

Piotr ZYZAK¹, Michał BRYŚ²

Opiekun naukowy: Piotr ZYZAK

PROJEKT UKŁADU STEROWANIA PRASĄ HYDRAULICZNĄ

Streszczenie: Artykuł przedstawia opracowanie dotyczące projektu układu sterowania prasą hydrauliczną. W ramach opracowanego projektu wykonano: schemat elektryczny wraz z identyfikacją sieci w oprogramowaniu QElectroTech, dodatkowo zaprojektowano zasilanie sterownika, rozkład wejść i wyjść, opracowano system bezpieczeństwa, panel HMI oraz strukturę obwodów układu pneumatycznego oraz hydraulicznego.

Słowa kluczowe: prasa hydrauliczna, układ sterowania, układ bezpieczeństwa

DESIGN OF A HYDRAULIC PRESS CONTROL SYSTEM

Summary: The article presents a study on the design of a hydraulic press control system. As part of the developed project, an electrical diagram with network identification was prepared in the QElectroTech software, the controller's power supply, the layout of inputs and outputs were designed, a security system, an HMI panel and the structure of the pneumatic and hydraulic system circuits were developed.

Keywords: hydraulic press, control system, safety system

1. Wprowadzenie

Prasy hydrauliczne są urządzeniami wykorzystywanymi w głównej mierze w procesach gięcia, prasowania, wtlaczania i cięcia, szczególnie materiałów metalowych. Są urządzeniami w których wywierana jest bardzo duża siła nacisku. W swoim działaniu wykorzystują zjawisko stałości ciśnienia w zamkniętych układach hydraulicznych. Urządzenia te mają szeroki zakres zastosowania, a w zależności od przeznaczenia technologicznego różnią się parametrami, czy też konstrukcją zasadniczych zespołów oraz ich położeniem. Prasy hydrauliczne można podzielić, z uwagi na ich przeznaczenie technologiczne, na maszyny [1, 2]:

- do obróbki plastycznej metali;
- do prasowania materiałów niemetaliowych.

¹ Dr inż, Uniwersytet Bielsko-Bialski, ul Willowa 2, 43-309 Bielsko-Biała, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, przyzak@ath.bielsko.pl

² Uniwersytet Bielsko-Bialski, ul Willowa 2, 43-309 Bielsko-Biała, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, specjalność: Automatyka i Robotyka, mic.bry3200@gmail.com

Ze względu na swoją uniwersalność, znajdują również zastosowanie przy obróbce materiałów drewnianych i tworzyw sztucznych, które coraz częściej zastępują elementy stalowe.

Miejsce, w którym można się spotkać z takimi prasami są najczęściej duże zakłady produkcyjne, ale również małe warsztaty, ze względu na możliwość zastosowania ich w wielu różnych procesach, od wciskania łożyska na wał silnika elektrycznego, po prasowanie elementów wielkogabarytowych, jak również bezawaryjność, trwałość i niski koszt utrzymania. Prasy hydrauliczne nie są urządzeniami ze skomplikowaną budową, raczej uchodzą za urządzenia proste w obsłudze i działaniu. Budowę takiej prasy najprościej opisać, jako składową trzech głównych mechanizmów. Są to, mechanizm napędowy, sterujący i wykonawczy.

Na rysunku 1 przedstawiono przykład prasy hydraulicznej sterowanej manualnie, która przeznaczona jest do produkcji maszyn i montażu części zamiennych. Jest ona używana wyłącznie do prasowania, wymiarowania, montażu i nitowania niewielkich części [3].

Aby uzyskać lepszą kontrolę procesu, szybsze działanie i łatwiejszą obsługę, można zastosować centralę hydrauliczną [1, 4] zamiast zbiornika z olejem, ręcznej pompy i pokrętła do regulacji.

W prasach półautomatycznych, również dostrzega się konieczność automatycznego sterowania pracą maszyn hydraulicznych za pomocą programowalnego sterownika logicznego (PLC) [5].



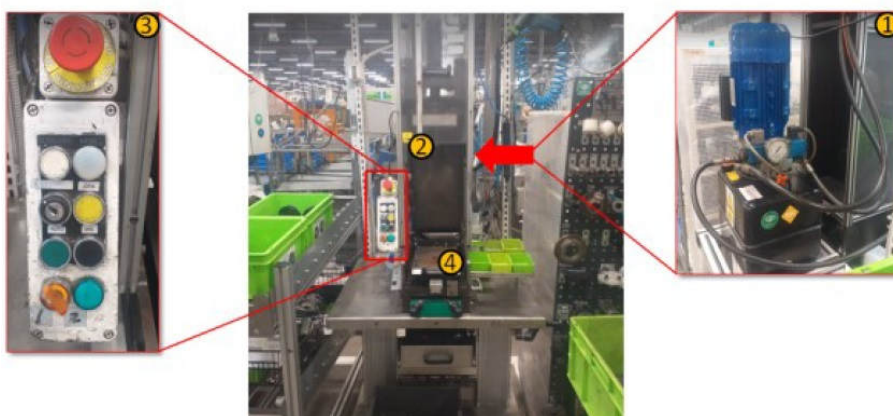
Rysunek 1. Prasa hydrauliczna 20T sterowana manualnie [2]

2. Szczegółowy opis projektu

Opracowany projekt jest oparty na sterowaniu automatycznym, lecz z obsługą maszyny przez człowieka, i założono ograniczenie obsługi prasy przez operatora do ustawienia elementu w prasie, naciśnięciu przycisku START i wymianie elementu. Aby prasa ta była kompatybilna z resztą linii i w przypadku awarii, można było łatwo zdiagnozować przyczynę usterki, konieczne było wykonanie w oparciu o projekt nowego układu elektrycznego, pneumatycznego i układu automatyki stosując reverse engineering, czyli metodę polegającą w tym przypadku na sprawdzeniu, jak prasa działa, jaki proces wykonuje i jakie parametry ma osiągać i dzięki tym informacjom, zbudować nowy projekt zgodny z wcześniej uzyskanymi danymi oraz spełniający wszystkie wymagania i normy.

2.1. Opis urządzenia

Projekt nowego układu sterowania dotyczy prasy hydraulicznej VFS057. Prasa realizuje proces wciskania koła sprzęgła kompresora na kompresor. Operator zakłada kompresor na podstawę jezdnią, następnie nakłada na niego koło, które pobiera z pudełka obok stanowiska. Nakłada specjalną tuleję na „nosek” kompresora i na nią pierścień segera wewnętrzny, który po nabiciu koła na kompresor służy jako blokada. Następnie operator wprowadza tak przygotowany element pod prasę, zamyka drzwi i wciska przycisk Start na panelu sterowania. Na rysunku 2 przedstawiono widok zespołów prasy hydraulicznej VFS057.

