Politechnika Poznańska
Wydział Budowy Maszyn
i Zarządzania

Automatyzacja
Zajęcia laboratoryjne

Ćwiczenie 5
Sterownik z elementami bezpieczeństwa

Poznań 2017

OGÓLNE ZASADY BEZPIECZEŃSTWA
PODCZAS WYKONYWANIA ĆWICZEŃ LABORATORYJNYCH

! Przed przystąpieniem do ćwiczenia należy zapoznać się z instrukcją dydaktyczną.

! Dokonać oględzin urządzeń, przyrządów i przewodów używanych podczas ćwiczenia. W przypadku zauważenia nieprawidłowości lub uszkodzeń bezzwłocznie powiadomić prowadzącego.

! Zabrania się samodzielnego załączania stanowiska bez sprawdzenia połączeń i wydaniu zgody przez prowadzącego.

! Zmian parametrów lub konfiguracji stanowiska przy użyciu dostępnych przełączników i potencjometrów można dokonywać po uprzednim przeanalizowaniu skutków takich działań.

! Zmian w konfiguracji obwodów elektrycznych polegających na zmianie połączeń przewodów lub wymianie przyrządów, należy dokonywać po uprzednim wyłączeniu zasilania stanowiska.

! Zabrania się wykonywania przełączeń (przewodów, urządzeń) w układzie znajdującym się pod napięciem.

! Przy obsłudze stanowisk, które zawierają elementy zasilane napięciem elektrycznym wyższym niż napięcie bezpieczne, należy zachować szczególną ostrożność w celu uniknięcia porażenia prądem elektrycznym.

! Stosowanie ustawień i procedur innych niż opisane w instrukcji lub zalecone przez prowadzącego może spowodować nieprzewidziane działanie, a nawet uszkodzenie stanowiska.

! Przekroczenie dopuszczalnych parametrów (napięć, prądów) może doprowadzić do uszkodzenia elementów stanowiska, pożaru lub porażenia prądem.

! W przypadku nieprawidłowego działania urządzeń lub wystąpienia objawów uszkodzeń (np. iskrzenie, zapach spalenizny) należy natychmiast wyłączyć stanowisko i powiadomić prowadzącego.

1. Cel ćwiczenia

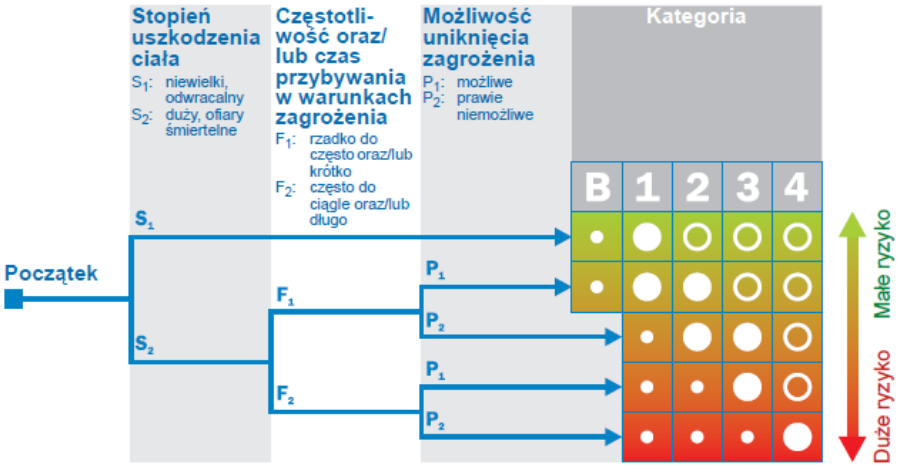
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z elementami bezpieczeństwa stosowanymi w przemyśle oraz zasadami ich stosowania jak również z metodami dedykowanych programowania sterowników bezpieczeństwa na przykładzie sterownika firmy Leuze, model MSI100.

2. Wstęp

Zapewnienie bezpieczeństwa na stanowisku pracy, jest jednym z podstawowych aspektów branych pod uwagę przez konstruktorów podczas projektowania stanowiska roboczego. Odpowiedni dobór elementów ochronnych oraz ich konfiguracji pozwala uniknąć wszelkiego rodzaju zagrożeń, mogących wystąpić w strefie pracy maszyn lub robotów.

