

# STANOWISKA SZKOLENIOWE JAKO ELEMENT WSPÓŁCZESNEGO PRZYGOTOWANIA KWALIFIKOWANEGO PERSONELU AUTOMATYKÓW LINII MONTAŻOWYCH

## *Training stands as the elements of the production lines automatic staff contemporary vocational process*

Mirosław CHŁOSTA, Janusz KOBIAŁKA

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono opisy wybranych stanowisk szkoleniowych typu pulpitowego, przeznaczonych do wspomoczenia procesu kształcenia przyszłej kwalifikowanej kadry technicznej automatyków przemysłowych linii montażowych. Stanowiska te mogą zostać wykorzystane jako pomoce dydaktyczne w szkołach technicznych średniego szczebla i wyższych uczelniach.

**Słowa kluczowe:** stanowiska modułowe dydaktyczne, sterowniki PLC, panele operatorskie HMI, systemy sieciowe, zagadnienia sterowania procesami technologicznymi, automatyka przemysłowa

**Abstract:** IMBiGS made educational stands were described in the paper. Their elements and functionality were presented. This stands were dedicated to developing skillings of the technical personel. They can be used in the all levels schools.

**Key words:** educational stands, PLC controllers, HMI operator panels, network systems, manufacturing systems control, industrial automation

### Wstęp

Linia produkcyjna bez wykwalifikowanego, dobrze wyszkolonego personelu technicznego? W dzisiejszym zautomatyzowanym zakładzie montażowym to rzecz niemożliwa. Jednym z niezastąpionych elementów prawidłowo działającej i z jak najkrótszymi czasowo przestojami linii technologicznej montażowej są automatycy. To między innymi od ich umiejętności, doświadczenia i wiedzy zależy bezawaryjna produkcja.

Współczesny system edukacji i szkolenia pozwala nie tylko na zdobywanie teoretycznej wiedzy, ale i praktycznych umiejętności. Odbyna się to dzięki różnego rodzaju stanowiskom szkoleniowym w pracowniach

automatyki przemysłowej, w jakie wyposażone są techniczne szkoły zawodowe, średnie oraz uczelnie wyższe. Do tych właśnie placówek skierowana jest oferta pulpitowych stanowisk dydaktycznych do nauki.

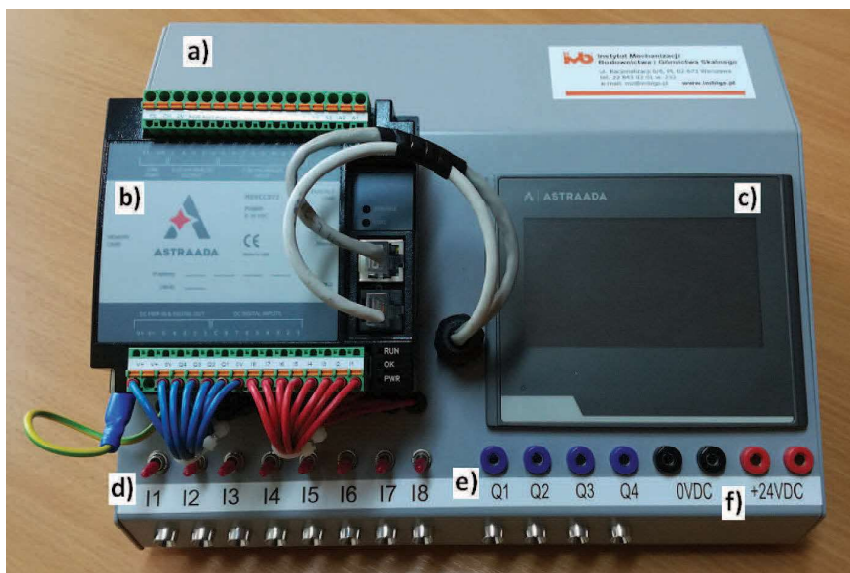
### Prezentacja wybranych stanowisk dydaktycznych