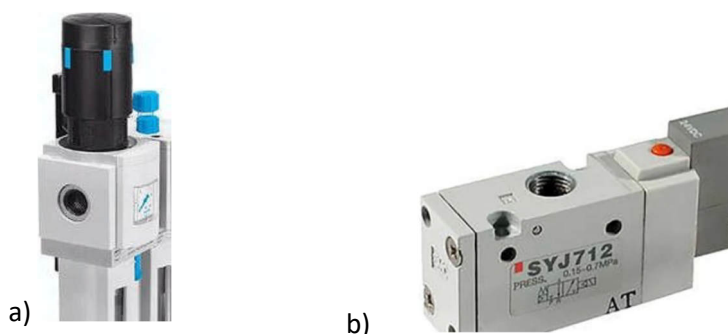


Rysunek 2. Widok prasy hydraulicznej VFS057: 1- centrala hydrauliczna, 2 – tłok prasy, 3 – panel sterowania, 4 – podstawa jezdna wjazdu kompresora pod prasę

Urządzenie jest sterowane elektrycznie za pomocą sterownika Siemens S7-200. Zabezpieczenia prasy hydraulicznej stanowią dwa systemy. Pierwszy to przycisk bezpieczeństwa (tzw. „Grzybek”), działający na dwóch niezależnych obwodach przepuszczanych przez styki NC, których wyzwolenie winno spowodować zatrzymanie maszyny. Drugim systemem jest zamek bezpieczeństwa [6] (EUCHNER TP4-2131A024M).

2.2. Analiza i założenia projektowe

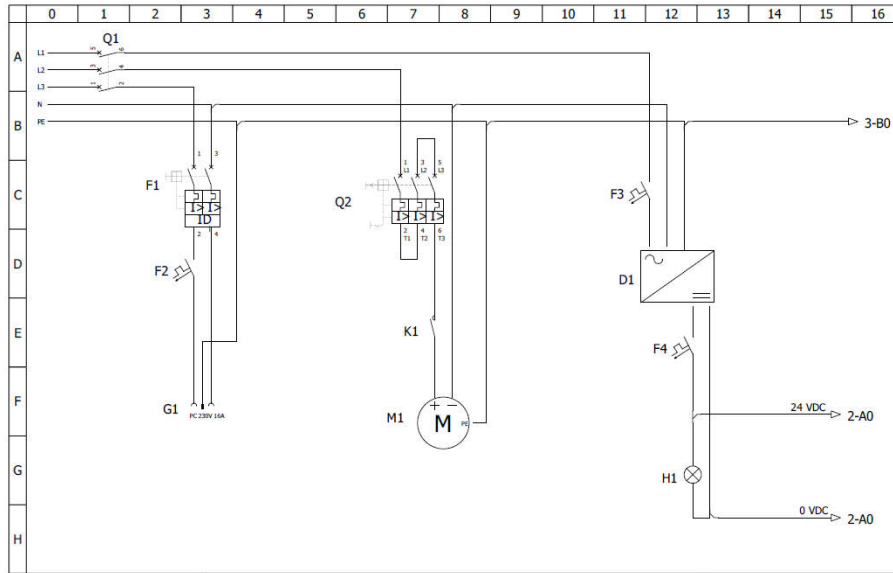
Główną uwagę w opracowanym projekcie poświęcono automatyce procesu. Zdecydowano się na wprowadzenie dwóch zasadniczych zmian w działaniu prasy hydraulicznej. Pierwszą zmianą jest wymiana sterownika Siemens S7-200, na Siemens S7-1200 Fail Safe [7]. Jest to sterownik, który ma wbudowaną funkcję bezpieczeństwa, co sprawia, że staje się sterownikiem bezpieczeństwa, więc gdy dołożony zostanie do niego odpowiedni moduł, można bezpośrednio z niego zarządzać obwodami Safety maszyny. Druga zmiana, to dodanie panelu HMI, który ma zastąpić panel sterowania z przyciskami. To zadanie będzie związane ze zmianą całej konstrukcji prasy, czego wstępny projekt nie przewidywał. Na panelu zaplanowano dołożenie opcji przełączania sterowania pomiędzy HMI, a przyciskami. Panel HMI jest wygodniejszym rozwiązaniem dla operatorów jak i dla służb UR (utrzymania ruchu). Opracowany projekt wykonano w aplikacji TIA Portal (program do sterowników Siemens). Program napisano w języku LAD, z uwagi na wymogi stosownej dyrektywy oraz możliwość łatwej diagnozy potencjalnej awarii. W projekcie postanowiono uwzględnić również wymianę całego układu pneumatycznego, obejmującego zespół przygotowania powietrza OT-FESTO019831 (rysunek 3a), wyspę zaworową złożoną z 4 zaworów SYJ712-5DZ-01F-Q (rysunek 3b).



Rysunek 3. Układ pneumatyczny: a) zespół przygotowania powietrza OT-FESTO019831, b) zawór SYJ712-5DZ-01F-Q [8, 9]

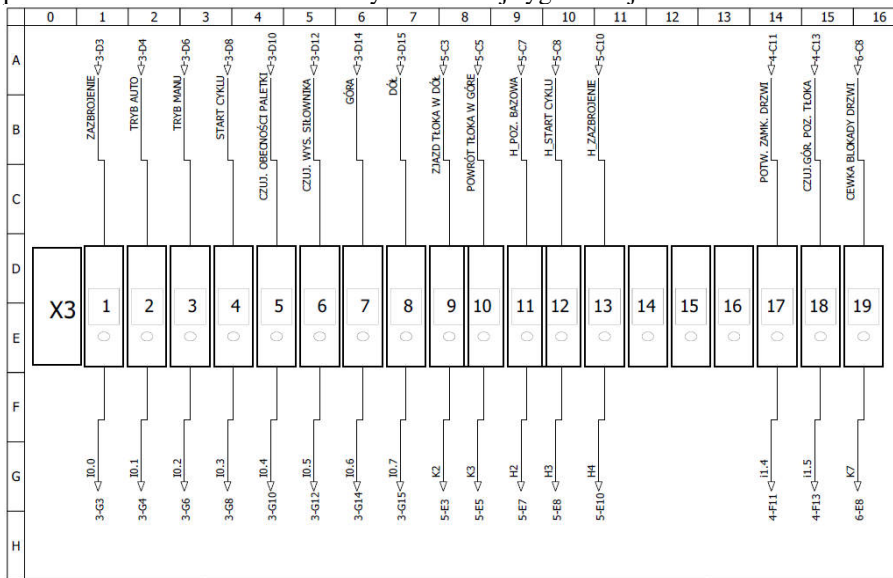
2.3. Schemat elektryczny

Opracowanie projektu schematu elektrycznego poprzedziła szczegółowa identyfikacja układu sieci elektrycznej prasy hydraulicznej. Projekt wykonano w programie QElectroTech. Na rysunku 4 przedstawiono opracowany schemat przyłącza trójfazowego.