Elementy bezpieczeństwa

Stopień bezpieczeństwa maszyn i urządzeń ochronnych został sklasyfikowany i opisany w dwóch różnych normach: IEC 61508 oraz EN ISO 13849-1. Poziom nienaruszalności bezpieczeństwa - SIL (ang. Safety Integrity Levels) wyznacza się w oparciu o wymagania normy IEC 61508. Poziom ten jest miarą bezpieczeństwa urządzeń elektrycznych, elektronicznych oraz mechanicznych, ale odnosić on się może również do oprogramowania. Według normy występują 4 poziomy nienaruszalności bezpieczeństwa, a podział ten powstał na podstawie liczby zadziałań urządzenia ochronnego, aż do wystąpienia usterki lub błędu. Im większe prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia, tym wyższe oznaczenie SIL systemu sterownia. Najwyższy poziom SIL4 stosowany jest np. w sterowaniu ruchem kolejowym lub w sterowaniu występującym w samolotach. Prawdopodobieństwo uszkodzeń lub błędów w takich urządzeniach zawiera się w zakresie od 0,001% do 0,01%. Przy projektowaniu systemów sterowania i awaryjnego wyłączenia procesów technologicznych zdecydowanie wystarczające są poziomy SIL1 i SIL 2, w których prawdopodobieństwo awarii mieści się w zakresie od 0,1 aż do 10%. Kategorie bezpieczeństwa określone zostały w normie EN ISO 13849-1 na podstawie tzw. grafu ryzyka (Rys.1) przy użyciu takich parametrów jak: stopień uszkodzeń ciała, czas przebywania w warunkach zagrożenia oraz możliwość uniknięcia zagrożenia lub ograniczenia szkód. Poziom zapewnienia bezpieczeństwa podzielony został na 5 poziomów: pierwsza, obarczona najmniejszym ryzykiem kategoria B i kolejne kategorie oznaczone cyframi 1-4 [7 ÷8, 14].



Rys. 1 Graf ryzyka wg normy EN ISO 13849-1 [14]

Elementy wchodzące w skład systemu bezpieczeństwa
W systemie bezpieczeństwa wyróżnić można trzy podstawowe grupy urządzeń:

- urządzenia wejściowe: są to różnego typu aktywatory bezpieczeństwa, takie jak wyłącznik awaryjne, kurtyny, skanery, bariery świetlne, czujniki, rygle, zamki, klamki, przyciski sterowania oburęcznego oraz inne;
- urządzenia wyjściowe czyli elektroniczne lub elektromechaniczne przekaźniki, styczniki oraz cewki zaworów;
- urządzenia logiczne: układ przetwarzający informacje z urządzeń wejściowych i sterujący urządzeniami wyjściowymi np. sterownik PLC, przekaźnik bezpieczeństwa.

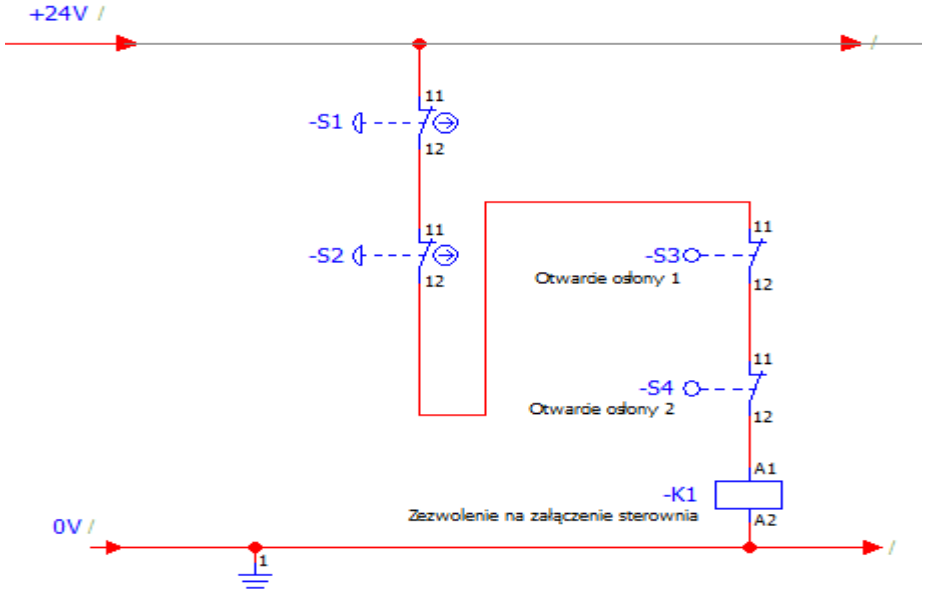
Urządzenia logiczne

Najważniejszą i najbardziej skomplikowaną grupę urządzeń bezpieczeństwa stanowią urządzenia logiczne. To właśnie one przyjmują i przetwarzają informacje dostarczane z urządzeń wejściowych, potwierdzają stan bezpieczny i ostatecznie sterują urządzeniami wyjściowymi, a w razie wystąpienia zagrożenia powodują przejście maszyny w stan bezpieczny lub jej wyłączenie.

