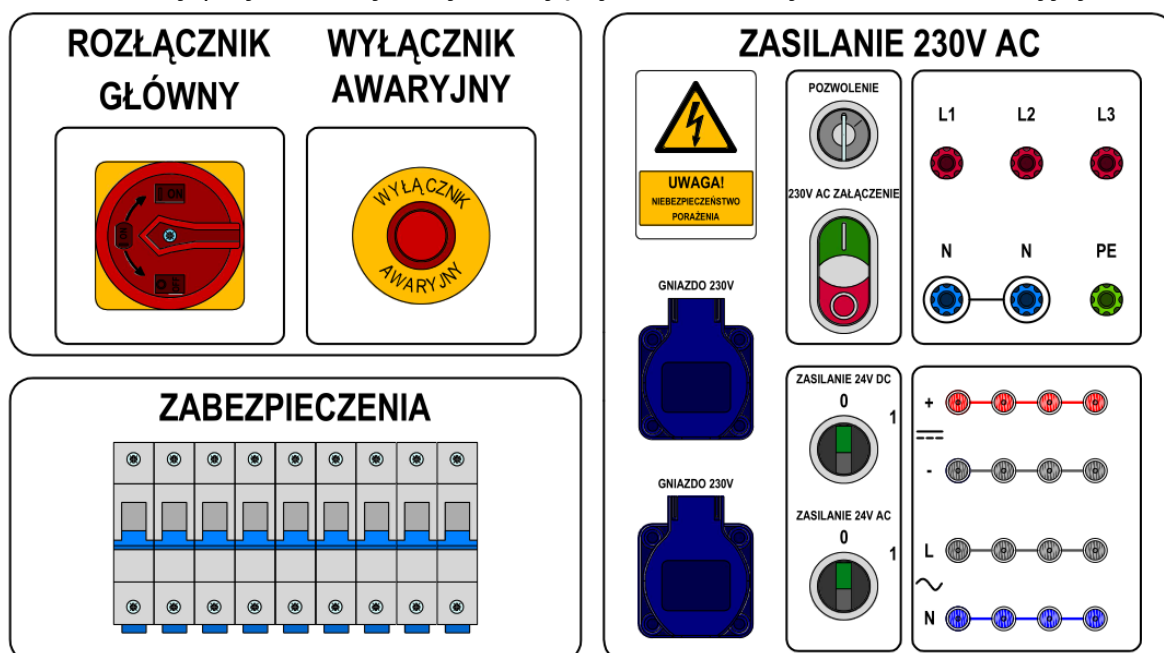
- 1 szt. multimetr uniwersalny: Detekcja napięcia i prądu True RMS, napięcie do 1000V, prąd do 20A, test diody, ciągłości,
- 1 szt. tester napięcia i kolejności faz,
- podstawowe narzędzia np. wkrętaiki, kombinerki,
- przewody oraz elementy łączeniowe, wg. opisu stanowisk.

1.4. Stół laboratoryjny zasilany z sieci lokalnej za pomocą wtyki PCE 32A/5P, z możliwością podłączenia szeregowego kolejnego zestawu stanowiskowego.

1.5 Stół laboratoryjny wyposażony we własny układ zasilania (zasilacze i transformatory) na potrzeby zasilania modułów (zabudowany jako integralna część stanowiska jezdnego). Minimalne zestawienie elementów układu zasilania:

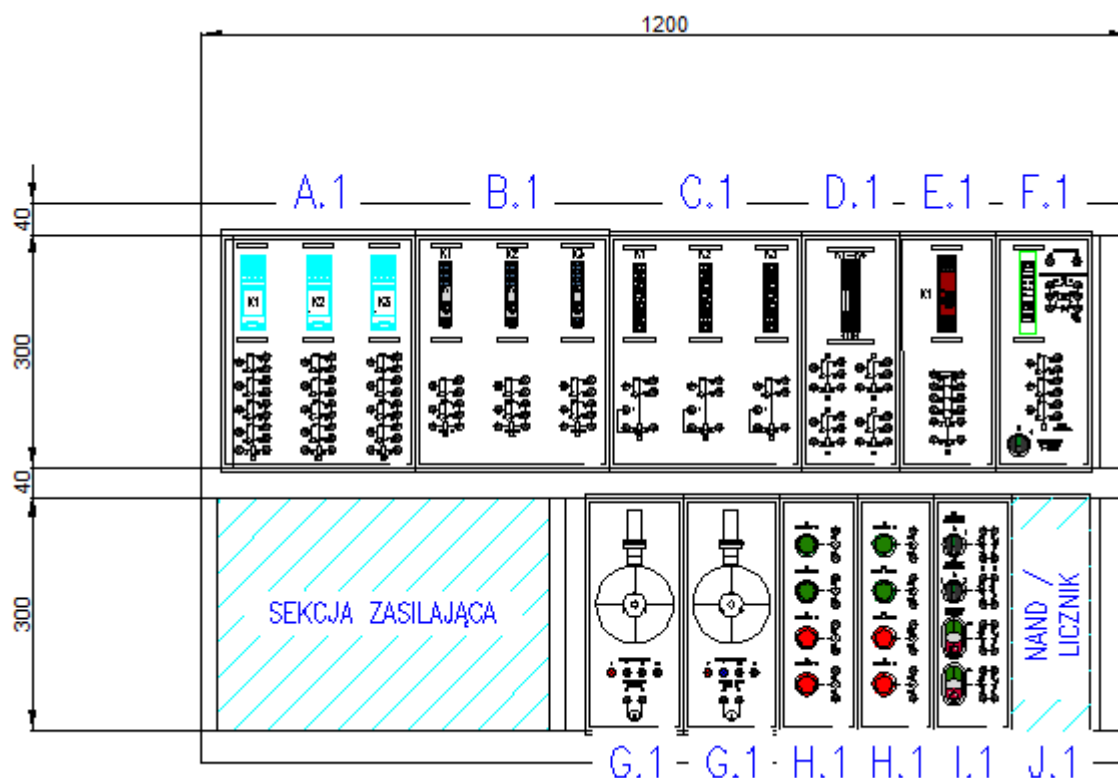
- rozłącznik główny stanowiska,
- wyłącznik awaryjny grzybkowy,
- zabezpieczenia obwodów elektrycznych makiet przed porażeniem prądem elektrycznym,
- 1x230V/400V AC załączane za pomocą stacyjki przez osobę uprawnioną (gniazdo bananowe skręcane),
- 2x230VAC na potrzeby zasilania sprzętów zewnętrznych (np. laptop) (gniazdo typ E tablicowe),
- 4x24VDC (240W, wtyki bananowe),
- 4x24VAC (240W, wtyki bananowe).

Widok elewacji przykładowej sekcji zasilającej zabudowanej w stole laboratoryjnym:



2. Opis stanowisk laboratoryjnych.

2.1 Stanowisko 1: Podstawowe elementy automatyki.



1x Moduł A.1:

3szt. przekaźników czteropolowych 24V DC.

1x Moduł B.1:

3szt. przekaźników dwupolowych 24V DC.

1x Moduł C.1:

3szt. przekaźników funkcyjnych 24VDC - czasowych.

1x Moduł D.1:

4szt. przekaźników interfejsowych 24V DC.

1x Moduł E.1:

1szt. przekaźnik bezpieczeństwa 24VDC.

1x Moduł F.1:

1szt. przekaźnik funkcyjny np kontroli uziemienia i izolacji.

2x Moduł G.1:

Makieta silnika prądu stałego 24VDC, prędkość ograniczona poprzez przekładnię, wyposażona w czujnik indukcyjny i licznik.

2x Moduł H.1:

2szt. Lampki LED czerwone 24VDC, 2szt. Lampki LED zielone 24VDC.

2x Moduł I.1:

2szt. przyciski bistabilne min. NO/NC, 2szt. przyciski monostabilne min. NO/NC.

1x Moduł J.1:

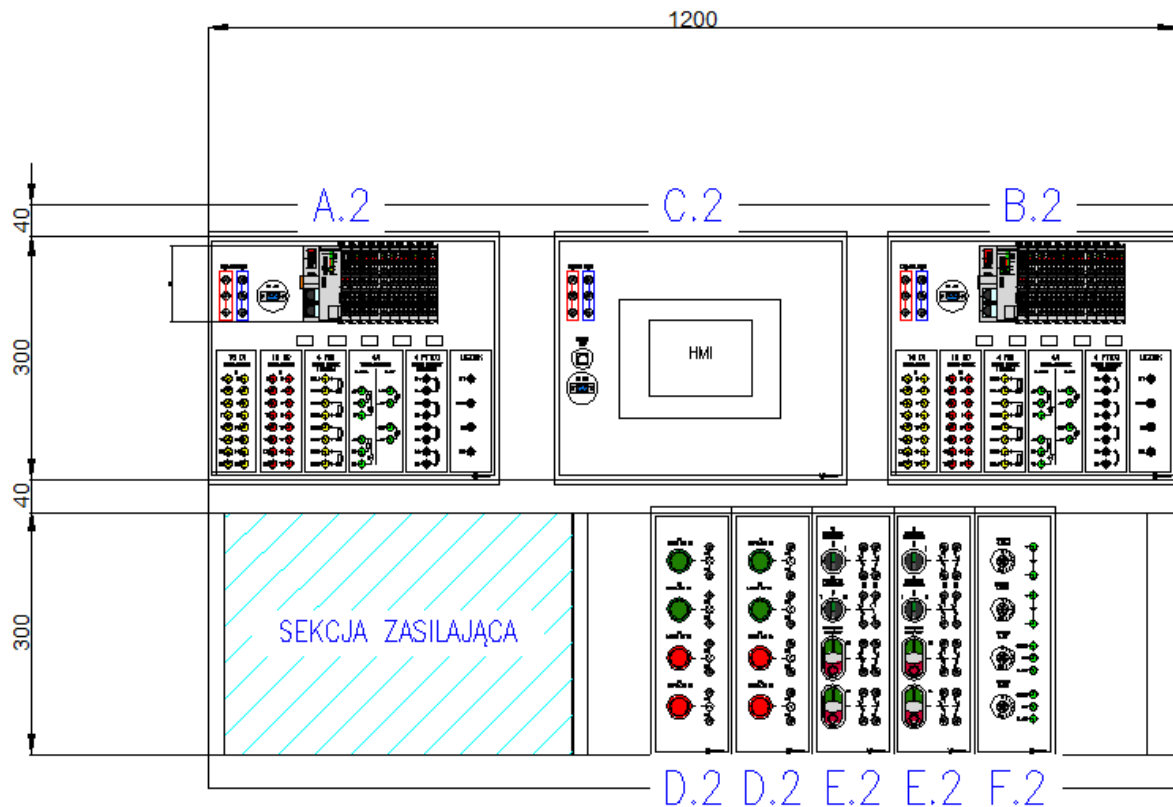
1szt. Obsługa funkcji licznika, bramki logicznej NAND.