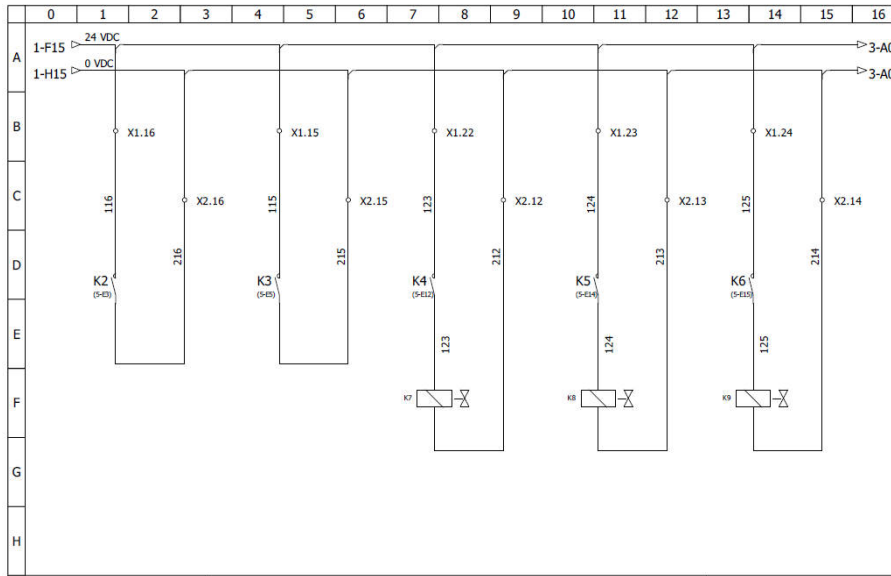
Rysunek 4. Struktura schematu elektrycznego- QElectroTech [opracowanie własne]

Listwy zaciskowe pełnią istotną rolę w opracowanym schemacie elektrycznym. Schemat zawiera 3 listwy: X1 – listwa zasilająca wszystkie elementy wykonawcze 24VDC; X2 – listwa doprowadzająca do wszystkich elementów wykonawczych 0VDC; X3 – listwa sygnałowa to przez nią są podpinane wszystkie sygnały, które są doprowadzane do sterownika, jak również sygnały wyjściowe. Rysunek 5 przedstawia widok schematu listwy zaciskowej sygnałowej.



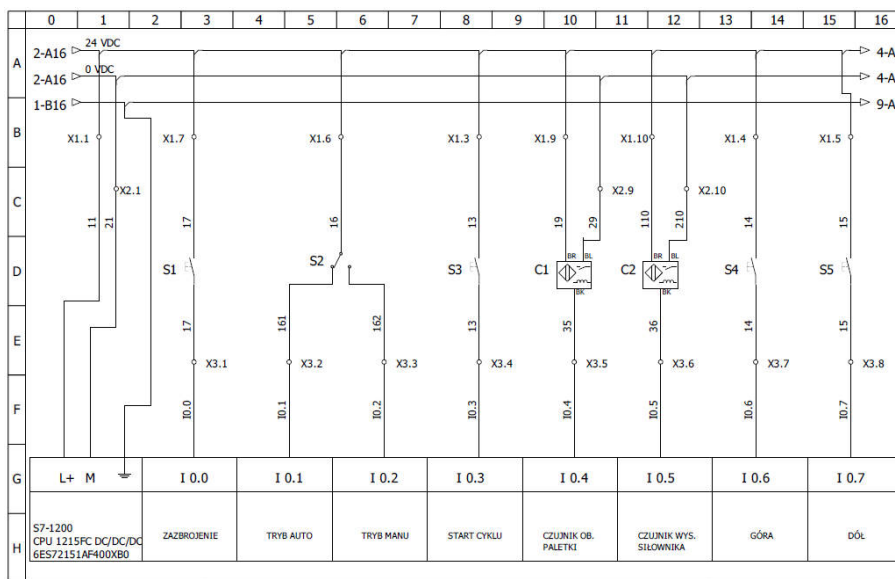
Rysunek 5. Widok listwy zaciskowej ze schematu elektrycznego [opracowanie własne]

Przełączniki oraz cewki elektrozaworów znajdują się na rysunku 6.



Rysunek 6. Schemat elektryczny – przełączniki [opracowanie własne]

Schemat elektryczny przedstawiony na rysunku 6 rozpoczynają dwie linie, opisane jako 24VDC oraz 0VDC. Po lewej stronie danej linii występuje strzałka z opisem, z której strony kolumny i wiersza przychodzi linia. Tak więc, 1F15 oznacza, że poprzednia część tej linii znajduje się na stronie pierwszej, w wierszu F i kolumnie 15. Przełączniki te, zostaną wykorzystane do sterowania cewkami suwaka hydraulicznego, w celu odciążenia styków na sterowniku. Ta część schematu elektrycznego zawiera również cewki elektrozaworów pneumatycznych, które sterują dwoma siłownikami, z załączeniem ciśnienia na wkrętaku pneumatycznym. Podłączenie zasilania do sterownika, wraz z rozkładem wejść cyfrowych przedstawione jest na rysunku 7.



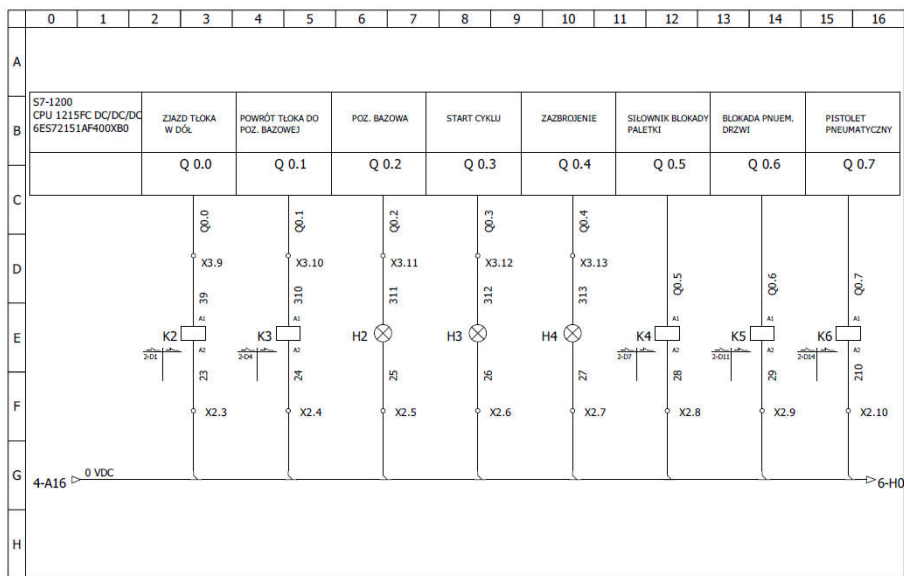
Rysunek 7. Podłączenie sterownika i rozkład wejść cyfrowych [opracowanie własne]

Przewody 24 VDC, 0VDC oraz przewód uziemienia znajdują się w kolumnach 0 i 1. Sterownik posiada 14 wejść cyfrowych, 2 wejścia analogowe oraz 10 wyjść cyfrowych. Opis wszystkich wejść sterownika zamieszczono rysunku 8, podając informacje o nazwie danego aparatu wykonawczego szafy sterowniczej, numerze wejścia, numerze na listwach zaciskowych, przez które są prowadzone ich przewody, rodzaju tego aparatu, miejscu na schemacie oraz krótkim opisem, co dany aparat realizuje.