Przekaźniki bezpieczeństwa

Przekaźniki bezpieczeństwa stanowią bardzo ważny element w zapewnieniu ogólnego bezpieczeństwa maszyn i urządzeń. To właśnie przekaźniki bezpieczeństwa służą do odłączenia zasilania w przypadku wystąpienia stanu zagrażającego zdrowiu lub życiu pracowników, oraz w możliwości uszkodzenia elementów wchodzących w skład maszyny. Jest jednak kilka warunków, które muszą zostać spełnione, aby dane urządzenie uznać za element bezpieczeństwa. Najważniejszym warunkiem jest to, że przekaźnik bezpieczeństwa musi zawierać minimum dwa wewnętrzne przekaźniki o przełączeniu wymuszonym, istotna jest również możliwość kontroli dodatkowych obwodów.

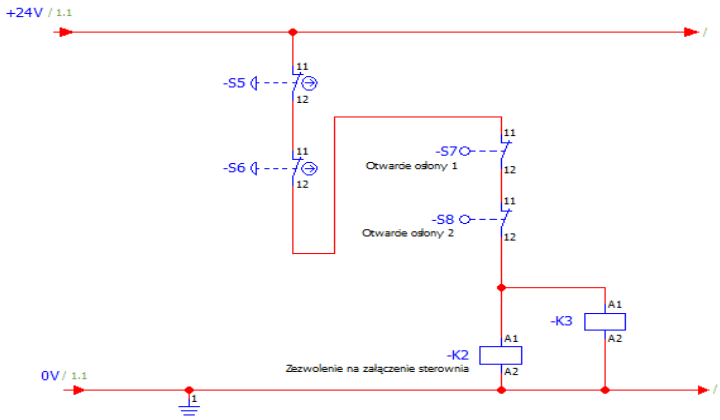
Dzisiejsze rozwiązanie zastąpiło stosowanie pojedynczych styczników elektromechanicznych, w których obwody zasilania wpinano jeden (lub rzadziej więcej) aktywator bezpieczeństwa. Metoda ta ma jednak sporo wad, gdyż w przypadku uszkodzenia stycznika, np. sklejenia się jego styków, bezpieczeństwo maszyny nie byłoby już zapewnione, a praca urządzenia nadal byłaby możliwa. Schemat elektryczny tego rozwiązania, przedstawiony został na rysunku (Rys. 2).



Rys.2 Schemat elektryczny rozwiązania bezpieczeństwa z wykorzystaniem jednego stycznika

W celu zapewnienia większego bezpieczeństwa do istniejącego stycznika równolegle podłączano drugi, a napięcie sterujące elementami wykonawczymi doprowadzano szeregowo poprzez styki obwodów styczników. Takie rozwiązanie znacznie zwiększyło poziom bezpieczeństwa, ale wciąż niedostatecznie, ponieważ nadal brakowało funkcji kontroli stanu uszkodzeń komponentów wchodzących w skład obwodu bezpieczeństwa. Na rysunku (Rys. 3) przedstawiono schemat elektryczny tego rozwiązania.

Metoda działania przekaźnika bezpieczeństwa polega na tym, że po załączeniu zasilania przystępuje on do testów elementów wejściowych, jeśli w ich wyniku obwody podłączonych urządzeń będą zamknięte, czyli osiągnięty zostanie stan bezpieczny to urządzenie logiczne przystępuje do analizy elementów wyjściowych. Jeśli stan tych elementów jest prawidłowy, oczekuje na sygnał zresetowania, po którym aktywuje działanie urządzeń wyjściowych.



Rys.3 Schemat elektryczny rozwiązania bezpieczeństwa z wykorzystaniem dwóch styczników

Nazwa „przekaźnik bezpieczeństwa”, mimo iż nadal używana, może być postrzegana jako nieaktualna, gdyż urządzenie to składa się z minimum dwóch przekaźników oraz układu mikroprocesorów, który umożliwia monitorowanie stanu urządzeń wejściowych i wyjściowych.

