ELEKTROTECHNIKA

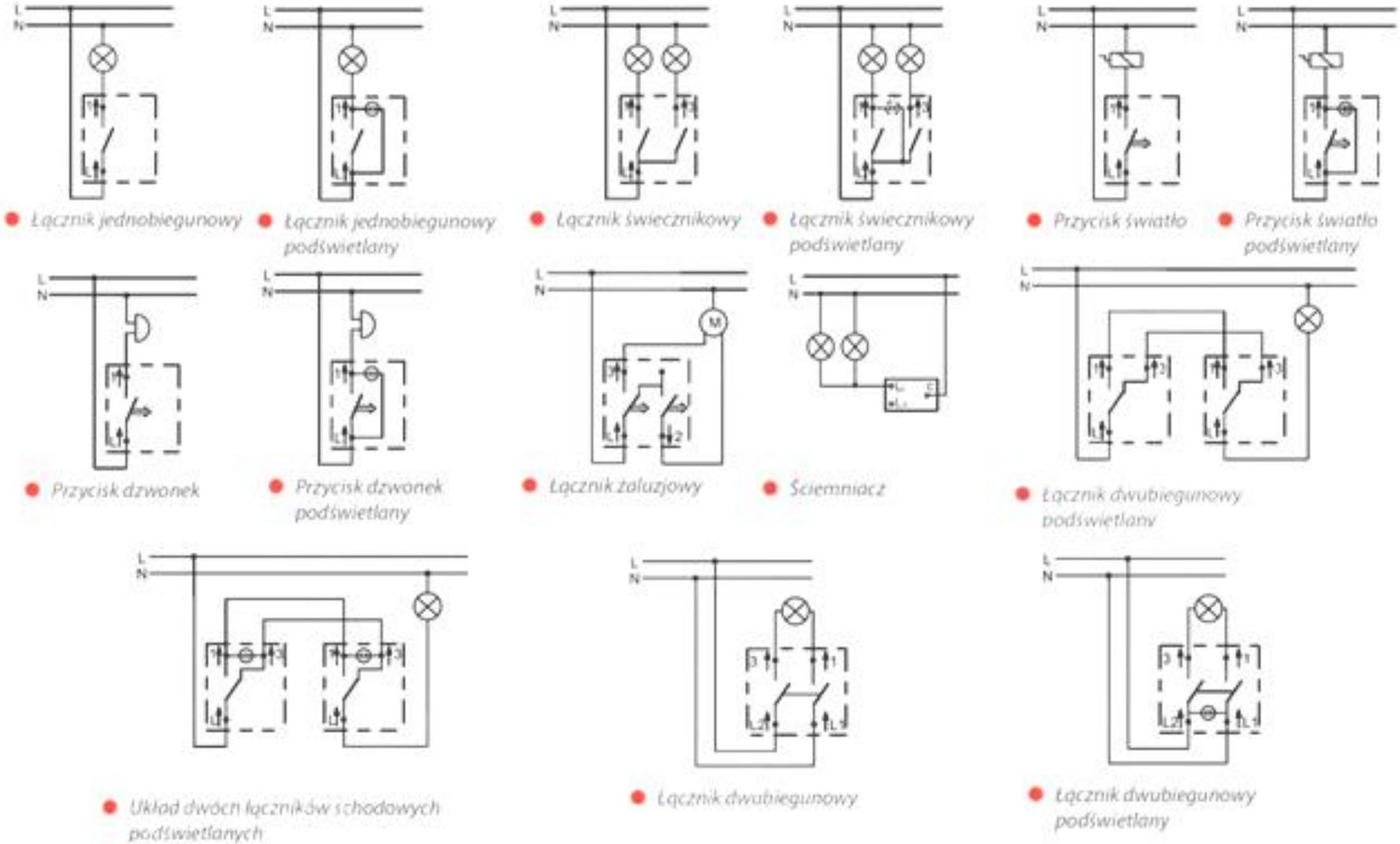
część 4

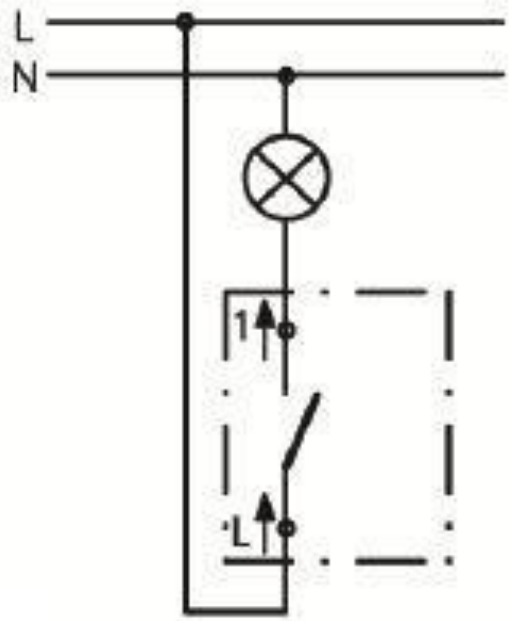
NIE DLA ELEKTRYKÓW

(Urządzenia i maszyny elektryczne)

ŁĄCZNIKI

Łącznik instalacyjny służy do załączania i wyłączania prądów roboczych w instalacjach niskiego napięcia, np. instalacji oświetlenia.



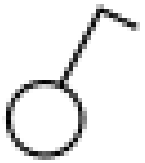






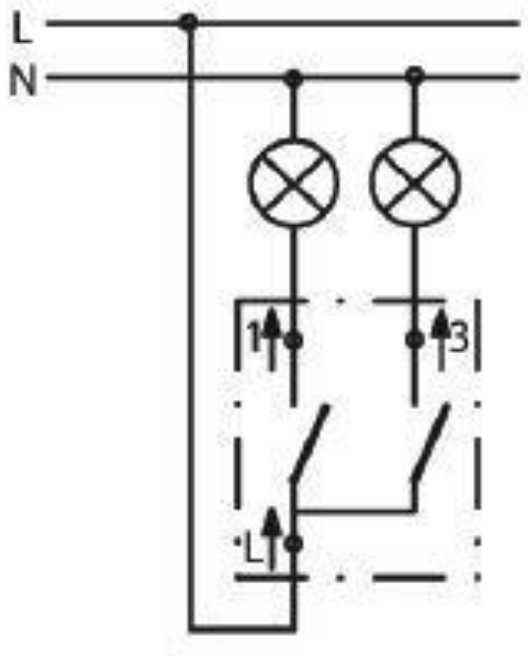
Schemat połączeń łącznika jednobiegunowego

Symbol stosowany na schematach elektrycznych :



Łącznik świecznikowy wyposażony w dwa przyciski.
Może działać w trzech trybach:
1. Wszystkie obwody załączone/wyłączone,
2. Obwód A załączony, obwód B wyłączony,
3. Obwód A wyłączony, obwód B załączony



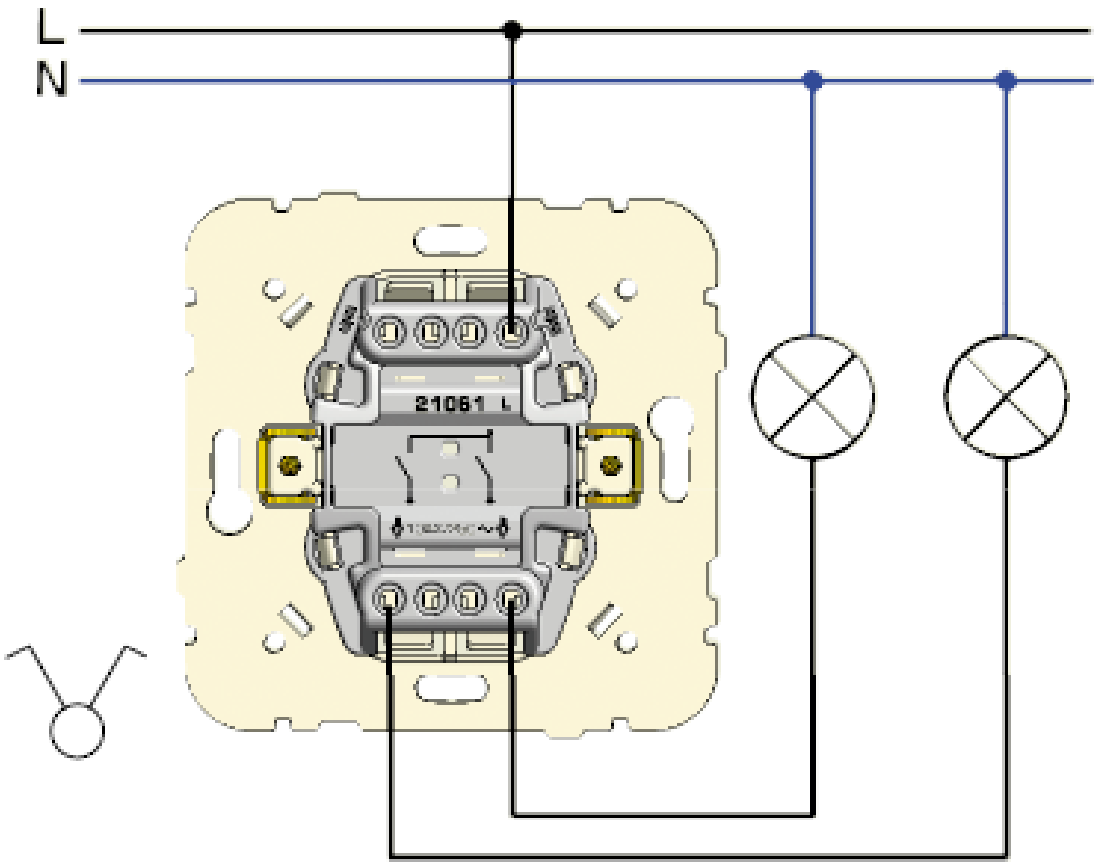


Schemat połączeń łącznika świecznikowego

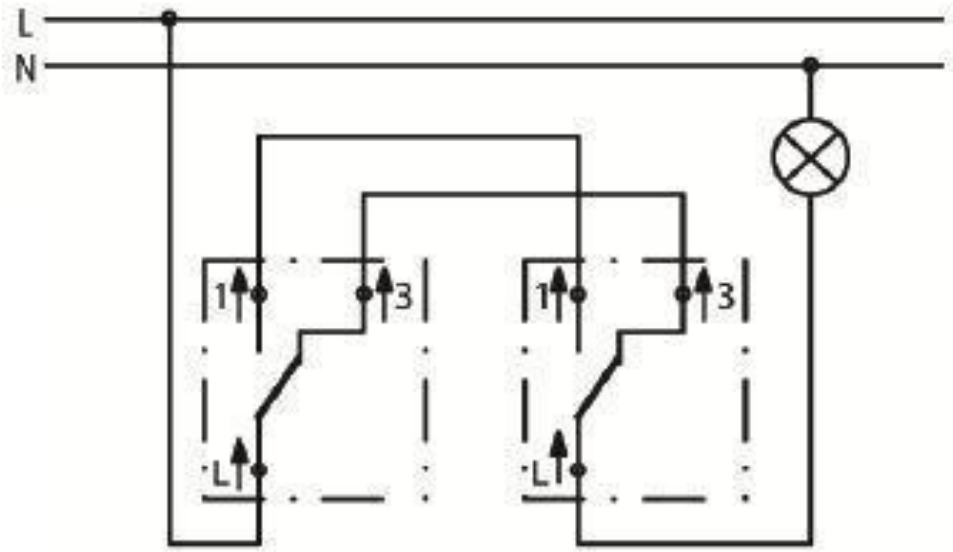
Symbol stosowany na schematach elektrycznych :



ŁĄCZNIK DWUKLAWISZOWY (ŚWIECZNIKOWY)



Łącznik schodowy stosowany w parze z kolejnym łącznikiem schodowym pozwala sterować (załączać lub wyłączać) oświetleniem z dwóch różnych miejsc.



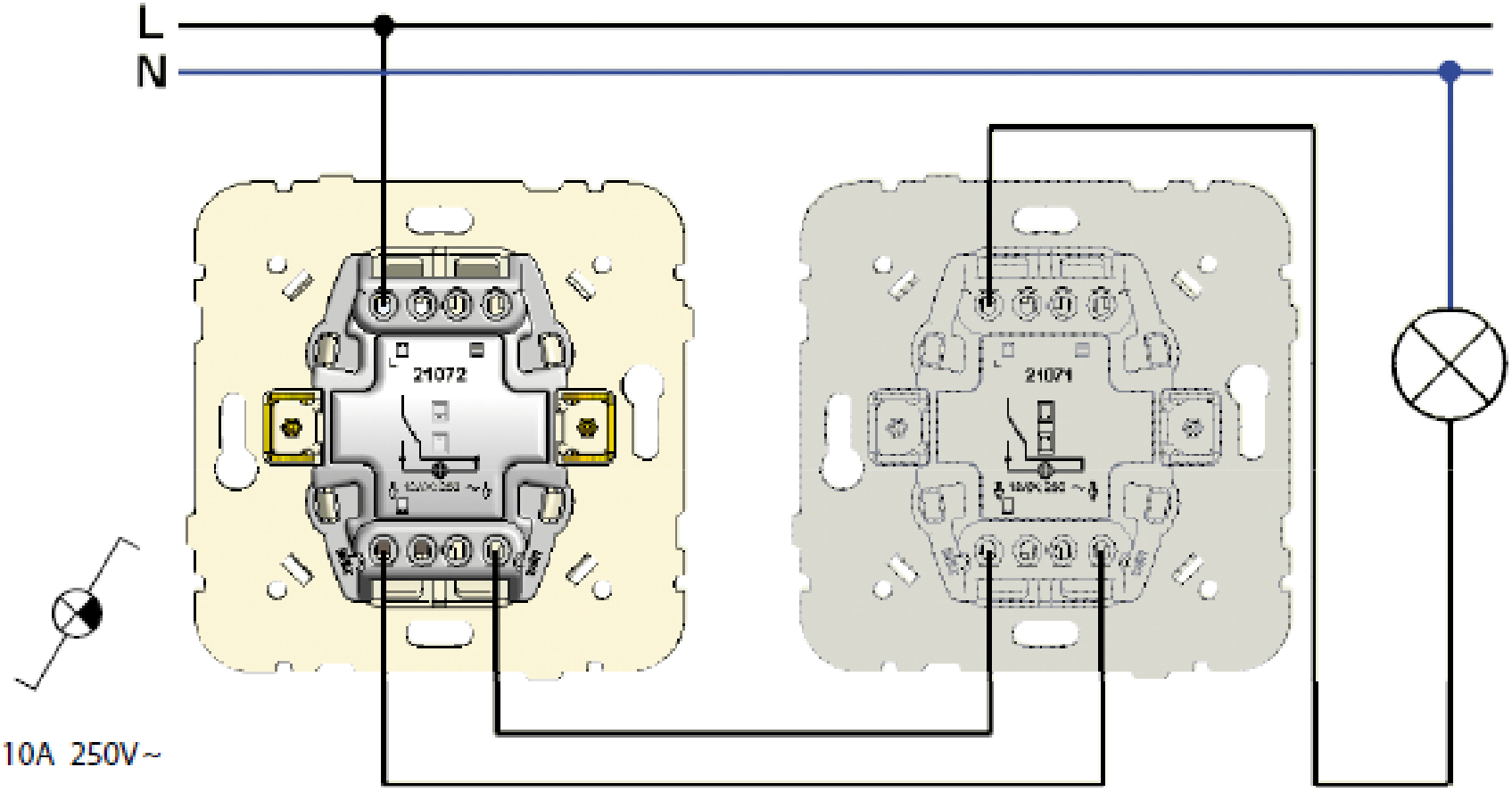


Układ połączeń łącznika schodowego

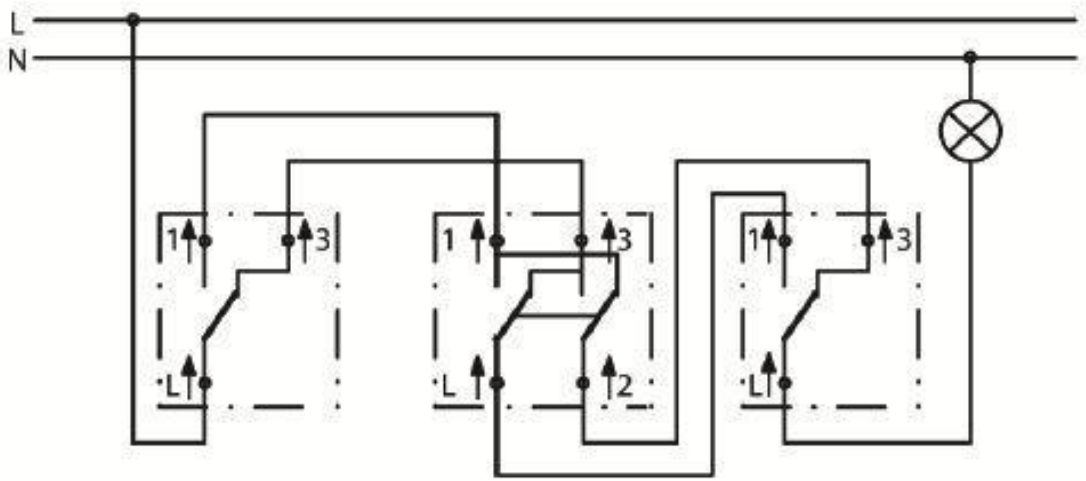
Symbol stosowany na schematach elektrycznych :



ŁĄCZNIK POJEDYNCZY UNIWERSALNY/SCHODOWY PODŚWIETLANY (**21072**)



Łącznik krzyżowy stosowany wszędzie tam, gdzie zachodzi potrzeba sterowania oświetlenia z trzech miejsc i więcej. Instaluje się go zawsze pomiędzy wyłącznikami schodowymi. Przykład :aby załączać i wyłączać oświetlenie z czterech różnych miejsc należałoby użyć łącznik schodowy, dwa łączniki krzyżowe i na końcu instalacji ponownie łącznik schodowy.



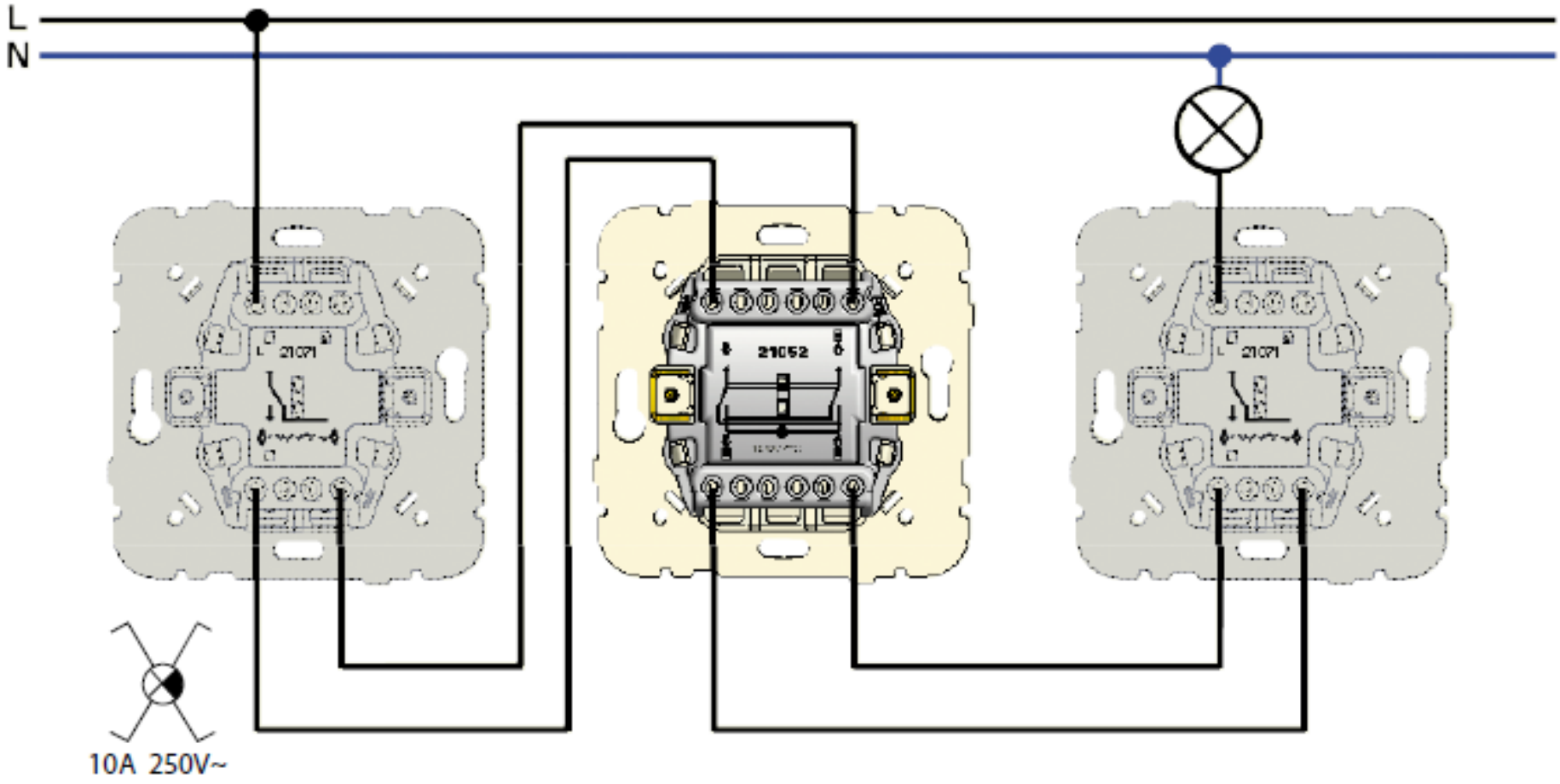


Schemat połączeń łącznika krzyżowego oraz dwóch łączników schodowych.

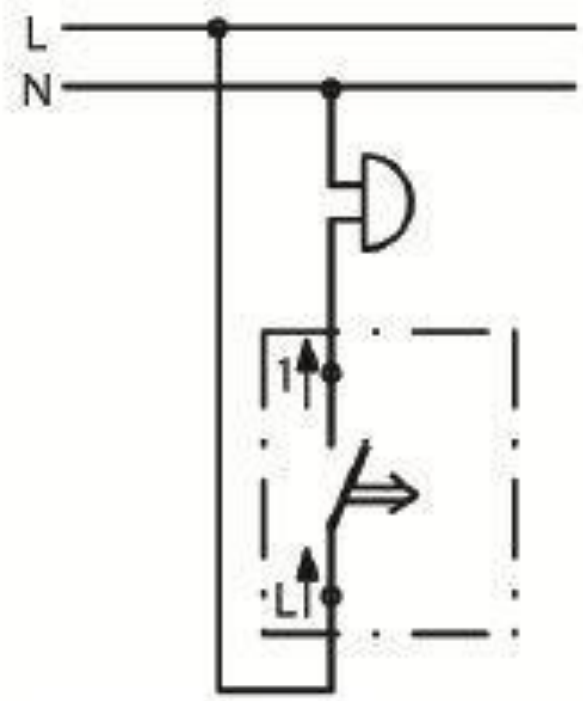
Symbol stosowany na schematach elektrycznych :



ŁĄCZNIK KRZYŻOWY Z PODŚWIETLENIEM (**21052**)

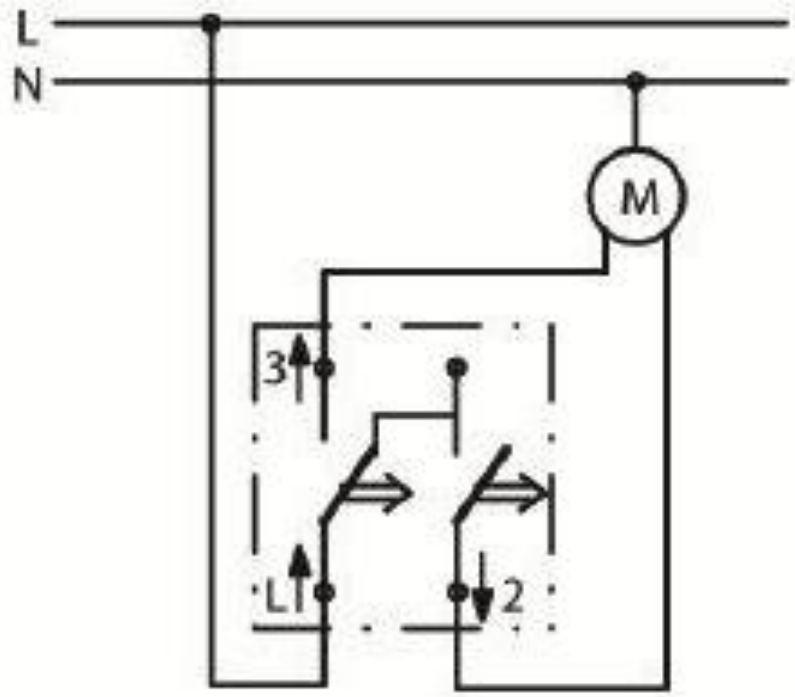


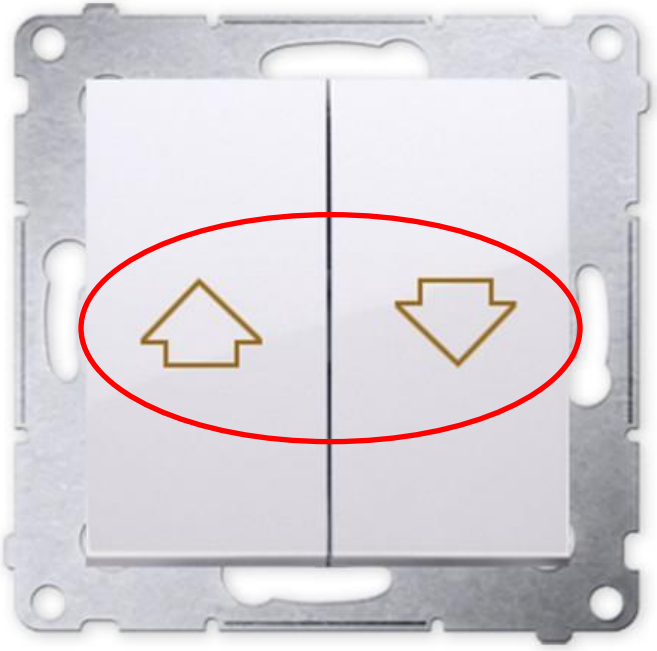
Łącznik dzwonkowy wyposażony jest w pojedynczy przycisk, dokonuje łączenia w obrębie pojedynczego obwodu, po puszczeniu przycisku sprężyna samoczynnie odbija przycisk powodując rozłączenie. Znajduje zastosowanie w instalacjach dzwonka elektrycznego jak również w instalacjach z automatem schodowym i przekaźnikami bistabilnymi.



