

WITOLD KRIESER

Automatyka przemysłowa i systemy sterowania

w pigułce

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz wydawca dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz wydawca nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Redaktor prowadzący: Małgorzata Kulik

Projekt okładki: Studio Gravite/Olsztyn
Obarek, Pokoński, Pazdrijowski, Zaprucki

Grafika na okładce została wykorzystana za zgodą AdobeStock.com.
Grafiki w książce zostały wykorzystane za zgodą Shutterstock.com.

Helion S.A.

ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice

tel. 32 230 98 63

e-mail: helion@helion.pl

WWW: helion.pl (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!

Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres

helion.pl/user/opinie/automp

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

ISBN: 978-83-289-2990-6

Copyright © Helion S.A. 2026

Printed in Poland.

- [Kup książkę](#)
- [Poleć książkę](#)
- [Oceń książkę](#)

- [Księgarnia internetowa](#)
- [Lubię to! » Nasza społeczność](#)

Spis treści

Wstęp	7
Rozdział 1. Podstawy elektrotechniki	9
1.1. Aspekt BHP w elektrotechnice, automatyce i systemach sterowania	9
1.2. Podstawowe wiadomości z elektrotechniki	12
1.3. Obwód elektryczny	17
1.4. Moc prądu stałego, moc prądu zmiennego	22
1.5. Multimetr	23
1.6. Symulacyjne sprawdzenie prawa elektrotechniki	28

Rozdział 2. Stykowa aparatura elektrycznych układów sterowania wraz z symboliką	31
2.1. Zasilacze	32
2.2. Elementy stykowe	39
2.3. Przyciski sterownicze	41
2.4. Zabezpieczenia nadprądowe i topikowe	44
2.5. Wyłączniki RCD	49
2.6. Inne elementy zabezpieczające	50
2.7. Przekazniki (klasyczne, czasowe)	52
2.8. Styczniki	55
2.9. Czujniki	60
2.10. Sprawdzanie sprawności aparatury multimetrem	68
Rozdział 3. Przewody, okablowanie i zarabianie	75
3.1. Rodzaj przewodów	75
3.2. Okablowanie i połączenia	78
3.3. Zarabianie końcówek przewodów	81
3.4. Narzędzia do obróbki przewodów	82
Rozdział 4. Schematy elektryczne — podstawowe układy sterowania	85
4.1. Schematy elektryczne — zasady projektowania	85
4.2. Elektryczny układ sterowania włącz/wyłącz	87
4.3. Układ nawrotny — blokada elektryczna	91
4.4. Układ priorytetowy	94
4.5. Układ opóźniający	97
4.6. Protokół pomiarowy	99
4.7. Zadania do samodzielnego montażu.....	102
4.8. Diagnostyka i lokalizacja usterki w układzie sterowania	104

Rozdział 5. Układy sterowania programowalne ...	107
5.1. Sterownik PLC — definicja	107
5.2. Architektura sterownika PLC	108
5.3. Klasyfikacja PLC	114
5.4. Języki programowania — norma IEC 61131	116
5.5. Zasady programowania	122
5.6. Przykłady programów na sterownik PLC ...	127
5.7. Sterowanie programowalne vs stykowe	132
Rozdział 6. Sprawdź swoją wiedzę	135

3

Przewody, okablowanie i zarabianie

3.1. Rodzaj przewodów

W instalacjach automatyki przemysłowej stosuje się różne rodzaje przewodów, których dobór zależy od funkcji, środowiska pracy oraz rodzaju przesyłanych sygnałów. Podstawowy podział obejmuje:

- ❑ **przewody zasilające** — służą do doprowadzania energii elektrycznej do urządzeń wykonawczych, napędów i sterowników; występują w wersjach jedno- lub wielożyłowych, o izolacji odpornej na działanie temperatury;
- ❑ **przewody sterownicze** — wykorzystywane do przesyłania sygnałów sterujących pomiędzy elementami systemu automatyki (np. czujnikami, przekaźnikami, PLC);
- ❑ **przewody sygnałowe i pomiarowe** — przeznaczone do transmisji sygnałów analogowych lub cyfrowych o małych wartościach prądu i napięcia; charakteryzują się niską pojemnością i wysoką odpornością na zakłócenia;

- ❑ **przewody komunikacyjne** — stosowane w sieciach przemysłowych (np. PROFIBUS, CAN, Ethernet przemysłowy); wymagają odpowiednich parametrów transmisyjnych i ekranowania;
- ❑ **przewody specjalne** — np. odporne na temperaturę, promieniowanie UV, substancje chemiczne lub przewody do pracy w ruchu.