#### Części wchodzące w skład stanowiska pulpitowego, współpraca sterownika PLC z panelem operatorskim HMI

Stanowisko pulpitowe, współpraca sterownika PLC z panelem operatorskim (rys. 1), zasilane jest z sieci elektrycznej 1-fazowej 230VAC 50Hz i zostało wyposażone w następujące podzespoły:



Rys. 1. Wizualizacja stanowiska wyposażonego w sterownik PLC oraz panel operatorski HMI  
Fig.1. Visualization of the desktop with PLC controller and HMI operator's panel



Rys. 2. Stanowisko wyposażone w sterownik PLC oraz panel operatorski HMI po montażu: a) obudowa stanowiska, b) sterownik PLC typ RCC972, c) panel HMI typ AS43TFT0425, d) komplet przełączników z diodami LED od I1 do I8 podłączonymi do wejść sterownika PLC, e) komplet gniazd z diodami LED od Q1 do Q4 podłączonymi do wyjść sterownika PLC, f) komplet gniazd 0VDC i +24VDC podłączonych do wyjścia zasilacza =24VDC.

Fig. 2. Desktop with PLC controller and HMI operator's panel: a) desktop case, b) PLC controller, c) HMI panel, d) switches with LED, No I1 to I18, connected with PLC inputs, e) sockets with LEDs, marked as Q1 to Q4, connectet with PLC outputs, f) socket 0VDC and 24VDC connected with 24VDC power supply outputs

- sterownik PLC typ RCC972 i panel HMI typ AS43TFT0425,
- 8 kompletów przełączników z diodami LED podłączonymi do wejść w celu symulacji podawania sygnałów dyskretnych,
- 4 komplety gniazd z diodami LED podłączonymi do wyjść w celu wyprowadzenia sygnału dyskretnego na zewnątrz urządzenia,
- komplet gniazd oznaczonych jako 0VDC oraz +24VDC i podłączonych do wejścia zasilacza =24VDC.

#### Wartość dydaktyczna i możliwości wykorzystania stanowiska pulpitowego współpraca sterownika PLC z panelem operatorskim HMI do celów dydaktycznych

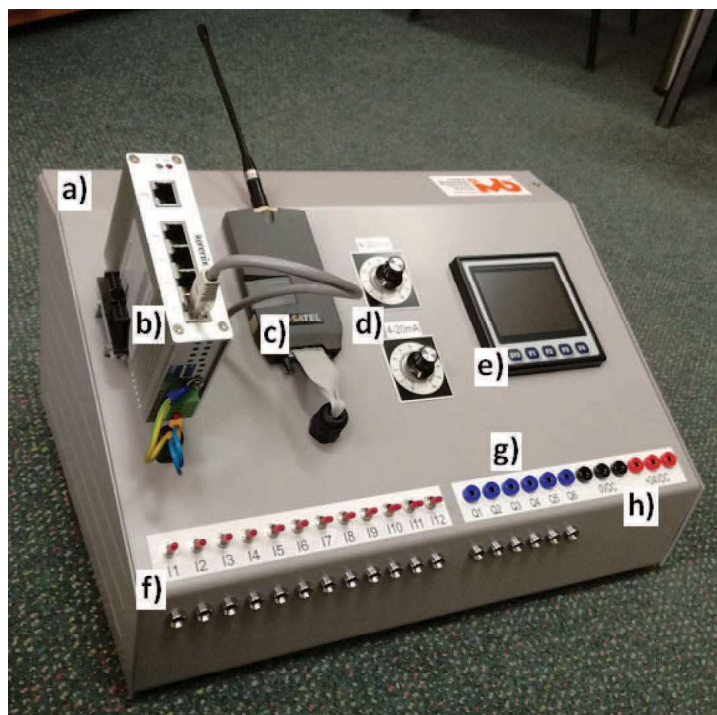
Na stanowisku (rys. 2) można zrealizować w ramach ćwiczeń następujące zagadnienia:

- poznanie języków programowania sterowników PLC i paneli HMI,
- możliwość zapoznania się z przemysłowymi protokołami komunikacyjnymi w sieci CAN,
- poznanie metod konfiguracji urządzeń działających w sieciach CAN i Ethernet,
- wykorzystanie sygnałów analogowych i dyskretnych w układach sterowania,
- wykorzystanie pracy sterownika z panelem operatorskim w sieci szeregowej RS232,
- stworzenie na panelu operatorskim wizualizację sterownika i panelu,
- stworzenie na powyższej wizualizacji odzwierciedlenia stanu położenia przełącznika załącz/wyłącz,

- stworzenie na powyższej wizualizacji odzwierciedlenia stanu wysterowania wyjść sterownika załączone/wyłączone,
- stworzenie aplikacji, w której lampki wyjść sterownika będą migać w następujący sposób: Q1 z częstotliwością 1Hz, Q2 z częstotliwością 2Hz, Q3 z częstotliwością 3Hz, Q4 z częstotliwością 4Hz,
- poznanie zagadnień związanych z bezpieczeństwem pracy układów automatyki,
- zapoznanie z algorytmami sterowania procesów wolno i szybkozmiennych.

Oprogramowywanie sterownika PLC może być realizowane w środowisku Cscape. Jest to środowisko narzędziowe dla sterowników PLC, zintegrowanych z panelem HMI oraz układów wejść-wyjść oddalonych Horner APG. Umożliwia konfigurację sprzętową systemu, budowanie złożonych algorytmów wg IEC61131 oraz tworzenie aplikacji ekranów operatorskich. Tworzenie programu sterującego może być realizowane w 5 różnych językach programowania:

- LD – graficzny: schematy drabinkowe, programy mające dużo analogii do schematów elektrycznych,
- FBD – graficzny: schematy blokowe, programy są tworzone w postaci bloków funkcyjnych, zadających zależność między wielkościami wejściami a wyjściami,
- IL – tekstowy: lista instrukcji, język niskiego poziomu zbliżony do asemblera,
- ST – tekstowy: tekst strukturalny, język wysokiego poziomu na bazie języka Pascal,



Rys. 3. Stanowisko – współpraca sterownika PLC z radiomodemem po montażu: a) obudowa stanowiska, b) switch Ethernetowy typ JET-NET-2005, c) radiomodem typ SATELLINE-1870E, d) dwa zadajniki potencjometryczne prądowe 4-20mA typ CP-02, e) sterownik PLC typ XL4e, f) komplet przełączników z diodami LED od I1 do I12 podłączonymi do wejść sterownika PLC, g) komplet gniazd z diodami LED od Q1 do Q6 podłączonymi do wyjść sterownika PLC, h) komplet gniazd 0VDC i +24VDC podłączonych do wyjścia zasilacza =24VDC

Fig. 3. Desktop with PLC and UHF modem: a) desktop case, b) Ethernet switch, c) UHF modem, d) two potentiometer referencing units, e) PLC unit, f) switches with LEDs, marked as I1 to I12, connected with PLC inputs, g) sockets with LEDs, marked as Q1 to Q6, connected with PLC outputs, h) sockets 0VDC and 24VDC, connected with 24VDC power supply

– SFC – grafów: graf funkcji sekwencyjnych SFC, graf przepływowy FC, program jest podobny do diagramów stanów, bazuje na sieci Petriego, opisuje sekwencje i równoległe algorytmy.

Stanowisko dodatkowo wymaga wyposażenia w kabel sieciowy Ethernet RJ45, kabel USB, przewody typu LGY 1mm<sup>2</sup> wyposażone z obu końców we wtyczki laboratoryjne jednobolcowe, tzw. bananowe, łącznik sieciowy Ethernet RJ45, tzw. beczkę, 8p8c, gniazdo-gniazdo. Tak skompletowane stanowisko może współpracować z komputerem klasy PC oraz innymi stanowiskami pulpituowymi.