1x Komplet przewodów łączeniowych zakończonymi wtykami bananowymi

Funkcjonalność:

1. Poznanie zasady działania przekaźników elektromechanicznych, montaż podstawowych układów logicznych AND, NOT, OR, NOR. Montaż układu z wykorzystaniem przekaźników funkcyjnych - czasowych.
2. Montaż układu sterowania PRAWO/LEWO z funkcją blokady nawrotu bez uprzedniego postoju.
3. Wykorzystanie przekaźnika bezpieczeństwa/przekaźnika funkcyjnego jako obwodu bezpieczeństwa.
4. Rozbudowa układu o zależności czasowe, wprowadzenie członu rozruchowego, członu blokującego możliwość ponownego załączenia układu po zadany, sparametryzowanym czasie.
5. Wykorzystanie lampek do sygnalizacji stanów pracy układu.
6. Sterowanie silnika prądu stałego za pomocą zbudowanego układu.
7. Wykorzystanie czujnika indukcyjnego i licznika do pomiaru prędkości obrotowej silnika.

2.2 Stanowisko 2: Automatyka programowalna.



1x Moduł A.2:

1x Modułowy sterownik sieciowy programowalny PLC (złącza 2xRJ-45, Modbus TCP) + moduły rozszerzeń, min.: 16DI (wejścia cyfrowe), 16DO (wyjścia cyfrowe), 4RDI (wejścia cyfrowe z kontrolą), 4PT100 (wejścia temperaturowe PT100), 2AI 0...20mA (wejście analogowe 0...20mA0, 2AI 0...30V (wejścia analogowe 0...30V DC), Komunikacja RS-485.

1x Moduł B.2:

1x Modułowy sterownik sieciowy programowalny PLC - o podwyższonym zakresie pracy temperaturowej (złącza 2xRJ-45, Modbus TCP) + moduły rozszerzeń, min.: 16DI (wejścia cyfrowe), 16DO (wyjścia cyfrowe), 4RDI (wejścia cyfrowe z kontrolą), 4PT100 (wejścia temperaturowe PT100), 2AI 0...20mA (wejście analogowe 0...20mA0, 2AI 0...30V (wejścia analogowe 0...30V DC), Komunikacja RS-485.

1x Moduł C.2:

1x Panel operatorski HMI 7", (RS-485, Ethernet, USB).

2x Moduł D.2:

2szt. Lampki LED czerwone 24VDC, 2szt. Lampki LED zielone 24VDC.

2x Moduł E.2:

2szt. przyciski bistabilne min. NO/NC, 2szt. przyciski monostabilne min. NO/NC.

1x Moduł F.2:

1 szt. Zadajnik wartości analogowych np. 0..20mA, 0...30V.

1x Komputer (laptop + zasilacz + system operacyjny) - parametry nie gorsze niż:
monitor 15", pamięć RAM 32GB, Dysk SSD 512GB, mysz bezprzewodowa.

1x Oprogramowanie do programowania środowiska PLC, wraz z licencją.

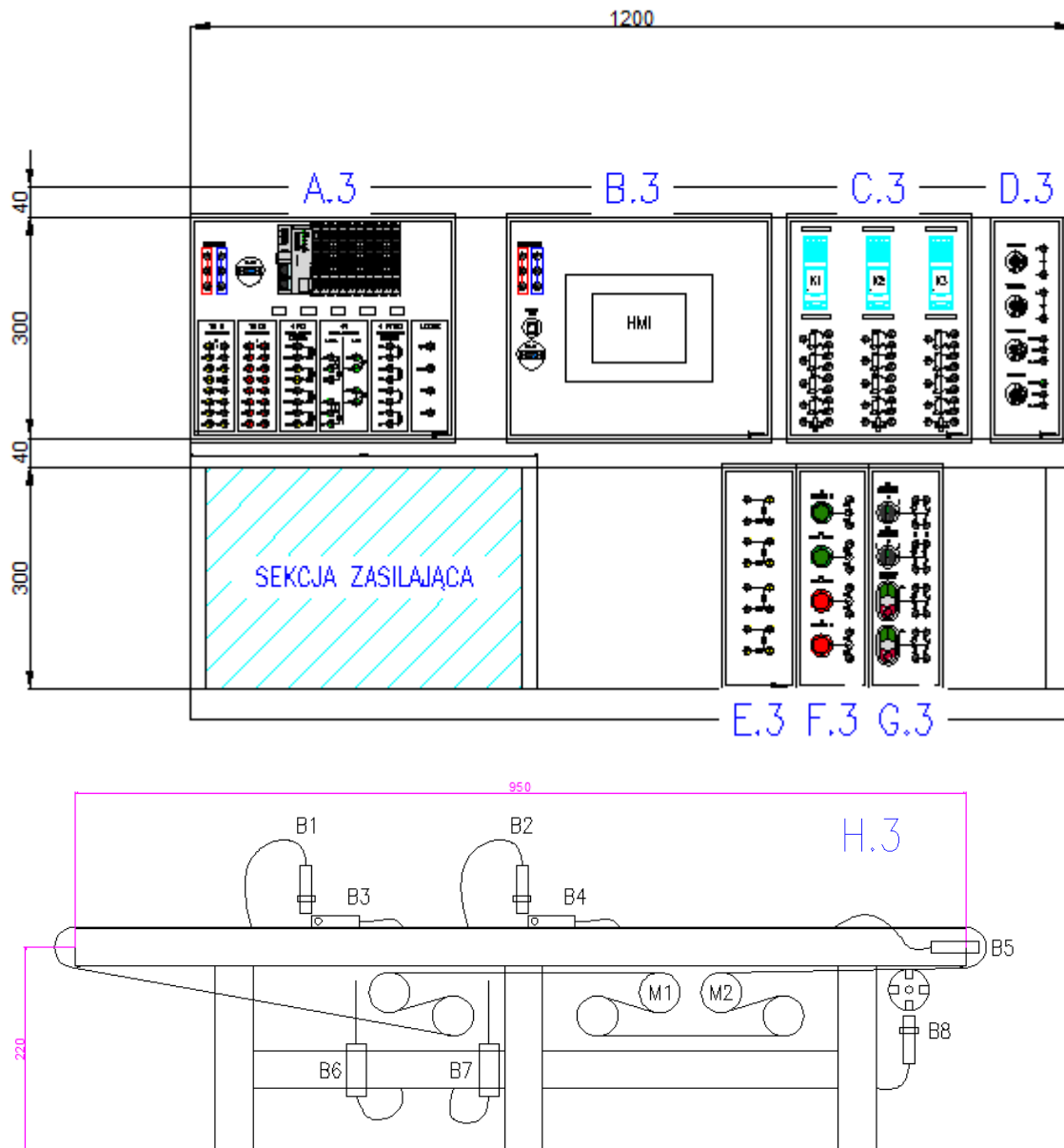
1x Oprogramowanie do programowania środowiska HMI, wraz z licencją.

1x Komplet przewodów łączeniowych zakończonymi wtykami bananowymi

Funkcjonalność:

1. Zasilanie i konfiguracja sieciowa sterownika PLC. Zapoznanie się ze środowiskiem programistycznym, środowiskiem diagnostycznym, wgranie kodu programu.
2. Zasilanie i konfiguracja sieciowa panelu HMI. Zapoznanie się ze środowiskiem programistycznym, środowiskiem diagnostycznym, wgranie kodu programu.
3. Modyfikacja kodu programu na potrzeby zadania. Zadanie polega na integracji dwóch niezależnych sterowników PLC z panelem HMI z wykorzystaniem dwóch protokołów transmisyjnych. PLC1 - HMI ethernet, PLC2 - HMI RS-485.
4. Po nawiązaniu komunikacji, należy w poprawny sposób zaimplementować prostą wymianę danych pomiędzy wszystkimi urządzeniami.

2.3 Stanowisko 3: Automatyka sterowania przenośnikiem taśmowym - symulującego maszynę dołową dedykowaną dla górnictwa rud 4.0.



1x Moduł A.3:

1x Modułowy sterownik sieciowy programowalny PLC (złącza 2xRJ-45, Modbus TCP) + moduły rozszerzeń min.: 16DI (wejścia cyfrowe), 16DO (wyjścia cyfrowe), 4RDI (wejścia cyfrowe z kontrolą), 4PT100 (wejścia temperaturowe PT100), 2AI 0...20mA (wejścia analogowe 0...20mA), 2AI 0...30V (wejścia analogowe 0...30V DC), Komunikacja RS-485.