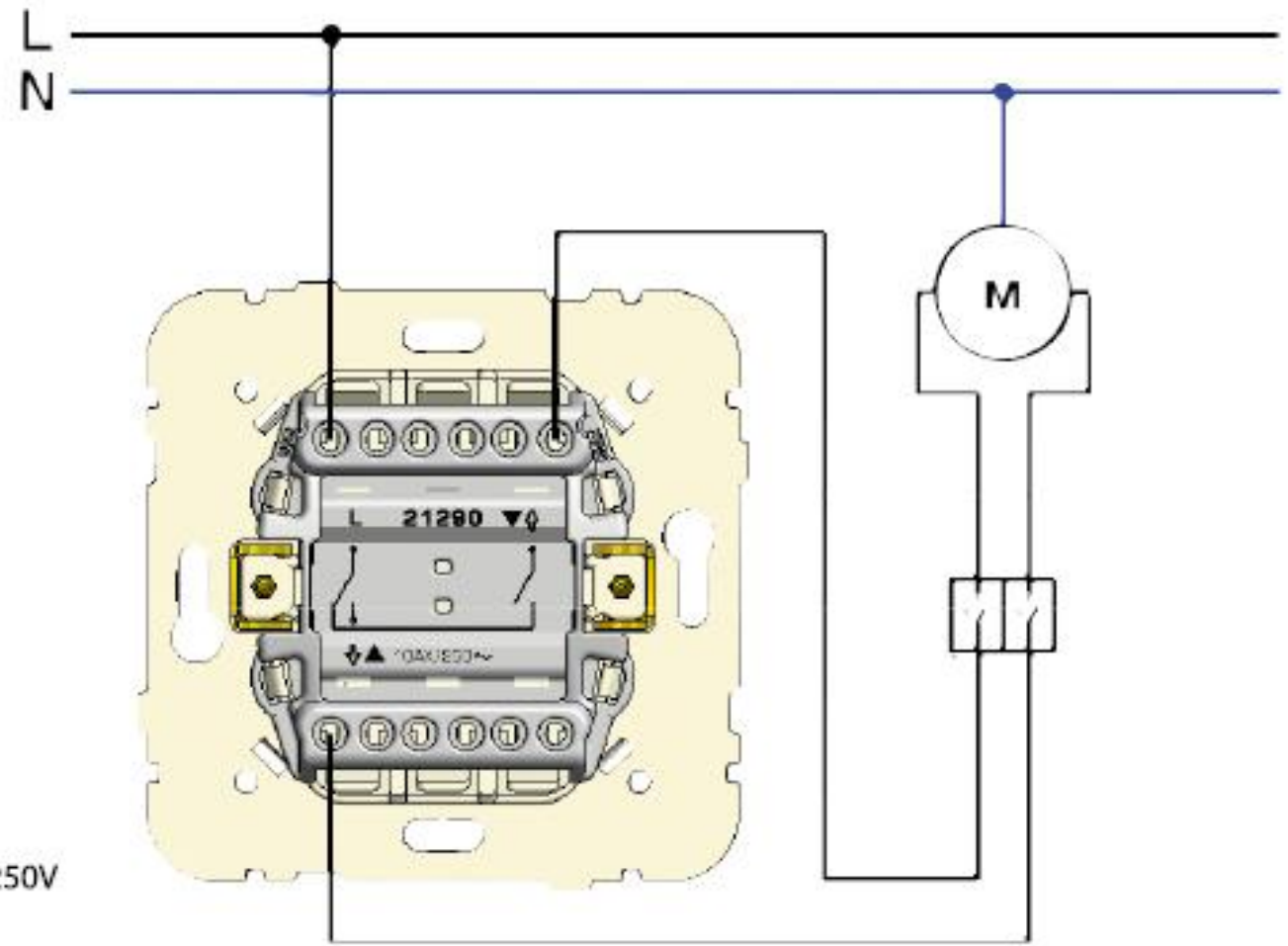


Łącznik żaluzjowy wyposażony jest w dwa przyciski lub jeden przycisk trójstanowy – pozwala na łączenie w obrębie dwóch oddzielnych obwodów, ale uniemożliwia łączenie ich jednocześnie. Stosowany np. do żaluzji (podnoszenie/opuszczanie).



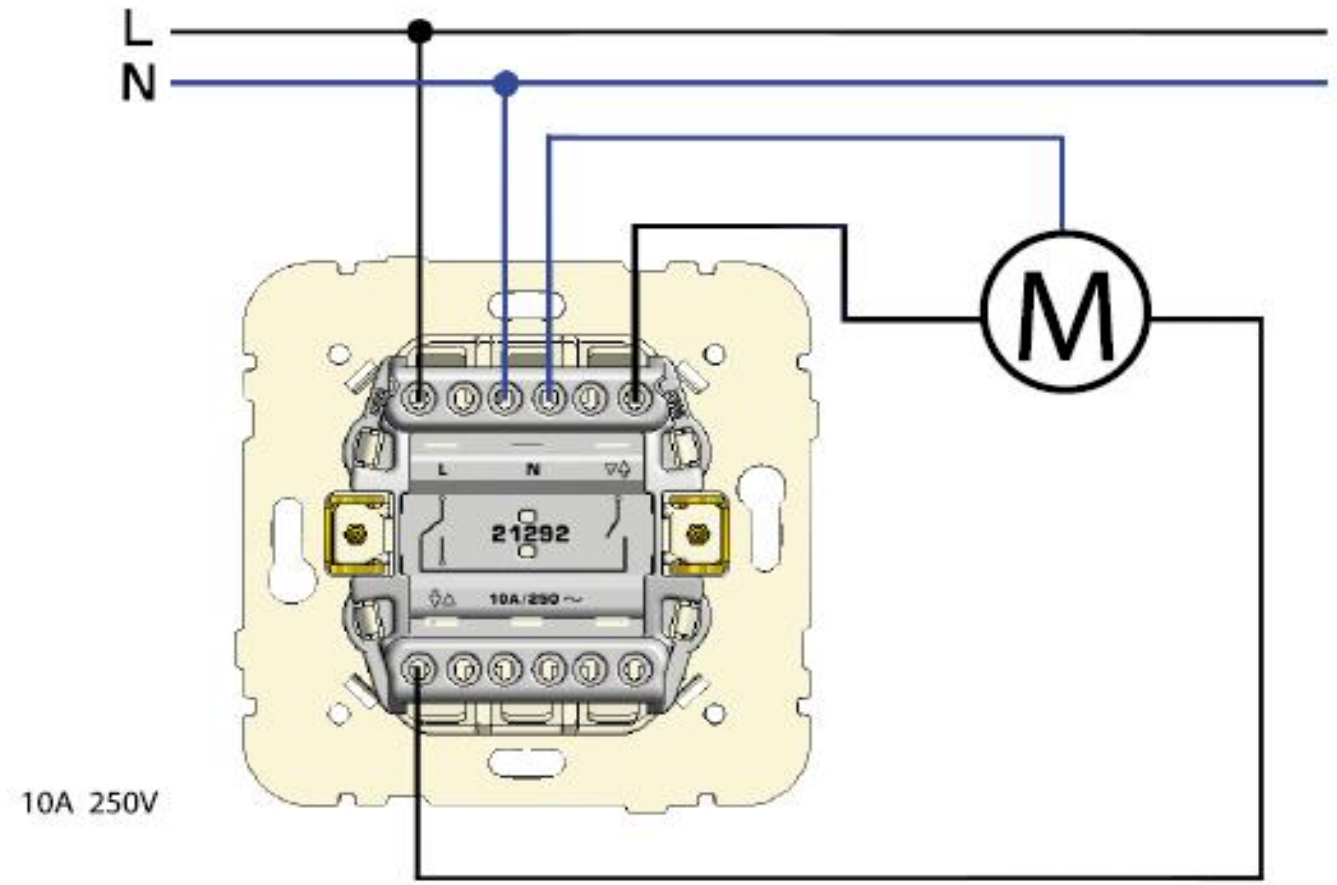


ŁĄCZNIK DWUKLAWISZOWY ŻALUZJOWY (21290)



10A 250V

ŁĄCZNIK DWUKLAWISZOWY ŻALUZJOWY Z BLOKADĄ MECHANICZNĄ ORAZ LINIĄ NEUTRALNĄ



10A 250V

LISTWY ZASILAJĄCE

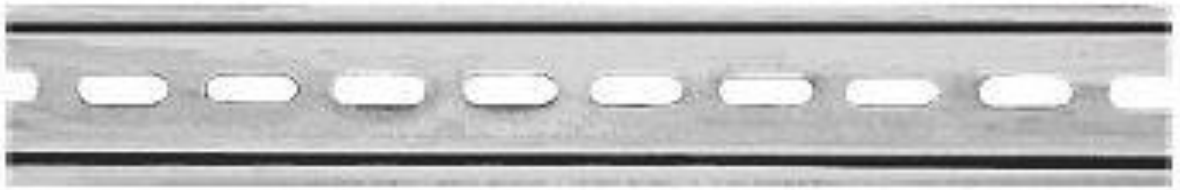
Typ A



Typ B



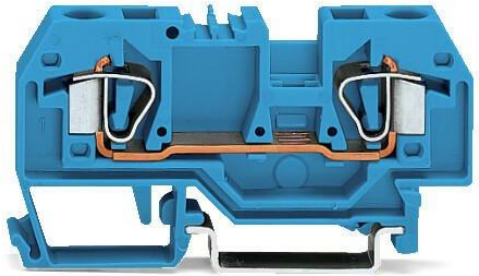
Typ C



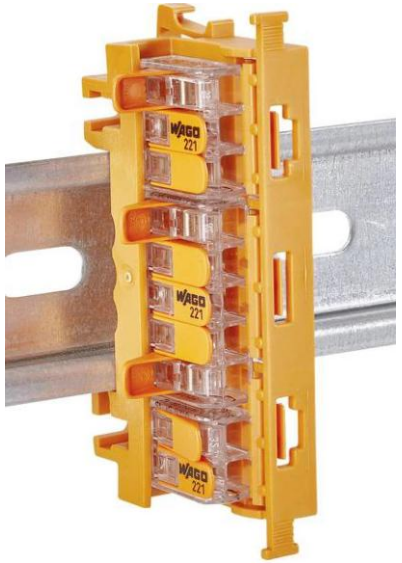











WAGO
221
WAGO
221
WAGO
221





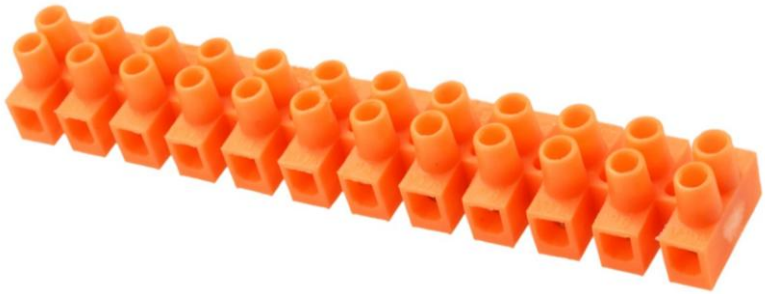







WAGO
221
Cu 1,6/2,0
JET 20 A 300 V


WAGO
221
Cu 1,6/2,0
JET 20 A 300 V

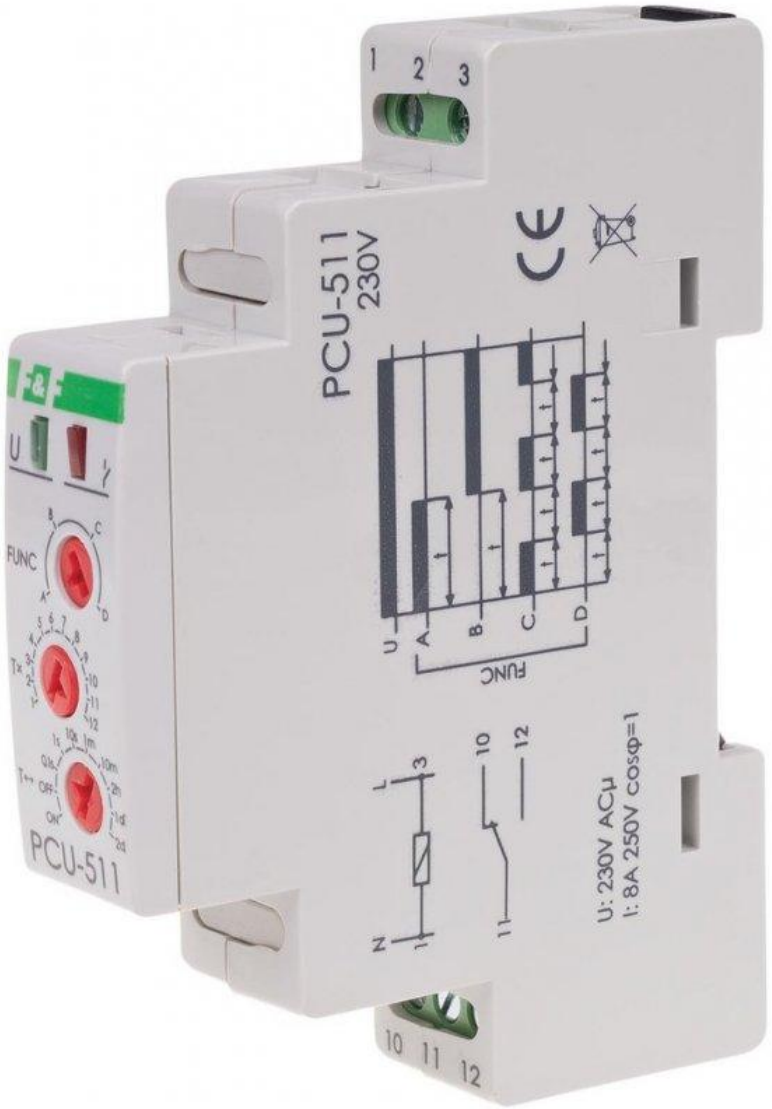


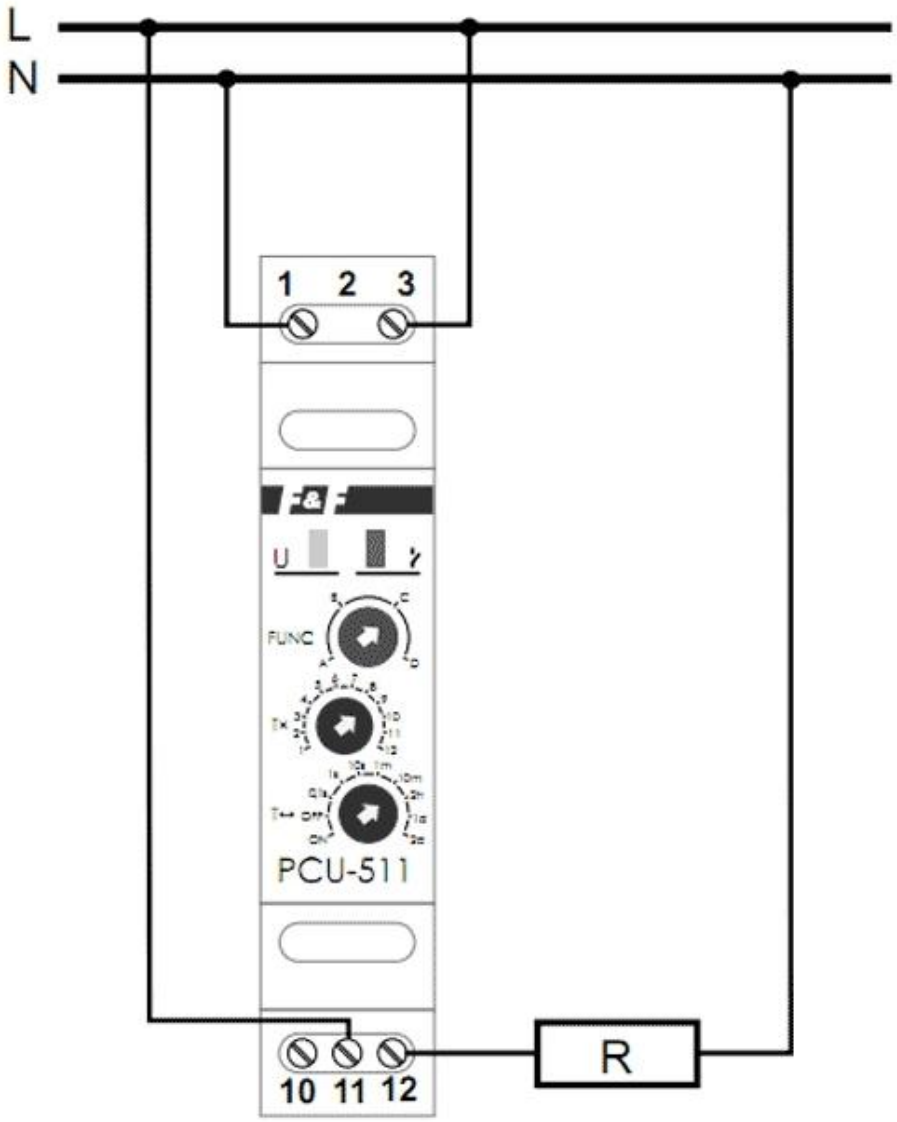


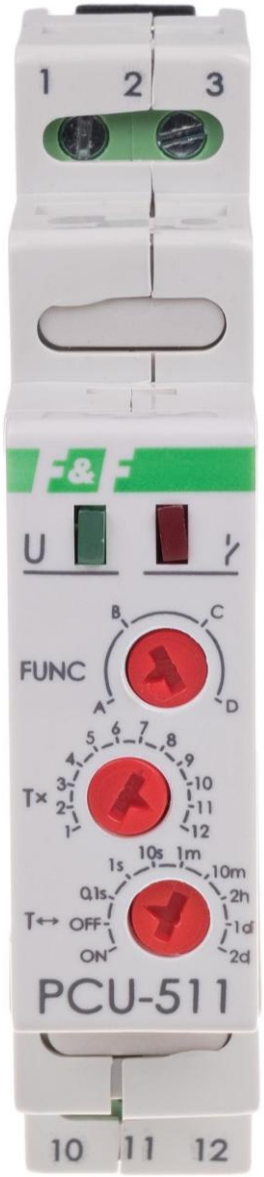
PRZEKAŹNIKI CZASOWE

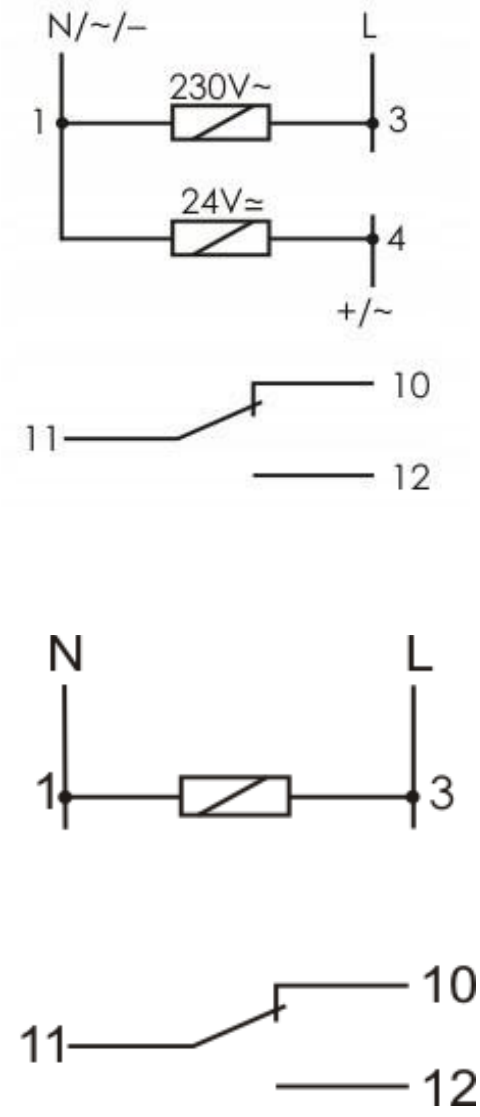
PCU 511

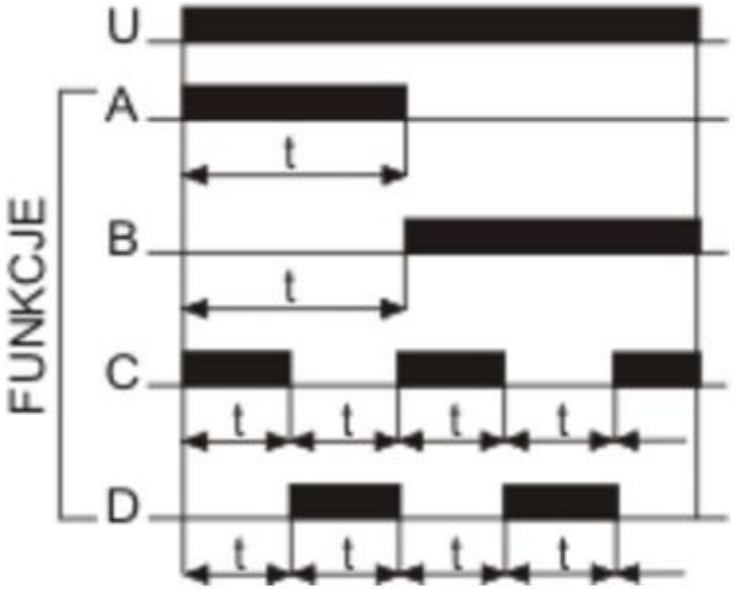


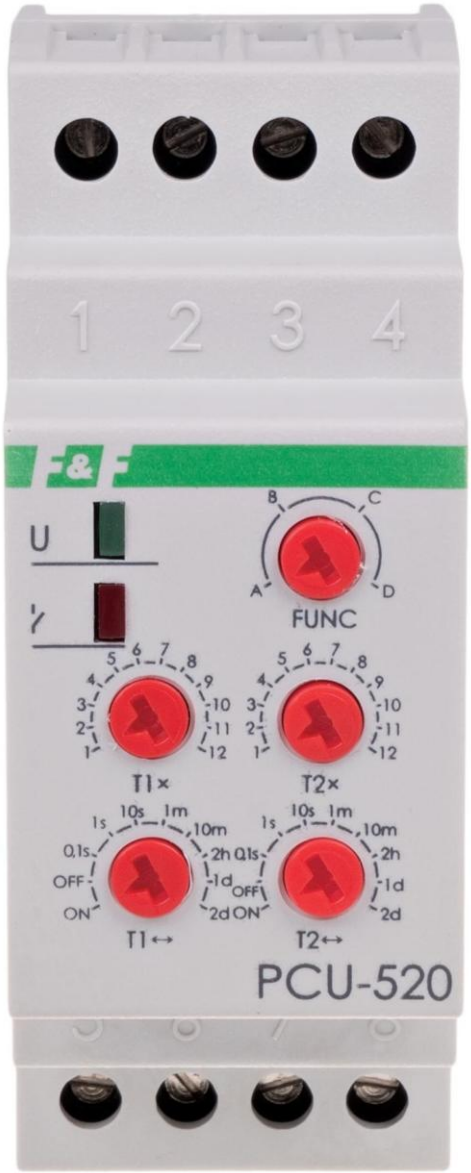

1 2 3
PCU-511
230V
FUNC
U
A
B
C
D
L
N
3
10
12
11
U: 230V AC
I: 8A 250V cosφ=1
PCU-511
10 11 12

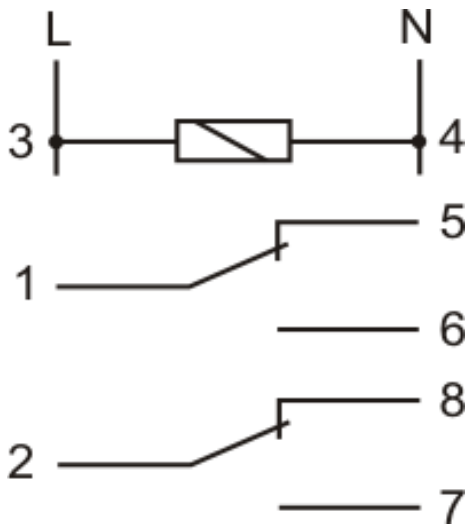

L
N
1 2 3
FUNC
PCU-511
10 11 12
R

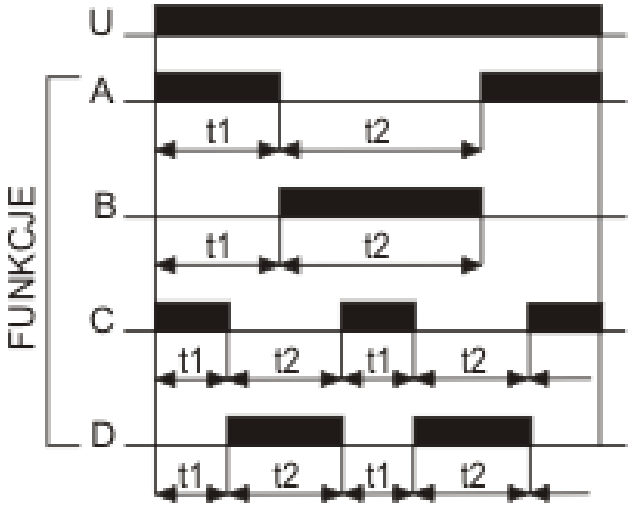

1 2 3
U
FUNC
A
B
C
D
T×
T↔
OFF
ON
PCU-511
10 11 12

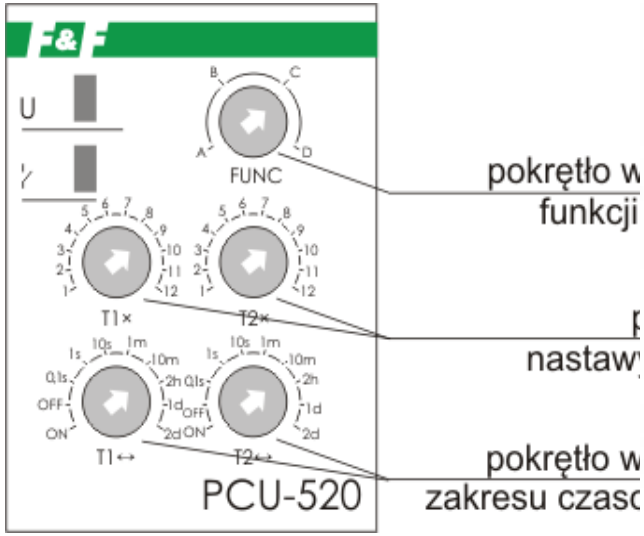

N/~/–
L
230V~
1
3
24V≃
4
+/~
10
11
12
N
L
1
3
10
11
12

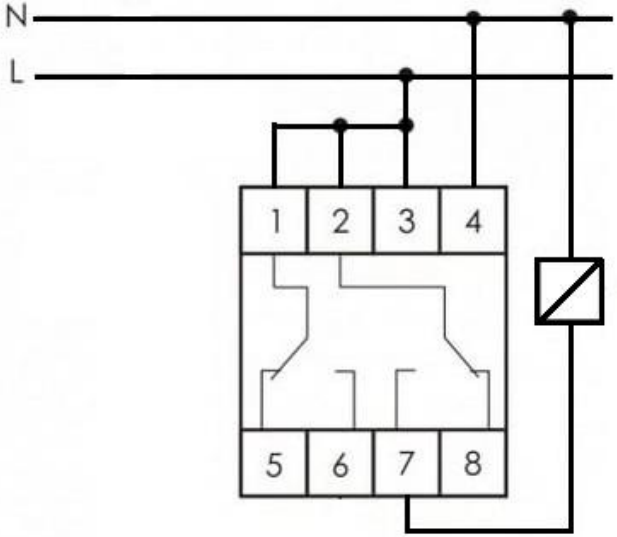

FUNKCJE
U
A
B
C
D
t


1 2 3 4
U
FUNC
T1×
T2×
T1↔
T2↔
PCU-520


L
N
3
4
5
1
6
8
2
7


U
A
B
C
D
FUNKCJE
t1
t2


U
FUNC
T1×
T2×
T1↔
T2↔
PCU-520
pokrętło w
funkcji
nastaw
pokrętło w
zakresu czasc


N
L
1
2
3
4
5
6
7
8

PRZEKAŹNIKI BISTABILNE

Przekaźniki bistabilne umożliwiają sterowanie oświetleniem za pomocą praktycznie dowolnej ilości przycisków chwilowych (dzwonkowych). Jest to rozwiązanie, które z jednej strony zastąpi doskonale klasyczne krzyżowe wyłączniki schodowe, a z drugiej poprzez dołączenie dodatkowych przycisków pozwoli uzyskać efekty nieosiągalne w klasycznej instalacji elektrycznej. Jeden przycisk może być przy wejściu do salonu, drugi przy wejściu do kuchni, trzeci przy schodach, czwarty, piąty…. Jedno naciśnięcie dowolnego przycisku włączy światło, kolejne naciśnięcie dowolnego przycisku wyłączy. Przyciski włączające/wyłączające konkretne oświetlenie możemy więc rozmieścić w ilości i miejscach, które uważamy dla nas za komfortowe przy aranżacji przestrzeni naszego domu.

Przekaźniki bistabilne mogą mieć dodatkowe funkcje – najważniejszą jest możliwość sterowania centralnego. Przekaźnik bistabilny ze sterowaniem centralnym ma dodatkowe wejścia sterujące – oddzielne do włączenia i do wyłączenia. Łącząc takie wejścia w wielu przekaźnikach można jednocześnie sterować wszystkimi urządzeniami. Wychodząc z domu wystarczy nacisnąć jeden przycisk i mamy pewność że wszystkie światła zostaną wyłączone. Inną przydatną funkcją jest sterowanie czasowe.