Sterownik PLC safety

Sterownik programowalny PLC (Programmable Logic Controller) zbudowany jest podobnie do komputera [1]. W jego skład wchodzi zasilanie, moduł sygnałów wejściowych, moduł sygnałów wyjściowych, jednostka centralna z mikroprocesorem oraz pamięć wewnętrzna. W sterowniku PLC przebieg procesu sterownia określany jest na podstawie programu wgrywanego i zapisywanego w pamięci sterownika, co zdecydowanie odróżnia je od układów stało programowalnych, w których wykorzystane elementy decydują o przebiegu procesu. Kod programu w razie potrzeby może zostać modyfikowany przez programistę i w każdej chwili wysłany do sterownika. W stanie włączenia (RUN) program napisany i wysłany przez użytkownika jest wykonywany cyklicznie. Sterowniki PLC zostały poddane standaryzacji, która zawarta jest w normie IEC 1131 „Sterowniki Programowalne". Norma ta zawiera wytyczne dla użytkowników wraz zaleceniami w zakresie wymiany danych, zalecenia w zakresie sprzętu oraz standaryzuje języki programowania. Wyróżnić można dwie podstawowe grupy programowania:

- języki graficzne do których należą: języki schematów drabinkowych (LD, ang. Ladder Diagramm), oraz języki schematów blokowych (FBD, ang. Function Block Diagramm).
- Języki tekstowe do których należą: języki list instrukcji (IL, ang. Instruction List) oraz języki strukturalne (ST, ang. Structured Text)

W odróżnieniu od przekaźników bezpieczeństwa, sterownik posiada kilka wejść, co umożliwia podłączenie równocześnie kilku elementów bezpieczeństwa oraz kilku wyjść, dzięki czemu możliwe jest monitorowanie więcej niż jednego urządzenia. Takie rozwiązanie znacznie upraszcza schemat elektryczny, a co za tym idzie znacznie redukuje ilość przewodów potrzebnych do podłączenia wszystkich niezbędnych elementów.

Sterownik PLC bezpieczeństwa w kilku aspektach różni się od modułu klasycznego. Dwukanałowa struktura sterowników safety sprawia, że operacje logiczne są porównywane i analizowane przez dwa niezależne kanały. W przypadku uszkodzenia jednego z kanałów, wystąpienie zagrożenia spowoduje sprowadzenie maszyny do stanu bezpiecznego, dzięki nadal poprawnie funkcjonującemu drugiemu kanałowi. Maszyna zostanie wprowadzona w stan bezpieczny, również w sytuacji gdy pomiędzy kanałami wystąpią rozbieżności. W Sterownikach bezpieczeństwa PLC progi odporności na zewnętrzne oddziaływania elektromagnetyczne są wyższe niż w przypadku urządzeń wykorzystywanych do zadań przemysłowych, co wyklucza możliwość pojawiania się przypadkowych wysokich stanów na wyjściach sterownika. Różnicę zauważyć można również w konstrukcji wejść/wyjść sterownika, w przypadku PLC bezpieczeństwa występuje ciągła, dynamiczna kontrola uszkodzeń. W przypadku wystąpienia zakłócenia wyjścia sterownika muszą przejść w stan bezpieczny. W urządzeniach przemysłowych stan wyjść nie jest zdefiniowany. W oprogramowaniu sterowników PLC safety co raz częściej spotkać można gotowe bloki funkcyjne przedstawiające elementy bezpieczeństwa. Programowalne urządzenia bezpieczeństwa można stosować indywidualnie, tj. odrębnie od sterownia technologicznego, oraz w sposób zintegrowany z częścią technologiczną. W drugim przypadku istotną rolę pełni wymiana informacji między obwodami bezpieczeństwa a automatyką przemysłową. Komunikacja ta, zazwyczaj oparta jest na sieci Ethernet lub sieciach polowych, typu PROFIbus, PROFInet. Spotkać można również sieci polowe typu PROFIsafe, które posiadają dodatkową warstwę w sieci PROFIbus lub PROFInet, zapewniają one wyższe kategorie bezpieczeństwa, niż standardowe wersje.

