

PORADNIK TECHNICZNY

Stycznik Siemens SIRIUS 3RT10 i przekaźnik bezpieczeństwa Pilz PNOZ s7 nie załącza cewki - przyczyny zużycia styków i błędy kategorii bezpieczeństwa (Kat. 3/4 wg PN-EN ISO 13849)

Masz sytuację, w której linia produkcyjna nie uruchamia się po naciśnięciu przycisku start, a kontroler PLC nie zgłasza żadnych usterek? Najczęstszy winowajca to blokada pętli bezpieczeństwa – fizyczna awaria stycznika **Siemens SIRIUS 3RT10** lub logiczny błąd w module **Pilz PNOZ s7** wynikający z wymogów **PN-EN ISO 13849** (kategoria 3 lub 4). Ten przewodnik wyjaśnia, jak rozróżnić przyczyny, przeprowadzić diagnostykę i wdrożyć środki zapobiegawcze.

Dlaczego cewka w PNOZ s7 nie uruchamia się mimo braku błędów w PLC?

W systemach bezpieczeństwa sterowanych przez **Pilz PNOZ s7** cewka wyjściowa jest zasilana jedynie wtedy, gdy pętla monitorująca (EDM – External Device Monitoring) potwierdzi prawidłowy stan wszystkich elementów. Jeśli choć jeden element – najczęściej **stycznik Siemens 3RT10** – nie zamyka swojego kontaktu pomocniczego, pętla pozostaje otwarta i przekaźnik bezpieczeństwa blokuje wyjście, niezależnie od stanu PLC.

Budowa pętli bezpieczeństwa - fizyczny vs. logiczny blokad

W typowej konfiguracji **PNOZ s7** i **Siemens 3RT10** używa się:

- stycznika głównego (kontakt mocy) oraz
- stycznika pomocniczego N/C (auxiliary NC) połączonego w szereg z pętlą EDM.

Jeśli kontakt pomocniczy nie wróci do pozycji zamkniętej (np. z powodu spawania lub zużycia), sygnał „bezpieczny do resetu” nie zostanie wygenerowany, a **PNOZ s7** pozostawi cewkę w stanie wyłączonym. Z drugiej strony, w architekturze **kategorii 3/4** wymagana jest redundancja i diagnostyka – pojedynczy błąd logiczny może również spowodować blokadę, jeśli nie zostanie wykryty w czasie. Fizyczna blokada pętli EDM różni się od logicznego blokowania: w pierwszym przypadku urządzenie fizycznie nie może zamknąć pętli (spawany kontakt), w drugim przypadku logika bezpieczeństwa nie wydaje pozwolenia na reset, ponieważ nie wykryła przywrócenia bezpiecznego stanu.

Jak działa pętla sprzężenia zwrotnego (EDM) w połączeniu ze stycznikiem Siemens 3RT10?

Pętla EDM monitoruje stan fizyczny kontaktów przy pomocy sygnałów zwrotnych podłączonych do terminali Y1-Y2 w module **Pilz PNOZ s7**. Gdy stycznik **3RT10** zostaje załączony, jego kontakt pomocniczy N/C powinien zamknąć się, co powoduje zamknięcie pętli i umożliwia dalsze działanie. Mechanicznie połączone kontakty (mirror contacts) lub kontakty N/C w szeregu tworzą ścieżkę sprzężenia zwrotnego, którą **PNOZ s7** monitoruje w celu potwierdzenia, że główny kontakt mocy rzeczywiście się zamknął.

Stan terminali i sygnałów w pętli EDM

Typowa topologia:

- Terminale A1-A2 – wyłącznie zasilanie modułu PNOZ s7 (24 VDC / 0 V); nie służą do monitorowania kontaktów i nie należy do nich podłączać kontaktu pomocniczego stycznika.
- Kontakt pomocniczy N/C stycznika **3RT10** podłączony szeregowo w pętli sprzężenia zwrotnego, prowadzącej do terminali Y1-Y2 modułu **PNOZ s7**.
- Terminale Y1-Y2 służą jako punkt pomiarowy – ich stan „0 V” oznacza otwartą pętlę, „24 V” – zamkniętą.

Jeśli w schemacie popełniono błąd i podłączono A1 lub Y1/Y2 do modułu rozszerzającego, pętla nie działa prawidłowo – to typowy błąd instalacyjny. Dokumentacja **Pilz PNOZ s7** wyraźnie ostrzega: „Nie podłączaj A1 i Y1/Y2 do modułu rozszerzającego!” Jeśli baza i moduł rozszerzający PNOZsigma są połączone dedykowanym złączem, dodatkowe okablowanie tych terminali nie jest wymagane – takie błędne połączenia mogą całkowicie uniemożliwić funkcjonowanie pętli sprzężenia zwrotnego.

Co sprawdzić w scenariuszu A – zużycie lub spawanie styków stycznika?

Fizyczne zużycie styków **Siemens SIRIUS 3RT10** objawia się:

- brakiem zamknięcia kontaktu pomocniczego N/C,
- zwiększoną rezystancją przy pomiarze multimetrem,
- nieprawidłowymi sygnałami LED w module **PNOZ s7**.