Przekaźnik bistabilny z funkcją czasową działa na dwa sposoby – krótkie naciśnięcie przycisku załączy światło na ustawiony czas. Długie naciśnięcie – załącza światło na stałe. Czyli wchodząc po schodach – naciskamy krótko i wiemy, że światło się wyłączy po np. 2 minutach. Chcemy posprzątać schody – naciskamy długo przycisk i nie musimy biegać co dwie minuty w ciemności do wyłącznika. Po skończeniu sprzątana naciskamy przycisk podłączony do czasowego przekaźnika bistabilnego i światło gaśnie.

Kolejnym rozwiązaniem są **świecznikowe przekaźniki bistabilne** przeznaczone do sterowania dwoma obwodami oświetleniowymi z jednego przycisku. Rozwiązanie takie doskonale sprawdza się np. w połączeniu z dzielonymi żyrandolami. Jedno naciśnięcie przycisku załącza pierwszą część żyrandola, drugie naciśnięcie – drugą część, trzecie – całość. Długie naciśnięcie – wyłącza światło. Choć oczywiście możliwości jest więcej i z pewnością każdy znajdzie ustawienie odpowiednie dla siebie.

Jeżeli mieszkamy w miejscu, gdzie często zdarzają się krótkotrwałe zaniki napięcia zasilania, to z pewnością docenimy **przekaźniki bistabilne z pamięcią stanu**. Przekaźnik taki zapamięta, że jak zginęło zasilanie i światło było włączone to po powrocie zasilania włączy je z powrotem. I nie grozi nam już błądzenie po omacku w poszukiwaniu włącznika do światła.

Przekaźniki bistabilne produkowane są w wersjach montowanych zarówno w rozdzielni na szynie DIN, jak i puszce instalacyjnej pod przyciskiem.

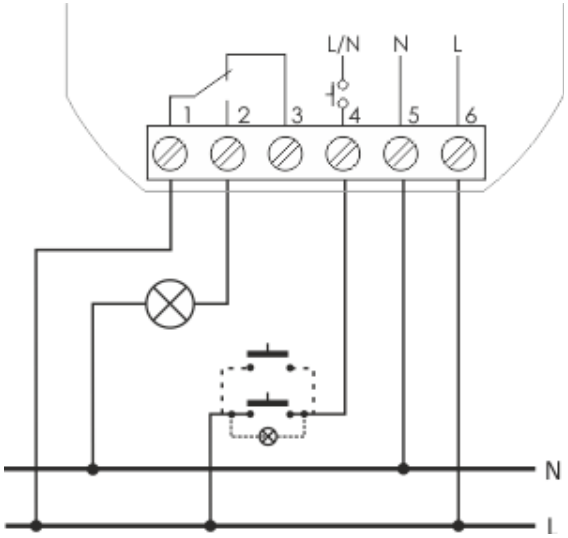
Dostępne są **przekaźniki bistabilne** przeznaczone do sterowania różnymi źródłami światła, w tym również w wersji „i" specjalnie przystosowanymi do załączania bardzo popularnych, a jednocześnie trudnych dla instalacji elektrycznych lamp LED.

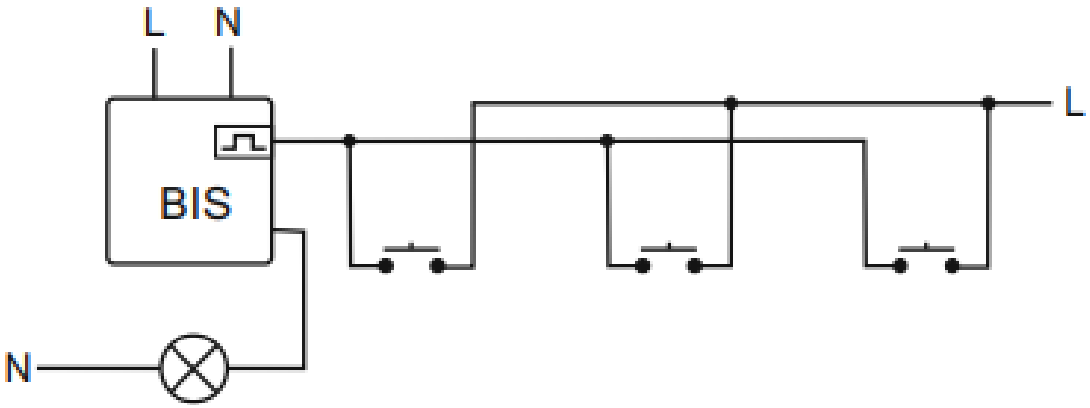
Zasilanie przekaźników bistabilnych – do wyboru niskie napięcie 9-30V lub sieciowe 230 V. Przyciski zwykłe, czy podświetlane.

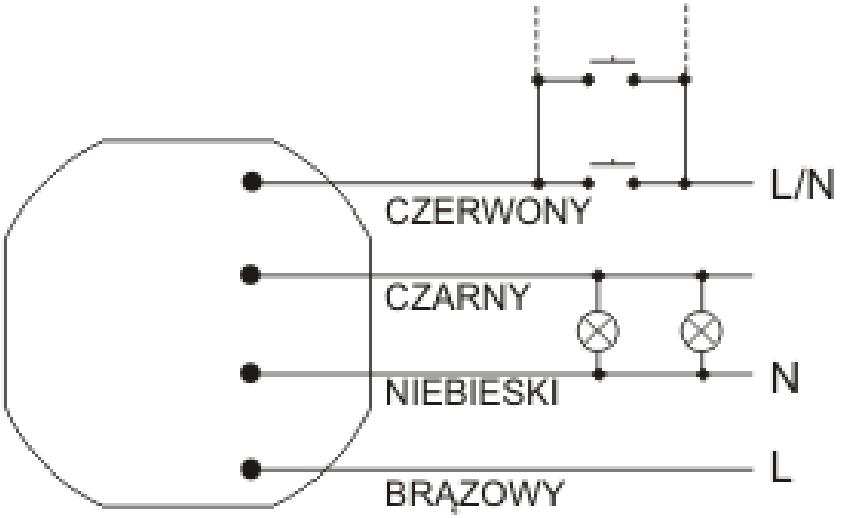
Ogromną zaletą przekaźników bistabilnych jest, często niedoceniana, prostota instalacji – do jednego przekaźnika bistabilnego można podłączyć praktycznie nieograniczoną ilość przycisków. I zawsze będą to tylko dwa przewody idące od przycisku do przycisku i wchodzące do przekaźnika.

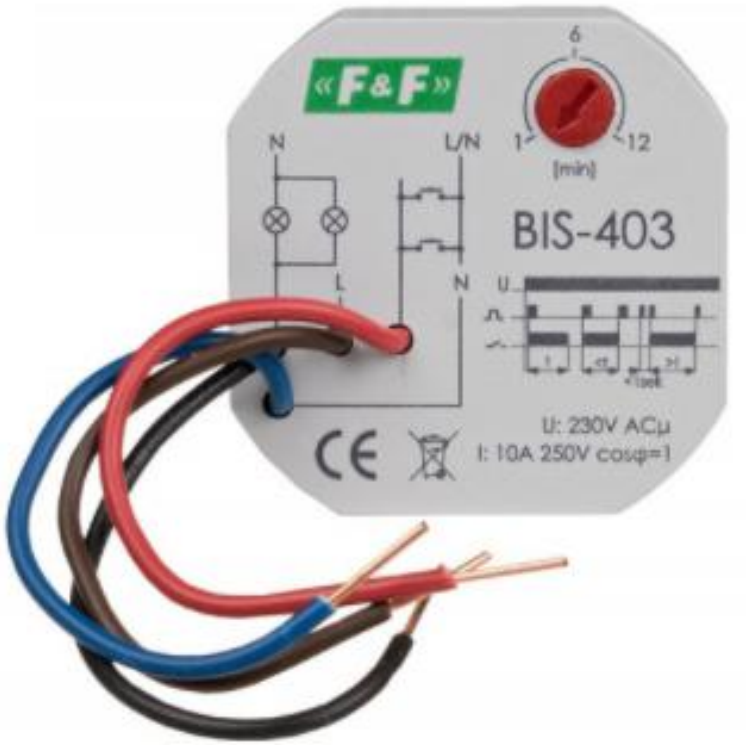

«F&F»
BIS-402
U: 230V AC
I: 10A AC-1
PWR
L/N
N
L
1
2
3
4
5
6


U


L/N
N
L
1
2
3
4
5
6
N
L


L
N
BIS
L
N

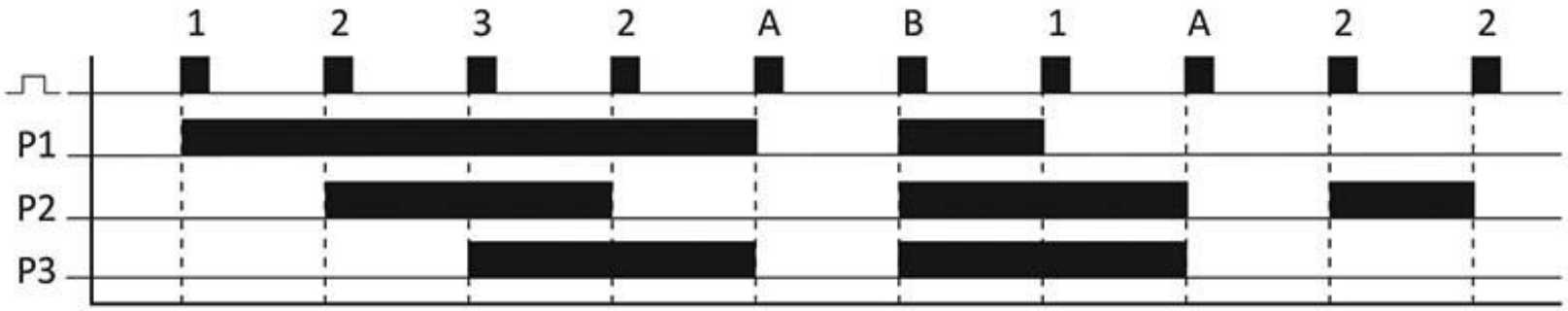

L/N
CZERWONY
CZARNY
N
NIEBIESKI
L
BRĄZOWY

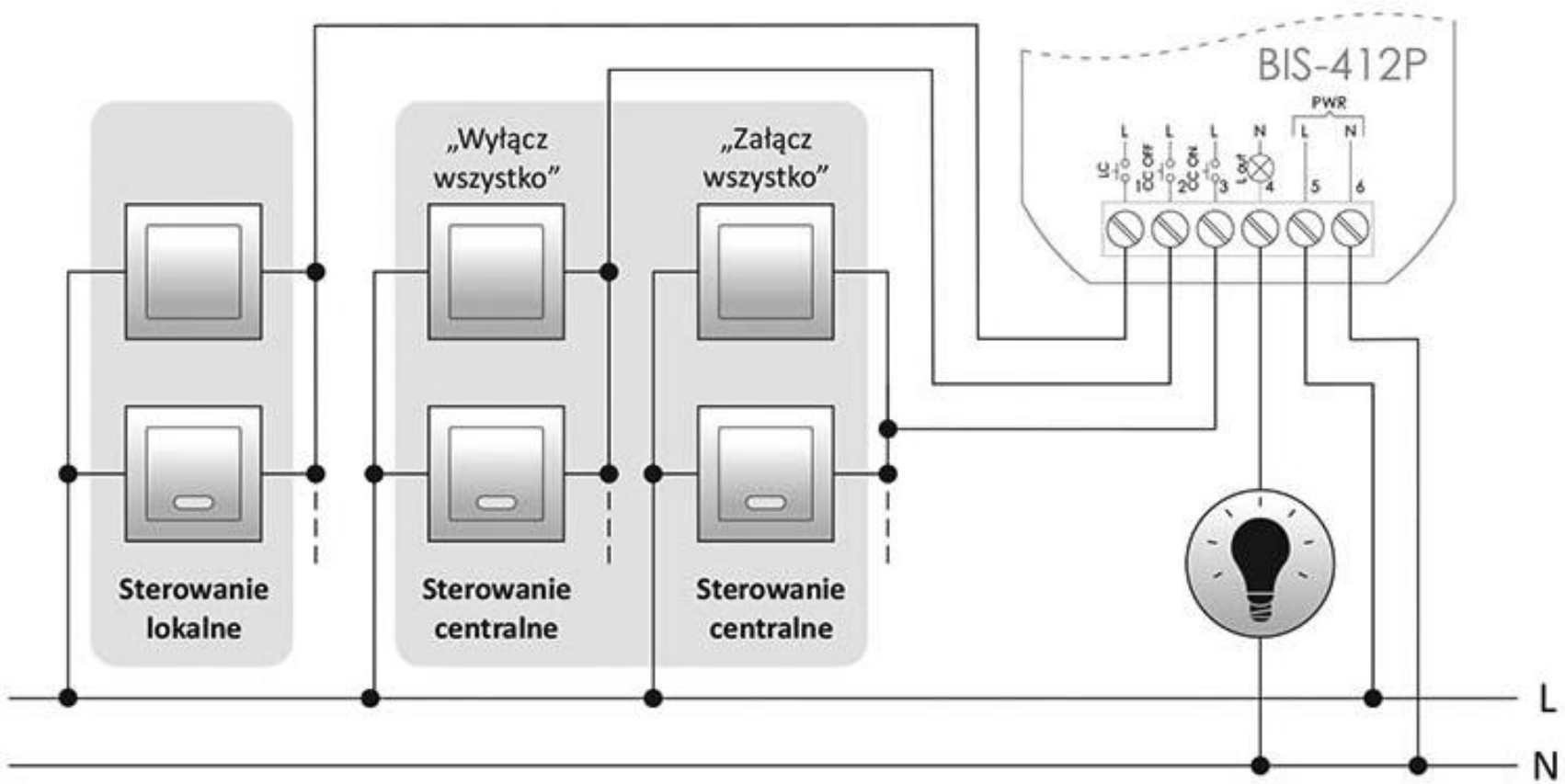

«F&F»
BIS-403
N
L/N
L
N
U: 230V AC
I: 10A 250V cosφ=1



Grupowy (hotelowy)

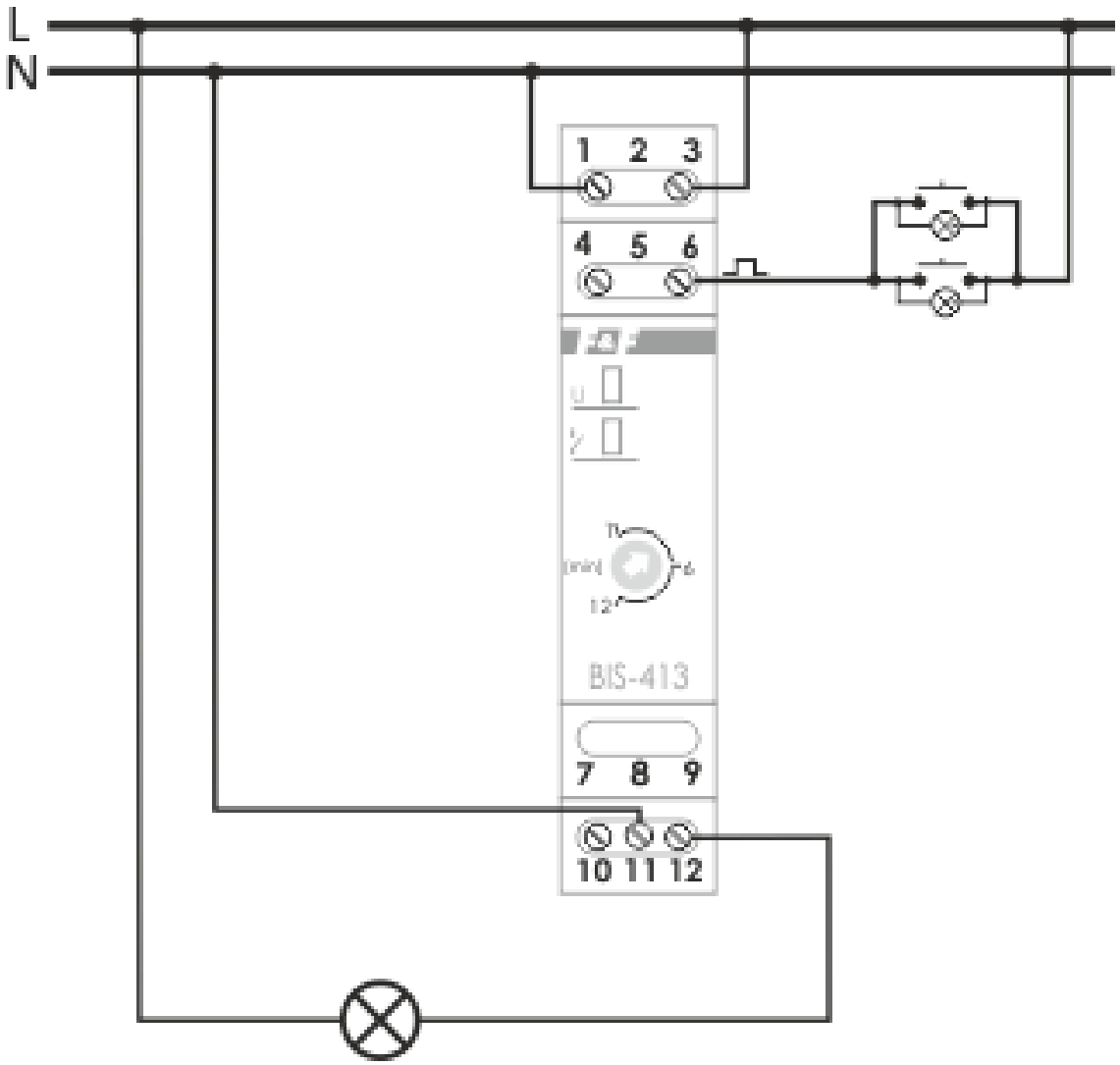
Elektroniczny przekaźnik bistabilny umożliwia załączenie oświetlenia lub innego urządzenia z kilku różnych punktów za pomocą równolegle połączonych przycisków sterujących.



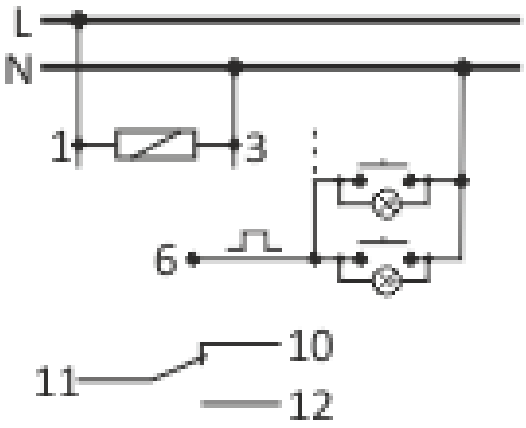


1 sterowanie lokalne LC – ON/OFF
2 sterowanie centralne CCOFF – WYŁĄCZ WSZYSTKO
3 sterowanie centralne CCON – ZAŁĄCZ WSZYSTKO
4 wyjście 230 V LOUT (zasilanie sterowanego odbiornika)
5-6 zasilanie 230 V (L-N)

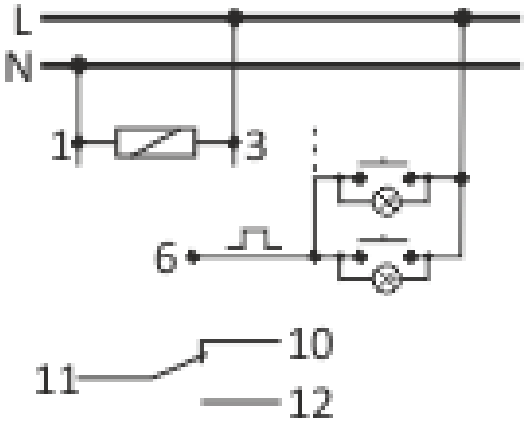

1 2 3
4 5 6
U
[min]
1
6
12
BIS-413
10 11 12


L
N
1 2 3
4 5 6
U
BIS-413
7 8 9
10 11 12

impuls sterujący N



impuls sterujący L



BIS-413 230 V WYSTĘPUJE W WERSJACH:

BIS-413 230 V - podstawowy model z pojedynczym przekaźnikiem 16 A

BIS-413-LED 230 V - ze stykiem przystosowanym do współpracy z odbiornikami o dużym prądzie startowym, takimi jak: świetlówki LED, świetlówki ESL, transformatory elektroniczne, lampy wyładowcze itp.

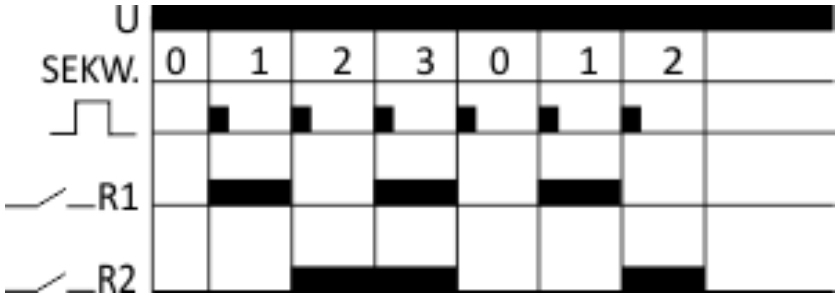
BIS-413 M 230 V - z pamięcią pozycji styku. Po załączeniu zasilania zostanie przywrócony stan przekaźnika jaki był w momencie wyłączenia zasilania.

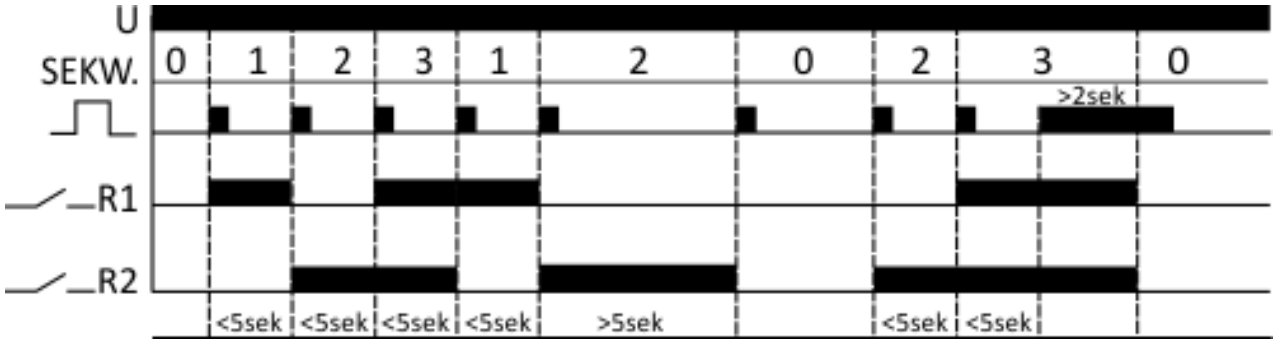
BIS-413 M-LED 230 V - ze stykiem przystosowanym do współpracy z odbiornikami o dużym prądzie startowym oraz z pamięcią pozycji styku.

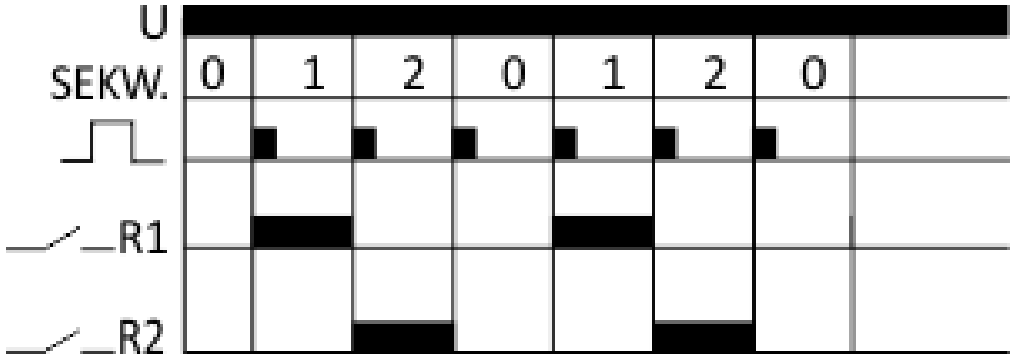
DZIAŁANIE

Krótkie naciśnięcie przycisku powoduje zamknięcie styku (załączenie podłączonego odbiornika). Styk zostanie otwarty (wyłączenie sterowanego odbiornika) po upływie zadanego czasu t, lub po ponownym naciśnięciu przycisku. **Długie,** trwające minimum 2 s, **naciśnięcie przycisku** powoduje załączenie styku na stałe. Otwarcie styku nastąpi dopiero po ponownym naciśnięciu przycisku (lub po zaniku napięcia zasilania).