Urządzenia wejściowe

Funkcja awaryjnego zatrzymywania i awaryjnego wyłączania

Obwód awaryjnego zatrzymania często mylony jest z obwodem awaryjnego wyłączania. Różnica w działaniu tych dwóch obwodów polega na reakcji na wciśnięcie przycisku awaryjnego zatrzymania lub wyłączania. W przypadku awaryjnego wyłączania załączenie przycisku powoduje odcięcie zasilania systemu. Takie działanie jest wymagane w przypadku wystąpienia zagrożenia elektrycznego (porażenia prądem). Natomiast awaryjne zatrzymanie powoduje zatrzymanie ruchu wszystkich niebezpiecznych maszyn wchodzących w skład danego obwodu zasilania. Oba systemy zawierają co najmniej jeden wyłącznik awaryjnego wyłączania/zatrzymania, który pozwala likwidować zagrożenia poprzez przekaźnik bezpieczeństwa. W celu wykonania funkcji nadzoru nad natychmiastowym zatrzymaniem pracy układu sterowania, jako urządzenie wejściowe używa się wyłącznik stopu awaryjnego. Wyłącznik bezpieczeństwa zazwyczaj składa się z dwóch styków normalnie zamkniętych (NC) oraz przycisku, którego odblokowanie następuje przez przekręcenie. Według normy PN-EN ISO 13850 [10], opisującej zasady projektowania funkcji zatrzymania awaryjnego, wygląd elementu sterowniczego zatrzymania awaryjnego jest określony. Element ten powinien być czerwony na żółtym tle, dodatkowo norma zastrzega, że element i tło nie powinno zostać oznaczone ani symbolem, ani tekstem. Dopuszczalne jest jedynie oznaczenie kierunku odblokowania aktuatora. Identyfikacja ta powinna być takiego samego, lub zbliżonego koloru do aktuatora. Identyfikacja elementu zatrzymania ma być jednoznaczna, zawsze ma być to czerwony element na żółtym tle, bez dodatkowych opisów. W chwili zagrożenia człowiek nie ma czasu na czytanie opisów, liczy się szybka reakcja, bez czasu na zastanowienie. Według wyżej wymienionej normy możliwy jest podział na strefy maszyn zatrzymywanych awaryjnie. Są to strefy, które obejmują sekcje maszyny mogące być zatrzymywane w sposób wybiórczy. Jeśli stopień skomplikowania urządzenia powoduje, że zatrzymanie całego urządzenia w wyniku zadziałania przycisku bezpieczeństwa nie jest wymagane, a nawet może spowodować kolejne zagrożenia. Norma umożliwia podział maszyny na strefy, zgodnie z oceną ryzyka. Przykładem wykorzystania tej nowelizacji normy jest długa linia produkcyjna ze wspólnym sterowaniem, na której pracuje kilkadziesiąt osób. Zatrzymanie całej linii produkcyjnej w przypadku konieczności zadziałania na przycisk zatrzymania awaryjnego przez jednego pracownika, który zauważył zagrożenie, może nie być konieczne. W tym wypadku wystarczy zatrzymanie tylko tej części linii produkcyjnej, która znajduje się w zasięgu wzroku pracownika, który zauważył zagrożenie.

W systemach transportu bliskiego, m.in. przy przenośnikach taśmowych, rolkowych lub innego rodzaju transporterach stosowane są tzw. wyłączniki linkowe zatrzymania awaryjnego. Po pociągnięciu linki przez pracownika transporter zostaje natychmiast zatrzymany. Istotną zaletą takiego rozwiązania, podobnie jak w łącznikach taśmowych jest to, iż sygnał zatrzymania maszyny może zostać zainicjowany z każdego punktu znajdującego się wzdłuż linki, która jest bezpośrednio sprzężona ze stykiem normalnie zamkniętym wyłącznika awaryjnego. Wyłączniki linkowe wyposażone są również w systemy wykrywający pęknięcie linki. Podczas montowania elementów linka zostaje wstępnie naciągnięta, wtedy to zestyk zwierny zostaje otwarty, a rozwierny zamknięty.

Zależnie od konstrukcji, funkcji maszyn oraz charakteru elementów zatrzymywanych, stosowne są dwie funkcje zatrzymywania awaryjnego:

- kategoria 0- gdy zatrzymywanie jest realizowanie przez odłączenie zasilania napędu maszyn, albo mechaniczne rozłączenie elementów niebezpiecznych z ich elementami napędowymi oraz, jeśli jest to konieczne, przez wymuszone wyhamowanie;
- kategoria 1- zatrzymanie kontrolowane z zasilaniem energią elementów realizujących zatrzymywanie i odłączeniem dopływu tej energii po zatrzymaniu.

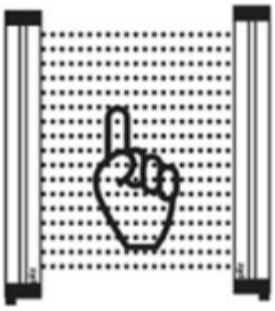
Nie stosuje się zatrzymywania awaryjnego według kategorii 2, to znaczy zatrzymywania kontrolowanego przy pozostawieniu zasilania napędów maszyny.