Rodzaj przewodu dobiera się z uwzględnieniem środowiska pracy (hala, strefa zagrożona wybuchem, warunki zewnętrzne), długości trasy kablowej, napięcia znamionowego oraz wymagań dotyczących odporności na zakłócenia i elastyczności. W układach elektrycznych i aparaturze sterowniczej prawidłowe przewody, ich odpowiednie ułożenie oraz staranne zarabianie końcówek są kluczowe dla bezpieczeństwa, niezawodności i trwałości instalacji. Przewody elektryczne służą do przenoszenia energii elektrycznej lub sygnałów sterujących między urządzeniami i elementami układów sterowania. Ich główne cechy to:

- ❑ przekrój przewodu — dobierany w zależności od natężenia prądu i długości trasy przewodów; zbyt cienki przewód może się przegrzewać, zbyt gruby — zwiększa koszty i trudności montażowe;
- ❑ rodzaj izolacji — zależy od warunków środowiskowych i napięcia;
- ❑ liczba żył — przewody jednożyłowe i wielożyłowe (kable sterownicze, sygnałowe);
- ❑ kolorystyka — stosowana do łatwej identyfikacji przewodów w układzie, np. brązowy/fazowy, niebieski/neutralny, żółto-zielony/PE.

Zagadnienia związane z przewodami

- ❑ Przekrój poprzeczny przewodu (mm^2) — jest to wielkość znormalizowana i przyjmuje wartości: 0,5; 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 625; 800; 1000 mm^2 . Zależy on od następujących czynników: długotrwałej obciążalności prądowej, dopuszczalnego maksymalnego spadku napięcia w instalacji, dopuszczalnego prądu w warunkach zwarcia instalacji, przeciążalności prądowej przewodu, zapewnienia właściwej ochrony przeciwporażeniowej, wytrzymałości mechanicznej przewodu.

- ❑ Napięcie znamionowe (V) — wartość napięcia znamionowego przewodu elektroenergetycznego może wynosić: 300/300, 300/500, 50/750 lub 600/1000 V. Pierwsza liczba przed ukośnikiem określa dopuszczalną wartość skuteczną napięcia przemiennego między żyłą a ziemią, natomiast druga liczba określa dopuszczalne napięcie między żyłami. Jest to wartość napięcia, przy której pole elektryczne wytworzone podczas pracy nie uszkodzi izolacji przewodów.
- ❑ Izolacja żył przewodu zapewnia odizolowanie części przewodzących, chroni przewód przed szkodliwym działaniem środowiska, oddziela żyły oraz chroni ludzi przed porażeniem.

Zasilanie jest doprowadzane do urządzeń elektrycznych za pomocą przewodów miedzianych. Dobór przewodu odpowiedniego do zasilania danego urządzenia polega na określeniu liczby żył, przekroju poszczególnych żył oraz rodzaju izolacji. Liczba żył zależy od rodzaju napięcia zasilającego dane urządzenie. W przypadku urządzeń zasilanych napięciem stałym jest to przewód 2-żyłowy. Urządzenia zasilane napięciem przemiennym jednofazowym wymagają przewodów 3-żyłowych lub, w razie braku przewodu ochronnego PE, 2-żyłowych. Do zasilania urządzeń napięciem trójfazowym stosuje się natomiast przewody 5-żyłowe lub, gdy nie ma przewodu ochronnego, 4-żyłowe.

W wielu zastosowaniach bardzo istotne znaczenie ma także ochrona przewodów zasilających przed niekorzystnym wpływem obcych pól elektromagnetycznych. Zakłócenia tego typu mogą niekorzystnie wpływać na pracę różnego rodzaju urządzeń elektronicznych. Niekorzystny wpływ zakłóceń pochodzących od obcych pól elektromagnetycznych jest szczególnie odczuwalny wtedy, gdy napięcie jest doprowadzane do odbiorników przewodami o znacznych długościach. Aby zminimalizować niekorzystny wpływ obcych pól elektromagnetycznych na pracę urządzeń elektronicznych, stosuje się przewody ekranowane. Ekranowanie przewodu polega na osłonięciu jego poszczególnych żył lub całego przewodu za pomocą folii aluminiowej lub oplotu z drutu. Taki sposób ochrony przewodów przed zakłóceniami elektromagnetycznymi dotyczy nie tylko przewodów zasilających, lecz przede wszystkim przewodów sygnałowych, wykorzystywanych do transmisji danych w systemach automatyki przemysłowej.