1x Moduł B.3:

1x Panel operatorski HMI 7", (RS-485, Ethernet, USB).

1x Moduł C.3:

3szt. przekaźników czteropolowych 24V DC.

1 x Moduł D.3:

Zadajnik analogowy 0...20mA, 0..30V.

1x Moduł E.3:

4x Dzielniki napięcia (płytki rezystorowe) do podłączania czujników do wejść z kontrolą stanu obwodu.

1x Moduł F.3:

2szt. Lampki LED czerwone 24VDC, 2szt. Lampki LED zielone 24VDC.

1x Moduł G.3:

2szt. przyciski bistabilne min. NO/NC, 2szt. przyciski monostabilne min. NO/NC.

1x Moduł H.3:

1x Makieta przenośnika taśmowego, wymiary umożliwiają umieszczenie jej na blacie roboczym, wyposażona :

- czujniki indukcyjne,
- czujniki optyczne,
- czujniki PT100,
- czujniki położenia (krańcówki),
- czujnik prędkości,
- silniki prądu stałego 24V DC,
- analogowy przetwornik ciśnienia wraz z układem testowym.

1x Komputer (laptop + zasilacz + system operacyjny) - parametry nie gorsze niż:
monitor 15", pamięć RAM 32GB, Dysk SSD 512GB, mysz bezprzewodowa.

1x Oprogramowanie do programowania środowiska PLC, wraz z licencją.

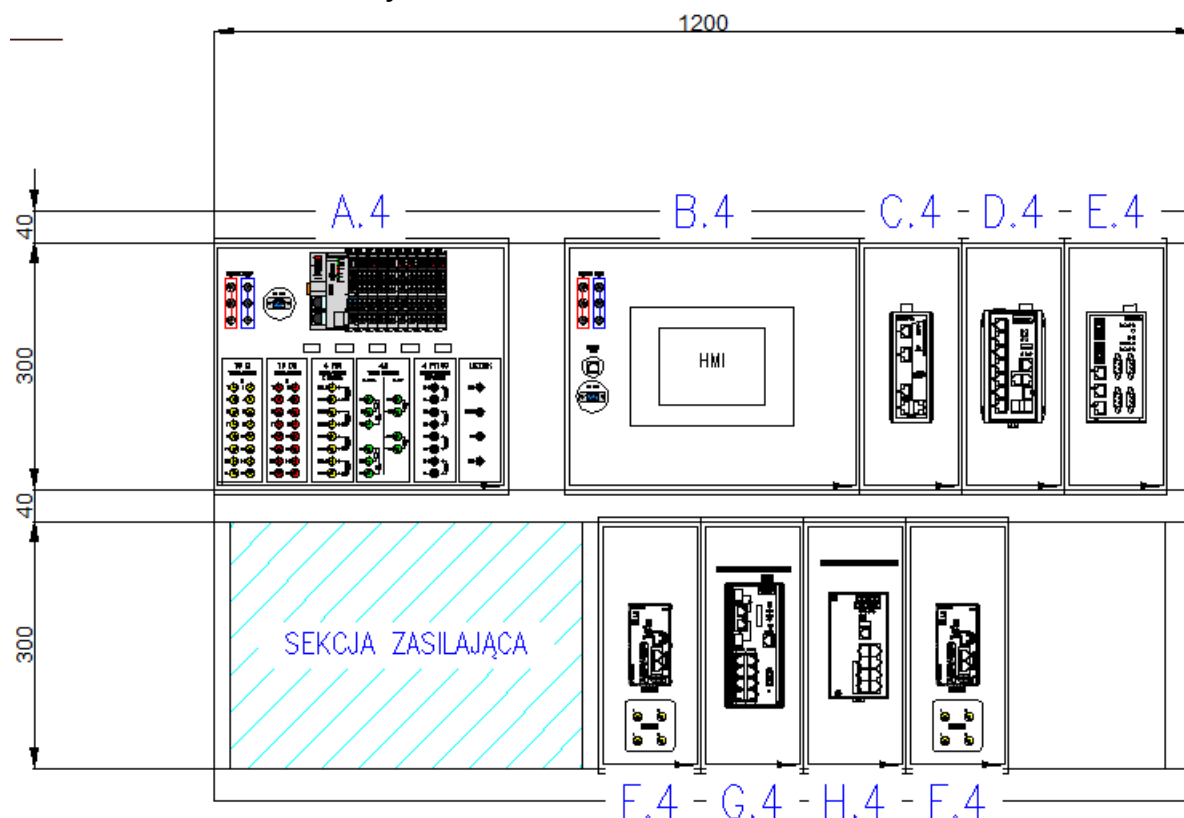
1x Oprogramowanie do programowania środowiska HMI, wraz z licencją.

1x Komplet przewodów łączeniowych zakończonymi wtykami bananowymi

Funkcjonalność:

1. Połączenie układu fizycznego makiety przenośnika z wejściami / wyjściami modułów sterownika PLC wg. założonej konfiguracji.
2. Wgranie programu do sterownika PLC obsługującego załączanie napędów przenośnika taśmowego.
3. Wgranie programu do sterownika PLC rozszerzonego o tabelę awarii od czujników znajdujących się na przenośniku, parametryzowane w funkcji czasu.
4. Wykorzystanie wejścia licznikowego i czujnika prędkości do pomiaru prędkości.
5. Wykorzystanie dwóch czujników obecności (indukcyjny / optyczny) do rozróżniania materiału znajdującego się na taśmociągu i zliczania ilości sztuk.

2.4 Stanowisko 4: Automatyka sieciowa



1 x Moduł A.4:

1x Modułowy sterownik sieciowy programowalny PLC (złącza 2xRJ-45, Modbus TCP) + moduły rozszerzeń min.: 16DI (wejścia cyfrowe), 16DO (wyjścia cyfrowe), 4RDI (wejścia cyfrowe z kontrolą), 4PT100 (wejścia temperaturowe PT100), 2AI 0...20mA (wejścia analogowe 0...20mA), 2AI 0...30V (wejścia analogowe 0...30V DC), Komunikacja RS-485.

1 x Moduł B.4:

1x Panel operatorski HMI 7", (RS-485, Ethernet, USB).

1 x Moduł C.4:

Switch zarządzalny do zastosowań przemysłowych z możliwością montażu na szynę DIN, obsługujący protokoły redundantne typu RING i CHAIN, a także posiadający możliwość konfiguracji portów wirtualnych VLAN.

1 x Moduł D.4:

10-portowy (w tym 3 porty typu Combo – RJ45 lub SFP) gigabitowy zarządzalny switch przemysłowy, który wspiera protokoły EtherNet/IP, PROFINET oraz Modbus/TCP oraz obsługuje protokoły redundantne typu RING. Powinien również oferować programowe wsparcie obsługi standardu IEEE 1588, a także obsługę QoS, IGMP Snooping/GMRP, VLAN, LACP, SNMP oraz RMON. Bezpieczeństwo transmisji powinno być zapewnione nie gorzej niż poprzez zastosowanie technologii RADIUS, TACACS+, SNMPv3, IEEE 802.1x, HTTPS, SSH,

oraz funkcji MAC address sticky. Urządzenie powinno oferować możliwość jego konfiguracji poprzez wbudowany port USB oraz mieć możliwość montażu na szynę DIN. Urządzenie powinno być zdolne do pracy w temperaturach od -10 do 60 °C.

1 x Moduł E.4:

Serwer 4 portów szeregowych z wbudowanym 3 portami Ethernet RJ-45 i 2 złączami na światłowód wielomodowy ze złączami SC o rozszerzonym zakresie temperatur od -40 do 75 °C. Powinien oferować połączenie redundantne typu RING, a także QoS, IGMP-snooping/GMRP, VLAN, LACP, SNMPv1/v2c/v3, RMON. Serwer powinien ponadto posiadać zabezpieczenie przeciwprzepięciowe portów szeregowych.

2 x Moduł F.4:

Przemysłowy expander sieci Ethernet, który powinien pozwalać na zestawienie połączeń przynajmniej 2 połączeń Ethernetowych na dystansach do 15 km z prędkością transmisji do 15.3 Mbit/s na parze przewodów oraz być wyposażone w port RS-485, oraz w dwa porty SHDSL. Urządzenie powinno być zdolne do pracy w temperaturze od -40 do 70 °C z możliwością montażu na szynę DIN

1 x Moduł G.4:

Switch zarządzalny do zastosowań przemysłowych, wyposażony w 8 portów Fast Ethernet z czego 2 typu Combo umożliwiające wykorzystanie wkładek SFP koniecznych do wykorzystanie światłowódów. Powinien oferować redundante połączenia typu RING. Powinien umożliwiać konfigurowanie portów wirtualnych VLAN, Q-in-Q (VLAN Stacking), GVRP, wykorzystywać uwierzytelnianie 802.1x oraz RADIUS oraz umożliwiać dostęp poprzez SNMP v1/v2c/v3, WEB, Telnet, Standard MIB oraz Private MIB. Bezpieczeństwo powinny zapewniać protokoły SSH2.0 i SSL. Poza tym przełącznik powinien cechować się możliwością konfiguracji grupowej oraz umożliwić jego instalację na szynie DIN. Urządzenie powinno być zdolne do pracy w temperaturach od -10 do 60 °C.