Aby wykonać funkcję kontroli dostępu do niebezpiecznej strefy, jako urządzenia wejściowe wykorzystuje się z rygle i zamki bezpieczeństwa, skanery oraz kurtyny bezpieczeństwa, maty czułe na nacisk, urządzenia zezwalające takie jak przyciski trzymane w ręku i przyciski sterowania oburęcznego. Do tej grupy zaliczyć można również urządzenia RFID z wbudowanym przekaźnikiem bezpieczeństwa.

Kurtyny bezpieczeństwa

Optoelektroniczne kurtyny bezpieczeństwa stosowane są wszędzie tam, gdzie niezbędne jest niezawodne i ekonomiczne zabezpieczenie miejsc oraz obszarów, w których możliwe jest wystąpienie zagrożenia. Na rynku dostępne są różne rodzaje kurtyn, od małych, kompaktowych modeli, aż po ekstremalnie wytrzymałe i odporne warianty do specjalnych zastosowań w trudnych warunkach wykorzystywane do stanowisk wymagających najwyższego poziomu bezpieczeństwa. Bariery świetlne, bo takim terminem również można je określić najczęściej stosowane są po to, aby wykryć obecność osób lub przedmiotów w strefie zagrożenia. Kurtyna bezpieczeństwa posiada kilka wiązek światła podczerwonego umieszczonego blisko siebie. Urządzenie optyczne bezpieczeństwa można zastosować jako zabezpieczenie wewnątrz lub wokół strefy zagrożenia. Jeżeli zajdzie przerwanie wiązki świetlnej, przez pojawienie się w obszarze działania człowieka lub jakiegoś artykułu, który nie powinien się tam znajdować, maszyna stwarzająca zagrożenie umieszczona wewnątrz zabezpieczonego obszaru otrzymuje podwójny sygnał zatrzymania. Kurtyny świetlne, zależnie od zastosowania dobierane są, według różnych kryteriów:

- obszar zastosowań
- rozdzielczość (w zależności od części ciała wymagającej ochrony): do ochrony palców rozdzielczość R= 14mm, gdy ochronie podlegają całe dłonie R=30mm, natomiast do ochrony całego ciała wystarczająca rozdzielczość R jest większa niż 40mm. Różnice w doborze rozdzielczości ze względów na chronioną część ciała zostały przedstawione na rysunkach poniżej (Rys 4-6).



Rys. 4 Ochrona palców

Rys. 5 Ochrona dłoni

Rys. 6 Ochrona całego ciała

- długość przestrzeni chronionej i długość obszaru detekcji.

Minimalną odległość od strefy niebezpiecznej do punktu, linii lub, płaszczyzny detekcji czy pola chronionego, ustalić można według następującej zależności:

$$S = K \cdot T + C$$

gdzie:

- S - minimalna odległość o strefy niebezpiecznej
- K - prędkość ruchu człowieka (1600-2000 mm/s)
- T - czas reakcji maszyny (czas zatrzymania od momentu zasygnalizowania zjawiska niebezpiecznego). Przy szacowaniu tego czasu reakcji użytkownik musi wziąć pod uwagę czas przetwarzania sygnału w systemie oraz czas do zatrzymania odbiornika.
- C - stała zależna od rozdzielczości R kurtyny (850-1200 mm).

Montaż barier świetlnych musi wykluczyć możliwość ominięcia kurtyny z góry i z dołu oraz wejścia za kurtynę, musi być ona możliwie jak najbliżej maszyny stwarzającej zagrożenie. Kurtyny mogą być stosowane do ochrony dostępu do: strefy zagrożenia oraz punktu zagrożenia.

Elektromechaniczne urządzenia ryglujące

Do tej pory za podstawowy środek ochrony w maszynach uważa się osłony. Osłony są to wszelkiego typu elementy stanowiące materialną przegrodę pomiędzy człowiekiem, a niebezpiecznym czynnikiem zagrażającym. Stosowane są one w celu zapewnienia ochrony człowieka pracującego z daną maszyną. Osłony mogą być stałe lub ruchome. Konstrukcje, które zostały zaprojektowane w taki sposób, aby niemożliwa była zmiana ich położenia, bez jednoczesnej zmiany położenia maszyny uważane są za osłony stałe. Takie osłony powinny być przytwierdzone do maszyny, a ewentualne ich usunięcie powinno być możliwe tylko i wyłącznie z użyciem narzędzi. W miejscach, gdzie w czasie pracy konieczne jest okresowe uzyskiwanie dostępu do stref niebezpiecznych stosowane są osłony ruchome. Zaprojektowane są one w taki sposób, aby możliwa była zmiana ich położenia względem korpusu maszyny, a w celu zapobiegania wystąpienia sytuacji niebezpiecznej stosuje się elektroniczne urządzenia ryglujące.