#### Części wchodzące w skład stanowiska pulpituowego, współpraca sterownika PLC z radiomodemem

Stanowisko pulpituowe (rys. 3) zasilane jest z sieci elektrycznej 1-fazowej 230VAC 50Hz i składa się z:

- sterownika PLC typ XL4e,
- radiomodemu typ SATELLINE-1870E,
- switcha Ethernetowego typ JET-NET-2005
- dwóch zadajników potencjometrycznych prądowych 4–20mA typ CP-02,
- 12 kompletów przełączników z diodami LED podłączonymi do wejść w celu symulacji podawania sygnałów dyskretnych,

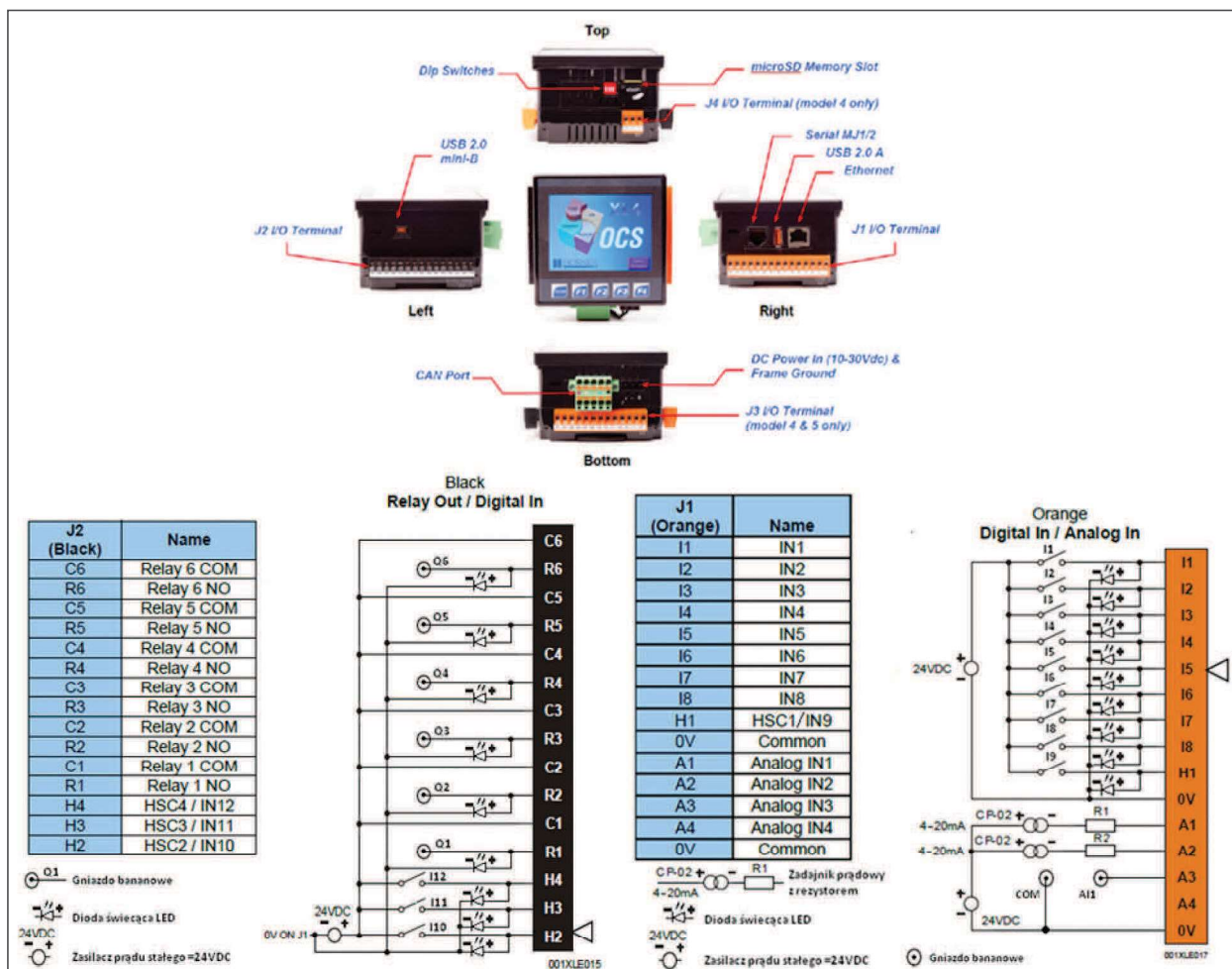
– 6 kompletów gniazd z diodami LED podłączonymi do wyjść w celu wyprowadzenia sygnału dyskretnego na zewnątrz,

