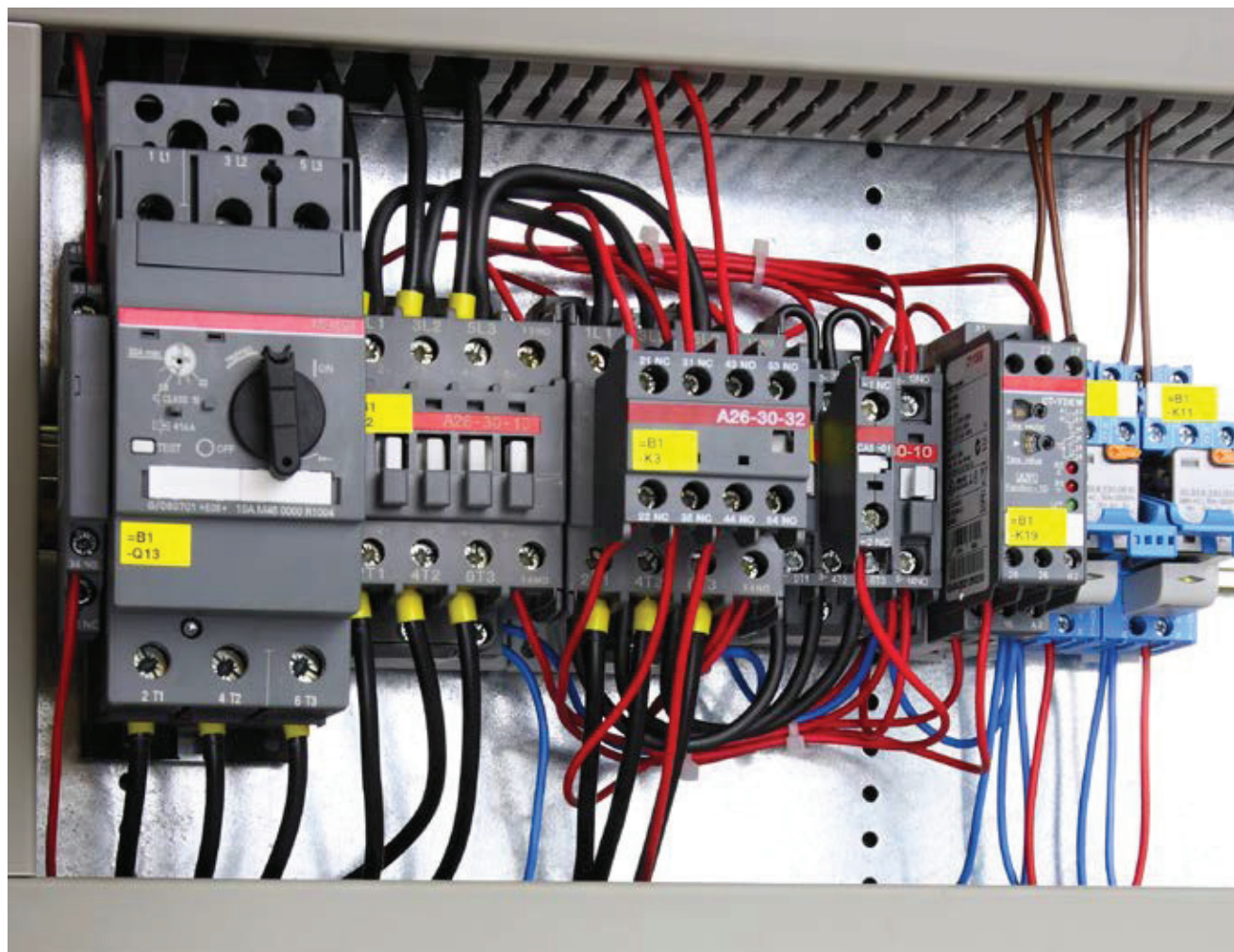


# Ochrona przeciwporażeniowa w maszynach.

## Część I – budowa maszyny

Przewodnikiem w trakcie procesu projektowania, budowy oraz sprawdzania wyposażenia elektrycznego maszyny dla inżyniera elektryka jest dyrektywa maszynowa, a w szczególności zharmonizowana norma PN-EN 60204-1: „Bezpieczeństwo maszyn. Wyposażenie elektryczne maszyn. Część I: Wymagania ogólne”.

