



Wyłączniki krańcowe w technice bezpieczeństwa

Urządzenia, których aktywacja powoduje zatrzymanie lub wyłączenie niebezpiecznej funkcji maszyny, nazywa się urządzeniami blokującymi. Czym się kierować przy ich doborze? Jakie wymagania muszą spełniać, aby można je było w prawidłowy sposób zastosować? Dlaczego tylko niektóre wyłączniki krańcowe mogą być stosowane w układach bezpieczeństwa, w których ryzyko jest wysokie?

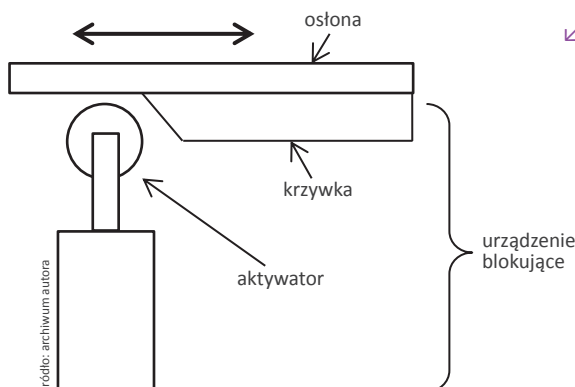
Piotr Goszczyński

Podstawowym parametrem doboru wyłącznika krańcowego do danej osłony jest oszacowanie ryzyka związanego z energią niszczącą znajdującą się za osłoną. Zazwyczaj jest to energia związana z ruchem elementu maszyny. W wyniku szacowania ryzyka można ustalić jego poziom. W zależności od poziomu ryzyka zmieniają się wymagania dla układu sterowania, a co za tym idzie, wymagania dla wyłączników krańcowych. Im poziom ryzyka jest wyższy, tym układ sterowania musi spełniać bardziej rygorystyczne kryteria.

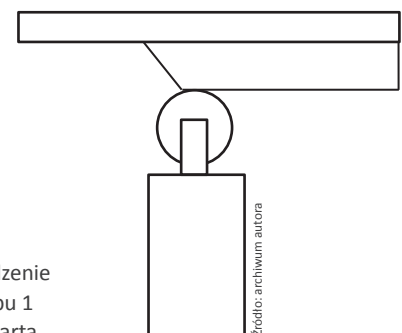
Kryterium niezawodności

Kryteria niezawodności układu sterowania są określone poprzez parametr zwany poziomem niezawodności PL (*Performance Level*), według normy PN-EN ISO

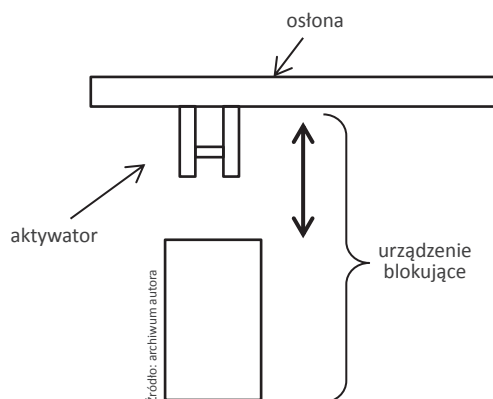
13849-1 [1] PL dzieli się na pięć poziomów (a–e), gdzie PL a oznacza najniższą niezawodność, a PL e najwyższą. W przypadku ryzyka wysokiego poziomu niezawodności układu sterowania musi być również na wysokim poziomie. Producenci wyłączników krańcowych przeznaczonych do układów bezpieczeństwa zamieszczają w dokumentacji informację, jaki maksymalny poziom niezawodności można osiągnąć, stosując ich produkt. Jeżeli poziom ryzyka danego zagrożenia występującego na maszynie jest wysoki i wymagania dla układu sterowania zostały określone, np. na co najmniej PL d według PN-EN ISO 13849-1 [1], to wyłącznik krańcowy musi również charakteryzować się poziomem niezawodności co najmniej PL d według wspomnianej normy. Oczywiście poziom ryzyka musi być spełniony dla każdego z elementów



✦ Rys. 1. Urządzenie blokujące typu 1 – osłona zamknięta



➤ Rys. 2. Urządzenie blokujące typu 1 – osłona otwarta



✔ Rys. 3. Urządzenie blokujące typu 2 – osłona otwarta

łańcucha bezpieczeństwa, to znaczy od elementu aktywującego (np. wyłącznika krańcowego), przez logikę układu bezpieczeństwa, aż po elementy wykonawcze.