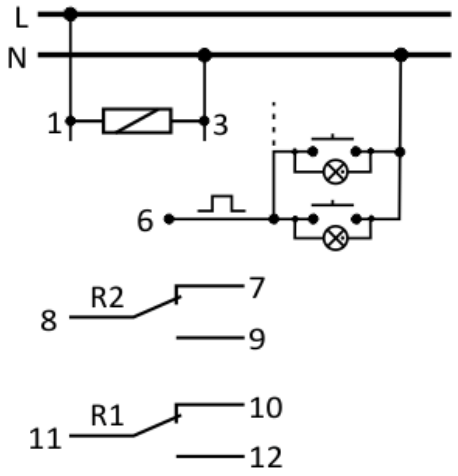

1 2 3
4 5 6
U
R1
R2
A B
D C
BIS-419
7 8 9
10 11 12


U
SEKW.
0 1 2 3 0 1 2
R1
R2

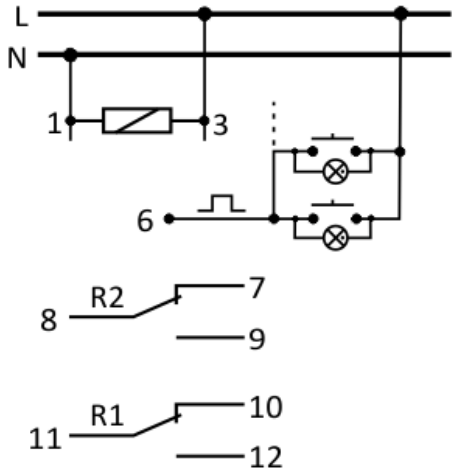

U
SEKW.
0 1 2 3 1 2 0 2 3 0
>2sek
R1
R2
<5sek <5sek <5sek <5sek >5sek <5sek <5sek

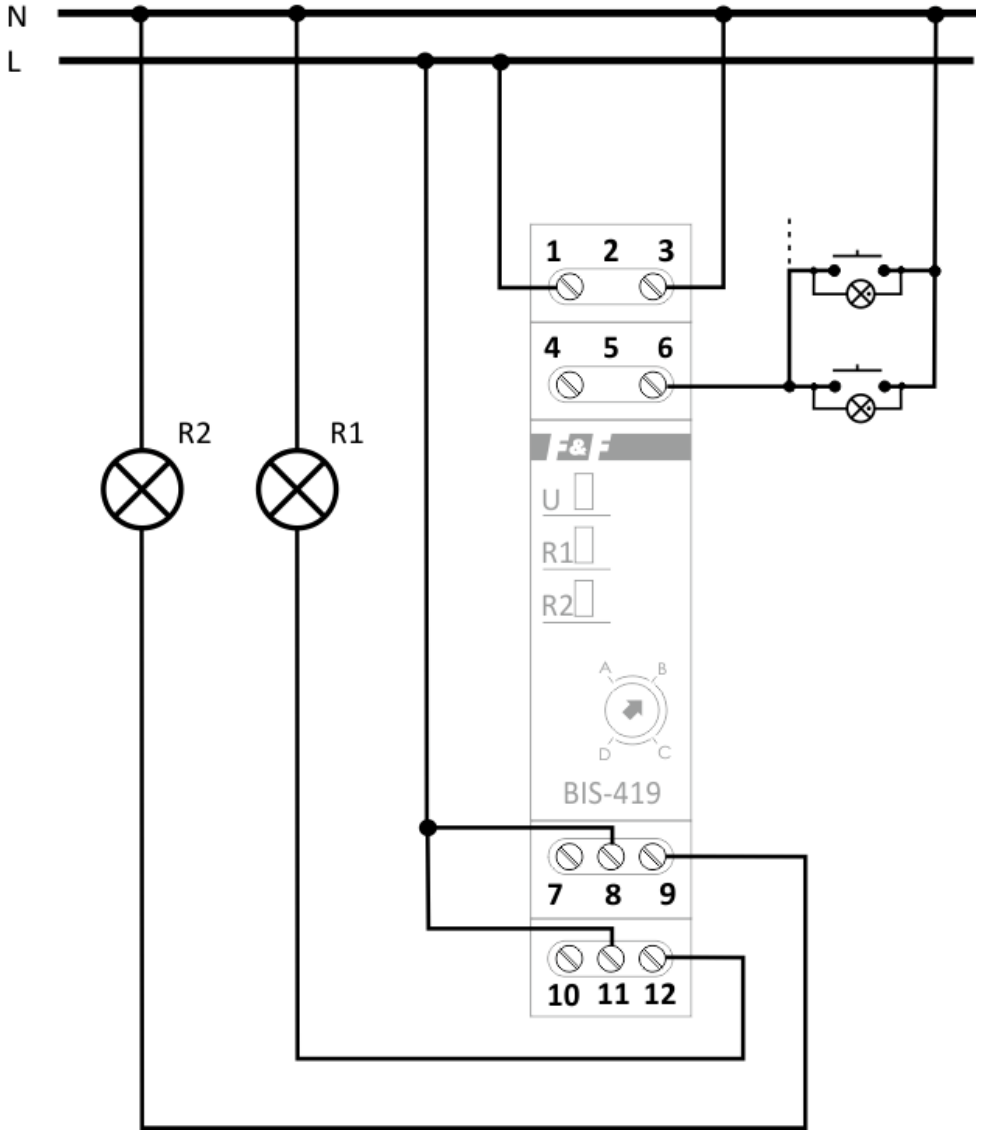

U
SEKW.
0 1 2 0 1 2 0
R1
R2

impuls sterujący: N

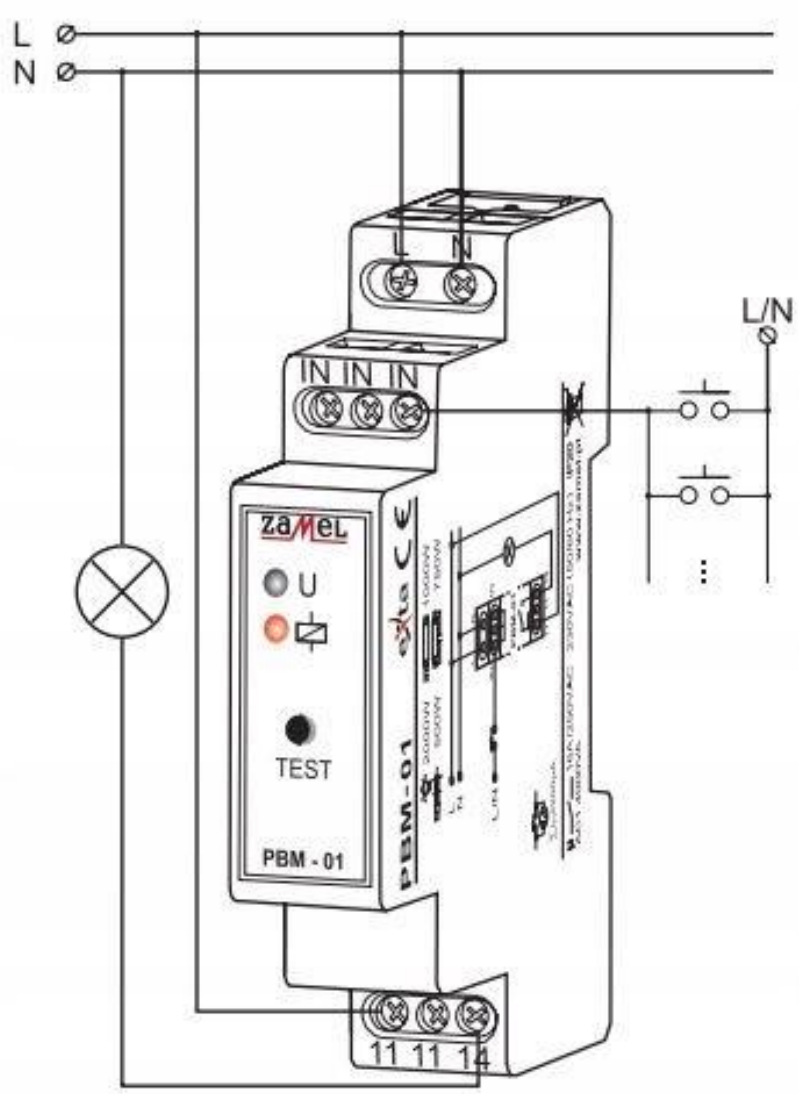


impuls sterujący: L



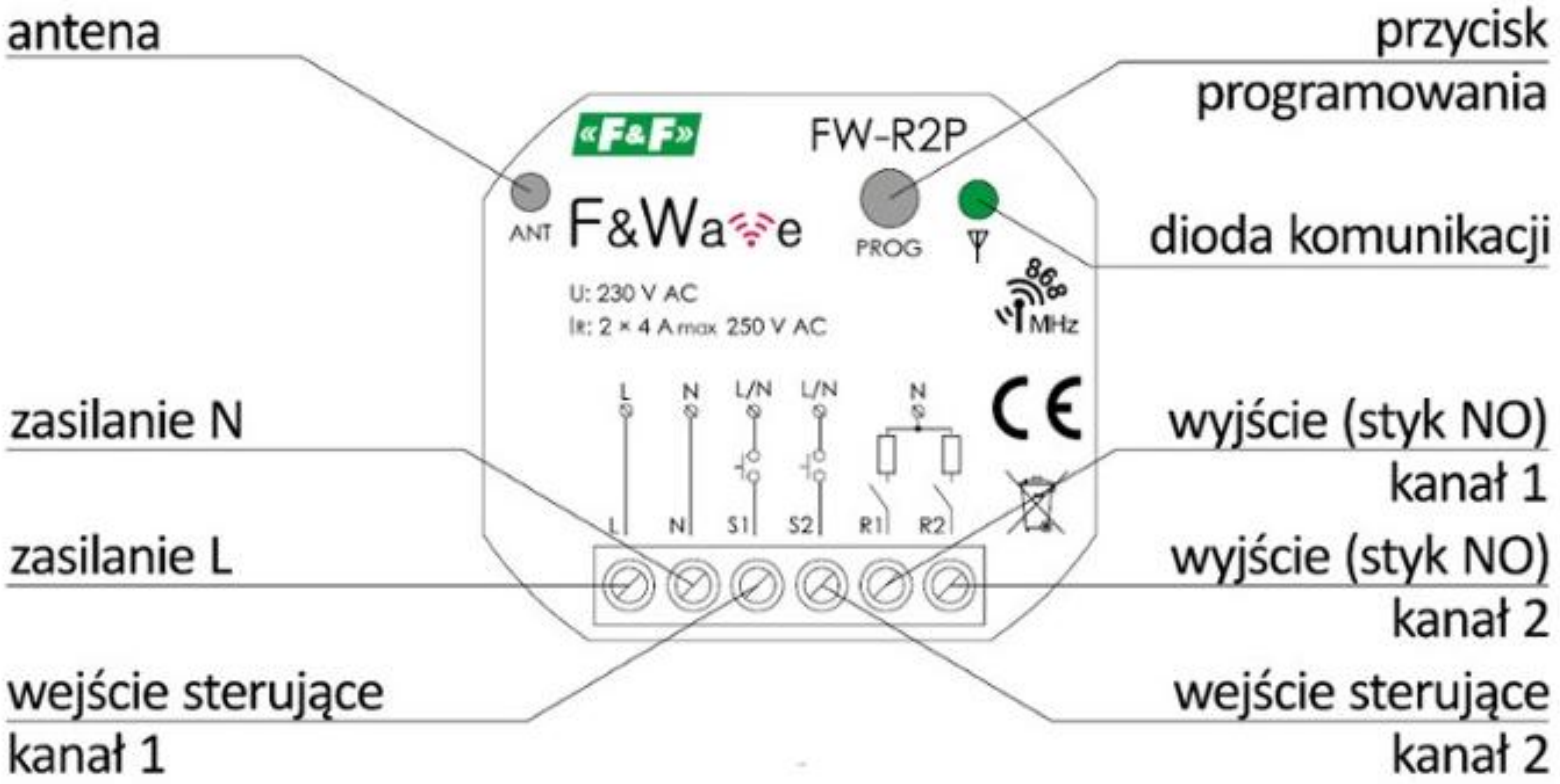


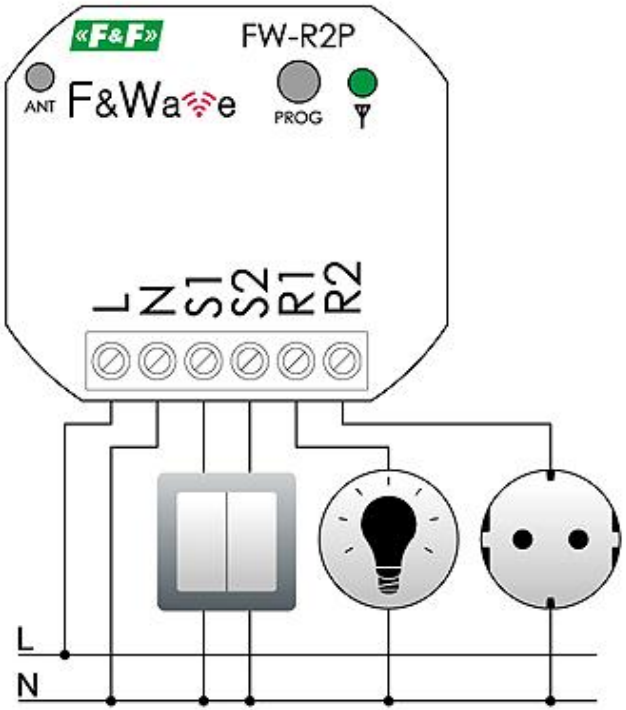




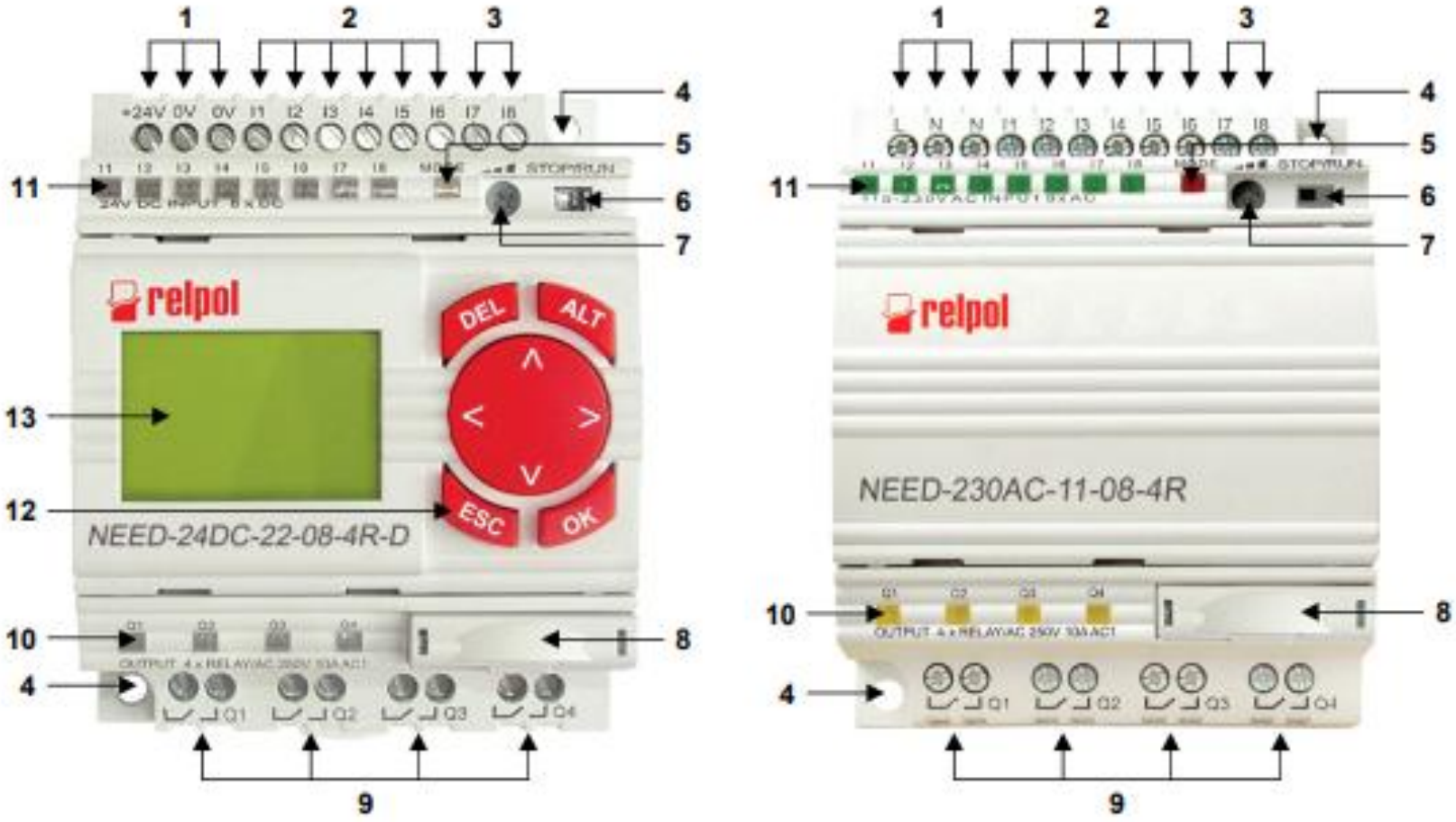
https://youtu.be/KpcO_LraXMs

PRZEKAŹNIKI PROGRAMOWALNE

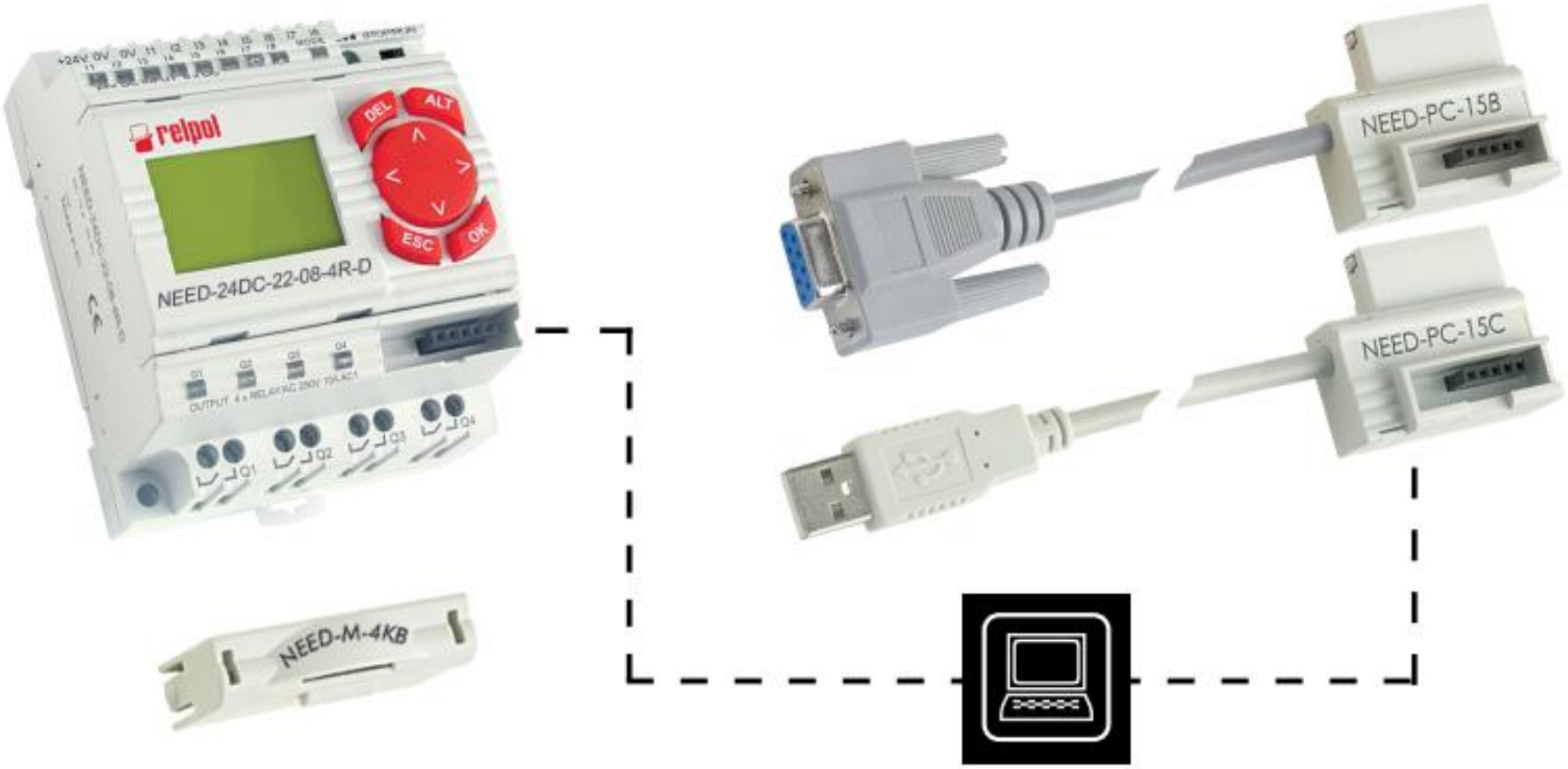

antena
przycisk programowania
dioda komunikacji
zasilanie N
zasilanie L
wejście sterujące kanał 1
wyjście (styk NO) kanał 1
wyjście (styk NO) kanał 2
wejście sterujące kanał 2
«F&F»
FW-R2P
ANT
F&Wave
PROG
U: 230 V AC
Ir: 2 × 4 A max 250 V AC
868 MHz
L
N
L/N
L/N
N
S1
S2
R1
R2


«F&F»
FW-R2P
ANT
F&Wave
PROG
L
N
S1
S2
R1
R2
L
N


F&F Filipowski sp. j.
Konstantynowska 79/81
95-200 Pabianice
tel.: +48 (42) 227 09 71
fif@fif.com.pl
www.fif.com.pl
«F&F»
FW-R2P
F&Wave
Sterowanie radiowe
WÓJNY PRZEKAŹNIK BISTABILNY
230 V / 2x4 A
«F&F»
FW-R2P
ANT
F&Wave
PROG
U: 230 V AC
It: 2 x 4 A max 250 V AC
868 MHz
L
N
L/N
L/N
N
S1
S2
R1
R2
CE

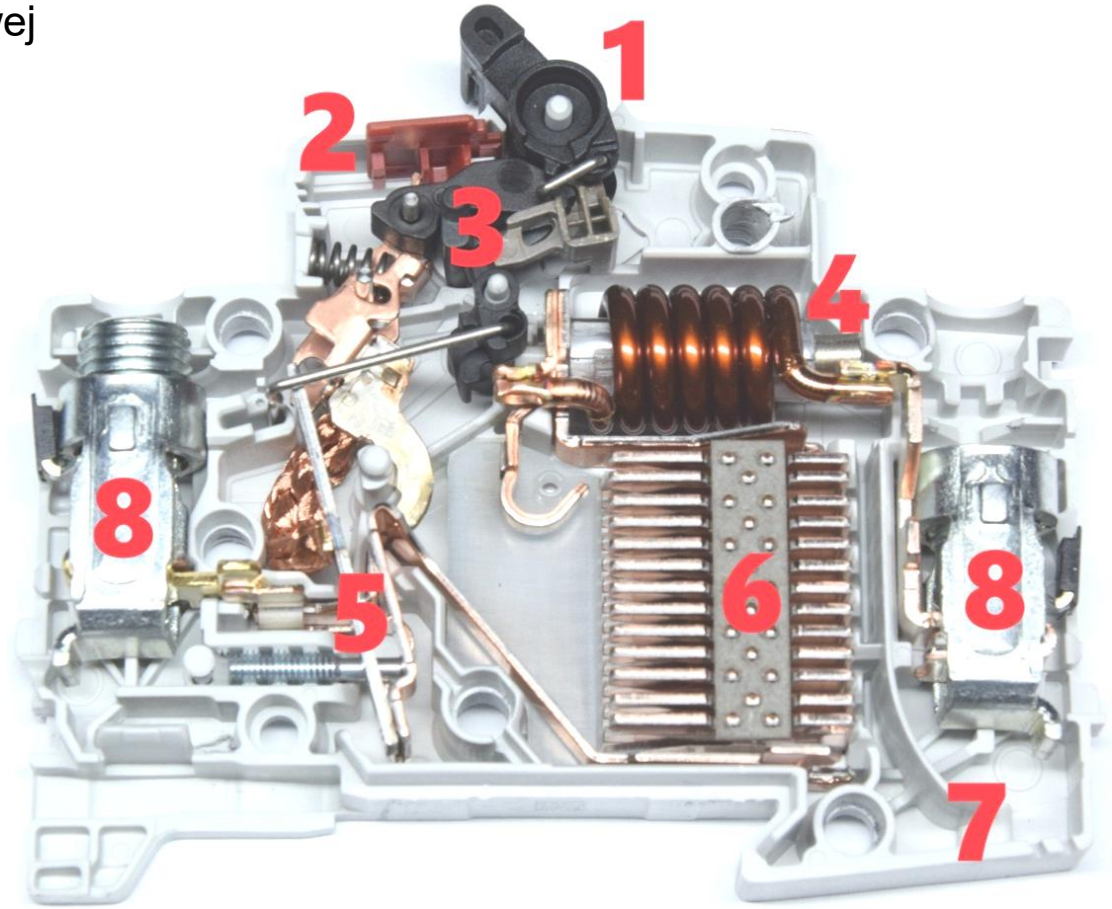


1 Zaciski zasilania
2 Zaciski wejść cyfrowych
3 Zaciski wejść analogowo-cyfrowych
4 Otwory o średnicy 5,5 mm do montażu na panelu przy pomocy 2 wkrętów M4
5 Wskaźnik LED (trójkolorowy) stanu przekaźnika
6 Przełącznik trybu pracy STOP/RUN
7 Potencjometr do zadawania wartości analogowych
8 Złącze do programowania przekaźnika oraz podłączenia zewnętrznej karty pamięci, zabezpieczone zaślepką
9 Zaciski wyjść
10 Wskaźniki LED (żółte) stanu wyjść
11 Wskaźniki LED (zielone) stanu wejść
12 Klawiatura
13 Wyświetlacz LCD


relpol
DEL
ALT
ESC
OK
NEED-24DC-22-08-4R-D
NEED-PC-15B
NEED-PC-15C
NEED-M-4KB

WYŁACZNIKI NADPRĄDOWE

1. Dźwignia – element służący do załączenia obwodu.
2. CPI – wskaźnik rzeczywistego położenia styków.
3. Zamek – mechanizm załączający styk ruchomy.
4. Wyzwalacz elektromagnetyczny (zwarciowy) – cewka z ruchomym rdzeniem.
5. Wyzwalacz termobimetalowy (przeciążeniowy) – termobimetalowa blaszka.
6. Komora gaszeniowa – służąca do gaszenia łuku elektrycznego.
7. Wylot gazów z komory gaszeniowej
8. Zaciski przyłączeniowe.

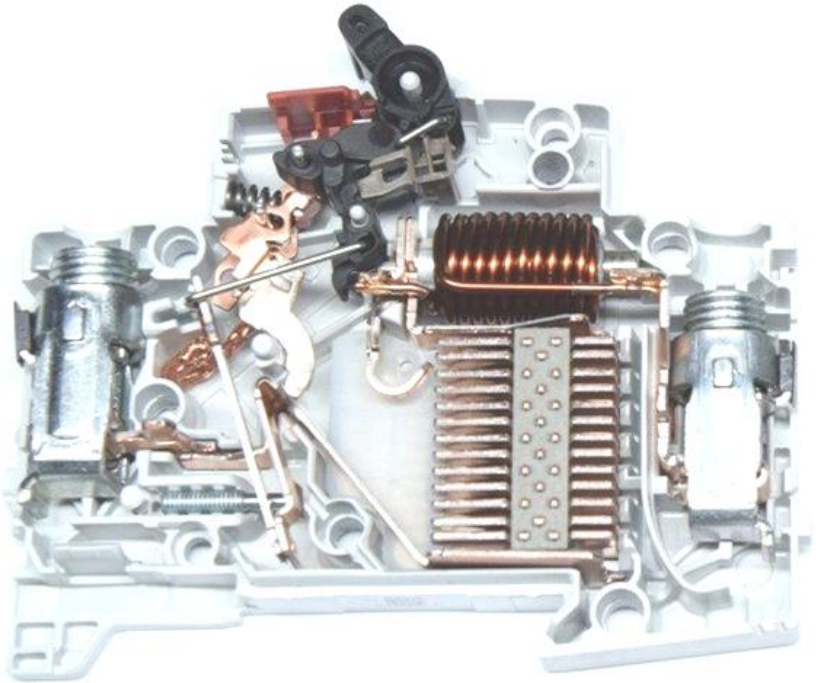


Wyłącznik nadmiarowo-prądowy reaguje na dwa rodzaje prądów przetężeniowych:
1. Prąd przeciążeniowy.
2. Prąd zwarciowy.

Przeciążenie to ponad znamionowy przepływ prądu przez obwód. Następuje przy podłączeniu do instalacji odbiornika o zbyt dużej mocy. Ma charakter długotrwały (co najmniej kilka sekund), a przepływający prąd powoduje nagrzewanie się elementów instalacji.
Długotrwałe przeciążenie może skutkować uszkodzeniem izolacji, w efekcie czego, przetężenie rozwinie się do zjawiska bardziej gwałtownego, przy którym prądy osiągają znacznie większe wartości, czyli do zwarcia.

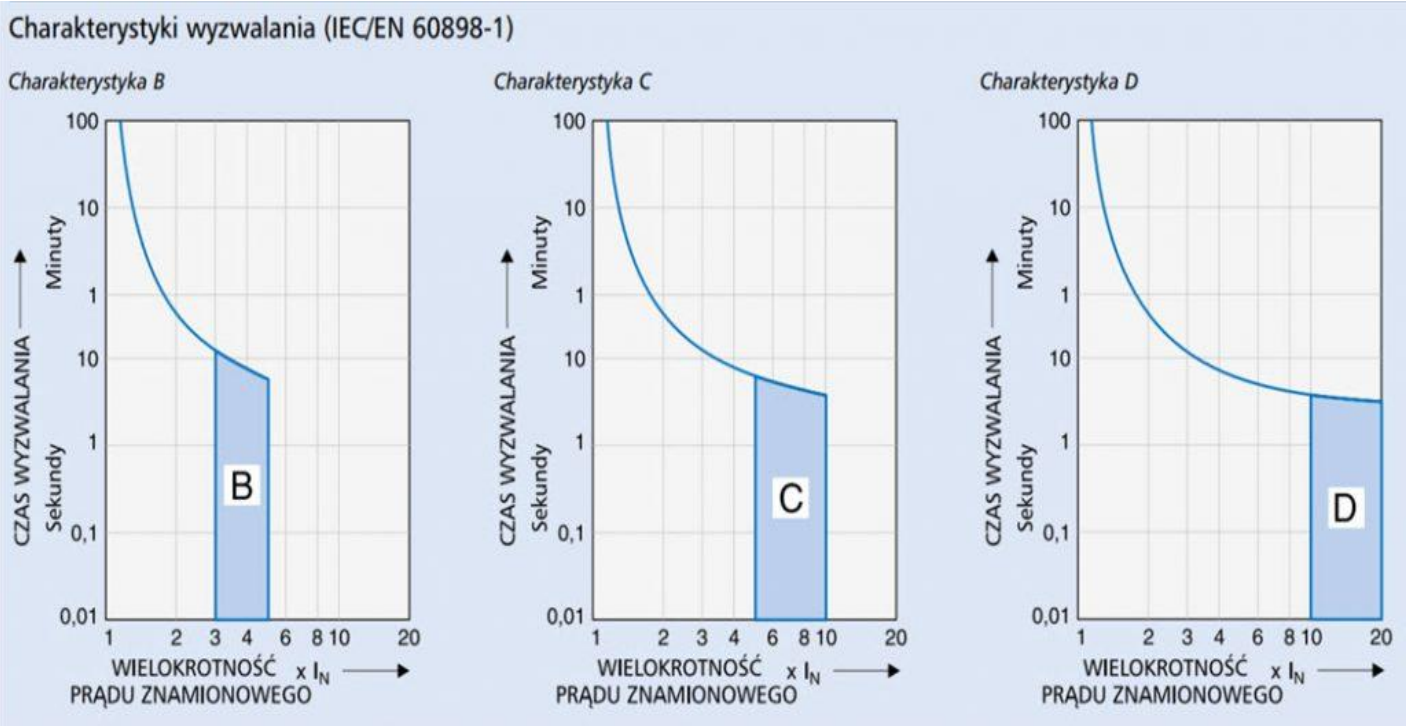
Zwarcie to uszkodzenie polegające na bezpośrednim połączeniu elementów obwodu o różnym potencjale. Połączenie to może być realizowane poprzez łuk elektryczny lub element metaliczny, na przykład drut zwierający dwa przewody – L i N.. Zwarcie może mieć także charakter międzyfazowy – kiedy zewrzemy przewody L1 i L2, stąd też produkowane wyłączniki nadprądowe mają różne rozmiary.