SŁAWOMIR GRONCZEWSKI  
kierownik Oddziału Północ ELOKON Polska  
[www.elokon.pl](http://www.elokon.pl)



**G**łównym celem normy PN-EN 60204-1 jest podanie wskazówek i przybliżenie projektantom maszyn zagadnień związanych z bezpieczeństwem osób, zabezpieczeniem elektrycznym podzespołów i poprawną koordynacją urządzeń, jak również zapewnieniem łatwości eksploatacji i konserwacji maszyn.

Swoim zakresem przedmiotowa norma obejmuje wyposażenie elektryczne, które zasilane jest napięciem nieprzekraczającym 1000 V prądu przemienionego (przy częstotliwości do 200 Hz) i 1500 V prądu stałego.

Główne zagadnienia, jakie opisuje norma PN-EN 60204-1, to wymagania odnośnie ochrony przeciwporażeniowej, ochrony wyposażenia, wykonania instalacji i wymagania co do dokumentacji technicznej. Zawarte są w niej również wytyczne dotyczące zakresu czynności sprawdzających maszynę (w tym dotyczących badania skuteczności ochrony przeciwporażeniowej) przed jej oddaniem do użytkowania.

Norma, mimo że odnosi się literalnie do wyposażenia elektrycznego, obejmuje również wyposażenie elektroniczne i wyposażenie programowalne elektroniczne. Warto wspomnieć, że ilekroć norma PN-EN 60204-1 mówi o „wyposażeniu elektrycznym”, w domniemaniu odnosi się do wszystkich trzech wyżej wspomnianych typów wyposażenia.

Podstawą prawidłowego projektowania instalacji elektrycznych (nie tylko pod kątem ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym) jest właściwy wybór podzespołów. Podzespoły te powinny być przede wszystkim dobrane odpowiednio do przewidywanego ich zastosowania, wyprodukowane zgodnie z właściwymi normami produktowymi, zaimplementowane zgodnie z instrukcjami producenta.

Ochronę przeciwporażeniową w maszynach realizuje się przez zapewnienie odpowiedniego doboru wyposażenia elektrycznego. Dobór ten powinien zapewniać w instalacjach elektrycznych ochronę przed porażeniem powodowanym dotykiem bezpośrednim i dotykiem pośrednim. W tym miejscu warto wspomnieć o nowym nazewnictwie używanym w normie PN-HD-60364-4-41-2009P: „Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed porażeniem elektrycznym”, gdzie ochrona przed dotykiem bezpośrednim jest nazywana ochroną podstawową, a ochro-

## mgr inż. Sławomir Gronczewski

kierownik Oddziału Północ  
ELOKON Polska

Absolwent Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej. Ma ponad 15-letnie doświadczenie w projektowaniu, budowie maszyn jako: elektryk/automatyk, kierownik działu elektrycznego i automatyki. W czasie kariery zawodowej zrealizował liczne projekty, m.in. dla sektora automotive i branży metalowej. W ELOKON Polska zatrudniony na stanowisku kierownika Regionu Północ – specjalista ds. Inżynierii Bezpieczeństwa Maszyn i Procesów. Trener i wykładowca. Specjalizuje się w dyrektywie niskonapięciowej, dyrektywie maszynowej i powiązanych z nimi normami w zakresie wymagań dla wyposażenia i instalacji elektrycznych.



na przy dotyku pośrednim nazwana została ochroną przy uszkodzeniu. Należy nadmienić, że norma PN-EN 60204-1 często powołuje się na normę wieloczęściową 60364 jako podstawę projektowania elektrycznego, a zagadnienia ochrony przeciwporażeniowej opiera właśnie na arkuszu PN-HD-60364-4-41.