Typy urządzeń blokujących

Ważnym kryterium doboru wyłączników krańcowych realizujących funkcję bezpieczeństwa jest sposób pracy danego wyłącznika. Zgodnie z normą PN-EN ISO 14119 [2] wyróżnia się cztery typy urządzeń blokujących. Każdy z tych typów wykorzystuje inny rodzaj wyłączników krańcowych i w inny sposób nadzoruje osłonę.

Urządzenie blokujące typu 1 według normy PN-EN ISO 14119 [2] to urządzenie aktywowane poprzez niekodowany, sprzężony z osłoną element mechaniczny (rys. 1 i 2). Przykładem takiego urządzenia może być krzywka mechaniczna połączona sztywno z osłoną, która przy otwarciu osłony wymusza aktywację wyłącznika krańcowego. W praktyce często spotyka się urządzenia blokujące typu 1, które nieprawidłowo nadzorują osłonę. Najczęstszym błędem jest nieprawidłowa konstrukcja krzywki. Zdarza się, że aktywacja wyłącznika następuje dopiero po częściowym otwarciu osłony, co powoduje, że istnieje nienadzorowany dostęp do miejsca niebezpiecznego, a więc osłona jest nieskuteczna.

Typ 2 według normy PN-EN ISO 14119 [2] to urządzenie aktywowane poprzez kodowany, sprzężony z osłoną element mechaniczny, a więc wykorzystujący specjalny dedykowany aktywator, np. klucz (rys. 3). Typ 2 według wspomnianej normy to w praktyce najczęściej spotykane urządzenie blokujące. Otwarcie osłony powoduje aktywację wyłącznika

przez wyciągnięcie z niego klucza zainstalowanego na ruchomej części osłony.

Zarówno urządzenia typu 1, jak i typu 2 powinny spełniać zasadę wymuszonego działania, tzn. wygenerowanie sygnału zatrzymania musi być wymuszone przez samą czynność otwierania osłony. Przykładem nieprawidłowej realizacji zasady wymuszonego działania jest zastosowanie wyłącznika krańcowego, który jest aktywowany (załączony), gdy osłona jest zamknięta. W takim przypadku, gdy osłona jest otwierana, rozwarcie styków obwodów bezpieczeństwa następuje na skutek działania sprężyny, a nie jest wymuszone przez samą osłonę. Gdyby uszkodzeniu uległa sprężyna, otwarcie osłony nie spowodowałoby wygenerowania sygnału zatrzymania, a więc osłona nie chroniłaby operatora skutecznie.

Typ 3 według zapisów normy PN-EN ISO 14119 [2] to urządzenia bezkontaktowe wykorzystujące niekodowany element aktywacyjny (rys. 4). Są to najczęściej wyłączniki magnetyczne, których elementem aktywacyjnym jest odpowiednio skonstruowany magnes przykręcony

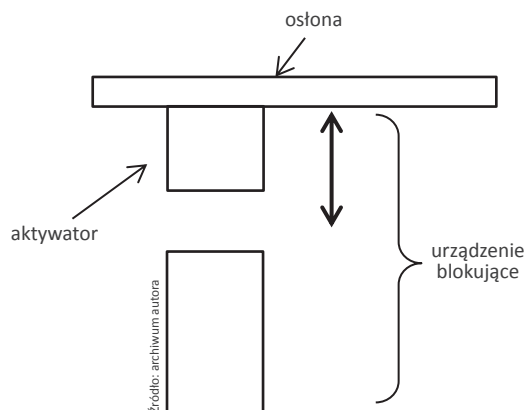
do ruchomej części osłony. Konstrukcja wyłącznika typu 3 nie ma elementów mechanicznych, jest więc odporna na wszelkiego rodzaju zabrudzenia, jest bardzo prosta w montażu, nie wymaga dużo miejsca.