WEJŚCIA		LISTWA ZACISKOWA			TYP	MIEJSCE NA SCHEMACIE	Opis
		X1	X2	X3			
NAZWA	NUMER						
START	I0.3	3	-	4	PRZYCISK	3-D8	przycisk monostabilny czyli przycisk który po wciśnięciu wystawia sygnał a w momencie puszczenia wraca do początkowego stanu
GORA	I0.6	4	-	7	PRZYCISK	3-D14	przycisk monostabilny czyli przycisk który po wciśnięciu wystawia sygnał a w momencie puszczenia wraca do początkowego stanu
DÓŁ	I0.7	5	-	8	PRZYCISK	3-D15	przycisk monostabilny czyli przycisk który po wciśnięciu wystawia sygnał a w momencie puszczenia wraca do początkowego stanu
GORNE POŁ. TŁOKA	I1.5	8	8	18	CZUJNIK	4-C14	czujnik indukcyjny wykrywa obiekt stalowy w odległości do 3 mm
OBECNOŚĆ PALETKI	I0.4	9	9	5	CZUJNIK	3-D10	czujnik indukcyjny wykrywa obiekt stalowy w odległości do 3 mm
WYSUNIĘCIE SIŁOWNIKA	I0.5	10	10	6	CZUJNIK	3-D12	czujnik kontaktorowy montowany bezpośrednio na siłowniku reaguje na pierścieni magnetyczny zainstalowany na tłoku siłownika dzięki czemu jest w stanie wykryć jego pozycję
ZAMKNIĘCIE DRZWI	I1.4	11	-	17	CZUJNIK	4-C11	wyłącznik krańcowy rolkowy poprzez odchylenie w skrajne położenie ramienia z rolką styki zostają zwarte lub rozwarne w zależności od pozycji rolki
AUTO	I0.1	6	-	2	PRZEŁĄCZNIK	3-D6	Przełącznik dwupozycyjny w przypadku gdy jedna pozycja ma stan 1 druga 0, po zmianie jest na odwrot, nie ma pozycji neutralnej
MANU	I0.2	6	-	3	PRZEŁĄCZNIK	3-D6	Przełącznik dwupozycyjny w przypadku gdy jedna pozycja ma stan 1 druga 0, po zmianie jest na odwrot, nie ma pozycji neutralnej
ZAZBROJENIE	I0.0	7	-	1	PRZYCISK	3-D3	przycisk monostabilny czyli przycisk który po wciśnięciu wystawia sygnał a w momencie puszczenia wraca do początkowego stanu

Rysunek 8. Lista wejść cyfrowych sterownika [opracowanie własne]

Wyjścia sterownika na schemacie (rysunek 9) są opisane w sposób identyczny, jak wejścia. Ich rozkład przedstawiono na rysunku 10.



Rysunek 9. Schemat rozkładu wyjść cyfrowych [opracowanie własne]

WYJŚCIA		LISTWA ZACISKOWA			TYP	MIEJSCE NA SCHEMACIE	Opis
NAZWA	NUMER	X1	X2	X3			
ZJAZD TŁOKA W DÓŁ	Q0.0	-	3	9	CEWKA	3-D8	Cewka K2 powoduje zwarcie styków przełącznika i wysteroowanie cewki na suwaku centrali hydraulicznej odpowiadającemu za ruch tłoka w dół
POWRÓT DO POZ. BAZOWEJ	Q0.1	-	4	10	CEWKA	3-D14	Cewka K3 powoduje zwarcie styków przełącznika i wysteroowanie cewki na suwaku centrali hydraulicznej odpowiadającemu za ruch tłoka do pozycji bazowej
POZYCJA BAZOWA	Q0.2	-	5	11	LED	3-D15	Niebieska dioda LED 24VDC odpowiadająca za potwierdzenie ustawienia tłoka w pozycji bazowej
START CYKLU	Q0.3	-	6	12	LED	4-C14	Zielona dioda LED 24 VDC informująca o rozpoczęciu cyklu
ZAZBROJENIE	Q0.4	-	7	13	LED	3-D10	Biała dioda LED 24 VDC potwierdzająca gotowość całego układu sterowania
SIŁOWNIK BLOKADY PALETKI	Q0.5	-	12	-	CEWKA	3-D12	Wysteroowanie tej cewki powoduje otwarcie elektrozaworu sterującego siłownikiem
PNEUM. BLOKADA DRZWI	Q0.6	-	13	-	CEWKA	4-C11	Wysteroowanie tej cewki powoduje otwarcie elektrozaworu sterującego siłownikiem
PISTOLET PNEUMATYCZNY	Q0.7	-	14	-	CEWKA	4-C4	Wysteroowanie tej cewki powoduje otwarcie elektrozaworu sterującego zasileniem wkrętaka pneumatycznego
BLOKADA DRZWI	Q1.0	-	11	19	CEWKA	4-C6	Wysteroowanie tej cewki powoduje zablokowanie klucza w elektrozamku co uniemożliwia otwarcie drzwi

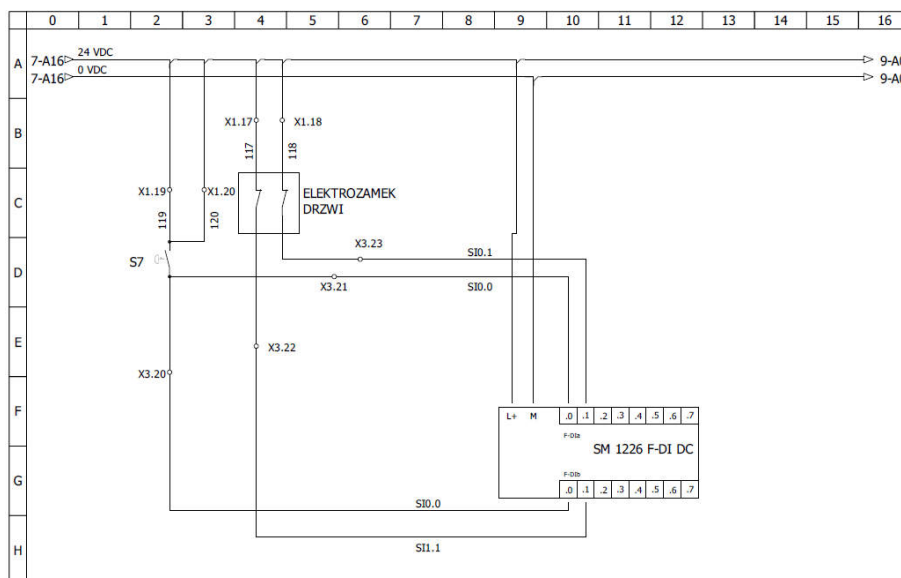
Rysunek 10. Lista wyjść cyfrowych sterownika [opracowanie własne]