1 x Moduł H.4:

Kompaktowy przełącznik zarządzalny do zastosowań przemysłowych przeznaczony do montażu na szynie DIN wyposażony w 8 portów RJ45. Urządzenie powinno posiadać gniazdo USB, przeznaczone do automatycznej konfiguracji a także być zarządzane poprzez Serial interface, web interface, SNMP V1/V2 oraz HiVision file transfer SW HTTP/TFTP. Przełącznik powinien zapewniać diagnostykę poprzez wykorzystanie standardów RMON, port mirroring 1:1, topology discovery 802.1AB oraz detekcję konfliktu adresów. Możliwość konfiguracji powinna być zapewniona przez CLI, TELNET, BootP, DHCP, DHCP option 82 i HIDiscover. Powinien oferować redundante połączenia typu RING, a także QoS 4 classes, port prioritisation (IEEE 802.1D/p), VLAN (IEEE 802.1Q), IGMP Snooping/Querier. Urządzenie powinno być zdolne do pracy w temperaturach od 0 do 60 °C.

1x Komputer (laptop + zasilacz + system operacyjny) - parametry nie gorsze niż:
monitor 15", pamięć RAM 32GB, Dysk SSD 512GB, mysz bezprzewodowa.

1x Oprogramowanie do programowania środowiska PLC, wraz z licencją.

1x Oprogramowanie do programowania środowiska HMI, wraz z licencją.

1x Zaciskarka złącz RJ45.

1x Tester złącz RJ45.

1x Przewody łączeniowe zakończone wtykami bananowymi.

100x Przewody łączeniowe światłowodowe (pigtail) min. 1m.

2x Moduł SFP 1000Mbps o długości fali 850 nm do światłowodów wielomodowych o długości nieprzekraczającej 550m ze złączem LC

1x Reflektometr - z funkcjami pomiarowymi:

- OTDR – funkcja reflektometru (pomiar tłumienności wykonanych spawów, pigtaili, adapterów w torze transmisyjnym, lokalizacja uszkodzeń, analiza),
- OPM – funkcja miernika mocy optycznej,
- OLS – funkcja źródła światła (laser).

2x Włókno rozbiegowe 500m kompatybilne z resztą osprzętu.

2x Adapter światłowodowy,

1x Spawarka światłowodowa,

1x Obcinarka do włókien światłowodowych,

1x Zestaw do zarabiania kabli światłowodowych:

Przykładowe wyposażenie:

- Stripper Tri-hole.
- Stripper do kabli płaskich FTTX (2x3mm).
- Stripper do płaszcza i tub, Ideal 45-162.
- Stripper do płaszcza i tub, Ideal 45-163.
- Narzędzie do ściągania powłok kabli, Ripley RCS-114.
- Nożyczki do kevlaru.

oraz materiały eksploatacyjne:

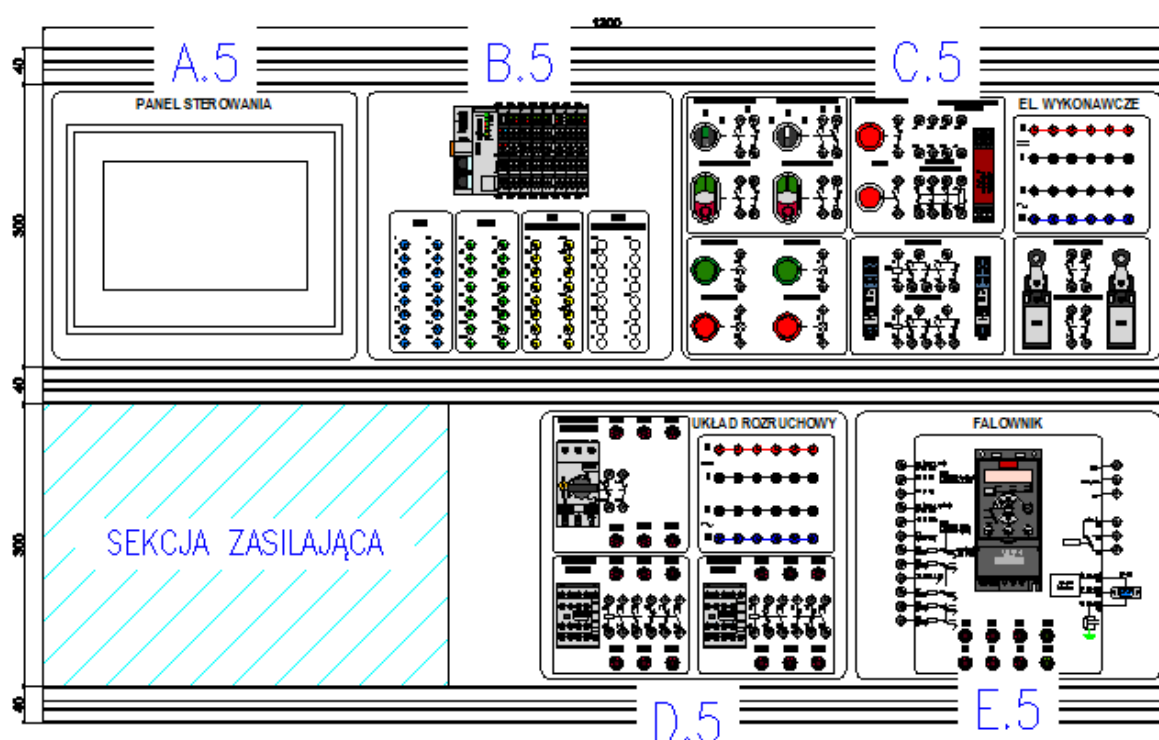
- Kaseta do czyszczenia ferrul światłowodowych.
- Zasobnik na ścinki włókien.
- Dyspenser z dozownikiem na alkohol IPA.
- Alkohol izopropylowy.
- Chusteczki bezpyłowe.
- Osłonki spawów światłowodowych 41mm.

Funkcjonalność:

1. Zapoznanie się z metodologią połączeń fizycznych w sieciach:
 - Zarobienie wtyku RJ45, wraz z diagnostyką połączenia.
 - Spawanie przewodu światłowodowego, wraz z pomiarami reflektometrem, włókno rozbiegowe.

2. Konfiguracja sieciowa urządzeń: SWITCH, parametry transmisji, VLAN, blokowanie portów, tworzenie podsieci.
3. Konfiguracja sieciowa urządzeń: sterownik PLC, panel HMI, przy wykorzystaniu połączenia ethernet.
4. Konfiguracja sieciowa urządzeń: sterownik PLC, panel HMI przy wykorzystaniu połączenia DSL.
5. Zapewnienie redundancji połączeń ethernet / DSL / światłowód tzw. ring.
6. Wykorzystanie mediakonwerterów do obsługi komunikacji sieciowej. RS - 485 / Ethernet.

2.5 **Stanowisko 5:** Układ falownika z układem wykonawczym w postaci silnika.



1 x Moduł A.5:

Panel operatorski HMI 7", (RS-485, Ethernet, USB)

1x Moduł B.5:

Modułowy sterownik sieciowy programowalny PLC (złącza 2xRJ-45, Modbus TCP) + moduły rozszerzeń min.: 16DI (wejścia cyfrowe), 16DO (wyjścia cyfrowe), 4RDI (wejścia cyfrowe z kontrolą), 4PT100 (wejścia temperaturowe PT100), 2AI 0...20mA (wejścia analogowe 0...20mA), 2AI 0...30V (wejścia analogowe 0...30V DC), 2AO 0..20mA (wyjście analogowe 0...20mA), 2AO 0..30V (wyjście analogowe 0..10V) Komunikacja RS-485.

1xModuł C.5:

- Przyciski NO/NC – 6szt.
- Przekąźnik bezpieczeństwa – 1szt.
- Lampka LED 24VDC czerwona/zielona – 4szt.
- Przekąźnik interfejsowy 24V DC – 2szt.
- Wyłącznik krańcowy NO/NC – 2szt.

1xModuł D.5:

- Wyłącznik silnikowy (dostosowany do mocy silnika),
- Stycznik mocy – 2szt. (dostosowany do mocy silnika).

1xModuł E.5:

- Falownik wektorowy z panelem graficznym, sterowanie ręczne/zdalne (dostosowany do mocy silnika),
- Silnik indukcyjny 0,37kW - 5,5kW (montaż do blatu roboczego, części ruchome zabezpieczone).

Dodatkowo:

1x Komputer (laptop + zasilacz + system operacyjny) - parametry nie gorsze niż:
monitor 15", pamięć RAM 32GB, Dysk SSD 512GB, mysz bezprzewodowa.

1x Oprogramowanie do programowania środowiska PLC, wraz z licencją.

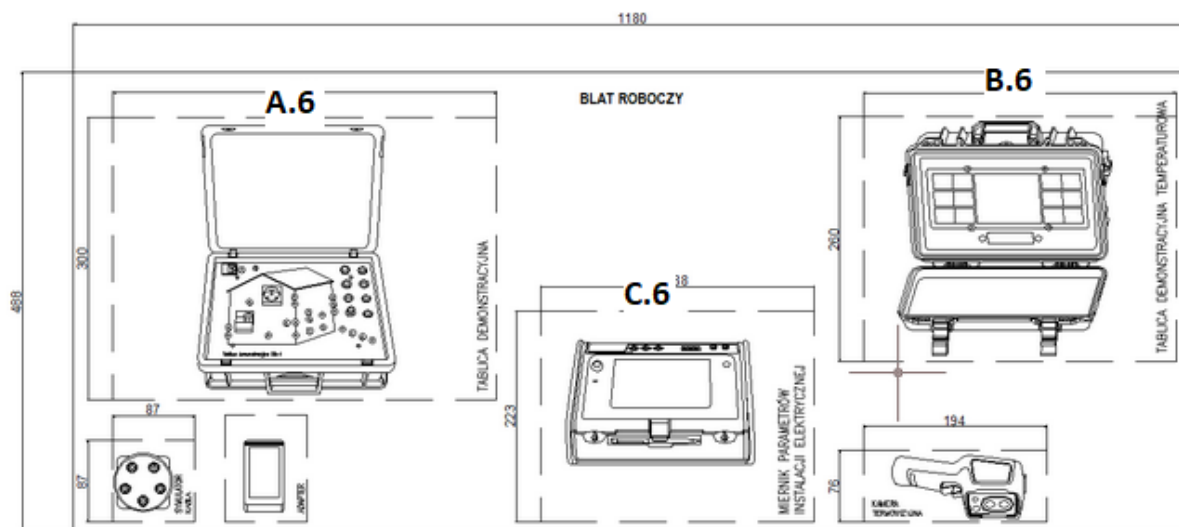
1x Oprogramowanie do programowania środowiska HMI, wraz z licencją.