Oznaczenia przewodów (tabela 3.1):

Tabela 3.1. Oznaczenia i kolorystyka przewodów

Przeznaczenie	Oznaczenie		Kolorystyka
	przewodu	zacisku	
faza 1	L1	U	brązowy
faza 2	L2	V	czarny
faza 3	L3	W	szary
neutralny	N	N	jasnoniebieski
przewód ochronny	PE	PE	żółto-zielony
biegun dodatni	L+	+	czerwony
biegun ujemny	L-	-	czarny

W instalacjach automatyki stosuje się różne rodzaje kabli i przewodów według oznaczeń związanych z rodzajem żył:

- ❑ D lub Y — oznacza przewód o żyłę miedzianej jednodrutowej;
- ❑ L — oznacza linę, czyli przewód o żyłę miedzianej wielodrutowej;
- ❑ O — oznacza przewód oponowy o żyłach miedzianych oraz z rodzajem izolacji i kształtem (płaski/okrągły).

3.2. Okablowanie i połączenia

Okablowanie to proces poprawnego prowadzenia przewodów w instalacji:

- ❑ porządek i organizacja — przewody prowadzi się w korytkach kablowych (rysunek 3.1), peszlach lub rurach osłonowych, aby uniknąć płątaniny i uszkodzeń mechanicznych;
- ❑ odpowiednie trasy — kable sygnałowe powinny być prowadzone osobno od przewodów mocy, aby uniknąć zakłóceń elektromagnetycznych;
- ❑ oznakowanie — każdy przewód powinien być opisany numerem, kolorem lub kodem, co ułatwia montaż, serwis i ewentualne naprawy;

- minimalizacja naprężeń mechanicznych — przewody powinny mieć odpowiednie luzowanie przy wchodzeniu do urządzeń, zginaniu i montażu.



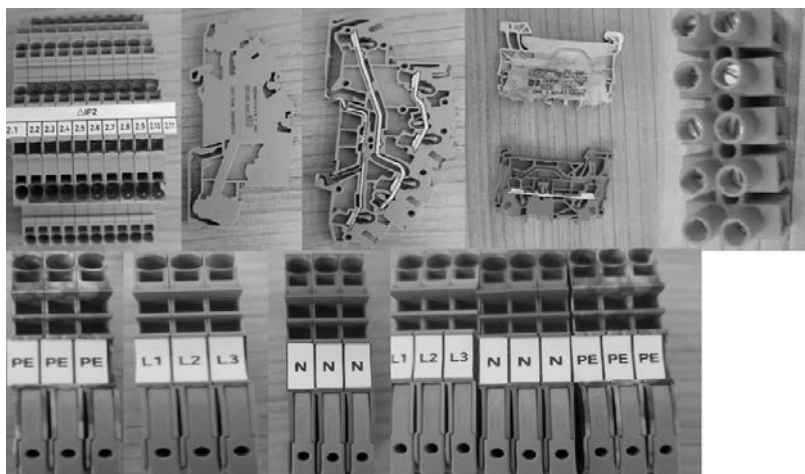
Rysunek 3.1. Korytka do umieszczania przewodów

Połączenia elektryczne powinny zapewnić ciągłość elektryczną, dużą wytrzymałość mechaniczną oraz pewność połączenia. Do wszystkich połączeń powinien być zapewniony dostęp, aby umożliwić naprawę, oględziny lub wymianę przewodu. Skutkiem niewłaściwego lub niedokładnego wykonania połączenia elektrycznego może być przerwa w obwodzie, iskrzenie (przy niezbyt dokładnym przyleganiu powierzchni), nagrzewanie i wzrost temperatury. Połączenia wykonuje się jako rozłączalne, aby umożliwić odłączenie przyrządu lub wymianę uszkodzonego przewodu.

Rodzaje zacisków stosowanych w połączeniach (rysunek 3.2):

- Gwintowe — połączenie przewodu z zaciskiem jest realizowane przez dokręcenie wkrętu, który bezpośrednio dociska przewód do powierzchni zacisku albo dociska odpowiednio ukształtowaną metalową podkładkę, która swoją powierzchnią tworzy elektryczny styk z przewodem. Ten rodzaj zacisków jest najbardziej popularny, ponieważ występuje w większości elementów łącznikowych stosowanych w układach sterowania. Zacisków gwintowych używa się do przewodów o dowolnych przekrojach.