Po podniesieniu dźwigni zamek zmienia położenie, łącząc tym samym styk ruchomy ze stykiem nieruchomym. Prąd przepływa od zacisku przez wyzwalacz termiczny, następnie wyzwalacz elektromagnetyczny aż do drugiego zacisku.
Na skutek wzrostu prądu ponad znamionowy blaszka termobimetalowa nagrzewa się i ulega deformacji, co powoduje uruchomienie zamka i rozłączenie styków. W przypadku wystąpienia zwarcia rdzeń cewki zostaje wypchnięty i również wyzwala zamek.
Przy rozłączaniu styków może pojawić się łuk elektryczny. Jest on kierowany do komory gaszeniowej i tam ulega wygaśnięciu.



Prąd znamionowy wyłącznika nadprądowego informuje o tym, jaki prąd może przepływać przez wyłącznik nie powodując jego zadziałania. O tym, w jakim czasie i po jak dużym przekroczeniu prądu znamionowego aparat zostanie wyzwolony, informują nas charakterystyki. Charakterystyka wyłącznika nadprądowego to zestawienie krotności prądu znamionowego i czasu jego przepływu, z której możemy wywnioskować, kiedy nastąpi wyzwolenie aparatu. Dla wyłączników nadprądowych stosowanych w instalacjach domowych stosuje się trzy **główne** charakterystyki:

B
C
D




AK69B
EATON
~230/400V
6000
3
xClear
CLS6-B25
1
2
CENEO.pl


AK63B
EATON
230/400V
6000
3
xPole Home
HN-B6/1


AK74B
EATON
N
~230V
6000
3
xPole
PLN6-B6/1N


Noark
Ex9BN
IEC/EN 60898-1
6000
3
1
2
O


IEC/EN 60898-1
Schneider
Electric
K60N B 20A
B20
6000
3
230V~


1-ON
6055 10
230/400 V~
B 16
6000
3
legrand

WYŁĄCZNIKI RÓŻNICOWO-PRĄDOWE

Przy doborze wyłączników różnicowoprądowych należy spełnić szereg warunków sieciowych i środowiskowych, a także uwzględnić:

– charakter instalacji i rodzaj urządzeń z niej zasilanych,
– wartość prądu upływowego w instalacji wraz z wyposażeniem,
– układ sieci w jakim wyłącznik będzie zastosowany (TN. TT, IT),
– rodzaj ochrony przeciwporażeniowej,
– prąd szczytowy obciążenia i prąd zwarciowy oraz
– kształt przebiegu prądu różnicowego.

Funkcje ochronne:

1) ochronę uzupełniającą ochronę podstawową za pomocą wysokoczułych wyłączników różnicowoprądowych o znamionowym prądzie różnicowym zadziałania $I_{\Delta n} \leq 30$ mA,
2) ochronę przy uszkodzeniu przez samoczynne wyłączenie zasilania przy użyciu wyłącznika różnicowoprądowego o znamionowym prądzie różnicowym zadziałania $I_{\Delta n} \leq 1$ A, współpracującego z dobranym do chronionego obwodu wyłącznikiem nadprądowym.
3) ochronę przeciwpożarową za pomocą wyłączników różnicowoprądowych selektywnych o znamionowym prądzie różnicowym $I_{\Delta n} \leq 500$ mA (ochrona przed pożarami spowodowanymi prądami doziemnymi).

PODZIAŁ I OZNACZENIA URZĄDZEŃ DOSTĘPNYCH NA RYNKU

Pośród dostępnych na rynku aparatów tego typu znajdziemy urządzenia o różnej czułości i różnych rodzajach wykrywanych prądów upływu. W warunkach domowych musimy pamiętać przede wszystkim, aby wybierać aparaty wysokoczułe, reagujące na prąd różnicowy o wysokości nieprzekraczającej 0,3 mA. Aparaty średnioczułe służą przede wszystkim do ochrony instalacji przed pożarem wywołanym przepływem prądu upływowego do ziemi na skutek na przykład uszkodzenia przewodów, natomiast aparaty wysokoczułe wykorzystywane są wyłącznie w instalacjach, w których obwód należy przerwać wyłącznie w przypadku powstania zwarcia podwójnego.
Na rynku znajdziemy również aparaty z oznaczeniami literowymi, które odnoszą się do rodzajów wykrywanych prądów różnicowych. Przed zakupem warto więc wiedzieć, że urządzenia oznaczone literami AC reagują wyłącznie na prąd różnicowy przemienny, aparaty oznaczone literą A są przeznaczone do pracy z prądem przemiennym oraz jednokierunkowym pulsującym, a różnicówki oznaczone literą B przystosowane są do pracy w układach prądu przemiennego, jednokierunkowo pulsującego oraz w układach prądu stałego o niskim współczynniku tętnień.

wyłączniki wysokoczułe – reagują na prąd o wartości od 0,01 do 0,03 A. Najczęściej stosowane w prywatnych domach;

wyłączniki średnioczułe – odłączają zasilanie w przypadku wykrycia prądu z zakresu 0,1–0,5 A;

wyłączniki niskoczułe – uruchamiają się, gdy wartość prądu przekracza 0,5 A. Wykorzystuje się je w instalacjach przemysłowych.

wyłączniki różnicowoprądowe typu A – wyłączają obieg wtedy, gdy wykryją prąd różnicowy przemienny. Najlepiej sprawdzą się one w miejscach, w których znajduje się dużo zasilaczy impulsowych;

wyłączniki różnicowoprądowe typu B – zasilanie zostaje odcięte, jeśli urządzenie wykryje prąd różnicowy przemienny lub jednokierunkowy pulsujący;

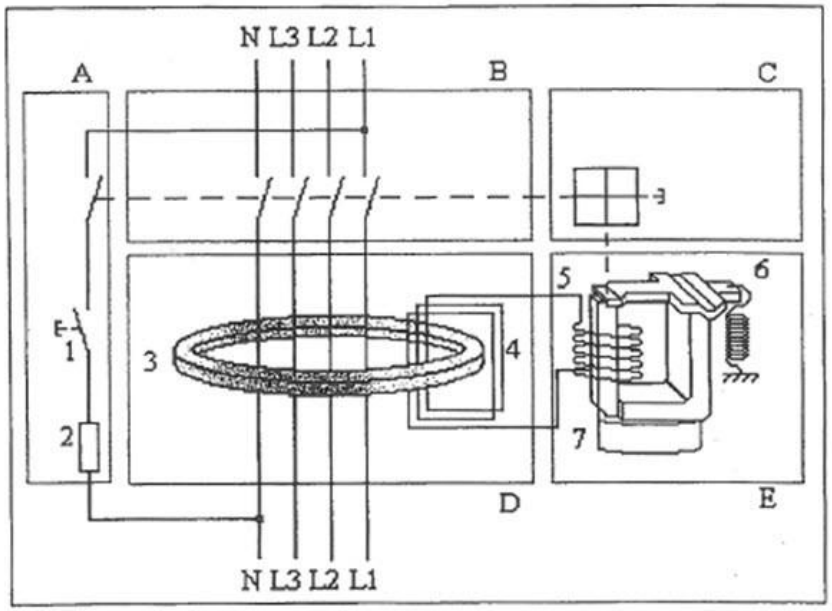
wyłączniki różnicowoprądowe typu AC – ich zastosowanie sprawia, że zasilanie zostaje wyłączone w przypadku wykrycia prądu różnicowego przemiennego, jednokierunkowego pulsującego oraz prądu stałego, który odznacza się niskim współczynnikiem tętnień. Ten rodzaj zabezpieczenia uważany jest za najbardziej uniwersalny.

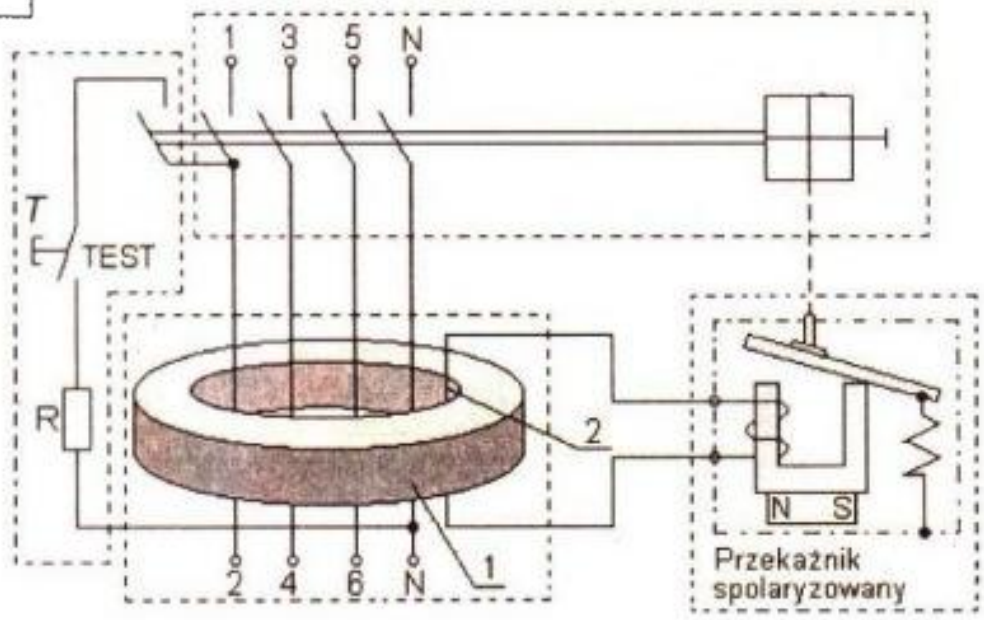
Zasada działania RCD

Według I prawa Kirchhoffa podczas prawidłowej pracy instalacji elektrycznej suma prądów przepływających przez transformator równa jest zeru, co oznacza, że tyle samo energii, ile wypłynęło z sieci, powinno do niej wrócić. W takiej sytuacji w uzwojeniu wtórnym przekładnika Ferrantiego, będącego jedną z najważniejszych części różnicówki, nie indukuje się siła elektromotoryczna, a wyzwalacz i styki pozostają zamknięte, umożliwiając normalną pracę obwodu.

Kiedy jednak aparat wykryje, że suma prądu powracającego jest mniejsza niż suma prądu wypływającego, w uzwojeniu wtórnym przekładnika Ferrantiego powstaje siła elektromotoryczna, która przepływając przez wyzwalacz powoduje otworzenie styków, a tym samym odłączenie zasilania w obwodzie.

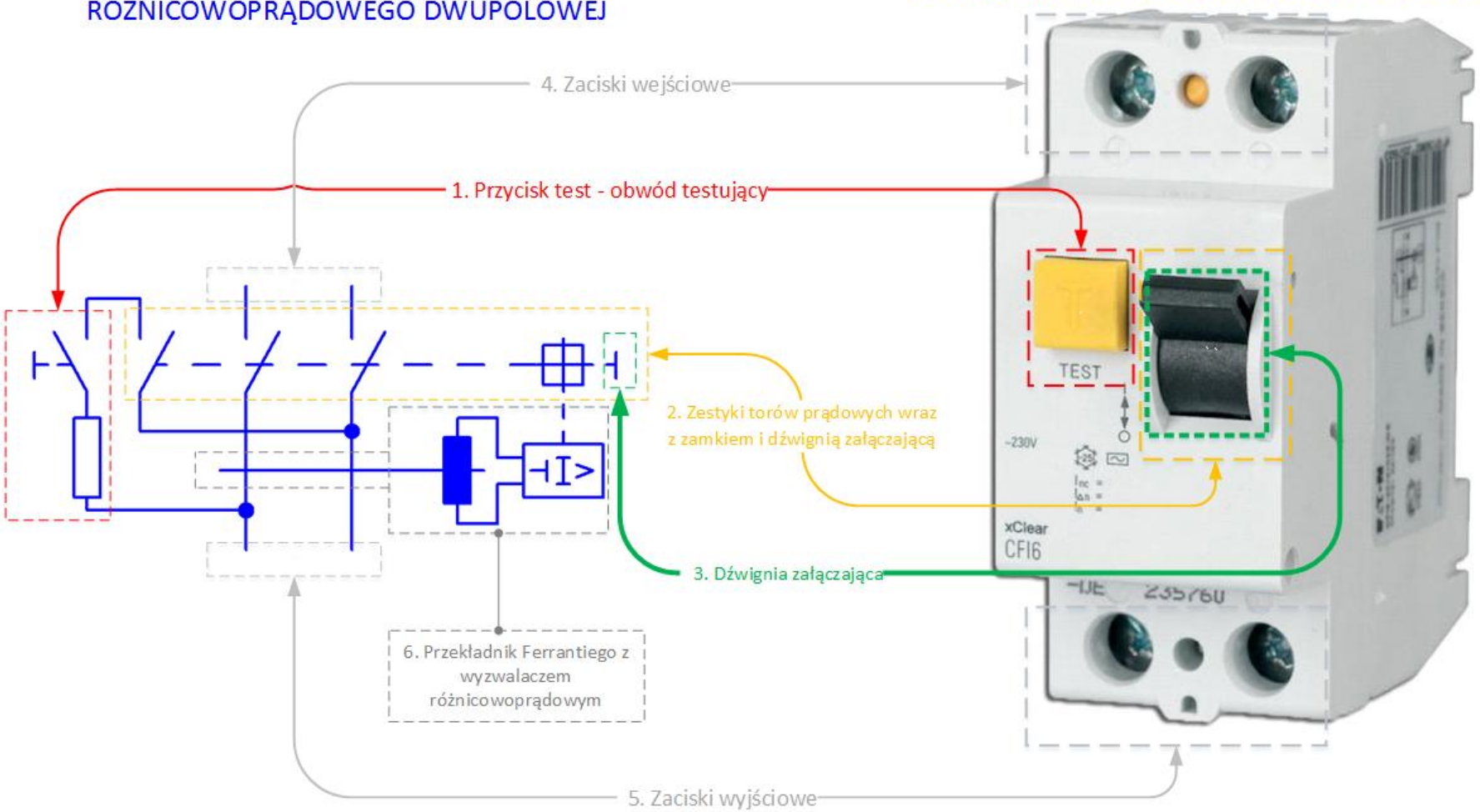
Umożliwia to natychmiastowe wyłączenie dopływu prądu na przykład w momencie, gdy urządzenie pod napięciem zetknie się z ciałem ludzkim, doprowadzając do porażenia, lub gdy prąd będzie w niewłaściwy sposób odprowadzany do ziemi (na przykład przez uszkodzoną izolację przewodu), co przy wysokich natężeniach prądu różnicowego mogłoby stać się przyczyną pożaru.


N L3 L2 L1
A
B
C
1
2
3
4
5
6
7
D
E
N L3 L2 L1


1 3 5 N
T
TEST
R
2
2 4 6 N
1
N S
Przekaźnik
spolaryzowany

SYMBOL WYŁĄCZNIKA RÓŻNICOWOPRĄDOWEGO DWUPOLOWEJ

WYŁĄCZNIK RÓŻNICOWOPRĄDOWY DWUPOLOWY

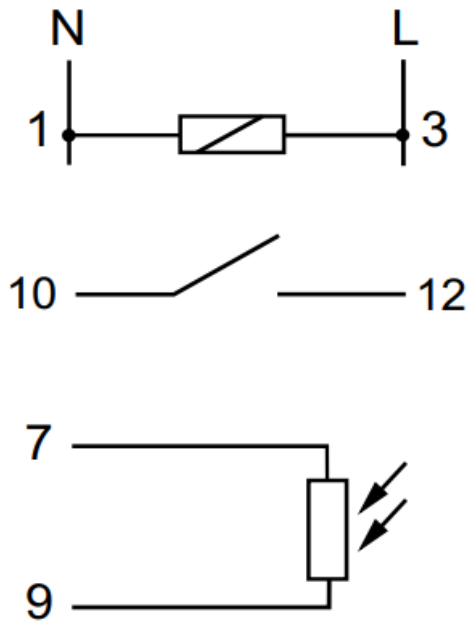


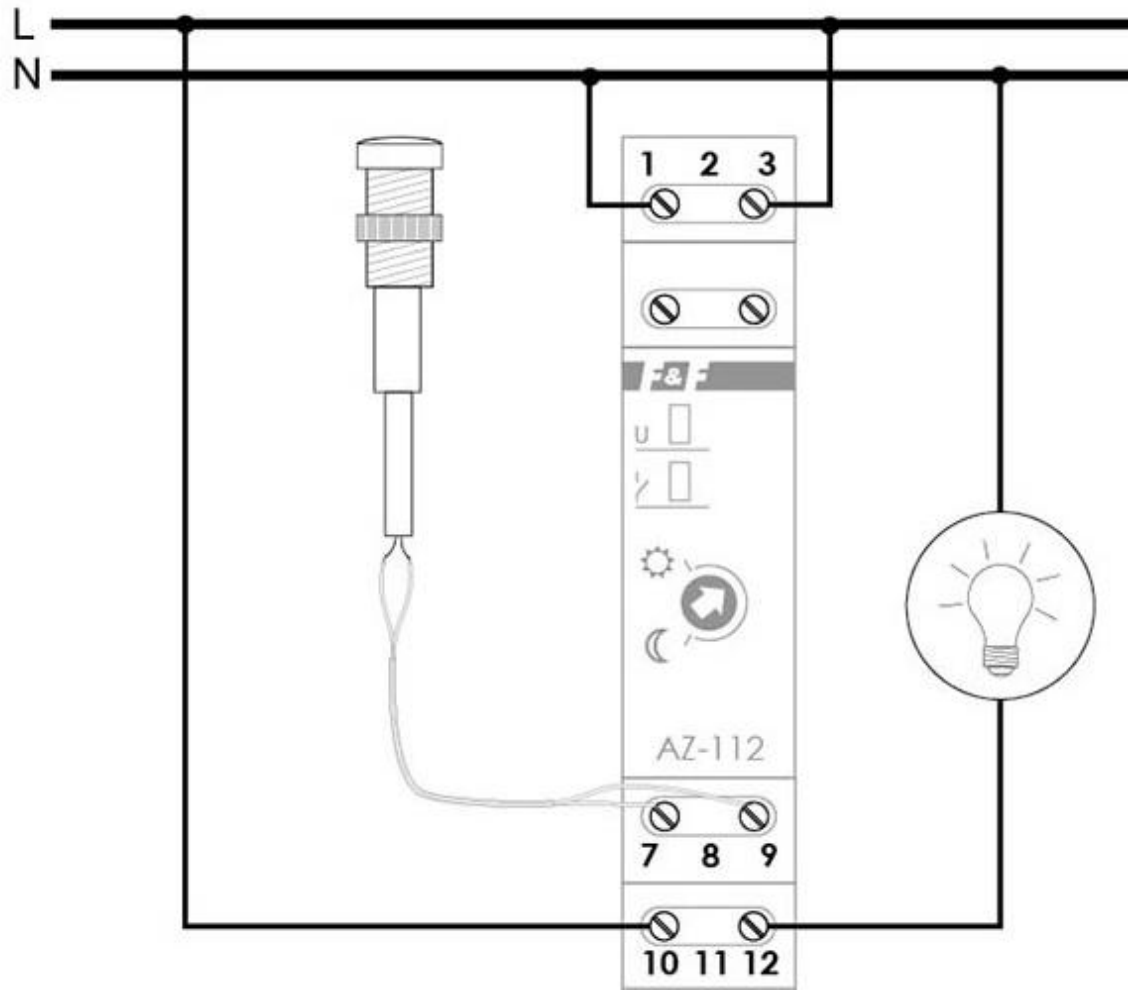






Wyłącznik zmierzchowy



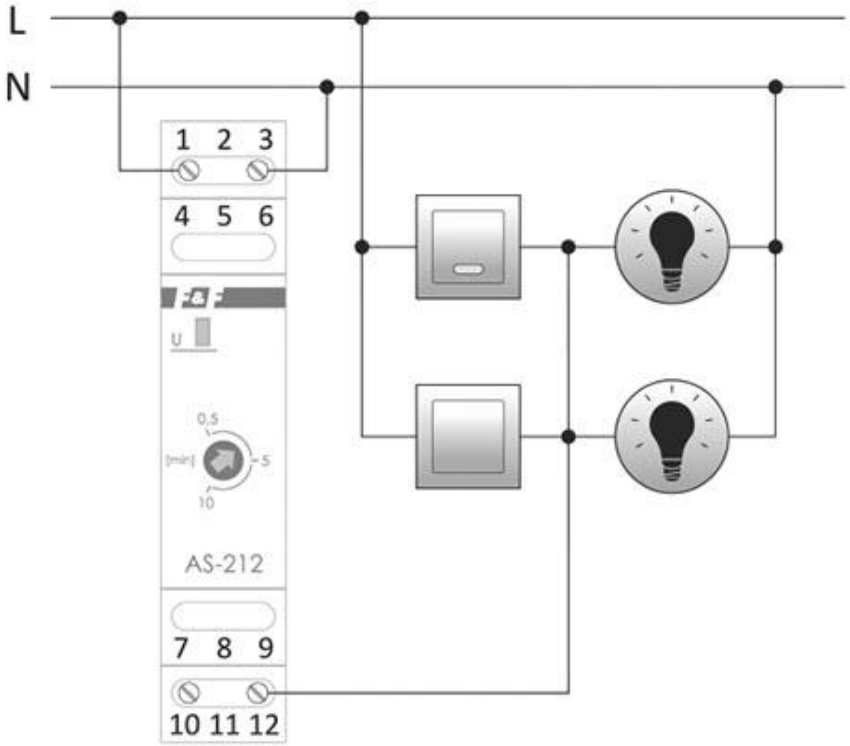


1 - 3 zasilanie 230V
7 - 9 zaciski sondy
10 - 12 styk separowany NO

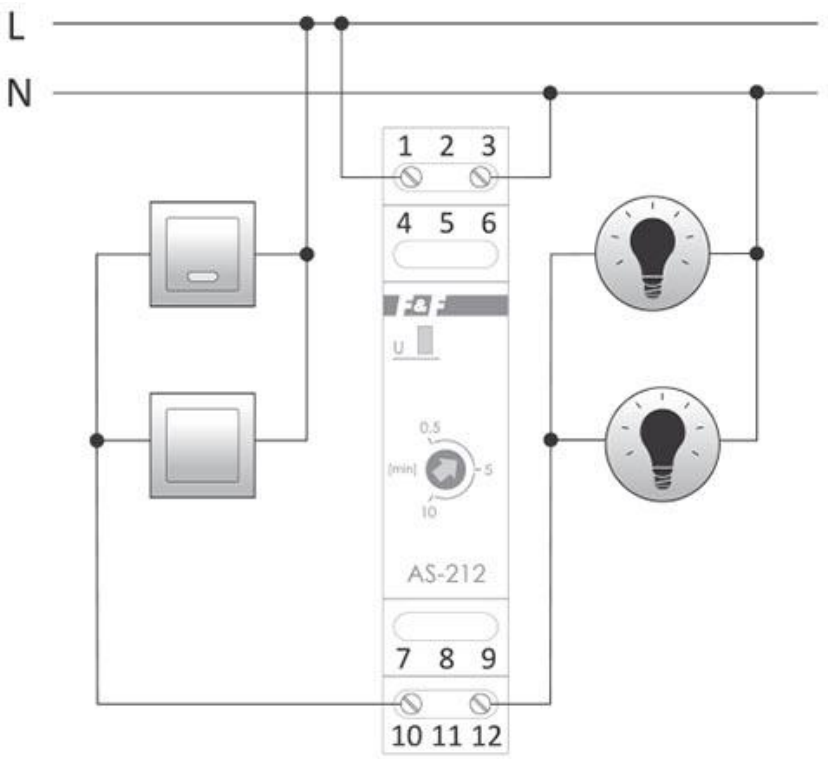




AS-212, ASO-205 Automat schodowy



instalacja 3-przewodowa



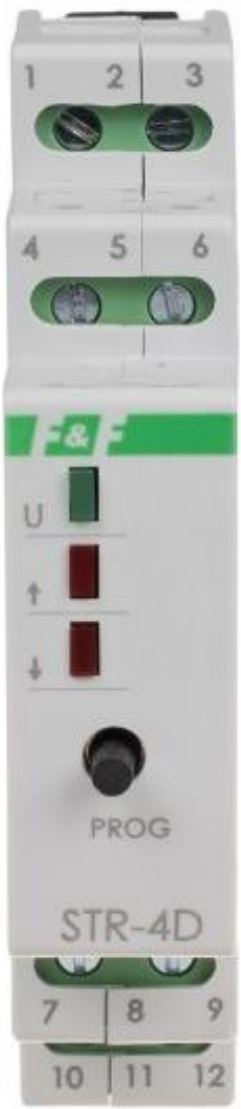
instalacja 4-przewodowa

Przeznaczenie

Automat schodowy (wyłącznik czasowy) służy do utrzymania włączonego oświetlenia korytarzy, klatek schodowych lub innych obiektów przez określony czas, po upływie którego oświetlenie zostanie wyłączone automatycznie.

Działanie

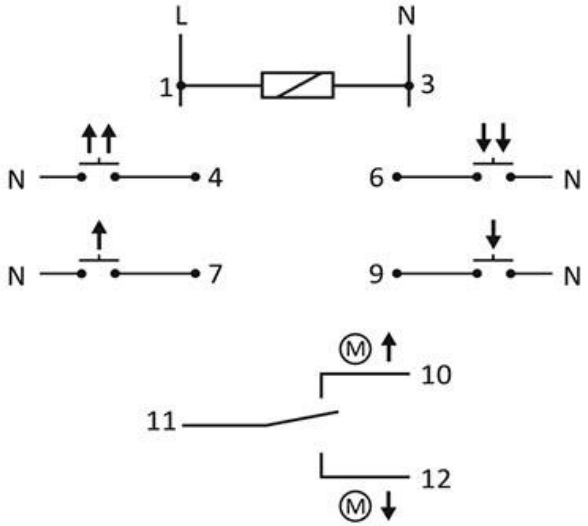
Załączony wyłącznikiem chwilowym (dzwonkowym) automat schodowy podtrzymuje oświetlenie przez czas ustawiony potencjometrem (od 0,5 min. do 10 min.). Po upływie nastawionego czasu automat wyłączy oświetlenie samoczynnie. Po wyłączeniu oświetlenia możemy je załączyć ponownie.