1x Oprogramowanie do falownika, wraz z licencją.

Funkcjonalność:

1. Poznanie podstawowych układów zasilania i sterowania silnikami prądu przemiennego.
2. Montaż układu zasilania silnika – ukł. pojedynczy lub nawrotny.
3. Rozruch silnika – bezpośredni lub przez urządzenie rozruchowe – falownik.
4. Montaż układu sterowania ręcznego poprzez przyciski oraz lampki.
5. Montaż układu sterowania automatycznego poprzez sterownik PLC i panel HMI.
6. Montaż układu sterowania ręka/auto – połączenie 2 powyższych układów sterowania.
7. Wykorzystanie przekąźników bezpieczeństwa w obwodach bezpieczeństwa.
8. Wykorzystanie lampek do sygnalizacji stanów pracy.
9. Wykorzystanie czujników oraz przekąźników w układach sterowania.

2.6 Stanowisko 6: Pomiary zabezpieczeń w elektrotechnice.



1x Moduł A.6:

Tablica demonstracyjna (wykonanie w formie montowanej do stołu lub jako wolnostojący element) - umożliwiająca symulację pomiaru impedancji pętli zwarcia, parametrów zabezpieczeń RCD, rezystancji uziemienia, rezystywności gruntu, ciągłości połączeń wyrównawczych, rezystancji izolacji i symulację typowych usterek w sieci zasilającej).

1x Moduł B.6:

Tablica demonstracyjna (wykonanie w formie montowanej do stołu lub jako wolnostojący element) - umożliwiająca szkolenia z pomiarów temperatury metodą bezdotykową, jak również z zakresu termowizji z zastosowaniem kamer termowizyjnych.

1x Moduł C.6:

Wielofunkcyjny miernik parametrów instalacji elektrycznej (impedancja pętli zwarcia, pomiar wyłączników RCD, rezystancja uziemienia, rezystywność gruntów, rezystancja izolacji, rezystancja przewodów ochronnych i wyrównawczych, natężenie oświetlenia).

Adapter do przewodów wielożyłowych – Pomiar rezystancji izolacji – 1szt.

1x Cęgi pomiarowe.

1x Symulator kabla.

1x Kamera termowizyjna.

1x Sonda luksomierza z adapterem.

Funkcjonalność:

Zapoznanie kursanta z wykonywaniem podstawowych pomiarów:

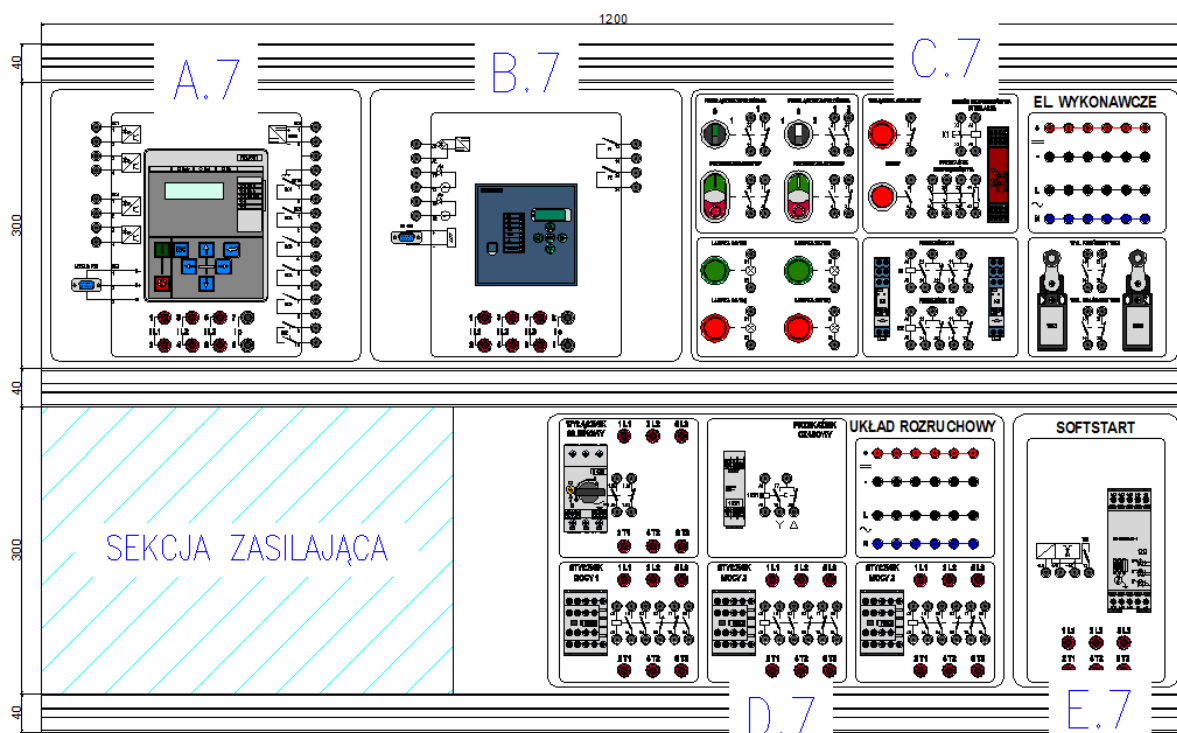
- impedancji pętli zwarcia dla oceny warunku samoczynnego wyłączenia zasilania,
- parametrów zabezpieczeń RCD,
- rezystancji uziemień,

- rezystywności gruntów,
- ciągłości połączeń wyrównawczych,
- rezystancji izolacji,
- napięcia sieci zasilającej,
- możliwa jest symulacja typowych usterek i nieprawidłowości w sieci zasilającej,
- badania termowizyjne,
- pomiar natężenia oświetlenia.

Symulacja nieprawidłowości w instalacji:

- wysoka rezystancja uziemienia,
- przekroczenie dopuszczalnego napięcia UB podczas pomiaru parametrów RCD w gniazdku pomiarowym,
- niska rezystancja izolacji (L-PE oraz L-N),
- przekroczony dopuszczalny czas zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego,
- wysoka wartość impedancji pętli zwarcia,
- prąd zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego niższy od wymaganego (uszkodzony RCD lub zbyt duży prąd upływu instalacji).

2.7 Stanowisko 7: Zabezpieczenia i sterowanie silnikami.



1x Moduł A.7:

Uniwersalny i wielofunkcyjny przekaźnik zabezpieczeniowy dedykowany do zabezpieczania silników (dostosowany do mocy silnika).

1x Moduł B.7:

Uniwersalny i wielofunkcyjny przekaźnik zabezpieczeniowy dedykowany do zabezpieczania silników (dostosowany do mocy silnika).

1x Moduł C.7:

- Przyciski NO/NC – 6szt.,
- Przekaźnik bezpieczeństwa – 1szt.,
- Lampka LED 24VDC czerwona/zielona – 4szt.,
- Przekaźnik interfejsowy 24V DC – 2szt.,
- Wyłącznik krańcowy NO/NC – 2szt.

1x Moduł D.7:

- Wyłącznik silnikowy (dostosowany do mocy silnika),
- Stycznik mocy (dostosowany do mocy silnika) – 3szt.,
- Przekaźnik czasowy,

1x Moduł E.7:

- Softstart (dostosowany do mocy silnika),
- Silnik indukcyjny 0,37kW - 5,5kW (montaż do blatu roboczego)

1x Przekładniki prądowe dobrane do obciążenia.

1x Analizator jakości zasilania - mobilne urządzenie służące do pomiaru i analizy zasilania (mierzone wielkości: prąd rozruchu; sprawność inwertera; napięcia i prądy; współczynnik szczytu dla prądu i napięcia: częstotliwość, moc czynna, bierna i pozorna; energia bierna, czynna i pozorna; współczynnik mocy; harmoniczne.

1x Komputer (laptop + zasilacz + system operacyjny) - parametry nie gorsze niż: monitor 15", pamięć RAM 32GB, Dysk SSD 512GB, mysz bezprzewodowa.