Elektroniczne urządzenia ryglujące są sprawdzonymi urządzeniami bezpieczeństwa stosowanymi w osłonach blokujących dostęp do strefy zagrożenia w czasie pracy maszyny. Zastosowanie urządzenia ryglującego z osłoną w celu zapewnienia ochrony przed dostępem do stref zagrożeń oraz stref procesowych (ochrona przed przerwaniem procesu) w maszynach, jest wciąż popularny ze względu na jego niezawodne, a przede wszystkim bezpieczne funkcjonowanie.

Według normy EN ISO 14119 można rozróżnić dwa sposoby ryglowania. Pierwszym z nich jest ochrona procesu, służy on jedynie do zapobiegania zakłóceniom w procesie technologicznym, dlatego w takim systemie nie ma dokładnie zdefiniowanych wymagań bezpieczeństwa zawiązanych z funkcją ryglowania osłony, a maszyna nie musi być zatrzymana w sposób bezpieczny, kiedy urządzenie ryglujące osłonę jest odryglowane, lecz dopiero wtedy, gdy drzwi ochronne z urządzeniem ryglującym zostaną otwarte.

Drugim sposobem ryglowania zawartym w normie EN ISO 14119 jest ochrona personelu. W tym przypadku maszyna musi być zatrzymana bezpiecznie, gdy urządzenie jest odryglowane, ponieważ urządzenie to ma za zadanie zapobieganiu wnikania personelu do strefy zagrożenia maszyny do czasu, kiedy zagrożenie zostanie wyeliminowane. Elektronicznym urządzeniom ryglującym normy stawiają wysokie wymagania, podstawowym wymogiem jest oczywiście niezawodne monitorowanie pozycji urządzenia ryglującego osłonę.

Sposoby ryglowania

Bardzo ważna jest również zasada ryglowania, według EN ISO 14119 można wyróżnić cztery różne zasady ryglowania. Pierwszą z nich jest uruchamianie ryglowania przez siłę sprężyny, a odblokowanie przez dostarczenie energii elektrycznej. Sprężyna przemieszcza mechanizm ryglujący na pozycję zaryglowania, a zwalnianie następuje poprzez podanie napięcia na cewkę elektromagnetyczną. Gdy brakuje zasilania elektrycznego drzwi pozostają zaryglowane, jeśli przed brakiem zasilania były zamknięte. W takim przypadku nie mam możliwości wejścia do strefy pracy maszyny. Kolejną znormalizowana zasadą związaną z ochroną personelu przez urządzenia ryglujące jest zablokowanie przez energię i odblokowanie przez energie. W tego typu urządzeniu w przypadku wyłączenia energii elektrycznej, urządzenie ryglujące pozostaje w pozycji, w jakiej był przed wyłączeniem zasilania i nie zmienia stanu, są to tak zwane bistabilne wersje urządzeń ryglujących. W praktyce maszyna często jest zatrzymywana, gdy urządzenia ryglujące osłonę jest otwarte, nawet jeśli ochrona procesu jest właściwa, dlatego dostępne są jeszcze dwie możliwości: uruchamianie za pomocą energii, a zwalnianie przez energie sprężyny oraz ostatni przypadek, w którym uruchamianie jest realizowane za pomocą energii, a zwalnianie następuje od razu w momencie wyłączenia zasilania elektrycznego. Rozwiązania te umożliwiają otwarcie drzwi i w ten sposób dają możliwość czyszczenia maszyny lub wykonanie prac serwisowych, kiedy maszyna jest wyłączona lub w przypadku awarii zasilania.