Typ 4 według przytoczonej tu normy to urządzenia bezkontaktowe wykorzystujące kodowany element aktywacyjny (rys. 4). Aktywator zostaje jednoznacznie przypisany do danego wyłącznika dzięki zastosowaniu technologii RFID (*Radio-Frequency Identification*). Takie rozwiązanie ma na celu ochronę przed możliwością aktywowania wyłącznika przez inny niezainstalowany na osłonie aktywator. W przypadku zastosowania urządzenia blokującego typu 3 według zapisów wspomnianej normy, wszystkie aktywatory danej serii urządzenia działają na dany wyłącznik, magnes nie jest indywidualnie zakodowany. Przy zastosowaniu urządzenia typu 4, jak wskazuje norma, nie jest to możliwe, gdyż każdy element ma swój indywidualny kod.

Zabezpieczenia przed obejściem systemu bezpieczeństwa

Podział urządzeń blokujących na typy ma przede wszystkim na celu wskazanie, które rozwiązania są bardziej narażone na defekty i zakłócenia oraz które z typów urządzeń blokujących są bardziej, a które mniej odporne na obchodzenie (omijanie systemu bezpieczeństwa). Wspomniana już norma PN-EN ISO 14119 [2] określa, w jaki sposób zabezpieczyć urządzenie danego typu przed manipulacją i obejściem systemu bezpieczeństwa.

W praktyce często spotyka się odkręcane od osłon klucze (aktywatory), które



✔ Rys. 4. Urządzenie blokujące typu 3 lub 4 – osłona otwarta



Źródło: archiwum autora

➤ **Fot.** Ominięcie osłony – odkręcony klucz aktywacyjny i na stałe umieszczony w wyłączniku

są umieszczane na stałe w wyłączniku (fot.). Natomiast w przypadku urządzeń typu 3 lub 4 odkręcone aktywatory są na stałe złączone z wyłącznikami za pomocą taśm klejących lub drutów. Takie procedury są, niestety, dość częste i, co gorsza, tolerowane. Aby tego uniknąć, zgodnie z normą PN-EN ISO 14119 [2] stosuje się dodatkowe środki zapobiegające obchodzeniu systemów zabezpieczeń.

Oczywiście każdy system bezpieczeństwa można obejść, jeśli się wie, w jaki sposób działa. W normie PN-EN ISO 14119 [2] jest mowa o sposobie obchodzenia „racjonalnie przewidywalnym”, a więc z zastosowaniem łatwo dostępnych narzędzi oraz obiektów (przedmioty i narzędzia codziennego użytkowania).

Przykładem zabezpieczenia, które uniemożliwia obejście systemu bezpieczeństwa, jest zastosowanie urządzenia blokującego z kodowanym aktywatorem (typ 2 lub 4) wraz z użyciem śrub zabezpieczających przed manipulacją (śruby, których budowa nie pozwala na ich odkręcenie). Innym sposobem zabezpieczenia przed obchodzeniem układów bezpieczeństwa jest również zastosowanie ukrytych wyłączników krańcowych, np. w zawiasach. Takie rozwiązania skutecz-

nie zabezpieczają przed manipulacjami, a w konsekwencji przed obchodzeniem systemu zabezpieczeń oraz gwarantują, że osłony będą skutecznie działały.

Normy a problem defektów

Problem z zastosowaniem odpowiednich wyłączników krańcowych pojawia się wtedy, gdy ryzyko jest bardzo wysokie i układ nadzorowania osłony wymaga realizacji układu bezpieczeństwa na poziomie niezawodności PL e według PN-EN ISO 13849-1 [1] (najwyższy poziom niezawodności). W takim wypadku odporność układu bezpieczeństwa na defekty powinna być jak największa.