2.4. Układ bezpieczeństwa

Układ bezpieczeństwa, ma za zadanie zabezpieczyć maszynę przed uszkodzeniem, a operatora, ochronić przed potencjalnym wypadkiem w pracy. Aktualnie, coraz większą uwagę przywiązuje się do takich układów. Obecnie, na stanowisku prasy hydraulicznej, rola operatora sprowadza się do zestawienia komponentów przed operacją prasowania, z następnym wprowadzeniem przygotowanego zespołu do prasy i inicjacji cyklu pracowania poprzez naciśnięcie przycisku START na panelu

sterowania. Dlatego, tak ważną rolę odgrywa układ Safety. Musi on zabezpieczyć operatora, przed niepożądaną ingerencją w maszynie, przed skończeniem cyklu. W tym celu, zastosowano dwa niezależne zabezpieczenia, zgodnie z dyrektywą zakładową. W tym układzie jest to przycisk bezpieczeństwa (tzw. „Grzybek”) oraz zamek bezpieczeństwa. Przez każdy z nich przechodzą dwa, niezależne od siebie, kanały na stykach NC, co pozwala na wykrycie niezgodności w układzie i eliminuje możliwość zwarcia, które w przypadku stosowania tylko jednego kanału mogłoby oszukiwać układ i spowodować niebezpieczeństwo dla operatora. Dodatkowym zabezpieczeniem jest sterownik, który ma w nazwie Fail Safe . Oznacza to, że jest on sterownikiem bezpieczeństwa.

Są to urządzenia bezpieczeństwa bazujące na strukturze redundantnej, w której sygnały wejściowe i wyjściowe analizowane są przez dwa oddzielne tory. Taka konstrukcja wewnętrzna zapewnia określone (bezpieczne) zachowanie w przypadku, gdy jeden z kanałów nie będzie funkcjonował poprawnie, lub nastąpi niepożądana różnica pomiędzy sygnałami w obu kanałach. Sterownik bezpieczeństwa posiada przynajmniej dwa procesory analizujące i porównujące sygnały. Inną cechą takiego sterownika jest wzajemne monitorowanie stanu pracy przez procesory. Wszystko po to, aby zapewnić jak największą niezawodność działania urządzenia, zaś w przypadku awarii – by zapewnić stan bezpieczny danego obiektu technicznego [10]. Schemat połączeń w module bezpieczeństwa przedstawiono na rysunku 11.



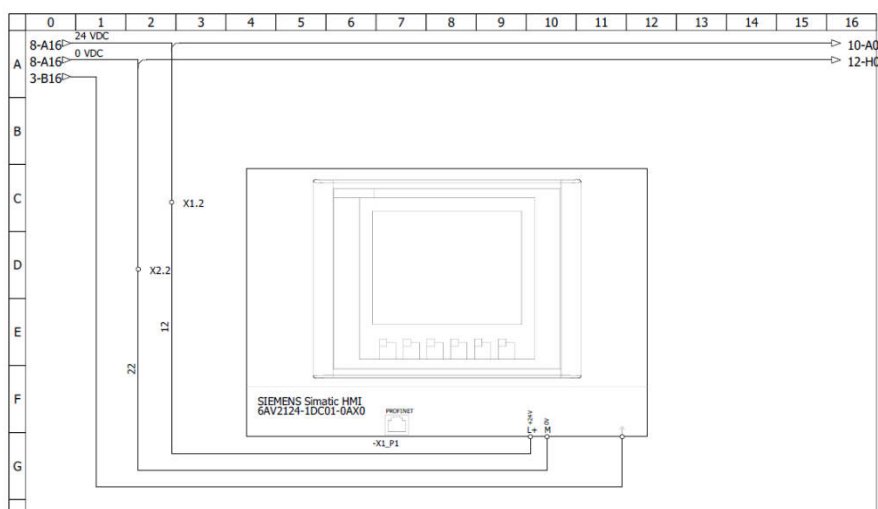
Rysunek 11. Schematuukładu bezpieczeństwa [opracowanie własne]

Aby móc, zarządzać systemami Safety, należy dołączyć do tego sterownika odpowiedni moduł wejść bezpiecznych. W projekcie przewidziano zastosowanie SM 1226 F-DI DC. Aby prawidłowo działał system, należy podłączać kanały w następnym moduły wejść, tzn. w przypadku (tzw. „Grzybka”), jeżeli dwa kanały są z niego wyprowadzane, to jeden kanał musi być wpięty w miejsce F-DIa.0, a drugi w F-DIb.0. Analogicznie w przypadku zamka, tylko że, na wejściach 1 (rysunek 11).

Wynika to, że wspomnianego monitorowania stanu pracy procesorów w sterowniku Safety. Jeżeli będą one wpięte nie w miejsca konfiguracji bloków bezpieczeństwa, wystąpi nieprawidłowa praca układu.

2.5. Panel HMI

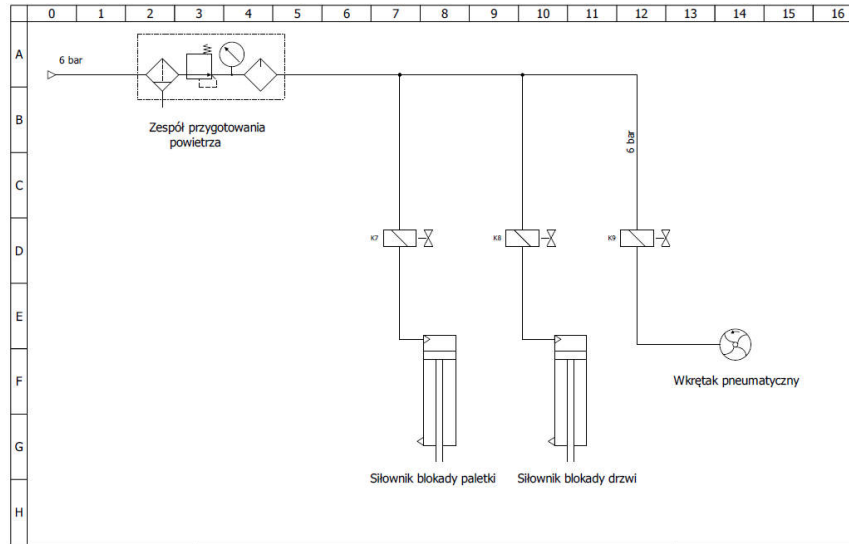
Panel HMI, ma doprowadzone przewody 24VDC, 0VDC oraz przewód uziemiający (rysunek 12). To wystarczy do zasilania, lecz żeby działał poprawnie, musi być umożliwiona komunikacja pomiędzy panelem, a sterownikiem. W tym przypadku odbywa się to, za pomocą przewodu ETHERNET.