### Ochrona przed dotykiem bezpośrednim

Ochronę przed dotykiem bezpośrednim (ochronę podstawową) realizujemy głównie przez:

- stosowanie obudów części czynnych,
- izolowanie części czynnych.

W pierwszym sposobie ochrona zapewniona jest najczęściej przez zastosowanie obudowy o stopniu ochrony IP2X – jest to ochrona przed ciałami o wielkości ponad 12,5 mm (przypadkowy dotyk palcem).

**Kod IP** (wg normy PN-EN 60529) – system oznaczania stopni ochrony zapewnianej przez obudowy przed dostępem do części niebezpiecznych, wnikaniem obcych ciał stałych, wnikaniem wody oraz system podawania dodatkowych informacji związanych z taką ochroną.

Im wyższe są cyfry w kodzie IP, tym lepszy jest stopień ochrony przeciw wnikaniu ciałom stałym i wodzie.

Drugim z wymienionych środków ochrony przed dotykiem bezpośrednim (ochrony podstawowej) jest izolowanie części czynnych. Najczęściej realizuje się go przez pokrycie izolacją elementów będących pod napięciem. Izolacja taka powinna cechować się wytrzymałością na oddziaływanie elektryczne, mechaniczne, chemiczne i termiczne w spodziewanych warunkach pracy. Usunięcie takiej izolacji powinno być możliwe jedynie przez jej trwałe zniszc-

Warto zwrócić uwagę, że o ile przy małych prądach (prądy znamionowe rzędu kilku, kilkunastu amperów) aparaty i urządzenia mają przeważnie zapewniony stopień ochrony większy niż IP2X, to w przypadku dużych aparatów (prądy rzędu kilkudziesięciu amperów i wyżej) trzeba się zastanowić, czy nie należy zapewnić dodatkowej osłony (np. osłony na zaciski przyłączeniowe).

dobrym przykładem jest tutaj dobór przewodu do podłączenia odbiorników w maszynie. Samo kryterium elektryczne doboru przewodu może okazać się niewystarczające. Należy też zwrócić uwagę na czynniki środowiskowe. Przy podłączeniu odbiorników, które w maszynie wykonują ruch, przewody położone do nich powinny być przewidziane do pracy pod kątem ciągłego ruchu. Przewidywane przez projektanta umieszczenie przewodów w środowisku zaolejonym powinno skutkować doborem przewodu z izolacją olejoodporną. Analogicznie w środowisku o podwyższonej temperaturze należy dobrać przewód z izolacją odporną na wysokie temperatury.

### Ochrona przed dotykiem pośrednim

Ochrona przed dotykiem pośrednim (ochrona przy uszkodzeniu) powinna być zrealizowana co najmniej jednym ze sposobów:

- przez środki zapobiegające pojawieniu się napięć dotykowych (zastosowanie wyposażenia II klasy ochronności lub separacji elektrycznej),
- samoczynne odłączenie obwodu od zasilania w dostatecznie krótkim czasie (w którym napięcie dotykowe nie stanowi zagrożenia).

Podzespół wyposażenia elektrycznego mający podwójną lub wzmocnioną izolację (urządzenie klasy II) spełnia jednocześnie zarówno warunki dla





ochrony podstawowej, jak i ochrony przy uszkodzeniu. Izolacja podstawowa tego podzespołu zapewnia ochronę przed dotykiem bezpośrednim, a izolacja dodatkowa zapewnia ochronę przed dotykiem pośrednim.

Samoczynne odłączanie obwodu od zasilania jest najczęściej stosowanym środkiem ochrony w maszynach ze względu na łatwość jego zastosowania. Wykorzystuje się do tego celu już istniejące zabezpieczenia nadprądowe (wyłączniki lub bezpieczniki).

Sprawdzenie skuteczności samoczynnego odłączania od zasilania nale-

ży zacząć od pomiaru poprzedzającego – testu ciągłości układu połączenia ochronnego. Jeżeli próba ta będzie pozytywna, można wykonać badanie sprawdzające skuteczność tej ochrony przeciwporażeniowej przez pomiar impedancji pętli zwarcia.