- ❑ Zakleszczające — połączenie przewodu z zaciskiem następuje po wsunięciu odpowiednio przygotowanej końcówki przewodu pomiędzy metalowe elementy sprężynujące zacisku, które pod wpływem działającej siły tworzą styk połączenia. Ten rodzaj zacisku staje się coraz popularniejszy w instalacjach, ponieważ jest prostszy w montażu i nie wymaga dużej liczby narzędzi instalacyjnych.
- ❑ Wsuwane — ten rodzaj zacisku polega na połączeniu przewodu zakończonego nasuwką ze sprężynującej blaszki z trwałym elementem zacisku — metalową wsuwką. Takie połączenie jest powszechnie stosowane ze względu na dużą wytrzymałość na drgania mechaniczne.



Rysunek 3.2. Różne możliwości połączeń

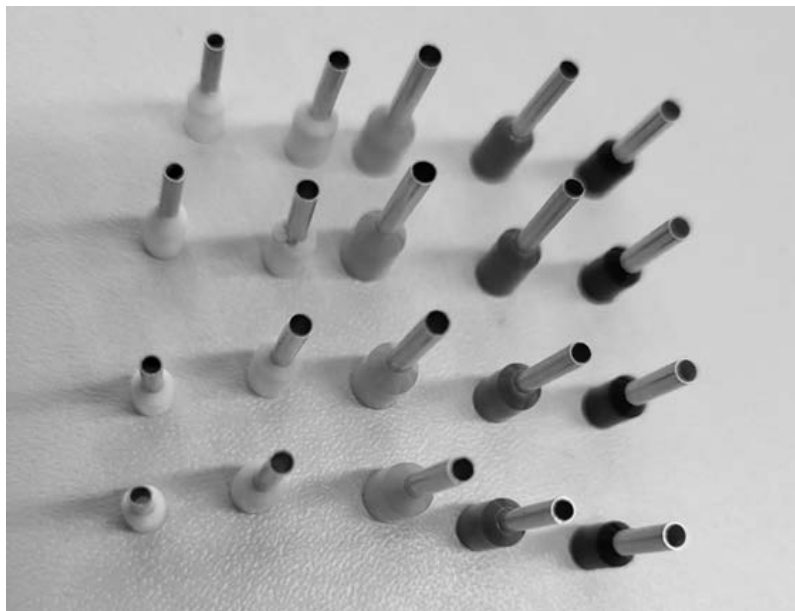
Kolejność czynności przy wykonywaniu połączenia:

1. Przygotowanie przewodu o odpowiedniej długości.
2. Usunięcie izolacji tylko na końcowym odcinku przewodu wchodzącym do zacisku, aby umożliwić zamontowanie w zacisku; należy pozostawić nieuszkodzoną izolację przewodu poza zaciskiem.
3. W przypadku linki nałożenie końcówki tulejkowej dostosowanej do przekroju przewodu.
4. Zamontowanie przewodu.

3.3. Zarabianie końcówek przewodów

Zarabianie końcówek to proces montażu końcówek przewodów (tulejek, oczek, konektorów) (rysunek 3.3) w celu zapewnienia pewnego i trwałego połączenia z aparaturą stykową, zaciskami lub listwami przyłączeniowymi:

- ❑ tulejki zaciskowe (pinowe) — stosowane w przewodach jednożyłowych, ułatwiają stabilne połączenie z zaciskiem śrubowym lub sprężynowym;
- ❑ końcówki oczkowe — używane przy przyłączaniu do śrub, np. do zacisków ochronnych PE lub głównych bloków aparatury mocy;
- ❑ złączki i konektory wtykowe — umożliwiają szybkie i powtarzalne podłączenie przewodów, np. w rozdzielnicach lub modułach sterowniczych.



Rysunek 3.3. Różne rozmiary tulejek

Zasady prawidłowego zarabiania przewodów

- ❑ Odpowiedni dobór końcówki do przekroju przewodu.
- ❑ Staranne usunięcie izolacji bez uszkodzenia przewodów.
- ❑ Zaciśnięcie końcówki za pomocą odpowiedniego narzędzia (zaciskarki, praski), aby połączenie było trwałe i odporne na drgania.
- ❑ Kontrola wizualna i mechaniczna — końcówka powinna być równo nałożona, nie może być luźna ani zdeformowana.
- ❑ Unikanie skręcania wielu przewodów w jednej tulejce, jeśli producent tego nie przewiduje.