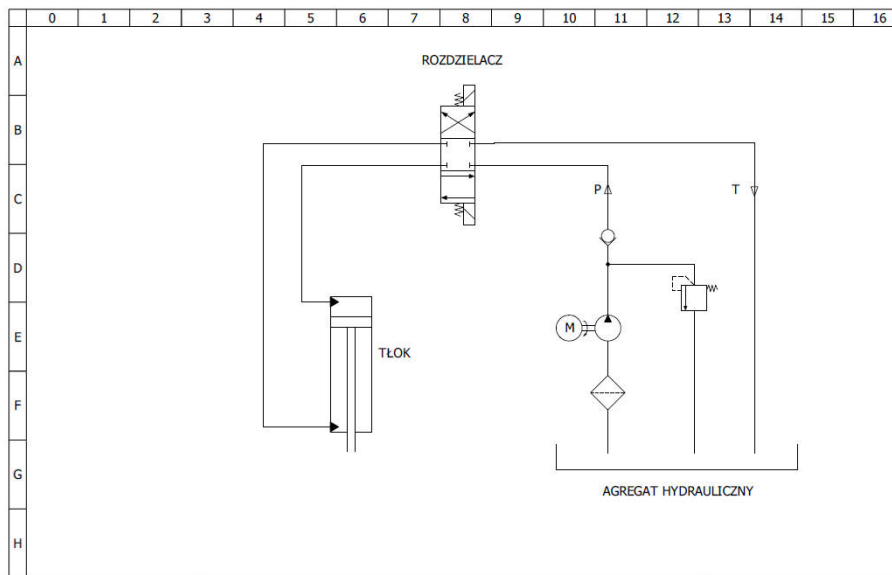
Rysunek 12. Schemat podłączenia panelu HMI [opracowanie własne]

2.6. Schemat układu pneumatycznego oraz hydraulicznego

Schematy układu pneumatycznego (rysunek 13) oraz hydraulicznego (rysunek 14) zostały wykonane na bazie oprogramowania QElectroTech. W przypadku struktury układu pneumatycznego, na schemacie znajduje się linia przyłącza sprężonego powietrza, które na maszynę jest doprowadzane poprzez zespół przygotowania powietrza, na który składają się: osuszacz (filtr), zawór redukcyjny, manometr, i naolejacz. Następnie powietrze jest doprowadzane do wyspy zaworowej (3 elektrozawory), z których rozchodzi się ono na elementy wykonawcze układu: siłownik blokady paletki, siłownik blokady drzwi, wkrętak pneumatyczny.



Rysunek 13. Schemat układu pneumatycznego [opracowanie własne]

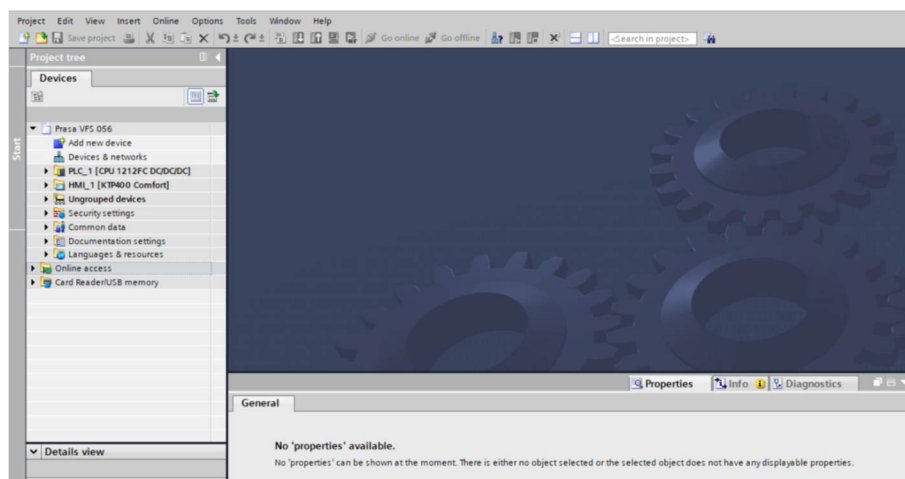


Rysunek 14. Schemat układu hydraulicznego [opracowanie własne]

W hydraulicznym schemacie zastosowano agregat hydrauliczny, który wytwarza ciśnienie oleju. Po zmianie pozycji suwaka, na rozdzielaczu hydraulicznym, zacznie ono wzrastać w układzie, a tłok zacznie się poruszać. Po przesterowaniu suwaka, na drugą pozycję, tłok wraca do pozycji bazowej. W celu zabezpieczenia układu przed ciągle rosnącym ciśnieniem, które mogło by doprowadzić do uszkodzenia układu, przewidziano w układzie zawór ograniczający ciśnienie.

3. Opracowanie struktury programu sterującego

Całość struktury programu sterującego została wykonana w oprogramowaniu TIA Portal (Totally Integrated Automation) firmy Siemens. Opracowany projekt został wykonany zgodnie z dyrektywą zakładową, która mówi o konieczności zastosowania do programowania języka drabinkowego (LAD). Okno główne programu TIA Portal przedstawiono na rysunku 15.



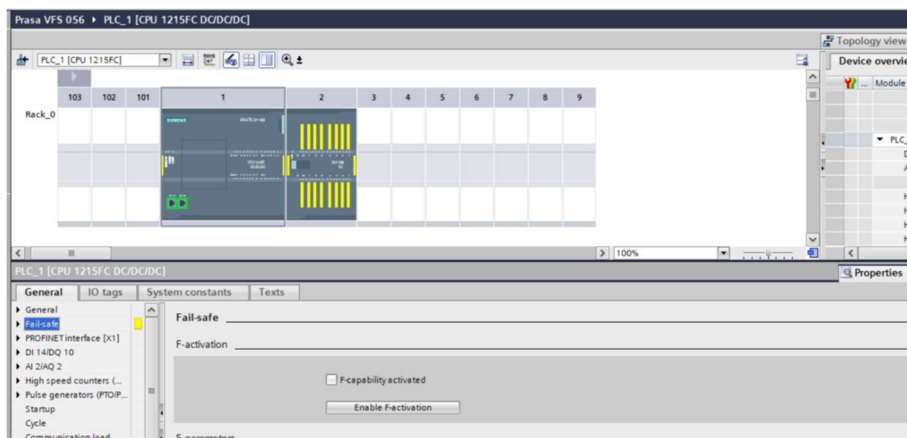
Rysunek 15. Okno główne widoku Project view w TIA Portal

Z uwagi na fakt, że procedura tworzenia struktury programu sterującego jest bardzo rozbudowana, na potrzeby niniejszej publikacji zdecydowano się przedstawić tylko wybrane zagadnienia opisujące ten etap opracowywania projektu.