– kompletu gniazd 0VDC i +24VDC podłączonych do wyjścia zasilacza =24VDC.

#### Wartość dydaktyczna i możliwości wykorzystania stanowiska pulpituowego – współpraca sterownika PLC z radiomodemem

Na powyższym stanowisku można zrealizować w ramach ćwiczeń następujące zagadnienia:

- poznanie języków programowania sterowników PLC wyposażonych w ciekłokrystaliczne ekrany,
- możliwość zapoznania się z przemysłowymi protokołami komunikacyjnymi sieciowej, w tym i bezprzewodowej,
- poznanie metod konfiguracji urządzeń działających w sieciach,
- wykorzystanie sygnałów analogowych i dyskretnych w układach sterowania,
- poznanie zagadnień związanych z bezpieczeństwem pracy układów automatyki,
- zapoznanie z algorytmami sterowania procesów wolno i szybkozmiennych, itp.
- możliwość zapoznania się z przemysłowymi protokołami komunikacyjnymi, służącymi do połączeń



Rys. 4. Schematy podłączenia elementów do sterownika PLC typ XL4e. (wg MAN0963-08EN specifications/Installations Horner)  
 Fig. 4. PLC connection diagram (ref. MAN0963-08EN specifications/Installations Horner)

rozproszonych modułów i urządzeń z wykorzystaniem bezprzewodowej akwizycji danych (w przypadku posiadania np. dwóch takich stanowisk),

- poznanie metod konfiguracji urządzeń działających w sieciach: Profibus DP, CAN, Profinet, DeviceNet, EGD, HART, itp.,
- możliwość zapoznania się ze standardem przesyłania danych z wykorzystaniem sieci szeregowych,
- zapoznanie się z konfiguracją urządzeń kontrolno-pomiarowych,
- identyfikacja obiektu regulacji,
- poznanie różnych rodzajów czujników wykorzystywanych w liniach technologicznych,
- zagadnienia kalibracji oraz programowania czujników,
- wdrożenie w tworzenie wizualizacji przedstawiającej dane procesowe zadanej linii technologicznej, itp.

Stanowisko, jak i poprzednie, wymaga wyposażenia dodatkowego. Oprogramowywanie sterownika PLC może być realizowane również w środowisku Cscape w jednym z wymienionych wcześniej języków programowania.

### Części wchodzące w skład stanowiska pulpituowego z komputerem przemysłowym

Stanowisko pulpituowe (rys. 5) zasilane jest z sieci elektrycznej 1-fazowej 230VAC 50Hz. Zostało wyposażone w komputer przemysłowy klasy PC, mający zamontowane na tylnej ścianie obudowy pulpituowej 2x2 gniazda USB, 2 gniazda sieciowe Ethernet oraz 1 port RS232.