Znaczenie prawidłowego okablowania i zarabiania

- ❑ Bezpieczeństwo użytkowników — zmniejsza ryzyko zwarcć, porażeń i pożarów.
- ❑ Niezawodność działania urządzeń — pewne połączenia stykowe i właściwie prowadzone przewody minimalizują awarie.
- ❑ Łatwość serwisu i rozbudowy — opisane, schludnie prowadzone przewody pozwalają na szybką lokalizację i wymianę elementów.
- ❑ Estetyka instalacji — szczególnie ważna w rozdzielnicach sterowniczych i automatyce przemysłowej.

3.4. Narzędzia do obróbki przewodów

Narzędzia do obróbki przewodów elektrycznych służą do cięcia, ściągania izolacji, zaciskania końcówek oraz przygotowania kabli do podłączenia. Do podstawowych należą szcypce tnące, ściągacze izolacji, noże do kabli oraz zaciskarki do końcówek i złączy (tabela 3.2). Dzięki nim praca automatyka, elektryka, mechatronika staje się szybsza, bezpieczniejsza i bardziej precyzyjna, a same połączenia przewodów są trwałe i niezawodne. Niektóre nowoczesne narzędzia są wielofunkcyjne, łącząc kilka operacji w jednym urządzeniu. Narzędzia do obróbki przewodów elektrycznych powinny być **izolowane**.

Tabela 3.2. Wybrane narzędzia do obróbki przewodów elektrycznych

Szczypce boczne tnące

Szczypce okrągłe do formowania oczek

Urządzenia do zaciskania tulejek na końcówkach przewodów

Szczypce do zdejmowania izolacji


Zestaw wkrętaków



Obrabianie przewodów



PROGRAM PARTNERSKI

— GRUPY HELION —



1. ZAREJESTRUJ SIĘ
2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
3. ZBIERAJ PROWIZJĘ

Zmień swoją stronę WWW w działający bankomat!

Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!

<http://program-partnerski.helion.pl>

GRUPA
Helion 

Poznaj najszybciej rozwijający się dział inżynierii elektrycznej

Automatyka przemysłowa i systemy sterowania stanowią fundament współczesnego przemysłu. Dzięki ich zastosowaniu możliwe jest precyzyjne planowanie, prowadzenie i koordynowanie procesów technologicznych. Znajomość zasad rządzących zarówno automatyką, jak i sterowaniem pozostaje obowiązkowa dla projektantów, osób uruchamiających i obsługujących urządzenia przemysłowe.

Ta książka powstała z myślą o przyszłych i obecnych pracownikach sektora produkcji. Stanowi kompendium wiedzy z zakresu automatyki przemysłowej i systemów sterowania. Czytelnik znajdzie tu informacje dotyczące klasycznych systemów stykowych, jak również nowoczesnych sterowników PLC.

Wiedza zawarta w podręczniku obejmuje takie zagadnienia jak:

- Podstawy elektrotechniki
- Aparatura stykowa elektrycznych układów sterowania wraz z symboliką
- Przewody i okablowanie
- Schematy elektryczne
- Układy sterowania programowalnego

Jej opanowanie stanowi pierwszy krok dla osób, które chcą dołączyć do grona specjalistów w zakresie automatyki przemysłowej — dziedziny otwierającej drogę do pracy przy nowoczesnych systemach przemysłowych.

	KOD KORZYŚCI <i>Sięgnij po więcej!</i> ▶	
 helion.pl	ISBN 978-83-289-2990-6	
 HELION S.A. ul. Kościuszki 1c 44-100 Gliwice tel.: 32 230 98 63 helion@helion.pl	 9 788328 929906	
Cena: 59,90 zł		

**Dr inż.
WITOLD KRIESER**

Nauczyciel akademicki, trener oświaty i nauczyciel przedmiotów zawodowych w branży elektryczno-mechatronicznej. Pasjonat automatyki i robotyki, robotyki edukacyjnej, aktywny egzaminator OKE. Autor wielu publikacji technicznych i podręczników do mechatroniki. Pomysłodawca trendu roboinformatyki, właściciel szkółki projektowania i programowania robotów ROBOBOBO. Zajmuje się również zagadnieniami automatyzacji i robotyzacji procesów produkcyjnych, opartych na automatyce i robotyce przemysłowej oraz mechatronice.