Analizując funkcję bezpieczeństwa, sprawdza się odporność układu sterowania na wystąpienie błędów, które mogłyby spowodować utratę funkcji bezpieczeństwa. Zgodnie z normą PN-EN ISO 13849-2 [3] istnieje możliwość wykluczenia wystąpienia pewnych defektów związanych z elementami i częściami mechanicznymi układu bezpieczeństwa. Norma ta dopuszcza wykluczenie defektów, takich jak: pęknięcie, zużycie, odkręcenie/poluzowanie czy odształcenie. Oczywiście wykluczenie tych defektów może nastąpić tylko przy spełnieniu odpowiednich warunków, takich jak: prawidłowo dobrany materiał, (prze)wymiarowanie, dobór procesu wytwarzania i obróbki itd. Biorąc to po uwagę, można sobie wyobrazić zastosowanie pojedynczego wyłącznika krańcowego typu 2 w układach bezpieczeństwa nadzorujących osłonę blokującą w PL e według PN-EN ISO 13849-1 [1].

Norma PN-EN ISO 13849-2 [3] dopuszcza wykluczenie możliwości pęknięcia klucza (aktywatora) wewnątrz wyłącznika krańcowego. Norma PN-EN ISO 14119 natomiast określa wprost, że w celu osiągnięcia poziomu niezawodności PL e według PN-EN ISO 13849-1 [1]: „zwykle nieuzasadnione jest wykluczenie defektów, takich jak złamany element aktywujący”. Aby zatem uniemożliwić wystąpienie defektów, należałoby zasto-

sować dwa wyłączniki krańcowe na jedną osłonę blokującą.

Fakt ten stanowi o dużej rozbieżności między normami i nie ma rozstrzygnięcia, które podejście jest dobre. Producenci wyłączników krańcowych typu 2 często deklarują, że ich produkt charakteryzuje się poziomem niezawodności PL e według PN-EN ISO 13849-1 [1]. Przy zastosowaniu normy PN-EN ISO 14119 [2] nie byłoby to możliwe, gdyż defekt związany z pęknięciem klucza aktywacyjnego wewnątrz wyłącznika nie jest wykluczony.

Podsumowanie

Przy zakupie i instalacji wyłączników krańcowych należy pamiętać, że nie sam wyłącznik gwarantuje niezawodność układu bezpieczeństwa, ale wszystko, co jest z nim związane: od montażu, przez prawidłowe wykonanie układu sterowania, aż po odpowiednie zabezpieczenie przed możliwością obchodzenia takiego wyłącznika. Dobór wyłączników i prawidłowe ich działanie gwarantuje skuteczność zabezpieczenia operatorów przed zagrożeniami występującymi podczas pracy przy maszynie.

Trzeba także mieć na uwadze, że skuteczność układu bezpieczeństwa zależy od wielu czynników. Istotna jest tu nie tylko skuteczność układu sterowania, którego częścią są wyłączniki krańcowe, lecz także budowa samych osłon blokujących.

Piotr Goszczyński jest kierownikiem Oddziału Poznań w firmie ELOKON Polska.



Online

Więcej artykułów dotyczących bezpieczeństwa procesów produkcyjnych znajdą Państwo na naszej stronie internetowej w zakładce „Bezpieczeństwo”:

www.utrzymanieruchu.pl

Literatura

1. PN-EN ISO 13849-1:2016-02, „Bezpieczeństwo maszyn. Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem. Część 1: Ogólne zasady projektowania”.
2. PN-EN ISO 14119:2014-03, „Bezpieczeństwo maszyn. Urządzenia blokujące sprzężone z osłonami. Zasady projektowania i doboru”.
3. PN-EN ISO 13849-2:2013-04, „Bezpieczeństwo maszyn. Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem. Część 2: Walidacja”.