Pomiar impedancji pętli zwarcia potrzebny jest do określenia, czy prąd zwarciovowy płynący pod działaniem napięcia fazowego jest nie mniejszy niż prąd wyłączający zabezpieczenia nadprądowego danego obwodu. Przykładowo dla układów zasilania TN (najczęściej spotykanych

w przemyśle), przy napięciu fazowym względem ziemi 230 V AC i dla obwodów końcowych o prądzie nieprzekraczającym 32 A, czas zadziałania zabezpieczeń powinien wynosić nie więcej niż 0,4 s.

Sprawdzenie maszyny pod kątem ochrony przeciwporażeniowej może dodatkowo zawierać: pomiar rezystancji izolacji, próbę wytrzymałości elektrycznej izolacji i sprawdzenie ochrony przed napięciami szczytkowymi.

Jednym ze środków ochrony podstawowej i zarazem ochrony przy uszko-

dzeniu jest zastosowanie źródła PELV (bardzo niskiego napięcia ochronnego – 25 V AC lub 60 V DC dla warunków eksploatacji w pomieszczeniach suchych).

Bardzo często stosowane jest w maszynach obniżone napięcie (24 V DC) w układach sterowania. Trzeba zwrócić uwagę, że układy te, jako obwody PELV, powinny być oddzielone elektrycznie od pozostałej części instalacji. Powinno to być zrealizowane przez zastosowanie źródła zasilania, takiego jak np. transformator bezpieczeństwa lub zasilacz elektroniczny spełniający odpowiednie normy i zapewniający w razie jego wewnętrznego uszkodzenia nieprzekroczenie dopuszczalnych napięć zdefiniowanych dla PELV. Drugim ważnym warunkiem jest zapewnienie połączenia punktu źródła PELV – w praktyce będzie to potencjał ujemny (O DVC) – z układem połączeń ochronnych.

## **Ochrona przeciwporażeniowa uzupełniająca**

Warto również wspomnieć o jednym ze środków ochrony uzupełniającej, a mianowicie o zabezpieczeniu obwodu za pomocą urządzeń różnicowoprądowych (RCD). Jest to ochrona uzupełniająca w przypadku uszkodzenia środków ochrony przed dotykiem bezpośrednim (ochrony podstawowej) i/albo środków ochrony przed dotykiem pośrednim (ochrona przy uszkodzeniu). Stosowanie RCD o znamionowym prądzie różnicowym do 30 mA jest częstą praktyką w instalacjach elektrycznych budowlanych i mieszkaniowych.

W branży maszynowej zastosowanie ochrony przez samoczynne odłączenie zasilania przez wyłączniki różnicowoprądowe jest używane marginalnie i ograniczone najczęściej do zabezpieczenia układów wyposażenia pomocniczego (np. gniazd serwisowych).

## **Oznakowanie**

Nie powinniśmy zapomnieć o stosowaniu znaków ostrzegawczych informujących o zagrożeniu porażeniem prądem elektrycznym. Oznaczenia te powinny być umieszczane na obudowach, które nie wskazują jednoznacznie, że zawierają wyposażenie elektryczne. Oznakowanie takie musi być dobrze widoczne, np. poprzez umieszczenie go na drzwiach lub pokrywie obudowy.

Niniejszy artykuł jedynie w zarysie przedstawia zagadnienia związane z ochroną przeciwporażeniową w maszynach. Niewątpliwie wymieniona tutaj norma PN-EN 60204-1 jest podstawą dla każdego inżyniera projektującego instalacje elektryczne w maszynach.

Trzeba jednak nadmienić, że norma ta nie obejmuje np. wymagań stawianych na niezawodność układu sterowania pod względem odporności na defekty. Wymagania te opisane są w oddzielnej normie PN-EN ISO 13849-1 „Bezpieczeństwo maszyn – Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem – Część 1: Ogólne zasady projektowania”.