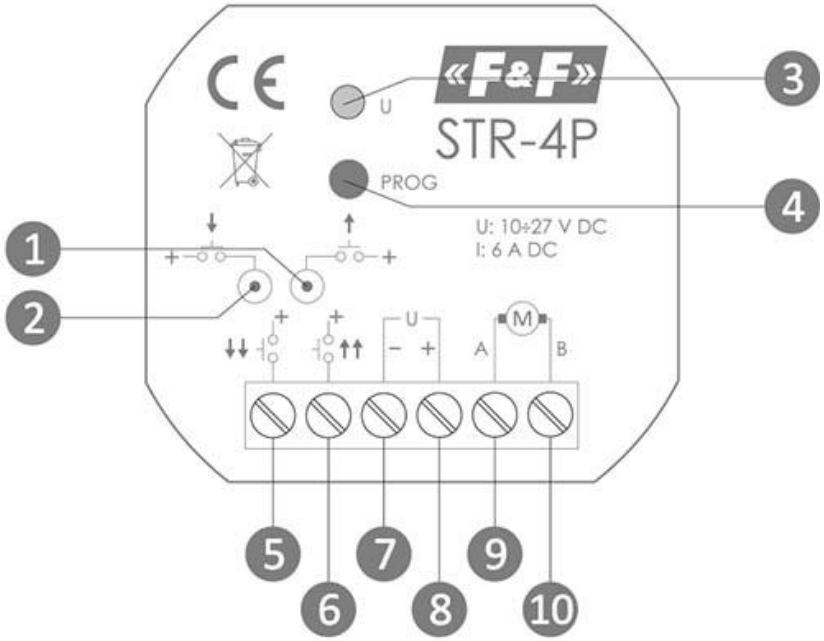
STR-4D, STR-4P **sterowanie roletami**

OPIS WE/WY



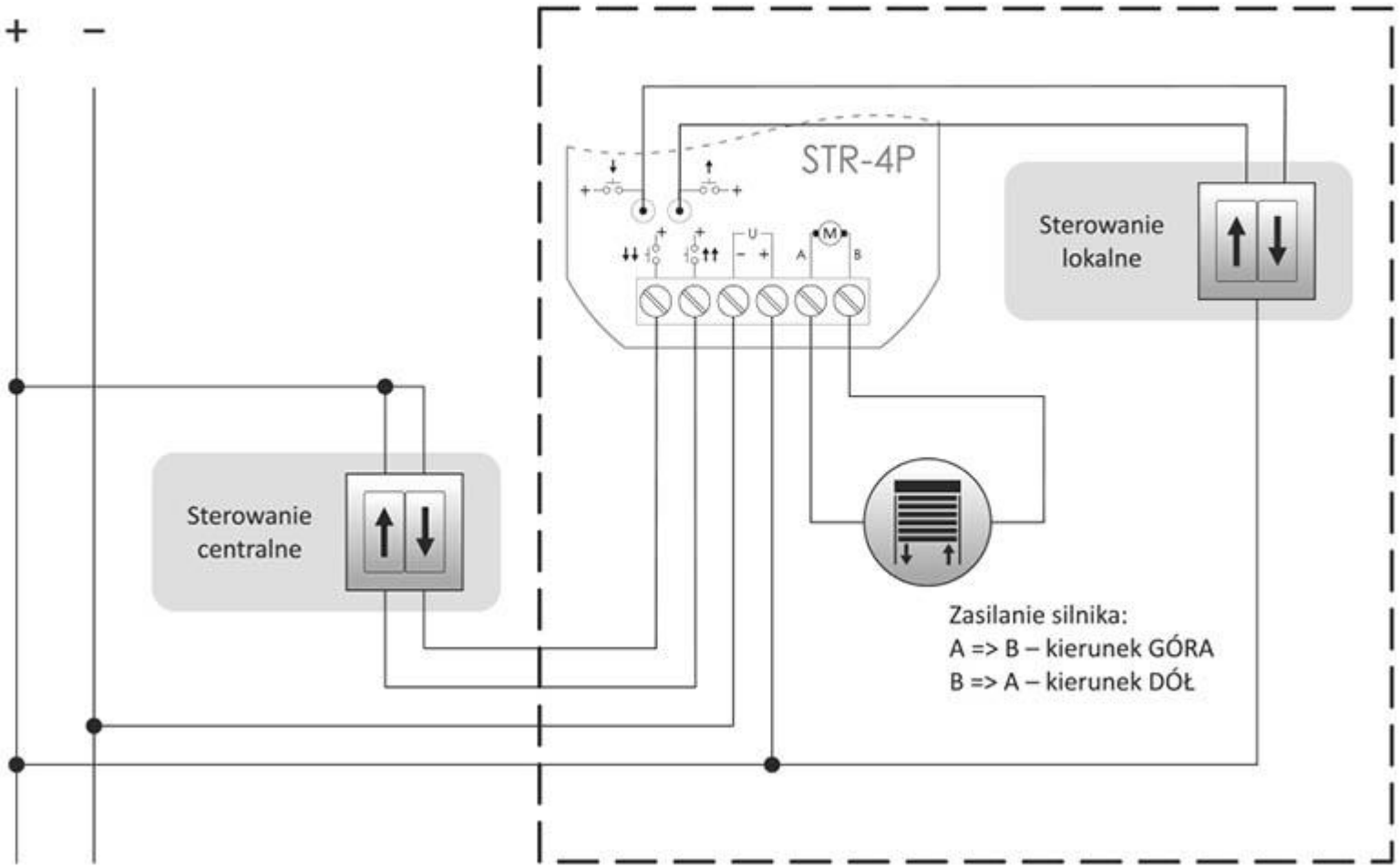
Opis wyprowadzeń:

1 - 3	zasilanie 100÷265V AC
4	sterowanie centralne - kierunek „GÓRA” ↑↑
6	sterowanie centralne - kierunek „DÓŁ” ↓↓
7	sterowanie lokalne - kierunek „GÓRA” ↑
9	sterowanie lokalne - kierunek „DÓŁ” ↓
10	zasilanie silnika - wyjście kieruneku „GÓRA” ↑
11	zasilanie silnika 230V (L)
12	zasilanie silnika - wyjście kieruneku „DÓŁ” ↓



1	sterowanie lokalne – kierunek **GÓRA** ↑
2	sterowanie lokalne – kierunek **DÓŁ** ↓
3	sygnalizacja LED zasilania i programowania
4	przycisk programowania czasu
5	sterowanie centralne – kierunek **DÓŁ** ↓ ↓
6	sterowanie centralne – kierunek **GÓRA** ↑ ↑
7	zasilanie sterownika „–”
8	zasilanie sterownika „+”
9	zasilanie silnika – zacisk A
10	zasilanie silnika – zacisk B

Przewody z rozdzielni do sterownika STR-4P:
4 – jeżeli wykorzystywane jest sterowanie centralne lub
2 – bez sterowania centralnego



Przewody ze sterownika STR-4P do silnika: 2

OGRANICZNIK PRZEPIĘĆ

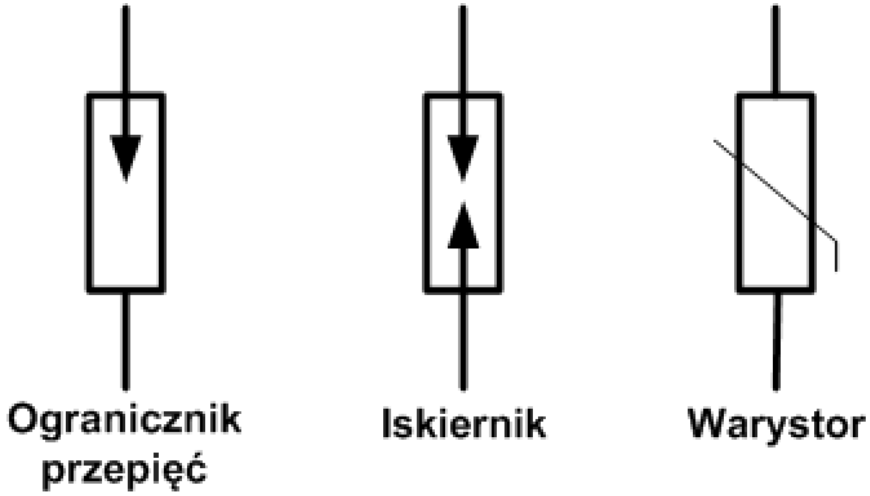
Ogranicznik przepięć to urządzenie, którego zadaniem jest ochrona przed przejściowymi przepięciami, ograniczającymi częstotliwość oraz czas trwania prądu następczego. Montaż tego elementu może uchronić podłączone do sieci sprzęty np. podczas burzy.

Przepięciem nazywa się wzrost napięcia ponad maksymalną wartość instalacji elektrycznej. Do najczęstszych przyczyn wystąpienia tego zjawiska zalicza się zwarcia lub uderzenie pioruna. Przepięcia mogą doprowadzić do zniszczenia sieci oraz urządzeń do niej podłączonych. Aby uchronić się przed ewentualnymi szkodami stosuje się m.in. ograniczniki przepięć, nazywane również ochronnikami, odgromnikami lub warystorami.

Ograniczniki stosowane w obszarze niskiego napięcia (poniżej 1000 V) dzieli się na cztery klasy – A, B, C i D. Pierwsze z nich są z reguły montowane w celu chronienia napowietrznych linii energetycznych. Ochronniki typu B zabezpieczają sieć przed negatywnymi skutkami przepięć wywoływanych bezpośrednim uderzeniem pioruna w linię energetyczną. Ograniczniki klasy C chronią instalację przed przepięciami niewielkich wartości, natomiast klasy D wykorzystuje się do ochrony konkretnych, najczęściej bardzo czułych na przepięcia urządzeń.

Najbardziej standardowe ograniczniki typu B i C składają się przeważnie z dwóch elementów: podstawy ochronnika oraz wymiennej wkładki zawierającej element zabezpieczający. W osprzęcie typu B jest nim iskiernik, a w klasie C warystor.
Do ochronników podpina się przewód fazowy oraz ochronny. Ewentualnie do osprzętu prowadzony jest również przewód neutralny.

W normalnych warunkach, czyli w momencie, gdy napięcie w układzie jest prawidłowe, prąd nie przepływa przez ochronnik. Wszystko przez to, że rezystancja między dwoma podpiętymi przewodami jest bardzo duża.
W chwili, gdy dochodzi do przepięcia, prąd zaczyna przepływać przez ogranicznik. Jego zadaniem jest skierowanie napięcia do ziemi z pominięciem domowej instalacji elektrycznej.



Wybór odpowiedniego ogranicznika powinien być dopasowany do posiadanych urządzeń i wydajności instalacji elektrycznej. Dlatego najlepiej zdecydować się na konkretne modele już na etapie tworzenia projektu sieci, którego wykonanie powinniśmy zlecić wykwalifikowanemu specjaliście.

Należy ochronniki poszczególnych klas montować kaskadowo, stopniowo zmniejszając poziom napięcia.

Dla przykładu – w jednej domowej rozdzielnicy warto zastosować ograniczniki zarówno klasy B, jak i C. Często można też znaleźć modele hybrydowe, łączące właściwości obu typów tego osprzętu (tzw. ochronniki B+C).

Same ograniczniki przepięć nie będą w stanie uchronić instalacji przed zniszczeniami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi.
Kluczowe jest posiadanie systemu uziemiającego o bardzo małym oporze elektrycznym.

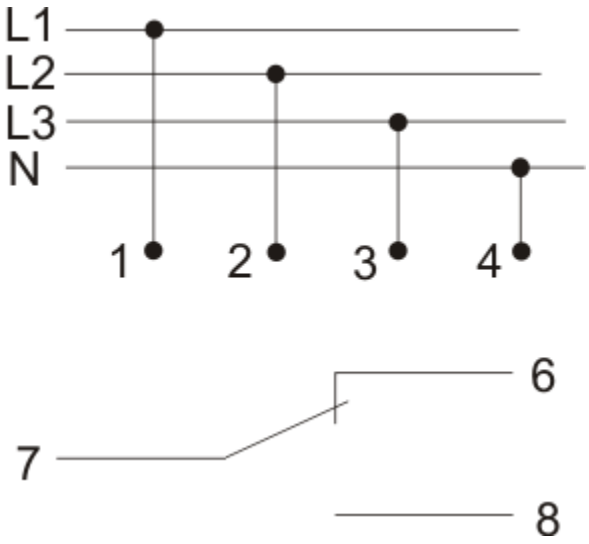

PE
AP60B
EATON
T1 T2
280VAC
280VAC
280VAC
275VAC
SPBT12-280
SPBT12-280
SPBT12-280
SPBT12-NPE50
N


OPS
OPS
OPS

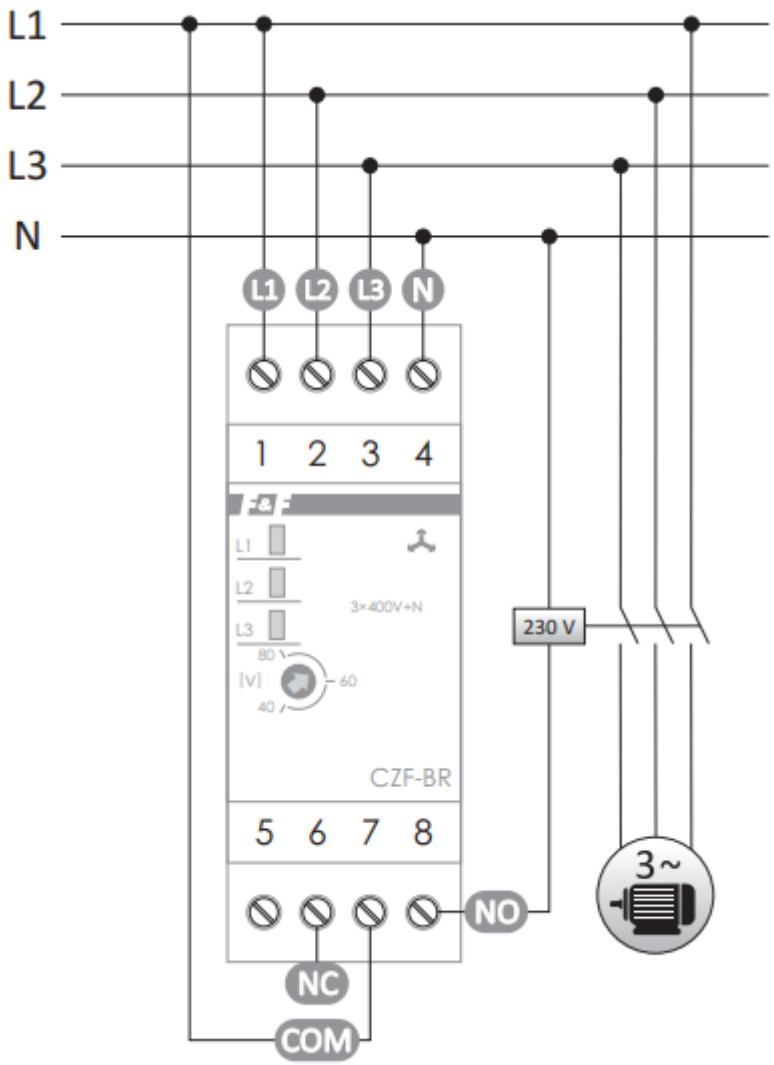

protected
protected
Endress+Hauser
Endress+Hauser
Endress+Hauser
HAW562-AAC
green: ok
red: defect

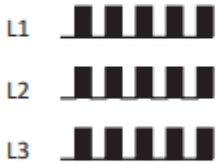
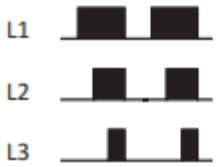
CZUJNIK ZANIKU FAZY CZF- BR

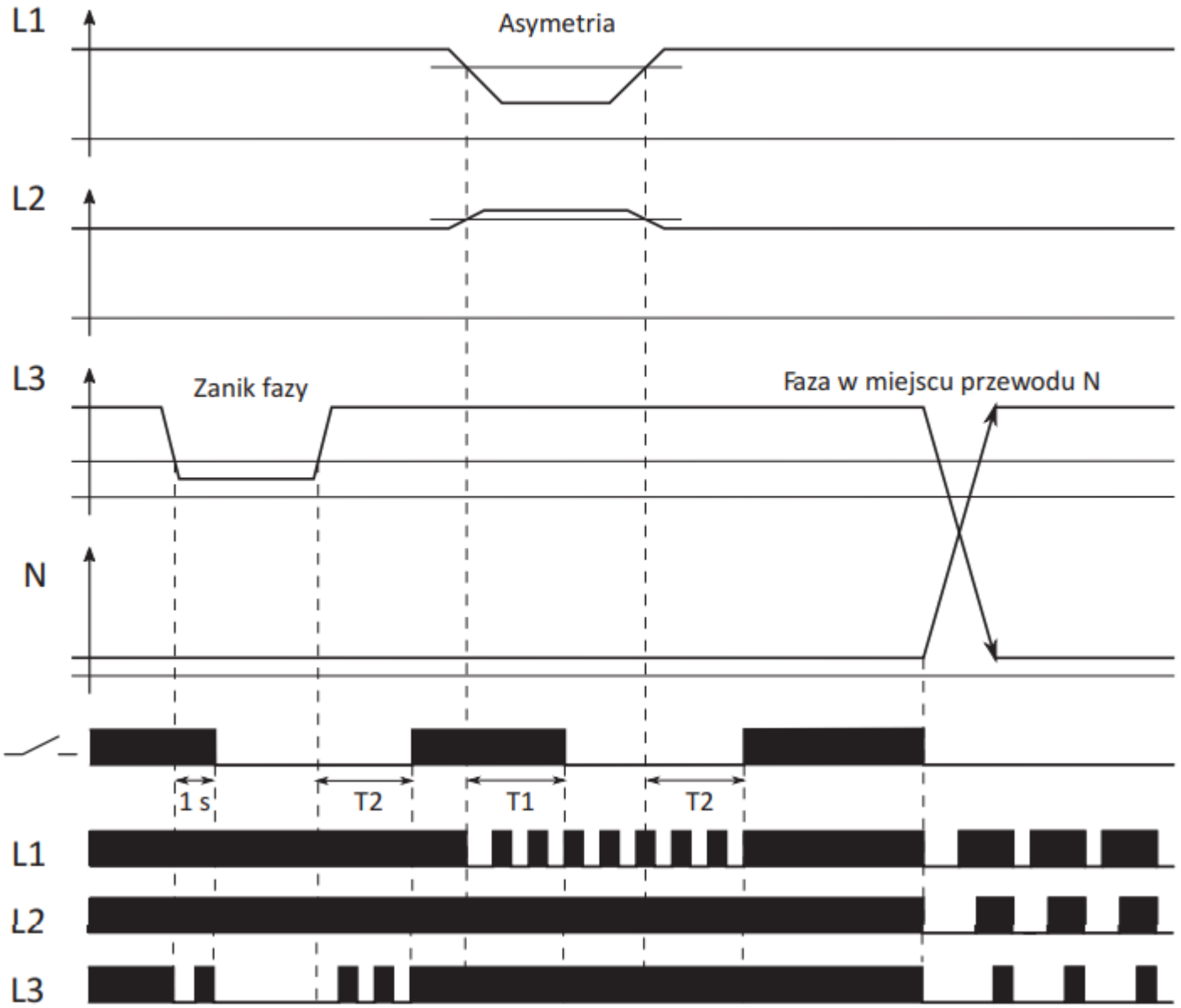
Czujnik zaniku fazy przeznaczony jest do zabezpieczenia silnika elektrycznego zasilanego z sieci trójfazowej w przypadkach zaniku napięcia w co najmniej jednej fazie lub **asymetrii napięć** między fazami, grożącymi zniszczeniem silnika.







Sygnalizacja	Opis
	Prawidłowe parametry sieci, przekaźnik załączony
	Faza L1 wywołuje asymetrię powyżej ustawionej wartości (np. dla asymetrii 40 V: L1= 200 V, L2= 245 V, L3= 230 V). Analogiczna sygnalizacja występuje dla pozostałych faz
	Wszystkie 3 fazy wywołują asymetrię powyżej nastawionej wartości (np. dla asymetrii 20 V: L1= 190 V, L2= 210 V, L3= 240 V)
	Przekroczenie progu napięciowego. Napięcie fazy L1 poniżej 150 V lub powyżej 280 V. Analogiczna sygnalizacja występuje dla pozostałych faz.
	Błędne podłączenie przewodu neutralnego (zamieniony przewód fazowy z przewodem neutralnym na zaciskach urządzenia)

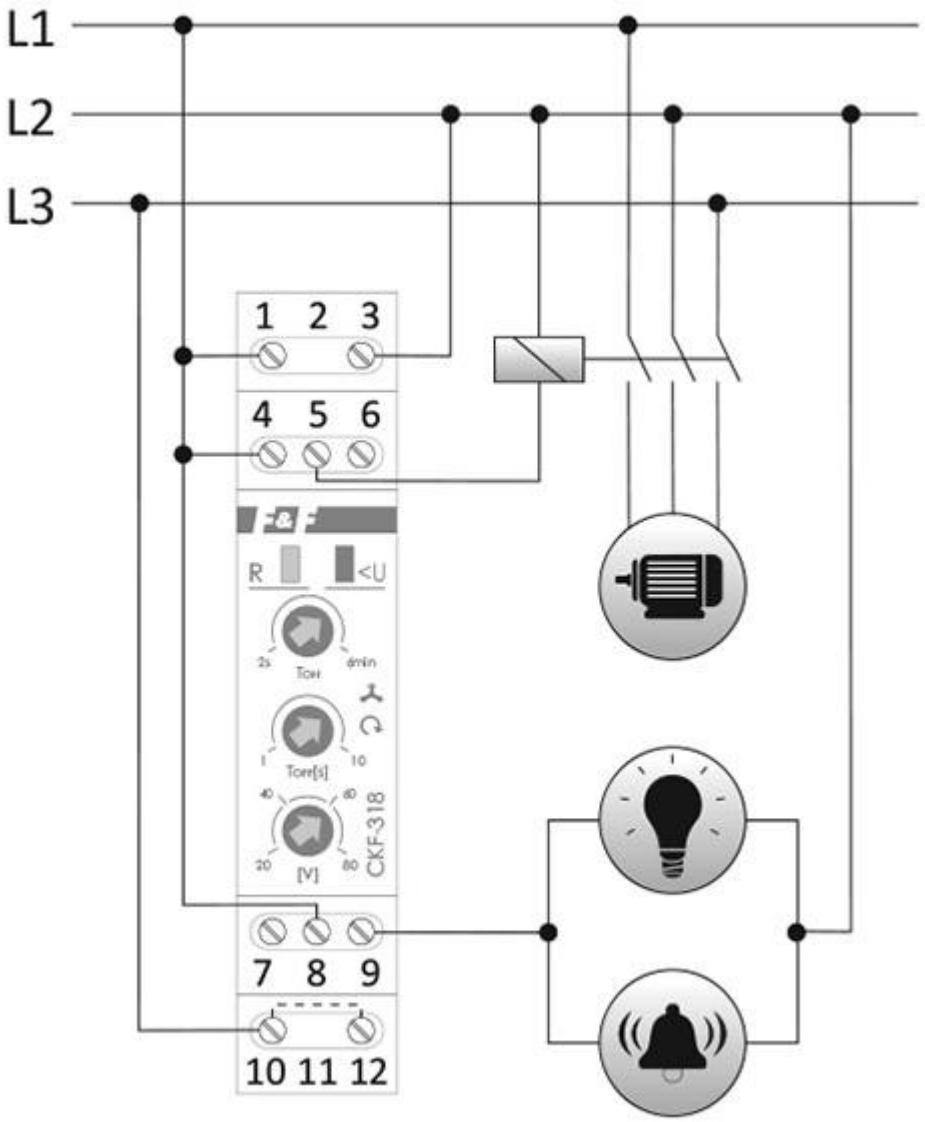

L1
Asymetria
L2
L3
Zanik fazy
Faza w miejscu przewodu N
N
1 s
T2
T1
T2
L1
L2
L3

CZUJNIK KOLEJNOŚCI I ZANIKU FAZY CKF-318

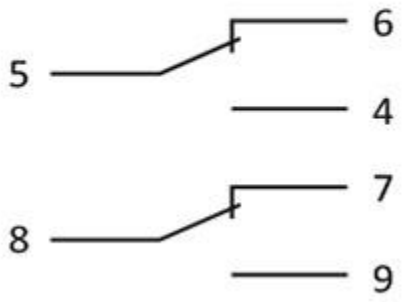
Czujnik kolejności i zaniku fazy CKF-318 przeznaczony jest do zabezpieczania silników elektrycznych zasilanych z sieci trójfazowej 3×400 V (bez przewodu neutralnego).

Realizowane funkcje zabezpieczające:
- asymetria napięciowa między fazami
- całkowity zanik fazy
- symetryczny spadek napięć w trzech fazach
- zmiana kolejności faz
- przekroczenie górnego progu napięciowego fazy >480 V
- przekroczenie dolnego progu napięciowego fazy <320 V



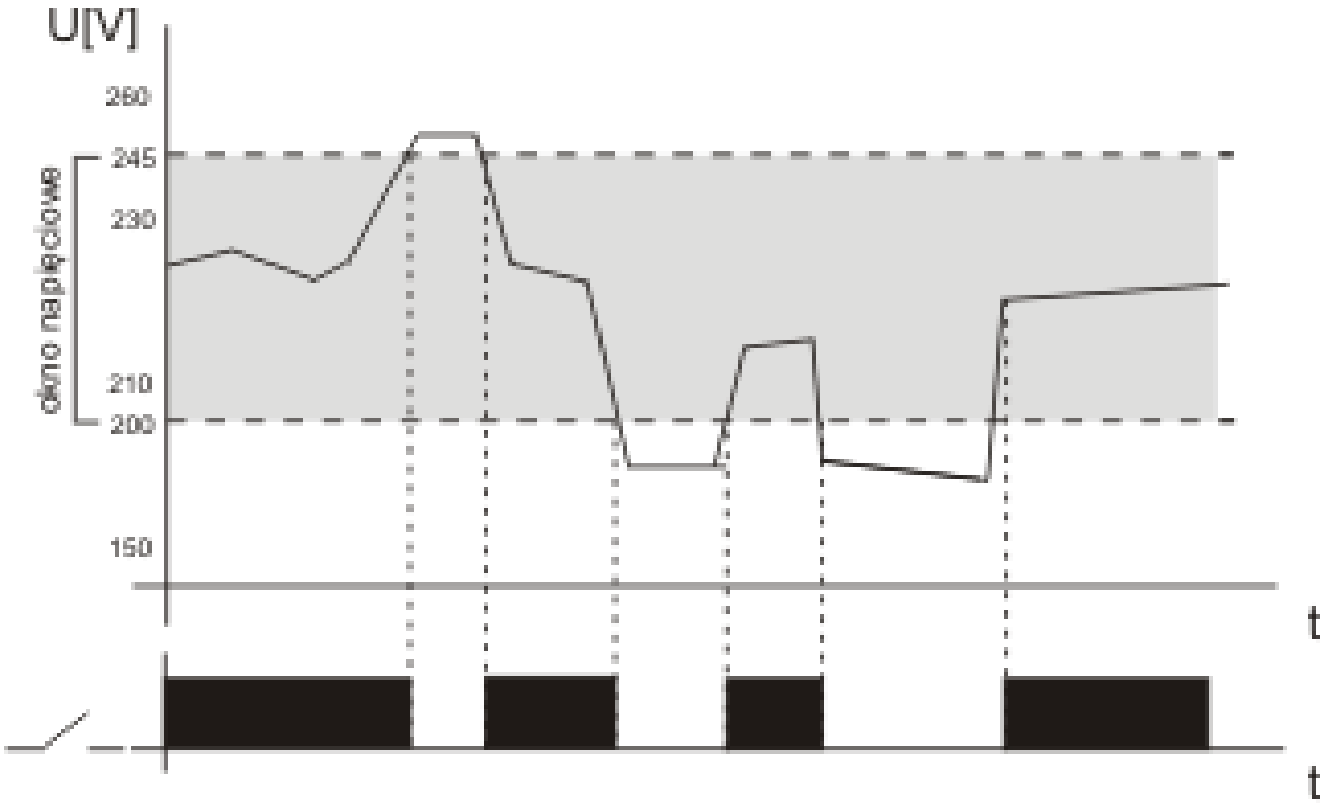


Konfiguracja styków przekaźnika



Przekaźnik napięciowy CP-709

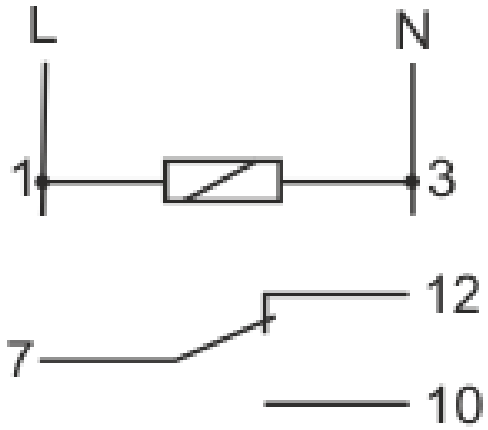
Przekaźnik napięciowy CP-709 służy do kontroli napięcia sieci jednofazowej i zabezpieczenia odbiornika jednofazowego przed skutkami wzrostu lub spadku napięcia poza ustawione wartości.