Z lewej strony okna głównego znajduje się zakładka Project Tree, odpowiedzialna za zarządzanie projektem. W tej zakładce dodaje się urządzenia (sterownik, HMI, bloki I/O czy komunikacyjne). Po dodaniu urządzenia staje się ono widoczne i opisane. Klikając strzałkę rozwijają się podfoldery, przypisane do danego urządzenia. W przypadku sterownika są to głównie foldery odnoszące się do samego programowania, a w przypadku HMI, jest to zarządzanie ekranami. Są to te same foldery, ponieważ każde urządzenie w projekcie, musi ze sobą współpracować, tak więc trzeba je tak sparametryzować, żeby działały wspólnie w tej samej sieci.

3.1. Podłączenie i konfiguracja sterownika oraz panelu HMI

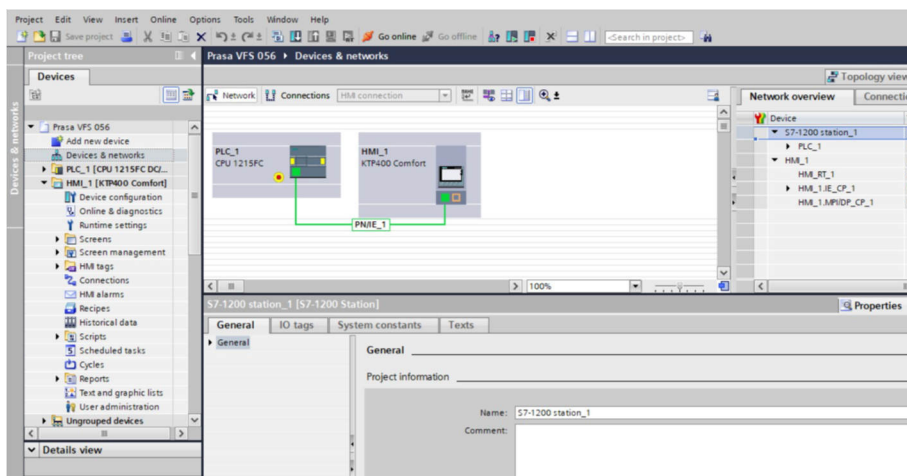
Na rysunku 16 przedstawiono widok okna, gdzie dodano sterownik CPU 1215FC DC/DC/DC o numerze katalogowym 6ES7 215-1AF40-0XB0. Jak już wcześniej wspomniano, jest to sterownik z funkcjami bezpieczeństwa, lecz aby te funkcje mogły działać poprawnie dodany został moduł SM 1226 F-DI8/16 x 24VDC, o numerze katalogowym 6ES7 226-6BA32-0XB0.



Rysunek 16. Okno konfiguracji sterownika

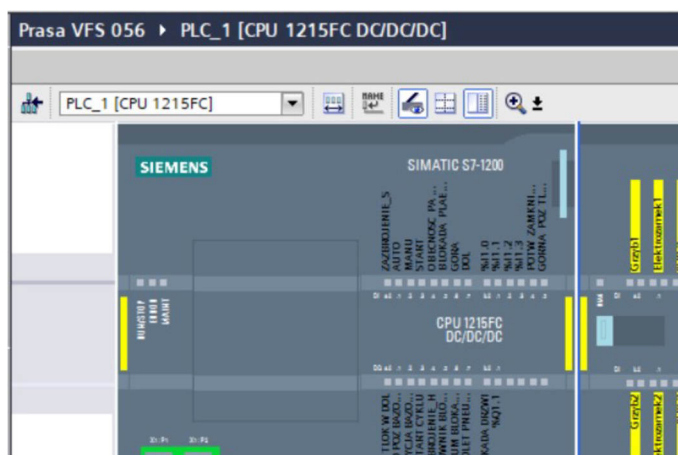
Mając już skonfigurowany sterownik należy przejść do panelu operatorskiego – HMI (Human Machine Interface). W zakładce po lewej stronie wybrać analogicznie, jak w przypadku sterownika funkcję „Add new device”, po czym w stosownym oknie ścieżkę: HMI -> Simatic Comfort Panel -> 4” Display -> KTP400 Comfort -> 6AV2 124-2DC01-0AX0

Za pomocą oprogramowania TIA Portal w folderze „Devices & networks”, utworzono połączenie pomiędzy sterownikiem, a panelem HMI (rysunek 17).

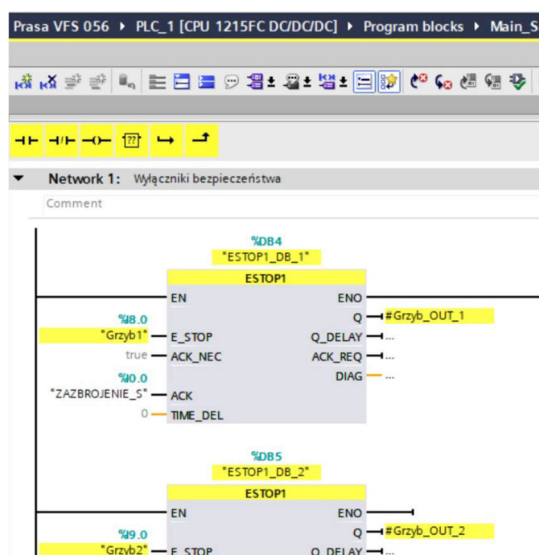


Rysunek 17. Okno konfiguracji sterownika panelem HMI

W kolejnym etapie opracowanego projektu wykonano program w języku LAD dla sterownika PLC oraz zaprogramowano panel operatorski HMI korzystając z [11]. Rysunek 18 przedstawia podłączenie wejść do modułu Safety, natomiast rysunek 19 przedstawia strukturę programu bloku E-STOP dla przycisku bezpieczeństwa.