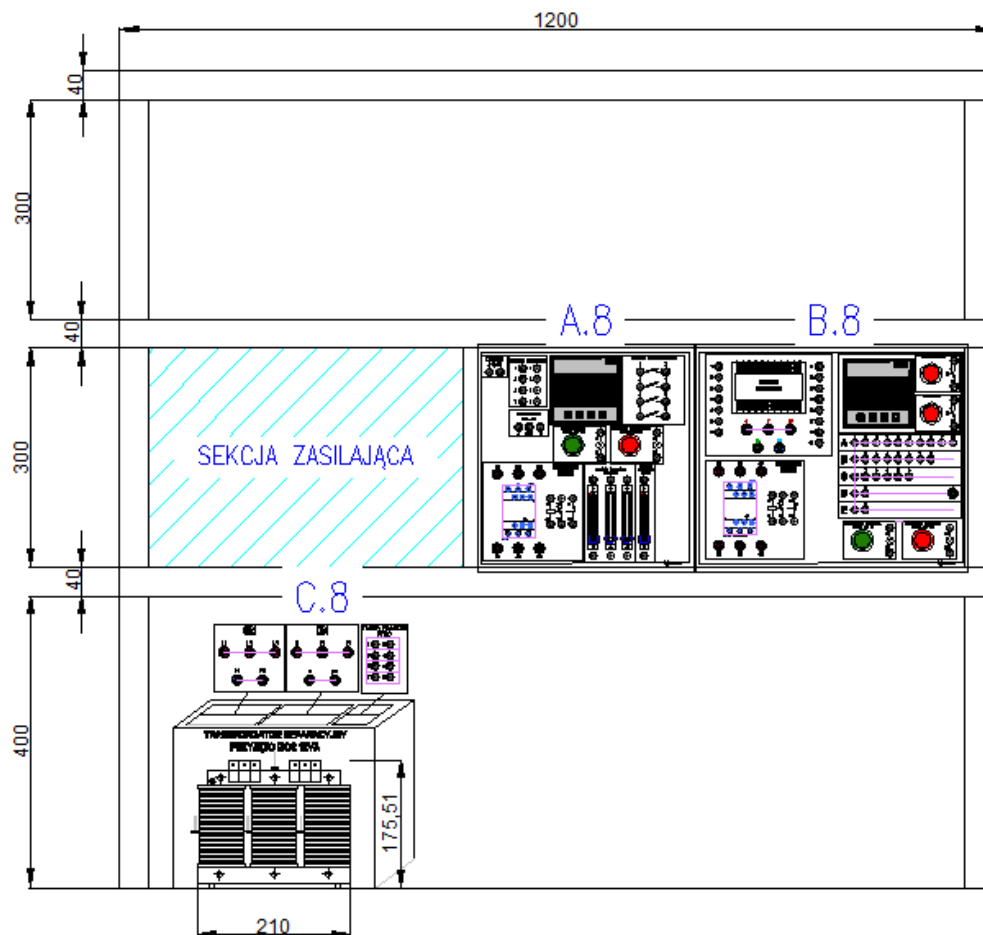
1x Oprogramowanie do zabezpieczeń przekaźnikowych, wraz z licencją.

1x Wymuszalnik prądowy do 10A.

Funkcjonalność:

1. Poznanie podstawowych układów zasilania i sterowania silnikami prądu przemiennego.
2. Montaż układu zasilania silnika – ukł. pojedynczy lub nawrotny.
3. Rozruch silnika – bezpośredni lub przez urządzenia rozruchowe
4. Montaż oraz programowanie podstawowych funkcji przekaźników zabezpieczających.
5. Montaż układu sterowania ręcznego poprzez przyciski i lampki.
6. Wykorzystanie przekaźników bezpieczeństwa w obwodach bezpieczeństwa.
7. Wykorzystanie lampek do sygnalizacji stanów pracy.
8. Wykorzystanie czujników oraz przekaźników w układach sterowania.
9. Analiza jakości zasilania.

2.8 Stanowisko 8: Zabezpieczenia sieci IT.



1x Moduł A.8:

- Zabezpieczenie termiczne transformatorowe służące do kontroli temperatury transformatora za pomocą czujników PT100, przeznaczone do kontroli temperatury uzwojeń transformatora oraz temperatury rdzenia (4 wejścia temperaturowe PT100, 4 wyjścia przekaźnikowe, możliwość komunikacji z urządzeniem w standardzie RS-485. ekran do odczytu i nastaw danych)
- 1 lampka zielona 24V/AC - praca
- 1 lampka czerwona 24V/AC - zadziałanie zabezpieczenia (opcjonalnie 1 lampka żółta 24V/AC- praca przy granicy dopuszczalnej)
- 4 potencjometry suwakowe do symulacji badanej temperatury transformatora (obciążenie nominalne 1kOhm) (opcjonalnie opornica dekadowa)
- 4 czujniki PT100
- stycznik mocy 4kW 400V/AC 3-polowy ze zestykami sterowniczymi min 2NO+1NC
- obciążenie ZT przez potencjometry (z możliwością symulacji pracy ZUCB) (x4 potencjometru 1-100kOhm)

1x Moduł B.8:

- Zabezpieczenie upływowowe, przeznaczone do kontroli stanu izolacji oraz blokadą ponownego załączenia sieci przy uszkodzeniu izolacji (wraz z analizatorem sieci 3-fazowej) (min 4 wejść przekaźnikowych, min 4 wyjść przekaźnikowych, zasilanie 24V/AC, ekran do odczytu parametrów
- 1 lampka zielona 24V/AC - praca
- 1 lampka czerwona 24V/AC - zadziałanie zabezpieczenia
- przycisk 24V/AC "test doziemienia"
- przycisk 24V/AC "kasowanie doziemienia"
- stycznik mocy 4kW 400V/AC 3-polowy ze zestykami sterowniczymi min 2NO+1NC

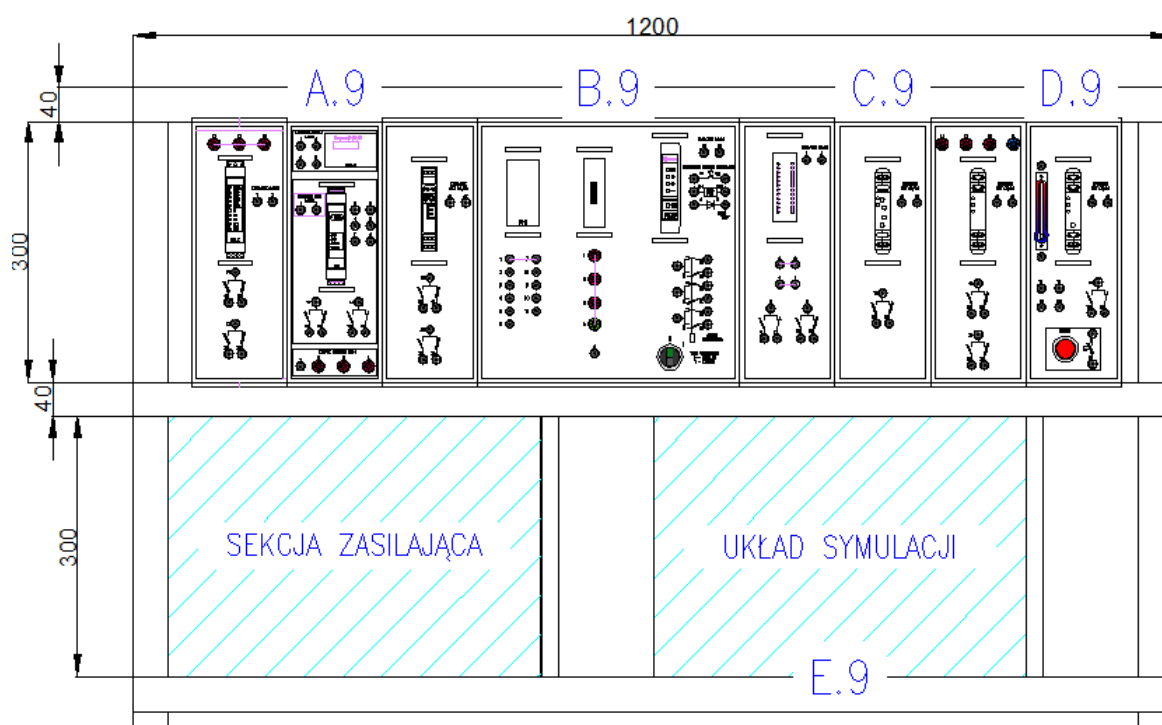
1x Moduł C.8:

Transformator trójfazowy separacyjny lub obniżający o mocy 1kVA 3-fazowy, 400V/AC, połączenie Y

Funkcjonalność:

1. Zapoznanie z układem podłączenia ZTT (dlaczego monitorowana jest temperatura TR i t.d)
2. Prawidłowe podłączenie układu
3. Obsługa ZTT - co, gdzie, jak. Ustawienie wartości granicznych temperatury.
4. Wykonanie testów funkcyjnych - zadziałanie ostrzeżenia przy wartości bliskiej granicznej, zadziałanie zabezpieczenia przy przekroczeniu wartości granicznej, ustawienie HISTEREZY.
5. Zapoznanie się z układem ZUCB.
6. Podłączenie układu
7. Odczyty parametrów przy pracy prawidłowej
8. Symulacja zadziałania zabezpieczenia
9. Testy funkcyjne przy pracy w trybie AUTO, RĘCZNA.

2.9 Stanowisko 9: Przełączniki funkcyjne dedykowane dla górnictwa.



1x Moduł A.9:

Przełączniki czasowe stosowane w górnictwie (min 2 typy różnych producentów)

1x Moduł B.9:

Przełączniki kontroli faz stosowane w górnictwie (min 2 typy różnych producentów)

1x Moduł C.9:

Przełącznik kontroli izolacji stosowane w górnictwie (min 2 typy różnych producentów)

1x Moduł D.9:

Przełącznik kontroli ciągłości uziemienia stosowane w górnictwie (min 2 typy różnych producentów)

1x Moduł E.9:

Układ do symulacji pracy sieci z przełącznikami

Funkcjonalność:

1. Zapoznanie się z budową podstawowych przełączników stosowanymi w górnictwie i ich funkcjami.
2. Połączyć schemat elektryczny wraz z przełącznikami funkcyjnymi.
3. Zasymulować pracę przełącznika - jakie podaje komunikaty, co trzeba nastawić, do czego służą, jak zachowuje się w razie awarii lub błędów.