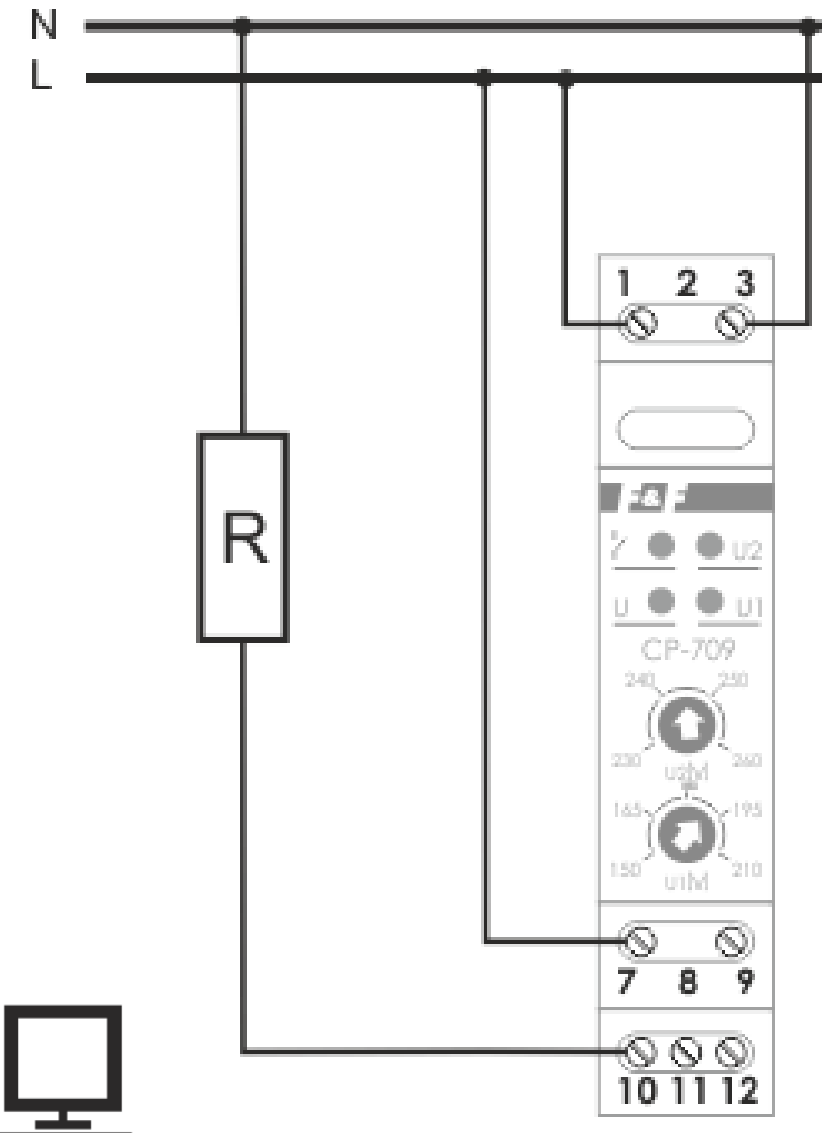


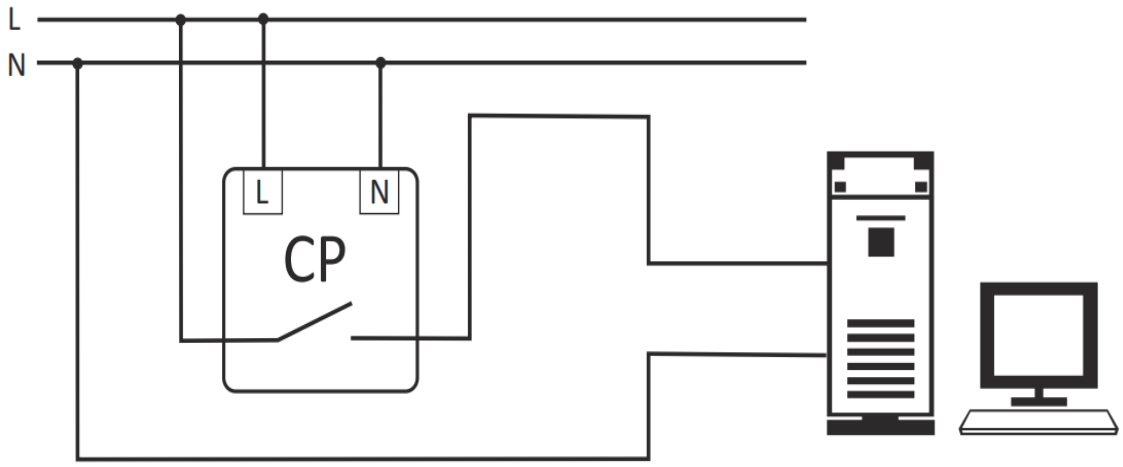


Potencjometrami ustawiany jest dolny (U1) i górny (U2) próg napięcia. Jest to tzw. okno napięciowe, w granicach którego mogą następować zmiany napięcia zasilania nie powodujące zadziałania przekaźnika. Prawidłowe napięcie odbiornika sygnalizowane jest świeceniem LED żółtej (pozycja styku 7-10). Zmiana napięcia zasilania powyżej lub poniżej nastawionych progów napięciowych spowoduje zadziałanie przekaźnika (przełączenie styku w pozycję 7-12). Spadek napięcia poniżej ustalonej wartości U1 jest sygnalizowany świeceniem LED czerwonej (U1). Wzrost napięcia powyżej ustalonej wartości U2 jest sygnalizowany świeceniem LED czerwonej (U2). Powrotne przełączenie styku przekaźnika nastąpi automatycznie po powrocie właściwego napięcia.

Przekaźnik napięciowy może być zasilany napięciem do 450 V~. Pozwala to na skuteczną ochronę odbiornika nawet przy wzroście napięcia ponad dopuszczalne normy. Urządzenie jest zabezpieczone przed zmianą biegunowości zasilania - nie spowoduje to zniszczenia ("spalenia") przekaźnika.


L
N
1
3
12
7
10


N
L
R
1 2 3
U2
U1
CP-709
7 8 9
10 11 12

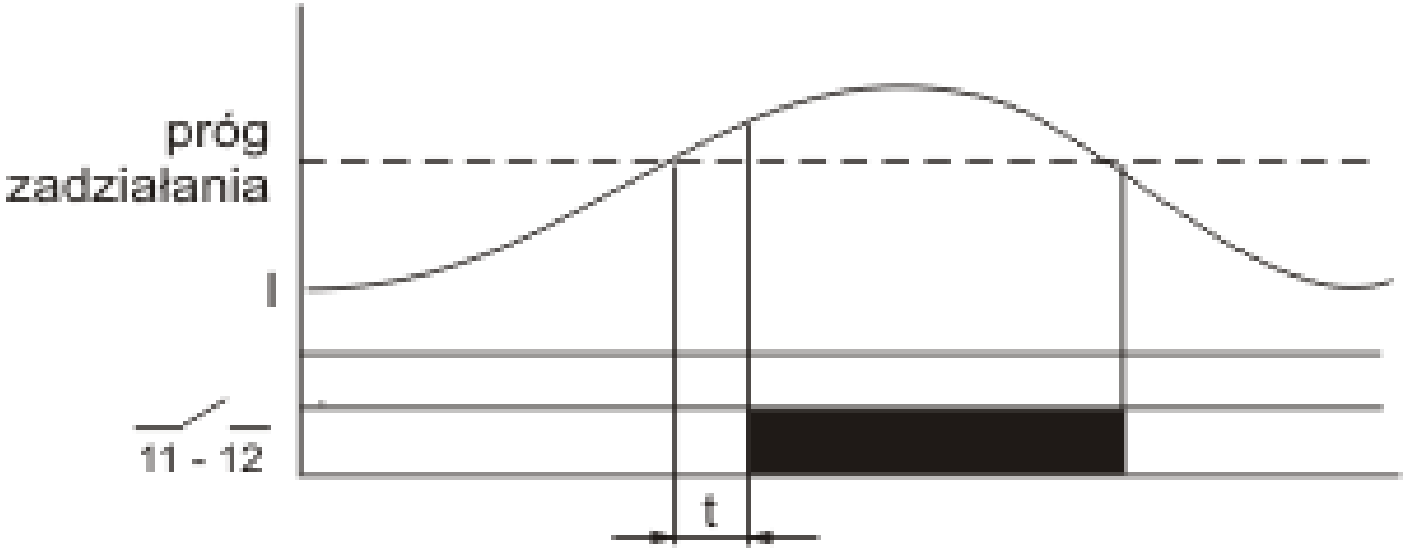

L
N
L
N
CP

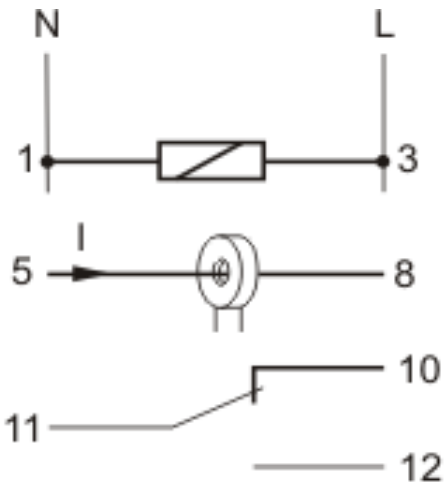
Przekaźnik prądowy EPP-619

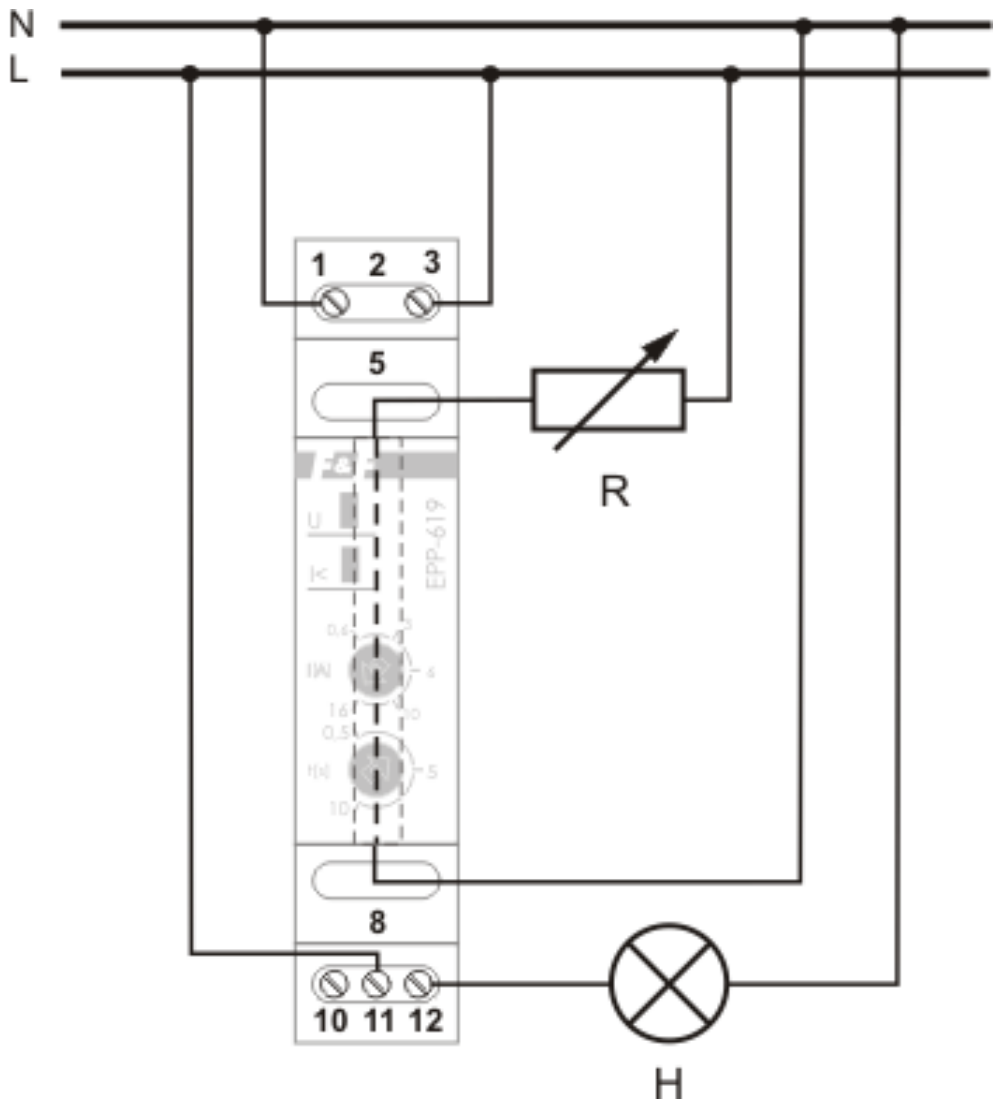
Jednofunkcyjny przekaźnik prądowy z kanałem przelotowym pod przewód prądowy obwodu mierzonego.

Przekaźnik prądowy EPP-619 służy do kontroli wartości natężenia prądu w obwodach mierzonych z funkcją przełączenia styku w przypadku przekroczenia wartości natężenia prądu powyżej ustawionych wartości progowych.

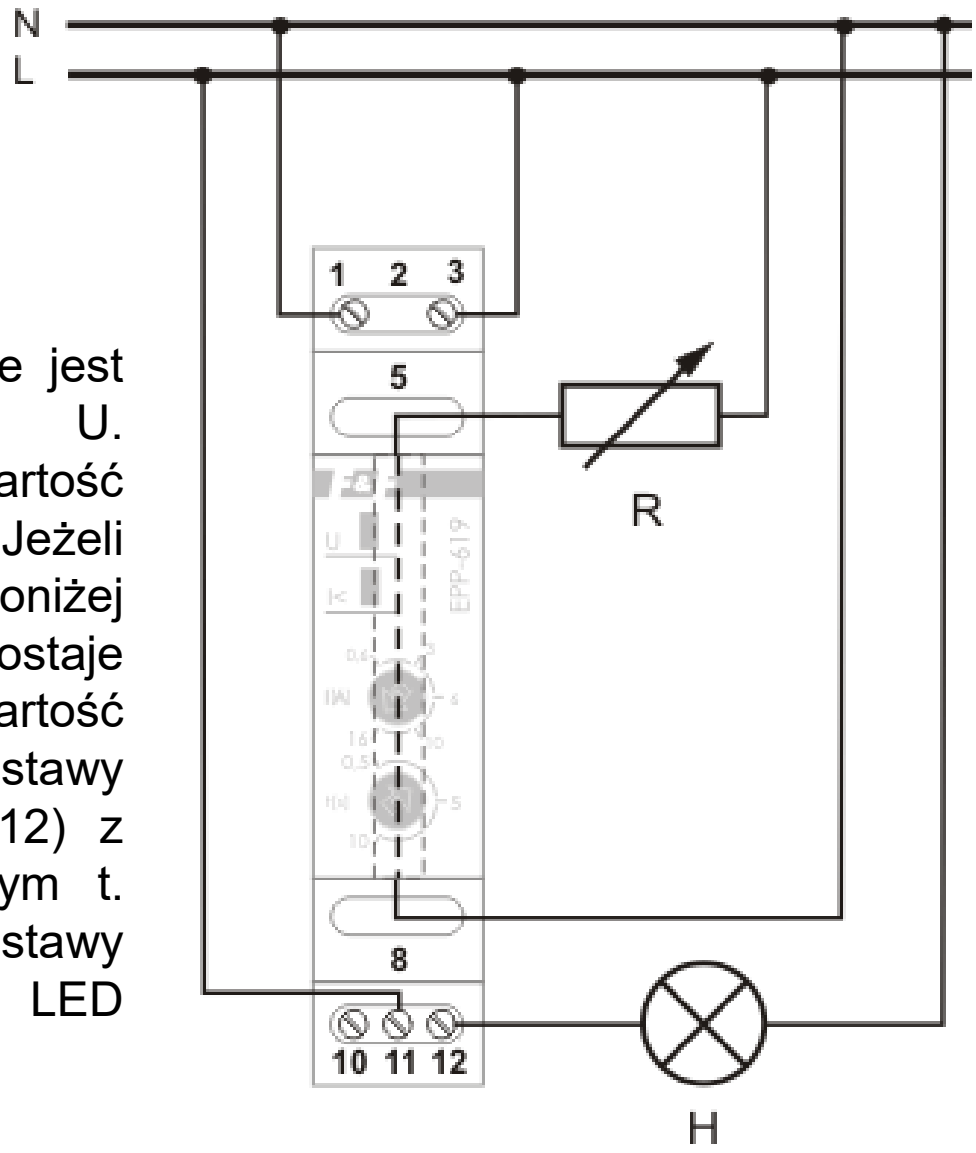





N
L
1
3
5
I
8
10
11
12

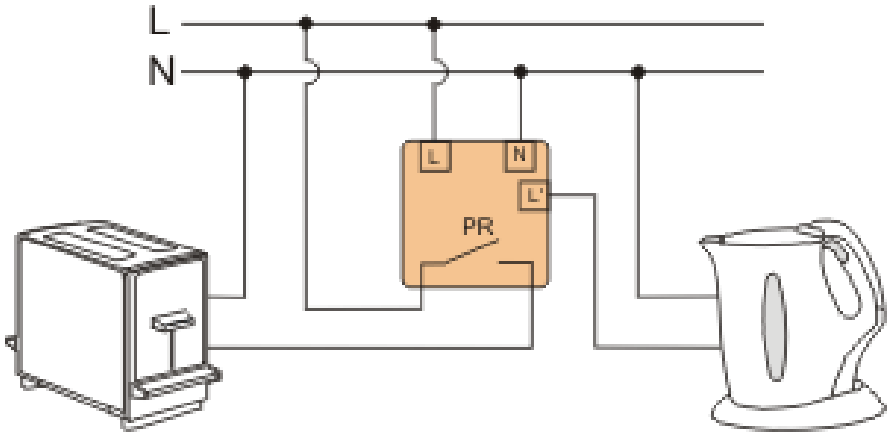

N
L
1 2 3
5
R
EPP-619
8
10 11 12
H

Zasilanie przekaźnika sygnalizowane jest świeceniem LED zielonej U. Potencjometrem nastawiana jest wartość natężenia prądu zadziałania. Jeżeli wartość natężenia prądu jest poniżej nastawionego progu styk pozostaje otwarty (poz. 11-10). Jeżeli wartość natężenia prądu przekroczy próg nastawy styk zostanie zamknięty (poz. 11-12) z nastawionym opóźnieniem czasowym t. Przekroczenie progu nastawy sygnalizowane jest świeceniem LED czerwonej I



Przekaźnik priorytetowy PR-602

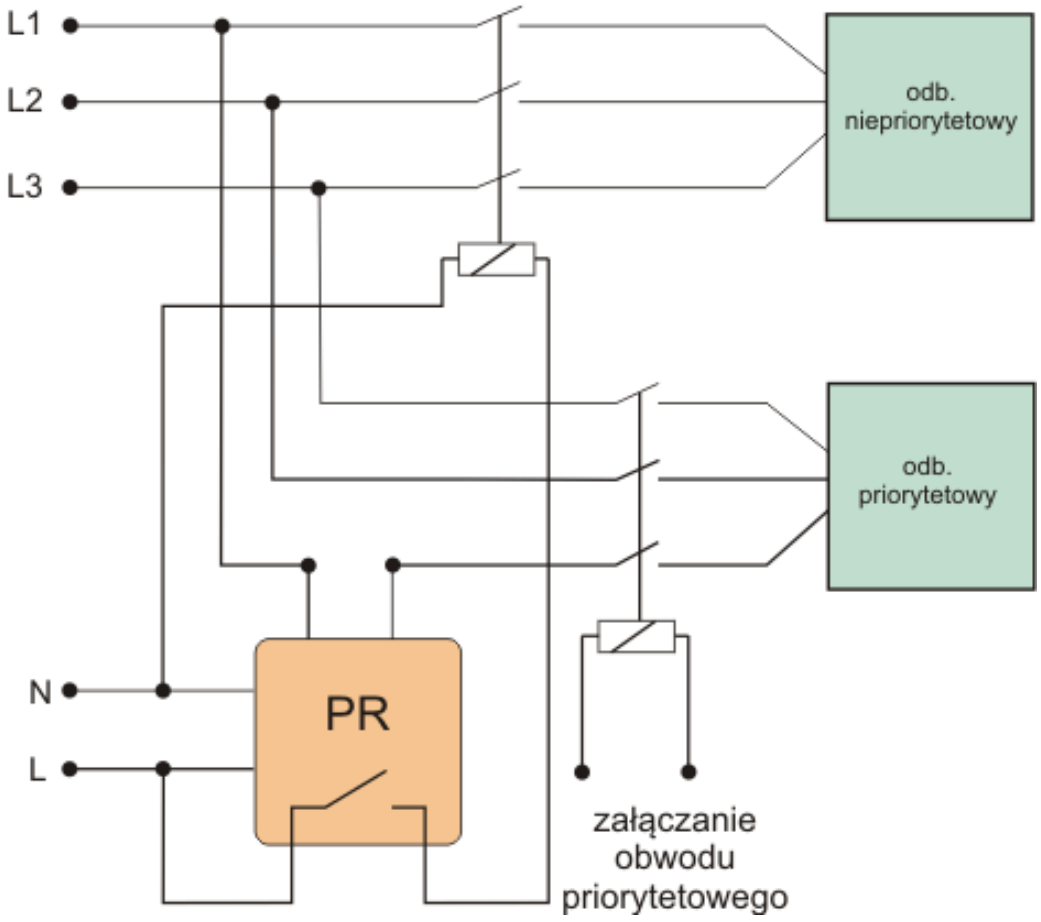
Przekaźniki priorytetowe stosujemy między innymi wtedy, gdy w obwód prądowy podłączone są minimum dwa odbiorniki dużej mocy. Odbiorniki te mogą pracować niezależnie. Ich jednoczesna praca spowodowałaby zadziałanie zabezpieczeń prądowych.
Prąd odbiornika priorytetowego nie może być większy od 16 A.





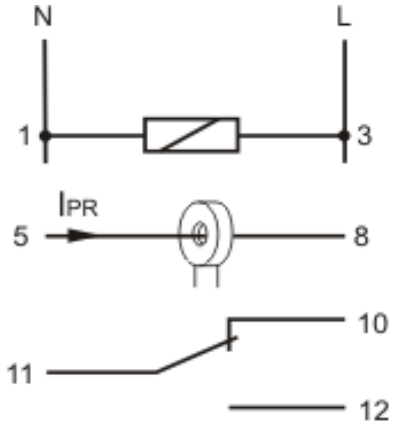
Zastosowanie PR w układzie symetrycznego odbiornika trójfazowego.

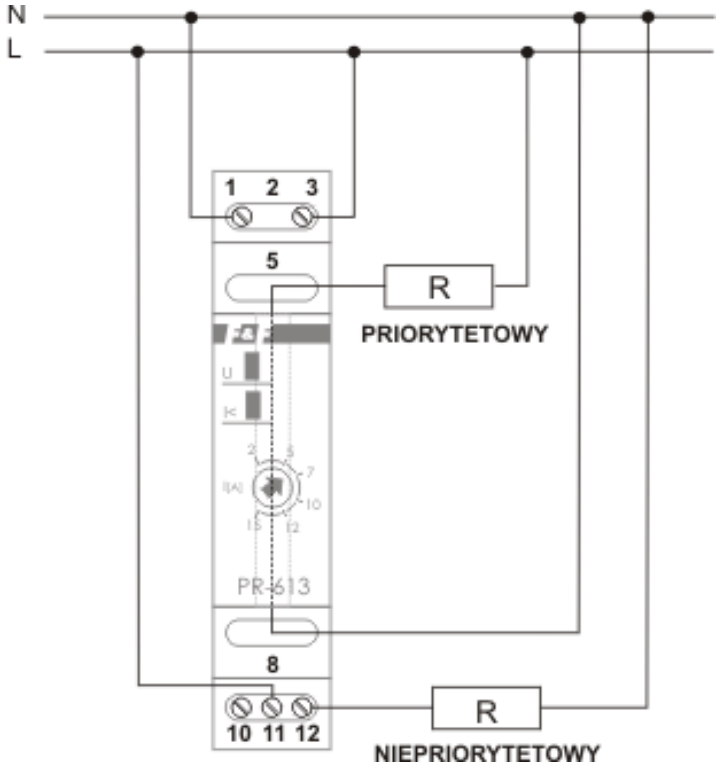
Wszystkie PR stosować możemy dla sieci trójfazowej i odbiorników trójfazowych. W przypadku odb. symetrycznych wystarczy podłączyć tylko jeden przekaźnik PR do dowolnej fazy. Dla odb. niesymetrycznego należy stosować po jednym przekaźniku na każdą z faz z odpowiednio ustawionym progiem zadziałania zależnym od obciążenia danej fazy.