Rysunek 18. Podłączenie wejść do modułu Safety [opracowanie własne]



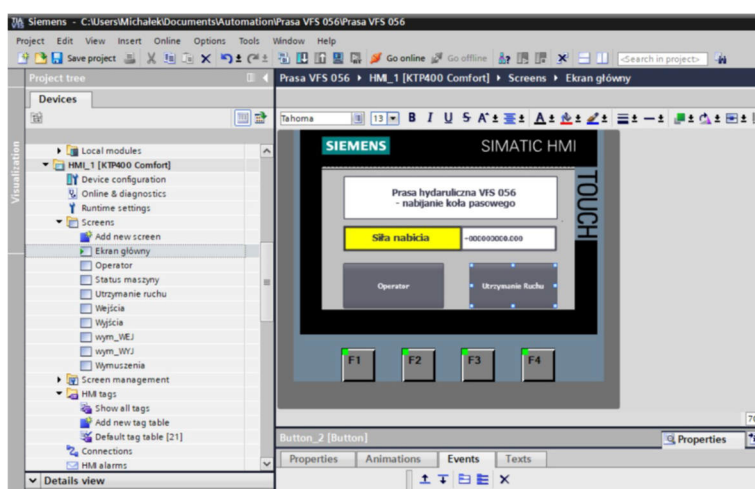
Rysunek 19. Funkcja E-STOP [opracowanie własne]

W opracowanym projekcie wykonano również strukturę panelu operatorskiego HMI wraz z jego oprogramowaniem (rysunek 20), którego zasadniczym elementem jest ekran, wyświetlający informacje z realizowanego procesu. W założeniu projektowym panel sterowania ma dawać operatorowi możliwość wpływania na przebieg procesu obsługi prasy poprzez wprowadzanie danych lub poleceń.

Panel sterowania HMI zaprojektowano uwzględniając możliwość kontroli i sterowania na dziewięciu poziomach dostępu, takich jak:

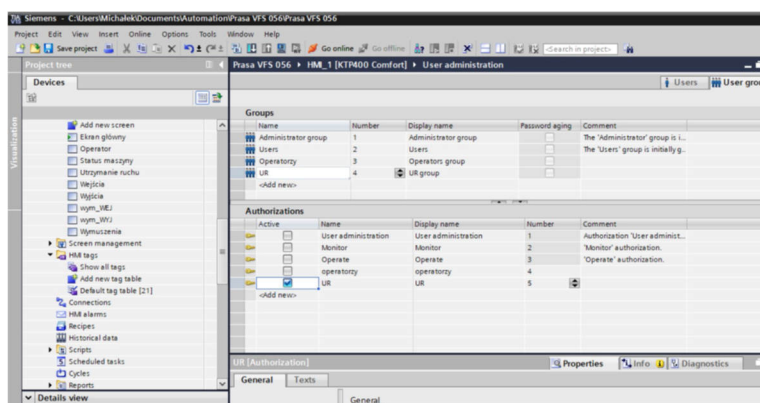
- Ekran główny,
- Operator –dostępny dla operatora do obsługi maszyny,

- Status maszyny –korzystanie z tej opcjibepośrednio z poziomu dostępnego dla służbUtrzymania Ruchu, zawarto w nim podgląd stanu wszystkich wejść i wyjść,
- Utrzymanie ruchu –dla służb Utrzymania Ruchu,
- Wejścia – stan wszystkich wejść maszyny,
- Wyjścia – stan wszystkich wyjść maszyny,
- Wymuszenia – poziom, do którego przejść można z ekranu Utrzymanie Ruchu, jest w nim możliwość wymuszenia wszystkich sygnałów w maszynie,
- Wym_WEJ – możliwość wymuszenia wszystkich wejść maszyny.
- Wym_WYJ – możliwość wymuszenia wszystkich wyjść maszyny.



Rysunek 20. HMI – ekran główny [opracowanie własne]

Wprowadzając poziomy dostępu w strukturze panelu HMI, trzeba się liczyć z tym, że muszą one być zabezpieczone, tym samym w ramach jego programowania przyznano autoryzację odpowiednim grupom (rysunek 21).



Rysunek 21. Okno User administration [opracowanie własne]

4. Podsumowanie i wnioski

Projekt układu sterowania prasą hydrauliczną został zrealizowany na potrzeby jednego z przedsiębiorstw. Modyfikacja istniejącego układu sterowania prasy hydraulicznej w oparciu o opracowany projekt pozwala na pełną kontrolę działania poprzez funkcjonalności czytelność informacji wyświetlanych na panelu HMI. Opracowana struktura układu sterowania prasy hydraulicznej umożliwi, w razie wystąpienia awarii możliwość precyzyjnego rozpoznania służbom utrzymania ruchu, Istnieje również możliwość szybkiej i pewnej diagnostyki oprzyrządowania szafy elektrycznej, czy programu PLC. Schemat został stworzony zgodnie z zaleceniami zakładu, zawarte w nim informacje pozwalają na szybkie odszukanie potrzebnego elementu dzięki opracowanemu systemowi opisów przewodów i przyporządkowania ich do listew zaciskowych, wejść sterownika, przycisków, czujników itd. Ogólnie objętość struktury opracowanego schematu elektrycznego odpowiada 16 stronom dokumentacji. Zastosowany sterownik PLC umożliwia, nie tylko przejrzysty podgląd cyklu pracy maszyny, dzięki językowi programowania LAD, lecz także daje możliwość rozbudowania całego układu. Dokumentacja dotycząca oprogramowania sterownika oraz panelu HMI zawiera 100 stron opisu. W projekcie zostały uwzględnione plany modyfikacji i rozbudowy maszyny.

LITERATURA

1. KOTNIS G.: Budowa i eksploatacja układów hydraulicznych w maszynach. Wydawnictwo i Handel Książkami „KaBe”, Krosno 2011.
2. Serwis internetowy Portal Automatyki: <http://portalautomatyki.pl/inne/1201733-prasy-hydrauliczne>, 20.10.2023
3. Katalog ProfiTool 20T Prasa hydrauliczna: www.wszystkodlawarsztatu.pl, 20.10.2023
4. Serwis internetowy Hydro: <https://www.hydro.com.pl/produkt/30602/seria-ah-zasilacze-standardowe>, 1.12.2021
5. Serwis internetowy Harsle: <https://pl.harsle.com/Automatyczne-sterowanie-maszyny-hydraulicznej-za-pomoc%C4%85-id6591106.html>, 05.09.2023
6. Serwis internetowy Euchner: <https://www.euchner.de/en-us/a/084145/>, 10.10.2023
7. KWAŚNIEWSKI J.: Sterownik SIMATIC S7-1200 i S7-1500 w zaawansowanych systemach sterowania. Wydawnictwo BTC, Legionowo 2018
8. Serwis internetowy Festo: https://www.festo.com/cat/pl_pl/products_030000, 1.12.2021.
9. Serwis internetowy SMC: <https://www.smc-pneumatics.com/SYJ712-5DZ-01F-Q.html>, 1.12.2021
10. Serwis internetowy iAutomatyka: <https://iautomatyka.pl/czym-jest-i-jak-dziala-sterownik-bezpieczenstwa>, 09.11.2023
11. GILEWSKI T.: Szkoła programisty PLC. Wydawnictwo HELION, Gliwice 2017.