Diagnostyka zużycia styków

1. Odłącz zasilanie i odłącz stycznik od pętli EDM.
2. Zmierz rezystancję między stykami N/C a masą – wartość powinna być $< 1 \Omega$; wyższe wskazania sugerują erozję.
3. Sprawdź wizualnie, czy nie ma widocznych śladów spawania lub wypalenia.
4. Wymień stycznik, jeśli rezystancja przekracza dopuszczalne limity lub kontakt nie zamyka się mechanicznie.

Featured snippet: Jeśli kontakt pomocniczy N/C w styczniku **Siemens 3RT10** jest spawany lub zużyty, pętla EDM pozostaje otwarta, co powoduje, że **Pilz PNOZ s7** nie zezwala na załączenie cewki, a system pozostaje w stanie blokady. Spawanie kontaktu uniemożliwia jego powrót do pozycji spoczynkowej, co blokuje reset pętli bezpieczeństwa.

Jak rozpoznać błąd kategorii bezpieczeństwa (Kat. 3 vs. Kat. 4) w PNOZ s7?

W architekturze **kategorii 3** system wykorzystuje dwa równoległe kanały z wzajemnym monitorowaniem (cross-monitoring). W **kategorii 4** wymagana jest pełna redundancja oraz diagnostyczny poziom wykrywania (DC) co najmniej 99% – każde niezgodne zachowanie jednego kanału musi być wykryte przed następnym żądaniem uruchomienia. Kategoria 4 osiąga PL e (Performance Level e), w przybliżeniu odpowiadający SIL 3 (Safety Integrity Level 3) wg tabel korelacji ISO 13849-1/IEC 61508, i stanowi maksymalny poziom osiągalny przy użyciu normy PN-EN ISO 13849-1 lub IEC 62061.

Porównanie wymagań Kat. 3 i Kat. 4

Featured snippet: Kategoria 3 zapewnia wykrycie pojedynczej awarii przy pomocy redundancji kanałów, natomiast Kategoria 4 wymaga dodatkowo, aby wszystkie wykryte błędy były zgłaszane i nie dopuszczały do utraty funkcji bezpieczeństwa przy kumulacji nie wykrytych usterek. W Kategorii 3 struktura redundantna z wzajemnym monitorowaniem między dwoma aktywnymi kanałami oraz cyklicznym monitorowaniem urządzenia wyjściowego pozwala na tolerowanie pojedynczego błędu. W Kategorii 4 pojedynczy błąd nie prowadzi do utraty funkcji bezpieczeństwa i musi być wykryty przy lub przed następnym żądaniem; jeśli wykrycie nie jest możliwe, akumulacja nie wykrytych usterek nie powinna prowadzić do utraty funkcji bezpieczeństwa.

Jak przeprowadzić krok po kroku diagnostykę pętli bezpieczeństwa?

Poniżej znajduje się szczegółowy protokół, który pozwoli odróżnić przyczynę fizyczną od logicznej.

Protokół diagnostyczny

1. **Sprawdzenie LED w PNOZ s7** – odczytaj kombinację stanów (Power, In1, In2, Out, Fault). Szczegółowe znaczenie kodów znajduje się w instrukcji operacyjnej **Pilz PNOZ s7** (należy mieć dostęp do pełnego dokumentu producenta).
2. **Weryfikacja połączeń EDM** – przy pomocy multimetru zmierz napięcie na terminalach Y1-Y2 przy załączonym styczniku. Powinno wynosić 24 V (lub 0 V przy otwartej pętli).
3. **Test izolacji** – przy wyłączonym zasilaniu zmierz rezystancję pomiędzy stykami N/C a masą; wartość $< 1 \Omega$ wskazuje na prawidłowy kontakt.

4. **Symulacja awarii** – ręcznie otwórz kontakt N/C (np. przy pomocy przycisku testowego) i obserwuj reakcję LED oraz stan wyjścia w PLC.

5. **Analiza logów PNOZ s7** – w oprogramowaniu diagnostycznym (np. Pilz SafeLogic) sprawdź historię błędów i czasy reakcji.

Featured snippet: Aby zdiagnozować blokadę pętli bezpieczeństwa, najpierw odczytaj kody LED w **Pilz PNOZ s7**, następnie zmierz napięcie na terminalach Y1-Y2 i sprawdź rezystancję kontaktu N/C w **Siemens 3RT10**. Jeśli pętla nie zamyka się, przyczyna jest fizyczna; w przeciwnym razie szukaj błędów logicznych w konfiguracji Kat. 3/4.

Jakie środki zapobiegawcze wdrożyć, aby uniknąć blokady pętli?

Zapobieganie wymaga zarówno właściwego doboru komponentów, jak i regularnej konserwacji.