ZAŁĄCZNIK DO OPISU STANOWISK LABORATORYJNYCH - ARKUSZ SPECYFIKACJI					
STANOWISKO	MODUŁ	ILOŚĆ	TYP	PRODUCENT / TYP	POTWIERDZENIE ILOŚCI
1	A.1	1	3szt. przekaźników czteropolowych 24V DC		
	B.1	1	3szt. przekaźników dwupolowych 24V DC		
	C.1	1	3szt. przekaźników funkcyjnych 24VDC - czasowych		
	D.1	1	4szt. przekaźników interfejsowych 24V DC		
	E.1	1	1szt. przekaźnik bezpieczeństwa 24VDC		
	F.1	1	1szt. przekaźnik funkcyjny np kontroli uziemienia i izolacji		
	G.1	2	Makieta silnika prądu stałego 24VDC, prędkość ograniczona poprzez przekładnię, wyposażona w czujnik indukcyjny i licznik.		
	H.1	2	2szt. Lampki LED czerwone 24VDC, 2szt. Lampki LED zielone 24VDC		
	I.1	2	2szt. przyciski bistabilne min. NO/NC, 2szt. przyciski monostabilne min. NO/NC		
2	A.2	1	Modułowy sterownik sieciowy programowalny PLC (złącza 2xRJ-45, Modbus TCP) + moduły rozszerzeń, min.: 16DI (wejścia cyfrowe), 16DO (wyjścia cyfrowe), 4RDI (wejścia cyfrowe z kontrolą), 4PT100 (wejścia temperaturowe PT100), 2AI 0...20mA (wejście analogowe 0...20mA0, 2AI 0...30V (wejścia analogowe 0...30V DC), Komunikacja RS-485.		
	B.2	1	Modułowy sterownik sieciowy programowalny PLC - o podwyższonym zakresie pracy temperaturowej (złącza 2xRJ-45, Modbus TCP) + moduły rozszerzeń, min.: 16DI (wejścia cyfrowe), 16DO (wyjścia cyfrowe), 4RDI (wejścia cyfrowe z kontrolą), 4PT100 (wejścia temperaturowe PT100), 2AI 0...20mA (wejście analogowe 0...20mA0, 2AI 0...30V (wejścia analogowe 0...30V DC), Komunikacja RS-485.		

	C.2	1	Panel operatorski HMI 7", (RS-485, Ethernet, USB)		
	D.2	2	Lampki LED czerwone 24VDC, 2szt. Lampki LED zielone 24VDC		
	E.2	2	przyciski bistabilne min. NO/NC, 2szt. przyciski monostabilne min. NO/NC		
	F.2	1	Zadajnik wartości analogowych np. 0...20mA, 0...30V		
	INNE	1	Komputer (laptop + zasilacz + system operacyjny) - parametry nie gorsze niż: monitor 15", pamięć RAM 32GB, Dysk SSD 512GB, mysz bezprzewodowa.		
	INNE	1	Oprogramowanie do programowania środowiska PLC, wraz z licencją		
	INNE	1	Oprogramowanie do programowania środowiska HMI, wraz z licencją		
	INNE	1	Komplet przewodów łączeniowych zakończonymi wtykami bananowymi		
3	A.3	1	Modułowy sterownik sieciowy programowalny PLC (złącza 2xRJ-45, Modbus TCP) + moduły rozszerzeń min.: 16DI (wejścia cyfrowe), 16DO (wyjścia cyfrowe), 4RDI (wejścia cyfrowe z kontrolą), 4PT100 (wejścia temperaturowe PT100), 2AI 0...20mA (wejścia analogowe 0...20mA0, 2AI 0...30V (wejścia analogowe 0...30V DC), Komunikacja RS-485.		
	B.3	1	Panel operatorski HMI 7", (RS-485, Ethernet, USB)		
	C.3	1	Przełączniki czteropolowych 24V DC		
	D.3	2	Zadajnik analogowy 0...20mA, 0...30V		
	E.3	2	Dzielniki napięcia (płytki rezystorowe) do podłączania czujników do wejść z kontrolą stanu obwodu		
	F.3	1	2szt. Lampki LED czerwone 24VDC, 2szt. Lampki LED zielone 24VDC		
	G.3	1	2szt. przyciski bistabilne min. NO/NC, 2szt. przyciski monostabilne min. NO/NC		

	H.3	1	Makieta przenośnika taśmowego, wymiary umożliwiają umieszczenie jej na blacie roboczym, wyposażona : czujniki indukcyjne, czujniki optyczne, czujniki PT100, czujniki położenia (krańcówki), czujnik prędkości, silniki prądu stałego 24V DC, analogowy przetwornik ciśnienia wraz z układem testowym,		
	INNE	1	Komputer (laptop + zasilacz + system operacyjny) - parametry nie gorsze niż: monitor 15", pamięć RAM 32GB, Dysk SSD 512GB, mysz bezprzewodowa.		
	INNE	1	Oprogramowanie do programowania środowiska PLC, wraz z licencją		
	INNE	1	Oprogramowanie do programowania środowiska HMI, wraz z licencją		
	INNE	1	Komplet przewodów łączeniowych zakończonymi wtykami bananowymi		
4	A.4	1	Modułowy sterownik sieciowy programowalny PLC (złącza 2xRJ-45, Modbus TCP) + moduły rozszerzeń min.: 16DI (wejścia cyfrowe), 16DO (wyjścia cyfrowe), 4RDI (wejścia cyfrowe z kontrolą), 4PT100 (wejścia temperaturowe PT100), 2AI 0...20mA (wejścia analogowe 0...20mA0, 2AI 0...30V (wejścia analogowe 0...30V DC), Komunikacja RS-485.		
	B.4	1	Panel operatorski HMI 7", (RS-485, Ethernet, USB)		
	C.4	1	Zadajnik analogowy 0...20mA, 0...30V		
	D.4	1	10-portowy (w tym 3 porty typu Combo – RJ45 lub SFP) gigabitowy zarządzalny switch przemysłowy, który wspiera protokoły EtherNet/IP, PROFINET oraz Modbus/TCP oraz obsługuje protokoły redundantne typu RING. Powinien również oferować programowe wsparcie obsługi standardu IEEE 1588, a także obsługę QoS, IGMP Snooping/GMRP, VLAN, LACP, SNMP oraz RMON. Bezpieczeństwo transmisji powinno być zapewnione nie gorzej niż poprzez zastosowanie technologii RADIUS, TACACS+, SNMPv3, IEEE 802.1x, HTTPS, SSH, oraz funkcji MAC address sticky. Urządzenie powinno oferować możliwość jego konfiguracji poprzez wbudowany port USB oraz mieć możliwość montażu na szynę DIN. Urządzenie powinno być zdolne do pracy w temperaturach od -10 do 60 oC.		

	E.4	1	Serwer 4 portów szeregowych z wbudowanym 3 portami Ethernet RJ-45 i 2 złączami na światłowód wielomodowy ze złączami SC o rozszerzonym zakresie temperatur od -40 do 75 oC. Oferuje połączenie redundantne typu RING, a także QoS, IGMP-snooping/GMRP, VLAN, LACP, SNMPv1/v2c/v3, RMON. Serwer powinien ponadto posiadać zabezpieczenie przeciwprzepięciowe portów szeregowych.		
	F.4	1	Makieta przenośnika taśmowego, wymiary umożliwiają umieszczenie jej na blacie roboczym, wyposażona : czujniki indukcyjne, czujniki optyczne, czujniki PT100, czujniki położenia (krańcówki), czujnik prędkości, silniki prądu stałego 24V DC, analogowy przetwornik ciśnienia wraz z układem testowym,		
	G.4	1	Switch zarządzalny do zastosowań przemysłowych, wyposażony w 8 portów Fast Ethernet z czego 2 typu Combo umożliwiające wykorzystanie wkładek SFP koniecznych do wykorzystanie światłowodów. Oferuje redundantne połączenia typu RING. Umożliwia konfigurowanie portów wirtualnych VLAN, Q-in-Q (VLAN Stacking), GVRP, wykorzystuje uwierzytelnianie 802.1x oraz RADUIS oraz umożliwia dostęp poprzez SNMP v1/v2c/v3, WEB, Telnet, Standard MIB oraz Private MIB. Bezpieczeństwo powinny zapewniać protokoły SSH2.0 i SSL. Poza tym przełącznik powinien cechować się możliwością konfiguracji grupowej oraz umożliwić jego instalację na szynie DIN. Urządzenie powinno być zdolne do pracy w temperaturach od -10 do 60 oC.		
	H.4	1	Kompaktowy przełącznik zarządzalny do zastosowań przemysłowych przeznaczony do montażu na szynie DIN wyposażony w 8 portów RJ45. Urządzenie powinno posiadać gniazdo USB, przeznaczone do automatycznej konfiguracji a także być zarządzane poprzez Serial interface, web interface, SNMP V1/V2 oraz HiVision file transfer SW HTTP/TFTP. Przełącznik powinien zapewniać diagnostykę poprzez wykorzystanie standardów RMON, port mirroring 1:1, topologię discovery 802.1AB oraz detekcję konfliktu adresów. Możliwość konfiguracji powinna być zapewniona przez CLI, TELNET, BootP, DHCP, DHCP option 82 i HiDiscover. Oferuje redundantne połączenia typu RING, a także QoS 4 classes, port prioritisation (IEEE 802.1D/p), VLAN (IEEE 802.1Q), IGMP Snooping/Querier. Urządzenie powinno być zdolne do pracy w temperaturach od 0 do 60 oC.		
	INNE	1	Komputer (laptop + zasilacz + system operacyjny) - parametry nie gorsze niż: monitor 15", pamięć RAM 32GB, Dysk SSD 512GB, mysz bezprzewodowa.		
	INNE	1	Oprogramowanie do programowania środowiska PLC, wraz z licencją		