### Wartość dydaktyczna i możliwości wykorzystania stanowiska pulpituowego z komputerem przemysłowym

Stanowisko jest przeznaczone głównie do zainstalowania w jego komputerze oprogramowań środowiskowych do tworzenia aplikacji instalowanych w sterownikach PLC oraz panelach operatorskich. Współpracuje ono z innymi stanowiskami wykorzystywanymi w laboratorium automatyki. Łączy się z nimi z pomocą kabla sieci Ethernet lub kabla USB. Można na nim zainstalować platformę programową Escape oraz/lub Proficy Machine Edition. Służy także do ustawiania parametrów pracy innych urządzeń oraz elementów automatyki przemysłowej znajdujących się na wyposażeniu stanowisk szkoleniowych.



Rys. 5. Stanowisko pulpitowe z komputerem przemysłowym: a) obudowa stanowiska, b) komputer przemysłowy klasy PC typ AS47C15, c) dwa porty USB, d) dwa podwójne porty sieciowe Ethernet, e) jeden port RS232, f) gniazdo sieciowe 230VAC 50Hz z wyłącznikiem i bezpiecznikiem aparaturowym

Fig. 5. Desktop with industrial computer: a) desktop case, b) industrial PC, c) two USB ports, d) two double Ethernet ports, e) RS232 port, f) power supply socket, 230 VAC, 50HZ, with on/off switch and fuse case



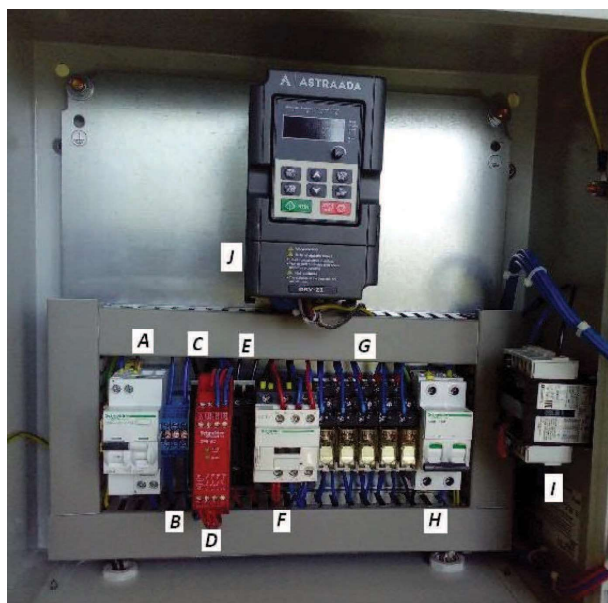
Rys. 6. Stanowisko z falownikiem  
Fig. 6. Stand with frequency converter

#### Części wchodzące w skład stanowiska z falownikiem

Stanowisko z falownikiem (rys. 6) zasilane jest z sieci elektrycznej 1-fazowej 230VAC 50 Hz. Jego konstrukcja została wykonana z profili aluminiowych, gdzie w górnej jej części zamocowano szafę sterującą.

Poniżej szafy, za osłonami z poliwęglanu, umieszczony został silnik z tarczką symulującą pracę piły tarczowej.

Rozmieszczenie podzespołów i elementów sterujących w szafie oraz schematy połączeń zostały przedstawione poniżej (rys. 7-9).

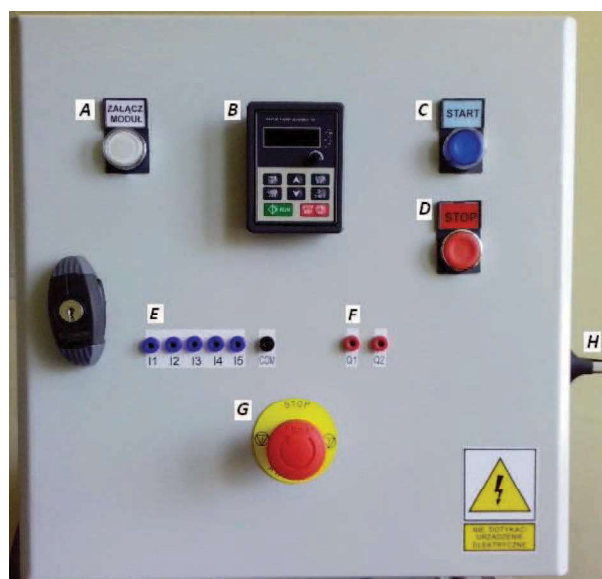


Rys. 7. Płyta montażowa szafy sterującej:

- A. Wyłączniki nadmiarowo-prądowe z członem różnicowoprądowym iDPN Vigi
- B. Złącze śrubowe przewodu neutralnego N
- C. Złącze śrubowe bezpiecznikowe z bezpiecznikiem rurkowym szklanym 63mA zabezpieczającym obwód zasilania modułu bezpieczeństwa Awaryjny Stop – 230VAC
- D. Moduł bezpieczeństwa Awaryjny Stop – 230VAC
- E. Złącza śrubowe bezpiecznikowe z bezpiecznikiem rurkowym szklanym 63 mA zabezpieczającym obwody: pierwszy – zasilania cewki stycznika oraz drugi – obwód lampki sygnalizacyjnej białej przycisku sygnalizacyjnego „ZAŁĄCZ MODUŁ”
- F. Stycznik mocy
- G. Przekątnik 1-biegunowy (5 sztuk)
- H. Zabezpieczenie nadmiarowo-prądowe iC60N — wyłącznik nadprądowy
- I. Wyłącznik główny
- J. Przemiennik częstotliwości, wbudowany panel sterowania LED i port RS-485

Fig. 7. Controll unit mounting plate

- A. RCCB with iDPN Vigi element
- B. Neutral lead connector
- C. Fuse connector
- D. Safety elements with emergency stop
- E. Fuse connector
- F. Power contractor
- G. Unipolar switch
- H. Overcurrent protection iC60N type – overcurrent switch
- I. Main switch on/off
- J. Frequency converter, with LED panel and RS-485 port

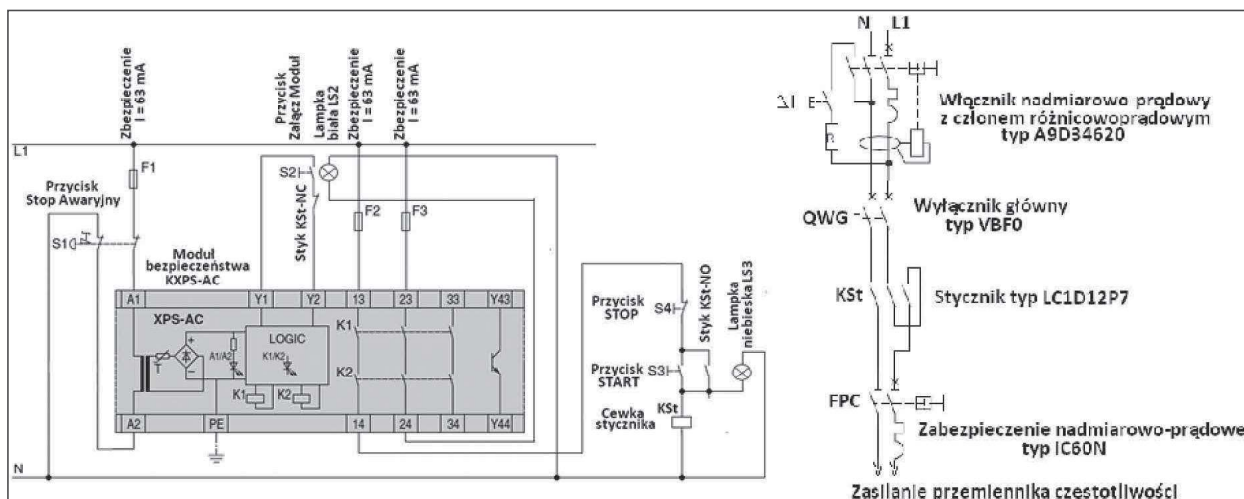


Rys. 8. Szafa zasilająca:

- A. Przycisk sygnalizacyjny „ZAŁĄCZ MODUŁ”
- B. Wbudowany panel sterowania LED z portem RS-485 przemiennika częstotliwości
- C. Przycisk sygnalizacyjny „START”,
- D. Przycisk sygnalizacyjny „STOP”,
- E. Gniazda bananowe niebieskie przeznaczone do zadawania sygnału sterowania przemiennikiem częstotliwości, sygnały oznaczone od I1 do I5 – +24VDC, gniazdo czarne oznaczone jako COM – sygnał 0VDC,
- F. Gniazda bananowe czerwone oznaczone jako Q1 i Q2 – wyjście z przemiennika częstotliwości, styk przekaźnika
- G. Przycisk sterujący „Stop Awaryjny”
- H. Pokrętło wyłącznika głównego

Fig. 8. Controll unit:

- A. On/off push button
- B. Frequency converter's LED control panel with RS 485 port
- C. START push button
- D. STOP push button
- E. blue sockets dedicated for frequency converter control – marked as I1 to I5, black socket marked as COM – for 0V DC signal
- F. Red sockets, marked as Q1 and Q2 – frequency converter output
- G. Emergency STOP push button
- H. Main on/off knob



Rys. 9. Schemat ideowy układu sterowania szafy sterującej stanowiska wyposażonego w silnik trójfazowy z falownikiem  
 Fig. 9. The stand's control system schematic diagram

### Wartość dydaktyczna i możliwości wykorzystania stanowiska z falownikiem

Dzięki stanowisku z falownikiem można np.:

- zapoznać się z tematyką związaną z bezpieczeństwem pracy układów automatyki wyposażonych w elementy wirujące,
- zdobyć wiedzę na temat metod projektowania stanowisk o podwyższonym poziomie bezpieczeństwa,
- uczyć się i opanować w praktyce sterowanie silnikiem elektrycznym za pomocą falownika (przemiennika częstotliwości), jest tzw. sterowanie wektorowe oraz skalarnie U/f.

### Podsumowanie i wnioski

Wyżej zaprezentowane stanowiska szkoleniowe mogą i powinny być jednym z elementów współczesnego przygotowania kwalifikowanego personelu automatyków linii montażowych. Dają one szanse przyszłemu personelowi technicznemu na praktyczne zapoznanie się z zagadnieniami automatyki przemysłowej. Są zatem niezbędnym elementem współczesnego systemu dydaktyczno-szkoleniowego każdego przyszłego inżyniera czy technika. Przyszłość dydaktyki na

wyższych uczelniach i szkołach średnich technicznych to właśnie laboratoria automatyki, gdzie teoria łączy się z praktyką.

### LITERATURA

- [1] Czarnul J., J. Pienkowski. 2005. „Określanie właściwej strategii dla układów automatyki i sterowania”. *Utrzymanie Ruchu* (10).
- [2] Dokumentacja techniczno-ruchowa i serwisowa użytych do budowy stanowisk podzespołów oraz elementów.
- [3] Łunarski J. 2012. „Projektowanie procesów technicznych, produkcyjnych i gospodarczych”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej.
- [4] Łunarski J., W. Szabajkovicz. 1993. „Automatyzacja procesów technologicznych montażu maszyn”. WNT.

dr inż. Mirosław Chłosta – Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Zakład Mechanizacji Budownictwa, Automatykacji i Technologii Montażu, ul. Mrówcza 243, 04-697 Warszawa, e-mail: m.chlosta@imbigs.pl

mgr inż. Janusz Kobiałka – Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Zakład Mechaniki i Budowy Maszyn, ul. Racjonalizacji 6/8, 02-673 Warszawa, e-mail: j.kobiałka@imbigs.pl