Projektowanie i dobór komponentów

- Używaj styczników **Siemens SIRIUS 3RT10** z dodatkowymi kontaktami pomocniczymi typu „mirror” – zapewniają one detekcję spawania głównego kontaktu. Mechanicznie połączone kontakty powinny być routowane do pętli sprzężenia zwrotnego przekaźnika bezpieczeństwa.
- Wstaw elementy tłumiące przepięcia (RC, warystory) zgodnie z zaleceniami Siemens (np. *RC-snubber 470 Ω / 470 nF* jako wartość orientacyjna) przy uzwojeniu cewki, aby ograniczyć migotanie i przedłużyć żywotność kontaktów – dokładny dobór należy zweryfikować w dokumentacji Siemens SIRIUS dla konkretnego wariantu cewki.
- Wybieraj kategorie bezpieczeństwa zgodnie z wymaganiami aplikacji – jeśli wymagana jest **kategoria 4**, zapewnij pełną redundancję i diagnostykę DC $\geq 99\%$.
- Monitoruj redundantne kontaktry przy pomocy pętli EDM – jeśli kontaktor nie powróci do pozycji spoczynkowej, pętla pozostanie otwarta i zablokuje restart.

Procedury konserwacyjne

1. Co 6 miesięcy sprawdzaj rezystancję kontaktów N/C – wymiana przy $> 1 \Omega$.
2. Co 12 miesięcy wykonuj testy funkcjonalne pętli EDM przy użyciu przycisków testowych w **PNOZ s7**.
3. Monitoruj historię błędów w oprogramowaniu Pilz – szybka reakcja na powtarzające się ostrzeżenia może zapobiec awarii.

Wdrożenie powyższych praktyk minimalizuje ryzyko zarówno fizycznego zużycia stycznika, jak i nieprawidłowości w logice bezpieczeństwa.

FAQ

Dlaczego PNOZ s7 nie zezwala na reset po zwolnieniu przycisku E-Stop?

Ponieważ pętla EDM nie zamyka się – najczęściej spowodowane jest otwartym lub spawanym kontaktem N/C w styczniku **Siemens 3RT10**, co utrzymuje LED w stanie „Fault”.

Jak odróżnić błąd fizyczny od logicznego w systemie Kat. 3?

Fizyczny błąd objawia się brakiem zamknięcia pętli EDM (0 V na Y1-Y2) i stałym kodem LED „Fault”. Błąd logiczny w Kat. 3 wykazuje się niezgodnością sygnałów pomiędzy dwoma kanałami przy jednoczesnym braku fizycznej awarii.

Czy wymiana jednego stycznika może podnieść system z Kat. 3 do Kat. 4?

Nie. Kategoria 4 wymaga nie tylko lepszych komponentów, ale także pełnej diagnostyki (DC ≥ 99%) i spełnienia dodatkowych wymagań PN-EN ISO 13849-1, które muszą być zatwierdzone w projekcie.

Jakie są typowe kody LED w PNOZ s7 wskazujące na problem z pętlą EDM?

W zależności od wersji, kombinacja Power = ON, In1 = OFF, In2 = OFF, Out = OFF, Fault = ON oznacza otwartą pętlę EDM. Szczegółowy opis znajduje się w instrukcji operacyjnej **Pilz PNOZ s7**.

Czy można obejść problem spawania kontaktu poprzez zwiększenie prądu sterującego?

Nie. Zwiększenie prądu nie usuwa fizycznego spawania i może pogorszyć sytuację. Należy wymienić stycznik lub zastosować kontakt „mirror” wykrywający spawanie.

Jakie parametry elektryczne powinien spełniać RC-snobber przy styczniku 3RT10?

Typowy dobór orientacyjny to rezystancja 470 Ω i pojemność 470 nF, ale dokładny dobór zależy od napięcia zasilania cewki i charakterystyki przewodów – zaleca się konsultację z dokumentacją **Siemens SIRIUS**.

Gdzie mogę kupić części zamienne do styczników Siemens SIRIUS 3RT10 i modułów Pilz PNOZ s7?

Enetiv jest dystrybutorem produktów wiodących marek, w tym **ABB**, **Danfoss**, **Siemens** i **Pilz**, oferując konkurencyjne ceny na komponenty bezpieczeństwa i automatyki. Aby uzyskać wycenę i konsultację techniczną, odwiedź stronę enetiv.com/kontakt.

Źródła

- Pilz. „PNOZ s7 Operating Manual” (21399-EN-10) – terminale zasilania A1/A2, pętla sprzężenia zwrotnego, ostrzeżenie o niepodłączaniu A1 i Y1/Y2 do modułu rozszerzającego: https://www.pilz.com/download/open/PNOZ_s7_Operat_Man_21399-EN-10.pdf

- Pilz. „PNOZ s7.1 Datasheet" – konfiguracja terminali i moduł rozszerzający:
https://pim.galco.com/Manufacturer/Pilz/TechDocument/Data%20Sheet/pnoz_s7_1_dat.pdf
- Siemens. „SIRIUS 3RT10 Contactor Series – Technical Specifications." Dokumentacja produktu, zawierająca informacje o kontaktach pomocniczych i wymaganiach dotyczących sprzężenia zwrotnego.
- ISO 13849-1:2015. „Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design." Norma definiująca kategorie bezpieczeństwa 3 i 4, wymagania dotyczące redundancji i diagnostyki.
- IEC 62061:2021. „Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems." Norma międzynarodowa dotycząca poziomów integralności bezpieczeństwa.