	INNE	1	Oprogramowanie do programowania środowiska HMI, wraz z licencją		
	INNE	1	Komplet przewodów łączeniowych zakończonymi wtykami bananowymi		
	INNE	1	Zaciskarka złącz RJ45 + zestaw złącz RJ45 do zaciskania +		
	INNE	1	Tester złącz RJ45		
	INNE	1	Moduł SFP 1000Mbps o długości fali 850 nm do światłowodów wielomodowych o długości nieprzekraczającej 550m ze złączem LC		
	INNE	1	Reflektometr – z funkcjami pomiarowymi: - OTDR – funkcja reflektometru (pomiar tłumienności wykonanych spawów, pigtaili, adapterów w torze transmisyjnym, lokalizacja uszkodzeń, analiza), - OPM – funkcja miernika mocy optycznej, - OLS – funkcja źródła światła (laser).		
	INNE	1	Włókno rozbiegowe 500m kompatybilne z resztą osprzętu.		
	INNE	1	Adapter światłowodowy		
	INNE	1	Spawarka światłowodowa		
	INNE	1	Obcinarka do włókien światłowodowych		

	INNE	1	Przykładowe wyposażenie: - Stripper Tri-hole. - Stripper do kabli płaskich FTTX (2x3mm). - Stripper do płaszczu i tub, Ideal 45-162. - Stripper do płaszczu i tub, Ideal 45-163. - Narzędzie do ściągania powłok kabli, Ripley RCS-114. - Nożyczki do kevlaru. oraz materiały eksploatacyjne: - Kasetę do czyszczenia ferrul światłowodowych. - Zasobnik na ścinki włókien. - Dyspenser z dozownikiem na alkohol IPA. - Alkohol izopropylowy. - Chusteczki bezpyłowe. - Osłonki spawów światłowodowych 41mm.		
	INNE	100	Przewody łączeniowe światłowodowe (pigtail) min. 1m.		
	INNE	1	Komplet przewodów łączeniowych zakończonymi wtykami bananowymi		
5	A.5	1	Panel operatorski HMI 7", (RS-485, Ethernet, USB)		
	B.5	1	Modułowy sterownik sieciowy programowalny PLC (złącza 2xRJ-45, Modbus TCP) + moduły rozszerzeń min.: 16DI (wejścia cyfrowe), 16DO (wyjścia cyfrowe), 4RDI (wejścia cyfrowe z kontrolą), 4PT100 (wejścia temperaturowe PT100), 2AI 0...20mA (wejścia analogowe 0...20mA0, 2AI 0...30V (wejścia analogowe 0...30V DC), 2AO 0..20mA (wyjście analogowe 0...20mA), 2AO 0..30V (wyjście analogowe 0..10V) Komunikacja RS-485.		
	C.5	1	- Przyciski NO/NC – 6szt. - Przekątnik bezpieczeństwa – 1szt. - Lampka LED 24VDC czerwona/zielona – 4szt. - Przekątnik interfejsowy 24V DC – 2szt. - Wyłącznik krańcowy NO/NC – 2szt.		
	D.5	1	- Wyłącznik silnikowy (dostosowany do mocy silnika) - Stycznik mocy – 2szt. (dostosowany do mocy silnika)		

	E.5	1	- Falownik wektorowy z panelem graficznym, sterowanie ręczne/zdalne (dostosowany do mocy silnika) - Silnik indukcyjny 0,37kW - 5,5kW (montaż do blatu roboczego, części ruchome zabezpieczone)		
	INNE	1	Komputer (laptop + zasilacz + system operacyjny) - parametry nie gorsze niż: monitor 15", pamięć RAM 32GB, Dysk SSD 512GB, mysz bezprzewodowa.		
	INNE	1	Oprogramowanie do programowania środowiska PLC, wraz z licencją		
	INNE	1	Oprogramowanie do programowania środowiska HMI, wraz z licencją		
	INNE	1	Oprogramowanie do falownika HMI, wraz z licencją		
	INNE	1	Komplet przewodów łączeniowych zakończonymi wtykami bananowymi		
6	A.6	1	Tablica demonstracyjna (wykonanie w formie montowanej do stołu lub jako wolnostojący element) - umożliwiająca symulację pomiaru impedancji pętli zwarcia, parametrów zabezpieczeń RCD, rezystancji uziemienia, rezystywności gruntu, ciągłości połączeń wyrównawczych, rezystancji izolacji i symulację typowych usterek w sieci zasilającej).		
	B.6	1	Tablica demonstracyjna (wykonanie w formie montowanej do stołu lub jako wolnostojący element) - umożliwiająca szkolenia z pomiarów temperatury metodą bezdotykową, jak również z zakresu termowizji z zastosowaniem kamer termowizyjnych.		
	C.6	1	Wielofunkcyjny miernik parametrów instalacji elektrycznej (impedancja pętli zwarcia, pomiar wyłączników RCD, rezystancja uziemienia, rezystywność gruntów, rezystancja izolacji, rezystancja przewodów ochronnych i wyrównawczych, natężenie oświetlenia). Adapter do przewodów wielożyłowych – Pomiar rezystancji izolacji – 1szt.		
	INNE	1	Cęgi pomiarowe		
	INNE	1	Symulator kabla		
	INNE	1	Kamera termowizyjna		

	INNE	1	Sonda luksomierza z adapterem		
7	A.7	1	Uniwersalny i wielofunkcyjny przełącznik zabezpieczeniowy dedykowany do zabezpieczania silników (dostosowany do mocy silnika)		
	B.7	1	Uniwersalny i wielofunkcyjny przełącznik zabezpieczeniowy dedykowany do zabezpieczania silników (dostosowany do mocy silnika)		
	C.7	1	- Przyciski NO/NC – 6szt., - Przełącznik bezpieczeństwa – 1szt., - Lampka LED 24VDC czerwona/zielona – 4szt., - Przełącznik interfejsowy 24V DC – 2szt., - Wyłącznik krańcowy NO/NC – 2szt.		
	D.7	1	- Wyłącznik silnikowy (dostosowany do mocy silnika), - Stycznik mocy (dostosowany do mocy silnika) – 3szt., - Przełącznik czasowy.		
	E.7	1	- Softstart (dostosowany do mocy silnika), - Silnik indukcyjny 0,37kW - 5,5kW (montaż do blatu roboczego)		
	INNE	1	Przekładniki prądowe dobrane do obciążenia		
	INNE	1	Analizator jakości zasilania mobilne urządzenie służące do pomiaru i analizy zasilania (mierzone wielkości: prąd rozruchu; sprawność inwertera; napięcia i prądy; współczynnik szczytu dla prądu i napięcia: częstotliwość, moc czynna, bierna i pozorna; energia bierna, czynna i pozorna; współczynnik mocy; harmoniczne.		
	INNE	1	Komputer (laptop + zasilacz + system operacyjny) - parametry nie gorsze niż: monitor 15", pamięć RAM 32GB, Dysk SSD 512GB, mysz bezprzewodowa.		
	INNE	1	Oprogramowanie do zabezpieczeń przełącznikowych, wraz z licencją		
	INNE	1	Wymuszalnik prądowy do 10A		

8

	A.8	1	- Zabezpieczenie termiczne transformatorowe służące do kontroli temperatury transformatora za pomocą czujników PT100, przeznaczone do kontroli temperatury uzwojeń transformatora oraz temperatury rdzenia (4 wejścia temperaturowe PT100, 4 wyjścia przekaźnikowe, możliwość komunikacji z urządzeniem w standardzie RS-485. ekran do odczytu i nastaw danych) - 1 lampka zielona 24V/AC - praca - 1 lampka czerwona 24V/AC - zadziałanie zabezpieczenia (opcjonalnie 1 lampka żółta 24V/AC- praca przy granicy dopuszczalnej) - 4 potencjometry suwakowe do symulacji badanej temperatury transformatora (obciążenie nominalne 1kOhm) - 4 czujniki PT100 - stycznik mocy 4kW 400V/AC 3-półowy ze zestykami sterowniczymi min 2NO+1NC obciążenie ZT przez potencjometry (z możliwością symulacji pracy ZUCB) (x4 potencjometra 1-100kOhm)		
	B.8	1	Zabezpieczenie upływowe, przeznaczone do kontroli stanu izolacji oraz blokadą ponownego załączenia sieci przy uszkodzeniu izolacji (wraz z analizatorem sieci 3-fazowej) (min 4 wejść przekaźnikowych, min 4 wyjść przekaźnikowych, zasilanie 24V/AC, ekran do odczytu parametrów) 1 lampka zielona 24V/AC - praca 1 lampka czerwona 24V/AC - zadziałanie zabezpieczenia przycisk 24V/AC "test doziemienia" przycisk 24V/AC "kasowanie doziemienia" stycznik mocy 4kW 400V/AC 3-półowy ze zestykami sterowniczymi min 2NO+1NC		
	C.8	1	Transformator trójfazowy separacyjny lub obniżający o mocy 1kVA 3-fazowy, 400V/AC, połączenie Y		
	INNE	1	Komputer (laptop + zasilacz + system operacyjny) - parametry nie gorsze niż: monitor 15", pamięć RAM 32GB, Dysk SSD 512GB, mysz bezprzewodowa.		
	INNE	1	Oprogramowanie do programowania środowiska PLC, wraz z licencją		
	INNE	1	Oprogramowanie do programowania środowiska HMI, wraz z licencją		
	INNE	1	Komplet przewodów łączeniowych zakończonymi wtykami bananowymi		

9	A.9	1	Przełączniki czasowe stosowane w górnictwie (min 2 typy różnych producentów)		
	B.9	1	Przełączniki kontroli faz stosowane w górnictwie (min 2 typy różnych producentów)		
	C.9	1	Przełącznik kontroli izolacji stosowane w górnictwie(min 2 typy różnych producentów)		
	D.9	1	Przełącznik kontroli ciągłości uziemienia stosowane w górnictwie (min 2 typy różnych producentów)		
	E.9	1	Układ do symulacji pracy sieci z przełącznikami		