Drzwi bezpieczeństwa mogą być chronione zgodnie z oczekiwanym lub wymaganym poziomem bezpieczeństwa, według normy EN ISO 13849-1, z zastosowaniem elektromechanicznych urządzeń ryglujących dla ochrony personelu, nie ma konieczności używania nowoczesnych urządzeń ze zintegrowaną elektroniką. Konieczny jest prawidłowy dobór elementów bezpieczeństwa oraz właściwa technologia obwodów. W wielu aplikacjach, jedno urządzenie ryglujące, którego dwa styki są podłączone do systemu bezpieczeństwa jest wystarczające do spełnienia trzeciej kategorii bezpieczeństwa. Układ taki spełnia główne wymagania 3-ciej kategorii związane z redundancją obwodu dla części elektrycznej systemu, ponieważ jest ona dwukanałowa. Na pierwszy rzut oka można stwierdzić, że spełniona jest również funkcja diagnostyczna. Problem pojawia się przy aspektach mechanicznych. Co wydarzy się w przypadku uszkodzenia aktywatora urządzenia ryglującego? W takim przypadku już przy pierwszym błędzie wystąpi utrata funkcji bezpieczeństwa. Jest to tak zwany defekt sprzętu mechanicznego. Co oznacza, że jednak nie wszystkie wymogi trzeciej kategorii bezpieczeństwa zostają spełnione. W takim wypadku konieczne jest wykluczenie błędów, czyli zabezpieczenie, mówiące o tym, że określone błędy nie mogą wystąpić. Przykładem zapobiegania błędom jest zabezpieczenie elementu mechanicznego ryglowania, przed siłami mogącymi wywołać taką awarię i mającymi wpływ na jego poprawne działanie. Jeśli możliwe jest zapewnienie wyżej wymienionego przykładu, to wykluczenie błędu jest uzasadnione i według normy dopuszczalne.

Zauważyć trzeba, że urządzenia ryglujące poza funkcją wyłączania maszyny w momencie wystąpienia zjawiska niebezpiecznego, posiadają również funkcje blokowania wejścia. Podstawową funkcją jest wyłączenie maszyny , kiedy urządzenie ryglujące jest otwarte, natomiast drugie, dodatkowe zastosowanie związane z blokowaniem stosowane jest do zapobiegania nieoczekiwanemu uruchomieniu maszyny. Tak długo jak drzwi zostają otwarte, urządzenie musi pozostać niezdolne do ruchu. W niektórych urządzeniach typu rygiel jest również zabezpieczenie przed przypadkowym zamknięciem, funkcja ta gwarantuje, że zaryglowanie jest możliwe tylko w przypadku, gdy drzwi są zamknięte. Zapewnia to, że funkcja blokowania jest aktywna zawsze, gdy urządzenie ryglujące jest aktywne. Tylko takie urządzenie ryglujące jest odpowiednie do zastosowania jako system blokujący bez konieczności podjęcie dodatkowego działania. Elektromechaniczne urządzenia ryglujące są wciąż unowocześniane i udoskonalane. Nowoczesne rozwiązania elektromechaniczne

wymagają dużego wkładu pracy, jeśli chodzi o prawidłowe zintegrowanie wszystkich komponentów wchodzących w skład urządzenia, natomiast zapewniają one o wiele większą niezawodność i efektywność pracy, niż rozwiązania elektroniczne.

3. Wymagane zagadnienia:

- Elementy bezpieczeństwa stosowane w przemyśle, rodzaje, sposób działania, metody podłączenia, zastosowanie.
- Różnice między PLC, a PLC safety.
- Stefy bezpieczeństwa, poziomy bezpieczeństwa, minimalne odległości od stref bezpieczeństwa.
- Sposoby ryglowania wg norm EN ISO 14119.
- Funkcja awaryjnego zatrzymania i awaryjnego wyłączenia maszyny.

4. Zadania do wykonania przez studentów:

4.1 **Zadanie 1:** Zapoznać się Dodatkiem do instrukcji.

4.2 **Zadanie 2:** Zapoznać się ze stanowiskiem, zidentyfikować elementy stanowiska.

4.3 **Zadanie 3:** Posługując się informacjami z Dodatku założyć pusty projekt w środowisku *MSISafeSoft* i połączyć się ze sterownikiem PLC Safety.

4.4 **Zadanie 4:** Zrealizować sterowanie bezpieczeństwa które odłącza lampkę gdy wciśnięty zostanie przycisk bezpieczeństwa Estop.

4.5 **Zadanie 5:** Zrealizować sterowanie ryglem bezpieczeństwa angażujące kolejno wszystkie czujniki dostępne na stanowisku laboratoryjnym.

5. Sprawozdanie powinno:

- Być wykonane na dostępnej formatce,
- Zawierać krótki opis użytego sprzętu np.: podstawowe parametry itd..
- Zawierać informacje o wykonanych podczas zajęć czynnościach,
- Zawierać obserwacje wyników ćwiczeń oraz indywidualne wnioski studentów na ich temat

6. Dodatkowe informacje przydatne podczas realizacji ćwiczenia:

Dodatkowe informacje zostały załączone do instrukcji na osobnym dokumencie w formie Dodatków z którymi student powinien się zapoznać przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia ("Instrukcja Obsług MSIsafesoft.pdf").