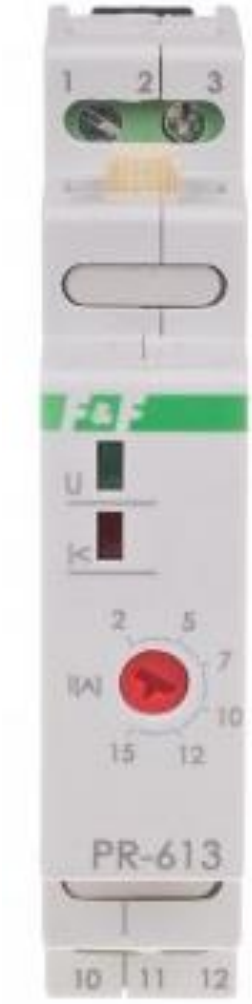


Przekaźnik priorytetowy PR-613

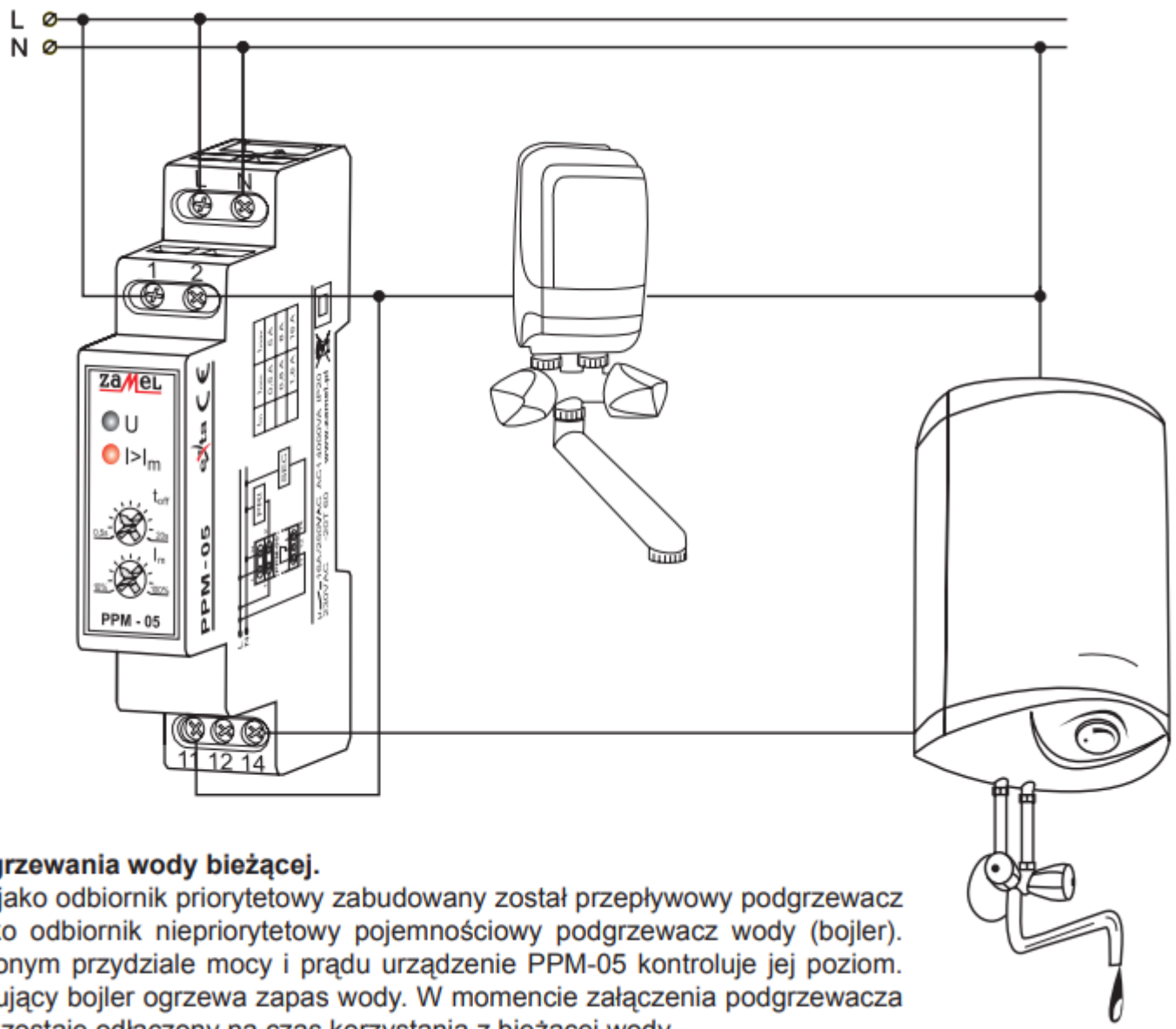
Przekaźniki priorytetowe stosujemy m.in. wtedy, gdy w obwód prądowy podłączone są minimum dwa odbiorniki dużej mocy mogące pracować niezależnie, a ich jednoczesna praca spowodowałaby zadziałanie zabezpieczeń prądowych.







https://youtu.be/qLRLInMtiNA



Układ podgrzewania wody bieżącej.
W układzie jako odbiornik priorytetowy zabudowany został przepływowy podgrzewacz wody, a jako odbiornik nieprioritetowy pojemnościowy podgrzewacz wody (bojler). Przy określonym przydziale mocy i prądu urządzenie PPM-05 kontroluje jej poziom. Ciągle pracujący bojler ogrzewa zapas wody. W momencie załączenia podgrzewacza wody bojler zostaje odłączony na czas korzystania z bieżącej wody.

Ogranicznik poboru mocy OM-630

Ogranicznik poboru mocy OM-630 przeznaczony jest do ciągłej kontroli mocy pobieranej przez odbiorniki podłączone do trójfazowej sieci odbiorczej i umożliwia ich odłączenie w przypadku przekroczenia zadanego poboru mocy.



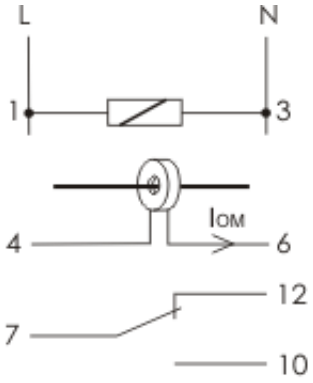
Przekaźnik OM-630 na podstawie ciągłych pomiarów wartości napięć podłączonych do zacisków L1, L2, L3 i N oraz prądów płynących przez wbudowane w przekaźniki prądowe analizuje moc pobieraną przez urządzenia podłączone do linii odbiorczej. W przypadku gdy moc pobierana przez odbiorniki przekracza wartość zadaną przez użytkownika to po czasie TON nastąpi odłączenie przekaźnika K1 i odłączenie obciążenia. Po upłynięciu czasu TOFF przekaźnik K1 załączy się ponownie. Jeżeli pobór mocy jest w dalszym ciągu przekroczony, to po czasie TON nastąpi ponowne odłączenie obciążenia. Sekwencja taka może zostać powtórzona 6 razy, po czym obciążenie zostaje odłączone na 10 min. Po upłynięciu 10 min. przerwy sekwencja rozpoczyna się od początku.
Dodatkowo **ogranicznik** wyposażony jest w funkcję kontroli napięcia zasilania i w przypadku gdy napięcie spadnie poniżej 160 V, lub przekroczy 260 V to nastąpi wyłączenie przekaźnika K1 i odłączenie odbiorników.

Ogranicznik poboru mocy OM-611

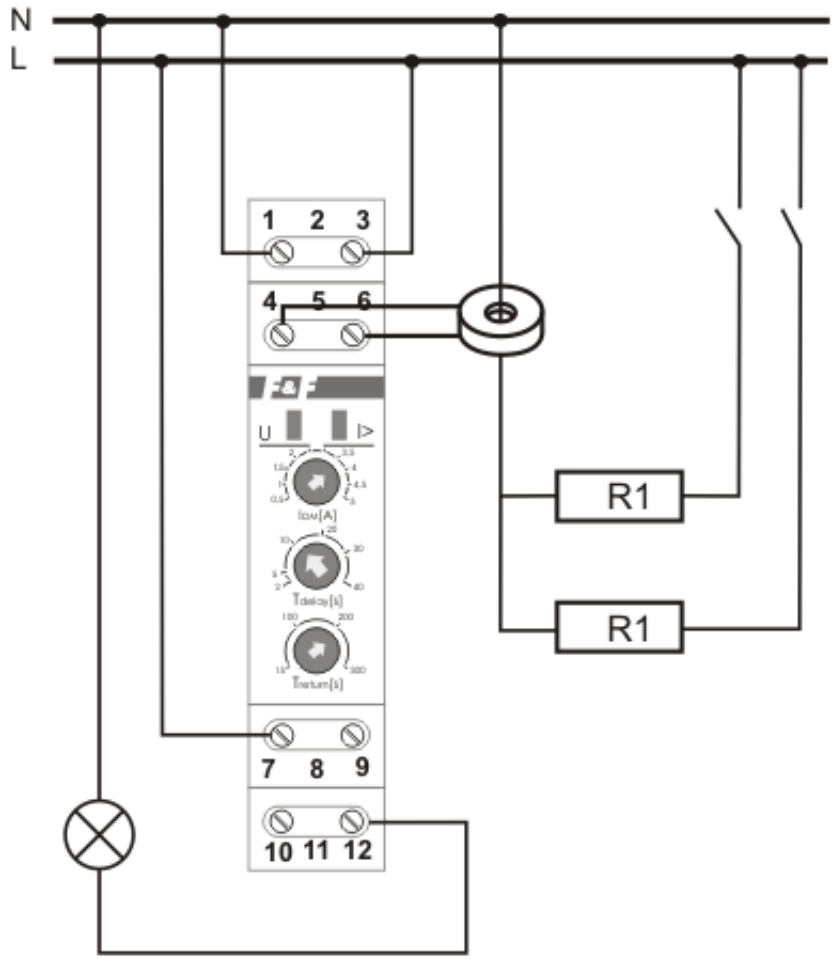
Ogranicznik poboru mocy OM-611 odłączy zasilanie obwodu instalacji jednofazowej w przypadku przekroczenia ustalonej wartości mocy pobieranej przez odbiorniki w obwodzie pomiarowym przekaźnika.

Ogranicznik przystosowany jest do współpracy z przekładnikiem prądowym, którego obwód pierwotny podłączony jest do obwodu mierzonego, a wyjście do zacisków pomiarowych OM, co pozwala na kontrolowanie obwodów o dowolnej obciążalności i ustawienie rzeczywistego progu zadziałania przekaźnika wyższe niż 5 A (IOM). Zakres mierzonego prądu będzie zależny od przekładni przekładnika np. od 5 A do 50 A przy przekładni 10:1 dla przekładnika 50/5 A.





1-3 zasilanie 230V
4-6 wejścia pomiarowe dla obwodu wtórnego przekładnika prądowego
7 wejście styku COM
10 wyjście styku - pozycja "normalnie otwarty"
11 wyjście styku - pozycja "normalnie zamknięty"



Sygnalizacja przekroczenia ustawionego progu prądowego w obwodzie mierzonym.

W 1831 r. **M. Faraday** oraz **Joseph Henry**, niezależnie od siebie, odkryli że przesuwanie magnesu w pobliżu spiralnego przewodu z prądem powoduje przepływ prądu w przewodzie. Ich prace dały początek zastosowaniu zjawisk indukcji elektromagnetycznej. Na tej podstawie skonstruowano generator elektryczny oraz silnik elektryczny (**H. Lenz**). **Faraday** wprowadził pojęcia pola elektrycznego i magnetycznego.

Od 1888 r. **Michał Doliwo – Dobrowolski,** twórca systemu elektrycznego trójfazowego prądu przemiennego, pracował nad zagadnieniami wirującego pola magnetycznego. Był konstruktorem pierwszej w świecie trójfazowej prądnicy prądu przemiennego, trójfazowego silnika indukcyjnego z wirnikiem klatkowym oraz trójfazowego transformatora.

Ten czas pionierskich odkryć i pierwszych konstrukcji urządzeń, uznano za początek rozwoju budowy maszyn elektrycznych.

Maszyna elektryczna jest urządzeniem elektromechanicznym przetwarzającym, za pośrednictwem pola magnetycznego, energię elektryczną w energię mechaniczną lub odwrotnie, z udziałem ruchu.

Przemiany energii elektrycznej na energię elektryczną o innych parametrach, bez udziału ruchu, zachodzą np. w transformatorach i przetwornicach elektrycznych. W transformatorach jak i w maszynach elektrycznych zachodzą zjawiska wspólne, związane z indukcją elektromagnetyczną.

Najliczniejszą grupę maszyn elektrycznych stanowią silniki elektryczne, szeroko stosowane w przemyśle, komunikacji i transporcie, rolnictwie, a także w napędach urządzeń gospodarstwa domowego. Silniki elektryczne prądu przemiennego są obecnie największą grupą odbiorników energii elektrycznej w świecie.

Ze względu na rodzaj prądu i zasadę działania maszyny elektryczne dzieli się na:

1. maszyny prądu przemiennego:
    a) maszyny synchroniczne,
    b) maszyny indukcyjne (asynchroniczne);
        – jednofazowe,
        – trójfazowe,
    c) maszyny komutatorowe prądu przemiennego:
        – jednofazowe,
        – wielofazowe.
2. maszyny prądu stałego.

W zależności od rodzaju energii przetwarzanej, każda maszyna elektryczna może pracować jako prądnica lub silnik (bez zasadniczych zmian konstrukcyjnych).

Z tego względu rozróżnia się:

1. **Prądnice** – przetwarzające energię mechaniczną na elektryczną;
2. **Silniki** – przetwarzające energię elektryczną na mechaniczną;
3. **Przetwornice** – przetwarzają energię elektryczną na taką samą energię lecz o innych parametrach, np. przetwornice: prądu, napięcia, częstotliwości.

Rodzaje pracy maszyn elektrycznych

Zgodnie z PN-EN 60034-1:2009 Maszyny elektryczne wirujące — Część 1: Dane znamionowe i parametry, znamionowy rodzaj pracy maszyny jest określany w postaci symbolu składającego się z litery S i cyfr od 1 do 10.

Wyróżnia się następujące rodzaje pracy maszyn elektrycznych:

S1 - praca ciągła; praca ze stałym obciążeniem, trwającym do osiągnięcia stanu równowagi cieplnej. Przyrosty temperatury czynnych części maszyny nie większe niż 2^{o}C w ciągu godziny);

S2 - praca dorywcza; praca ze stałym obciążeniem trwającym krócej niż czas potrzebny do osiągnięcia równowagi cieplnej oraz następującym później postojem trwającym tak długo, aż maszyna stanie się praktycznie zimna. Znormalizowany czas pracy wynosi: 10, 30, 60 i 90 minut;

S3 - praca okresowa przerywana; praca z następującymi po sobie identycznymi okresami pracy. Każdy z tych okresów obejmuje czas pracy ze stałym obciążeniem i czas postoju. Dla tego rodzaju pracy względny czas pracy wynosi: 15, 25, 40 i 60 minut;

S4 - praca okresowa przerywana z rozruchem; praca z następującymi po sobie identycznymi okresami pracy, z których każdy obejmuje znaczący (ze względów cieplnych) czas rozruchu, czas pracy z obciążeniem stałym i czas postoju;

S5 - praca okresowa przerywana z hamowaniem elektrycznym; praca z następującymi po sobie identycznymi okresami pracy, z których każdy obejmuje czas rozruchu, czas pracy z obciążeniem stałym, czas hamowania elektrycznego i czas postoju,

S6 - praca okresowa długotrwała z przerywanym obciążeniem; praca z następującymi po sobie identycznymi okresami pracy, z których każdy obejmuje czas pracy z obciążeniem stałym i czas pracy przy biegu jałowym. W tym przebiegu nie występuje czas postoju;

S7 - praca okresowa długotrwała z hamowaniem elektrycznym; praca z następującymi po sobie identycznymi okresami pracy, z których każdy obejmuje czas rozruchu, czas pracy z obciążeniem stałym i czas hamowania elektrycznego. W tym przebiegu nie występuje czas postoju,

S8 - praca okresowa długotrwała ze zmianami prędkości obrotowej; praca z następującymi po sobie identycznymi okresami pracy, z których każdy obejmuje czas z obciążeniem stałym odpowiadającym określonej uprzednio prędkości obrotowej i jednego lub kilku czasów pracy z innymi obciążeniami odpowiadającym innym prędkościom obrotowym. Jest to praca z następującymi po sobie identycznymi okresami pracy, z których każdy obejmuje czas rozruchu, czas pracy z obciążeniem stałym;

S9 - praca z nieokresowymi zmianami obciążenia i prędkości obrotowej; praca, przy której obciążenie i prędkość obrotowa zmieniają się na ogół nieokresowo w dopuszczalnym zakresie pracy. Ten przebieg pracy obejmuje często przeciążenia, które mogą znacznie przekraczać obciążenie odniesienia;

S10 - praca z określonymi obciążeniami stałymi; praca obejmująca nie więcej niż cztery określone wartości obciążenia (lub obciążenia równoważnego), z których przy każdej wartości obciążenia trwającego dostatecznie długo maszyna może osiągnąć równowagę cieplną. Minimalne obciążenie w pewnym okresie pracy może mieć wartość równą zero.

Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy maszyn elektrycznych

Obudowa maszyny elektrycznej chroni obsługę przed dotknięciem zarówno części będących pod napięciem, jak i części ruchomych znajdujących się we wnętrzu maszyny lub osłony. Chroni również maszynę przed przedostaniem się do jej wnętrza obcych ciał stałych i wody.

Wymagania stawiane obudowom maszyn elektrycznych są określone w następujących normach:
PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP);
PN-EN 60529:2003/A2:2014-07 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP);
PN-EN 60034-5:2004 Maszyny elektryczne wirujące – Część 5: Stopnie ochrony zapewniane przez rozwiązania konstrukcyjne maszyn elektrycznych wirujących (kod IP) - Klasyfikacja oraz
PN-EN 60034-5:2004/A1:2009, Maszyny elektryczne wirujące – Część 5:Stopnie ochrony zapewniane przez rozwiązania konstrukcyjne maszyn elektrycznych wirujących (kod IP) – Klasyfikacja.

Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy maszyn elektrycznych oznacza się symbolem IP (ang. international protection) oraz dwoma cyframi, które określają cechy obudowy odpowiadające stopniom ochrony, przy czym:

a) przed dotknięciem części pod napięciem lub części ruchomych oraz przed dostaniem się ciał stałych (pierwsza cyfra oznaczenia);

b) przed przedostaniem sie wody do wnętrza maszyny (druga cyfra).

1) Kod IP oznaczony czerwonym drukiem – osłony do pomieszczeń wilgotnych;
2) Kod IP napisany kursywą – osłony do pomieszczeń mokrych

Brak ochrony	Ochrona przed dotknięciem zarówno części będących pod napięciem, jak i części ruchomych znajdujących się we wnętrzu maszyny lub osłony, a także ochrona maszyny przed przedostawaniem się do jej wnętrza: obcych ciał stałych większych niż:				pyłu		Ochrona przed przedostawanie się wody	
	50 mm	12,5 mm	2,5 mm	1 mm	pyłoodporna	pyłoszczelna		
IP0X	IP1X	IP2X	IP3X	IP4X	IP5X	IP6X		
IP00	IP10	IP20	IP30	IP40	IP50	IP60	IPX0	brak ochrony
IP01	IP11	IP21	IP31	IP41			IPX1	spadające krople
IP02	IP12	IP22	IP32	IP42			IPX2	spagające strugi wody
IP03		IP23	IP33	IP43			IPX3	deszcz
			IP34	*IP44*	IP54		IPX4	rozbryzgi
					IP55	*IP65*	IPX5	strumienie
						IP66	IPX6	fale
					IP57	*IP67*	IPX7	zanurzenie ≤1m
						IP68	IPX8	zanurzenie > 1m
-- pierwsza cyfra --							-- druga cyfra --	

Warunki doboru silników elektrycznych

W celu zapewnienia odpowiedniej niezawodności i trwałości pracy silników w całym okresie eksploatacji należy silnik dobrać do przewidywanych warunków pracy. Należy przy tym uwzględnić zarówno warunki środowiskowe, jak i warunki jakie wymusza praca układu napędowego.

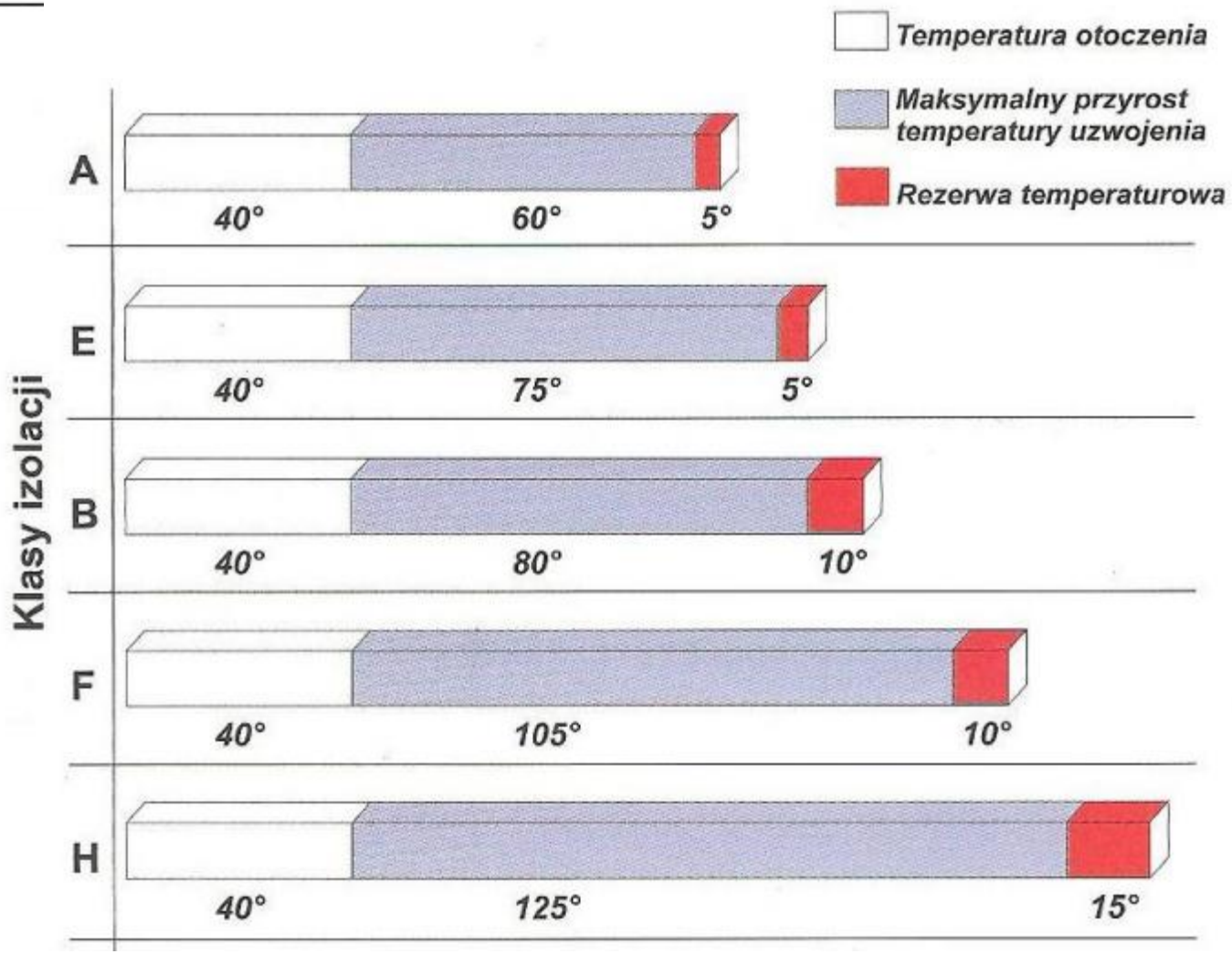
Przy doborze silnika elektrycznego należy również uwzględnić:

- warunki pracy maszyny roboczej w stanach statycznych i dynamicznych,
- cykl pracy silnika napędowego,
- tolerancję zmian warunków zasilania,
- wymagany moment rozruchowy i przeciążalność momentem,
- rodzaj konstrukcji silnika (sposób mocowania i układ pracy).

Bardzo istotnym kryterium przy doborze silników elektrycznych jest kryterium nieprzekroczenia dopuszczalnego przyrostu temperatury uzwojeń silnika dla zastosowanej klasy izolacji.
W silnikach elektrycznych stosowane są materiały izolacyjne klasy A, E, B, F i H.
Do wyznaczania temperatury lub jej przyrostu drogą pomiarów stosowane są metody: rezystancyjna (oporowa), wbudowanych czujników temperatury, termometrowa oraz superpozycji.

Symbole klas ciepłoodporności (dopuszczalne temperatury izolacji dla temperatury otoczenia 40°C)

Symbol	Temperatura [° C]
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180



Każdy rodzaj obudowy maszyny charakteryzuje określony stopień ochrony.

Stosowane rodzaje obudowy maszyn elektrycznych (oznaczone literami w nawiasach) i odpowiadające im stopnie ochrony są następujące:

– obudowa otwarta **(A)** – IP00, IP10,
– obudowa chroniona **(B)** – IP12, IP22,
– obudowa okapturzona **(C)** – IP23, IP33,
– obudowa zamknięta **(Z)** – IP55, IP56, IP44,
– obudowa wodoszczelna **(W)** – IP57, IP58,
– obudowa głębinowa **(G)** – IP67, IP68.

Stopień ochrony tabliczki zaciskowej często jest wyższy niż stopień ochrony całej maszyny. Z podwyższonym stopniem ochrony są standardowo wykonywane silniki o przeznaczeniu specjalnym, np. silniki wysokiego napięcia dla energetyki.

Do napędu pomp głębinowych stosuje sie specjalne konstrukcje silników przystosowanych do pracy przy trwałym zanurzeniu w wodzie.

Odrębną grupę maszyn stanowią silniki budowy okapturzonej o stopniu ochrony:
a) wnętrza IP23,
b) skrzynki zaciskowej IP55, przeznaczone do pracy w pomieszczeniach zamkniętych o stosunkowo niewielkim zapyleniu: 2mg/m^3.

Maszyny przeznaczone do pracy w środowisku zagrożonym wybuchem mają specjalne konstrukcje obudów.

Rozróżnia się trzy zasadnicze rodzaje konstrukcji:

a) z osłoną ognioszczelną – oznaczenie Exd,
b) o budowie wzmocnionej – Exe,
c) z osłoną gazową z nadciśnieniem – Exp.

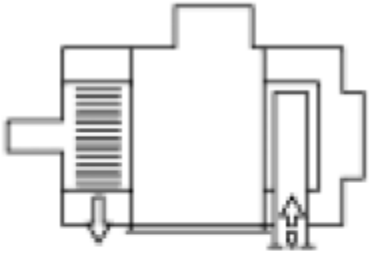
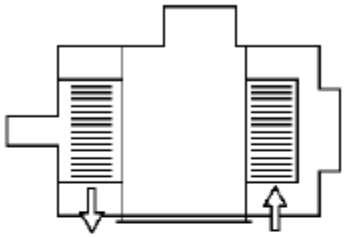
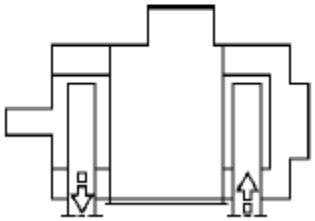
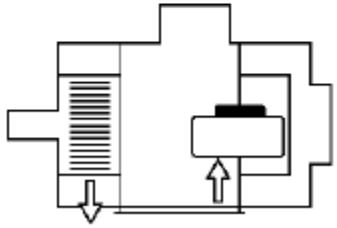


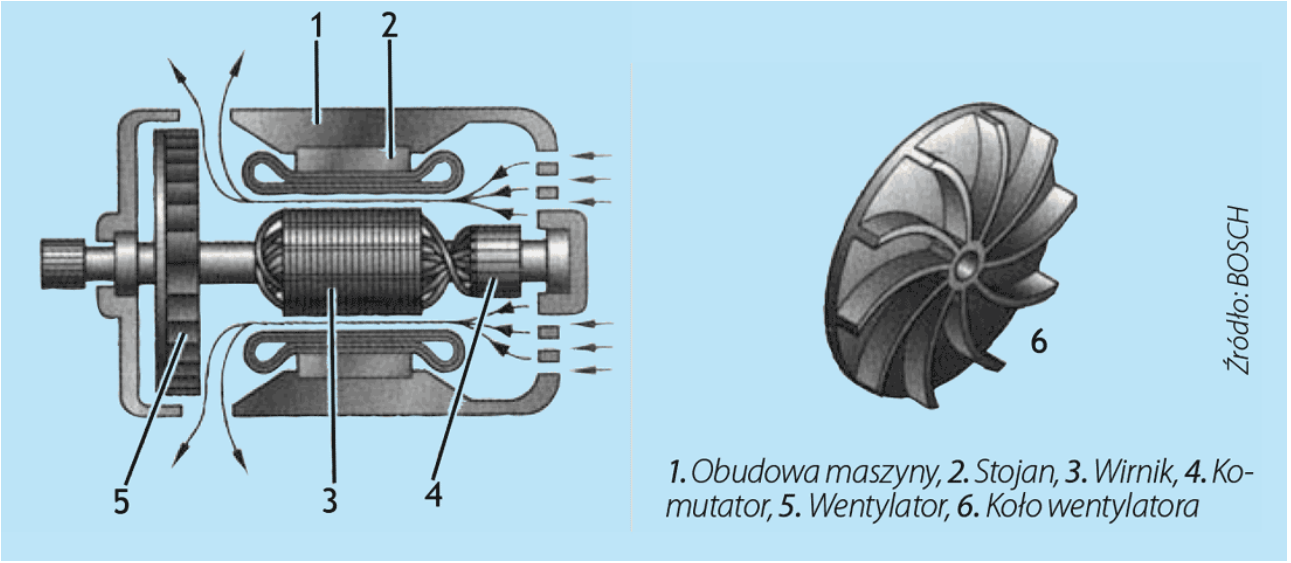
Chłodzenie maszyny może być stosowane:
w obiegu otwartym – gdy czynnik chłodzący jest pobierany i po ochłodzeniu maszyny oddawany do otoczenia; występuje ciągła wymiana czynnika chłodzącego,
w obiegu zamkniętym – jeżeli czynnik chłodzący krąży pomiędzy maszyną a chłodnicą; w procesie chłodzenia bierze udział stale ta sama ilość czynnika chłodzącego.

Sposób chłodzenia maszyn elektrycznych określa norma PN-EN 60034-6:1999 Maszyny elektryczne wirujące — Sposoby chłodzenia (kod IC).

Do oznaczania sposobów chłodzenia stosuje się symbole składające się z liter **IC** i następującej po nich litery oznaczającej czynnik chłodzący:

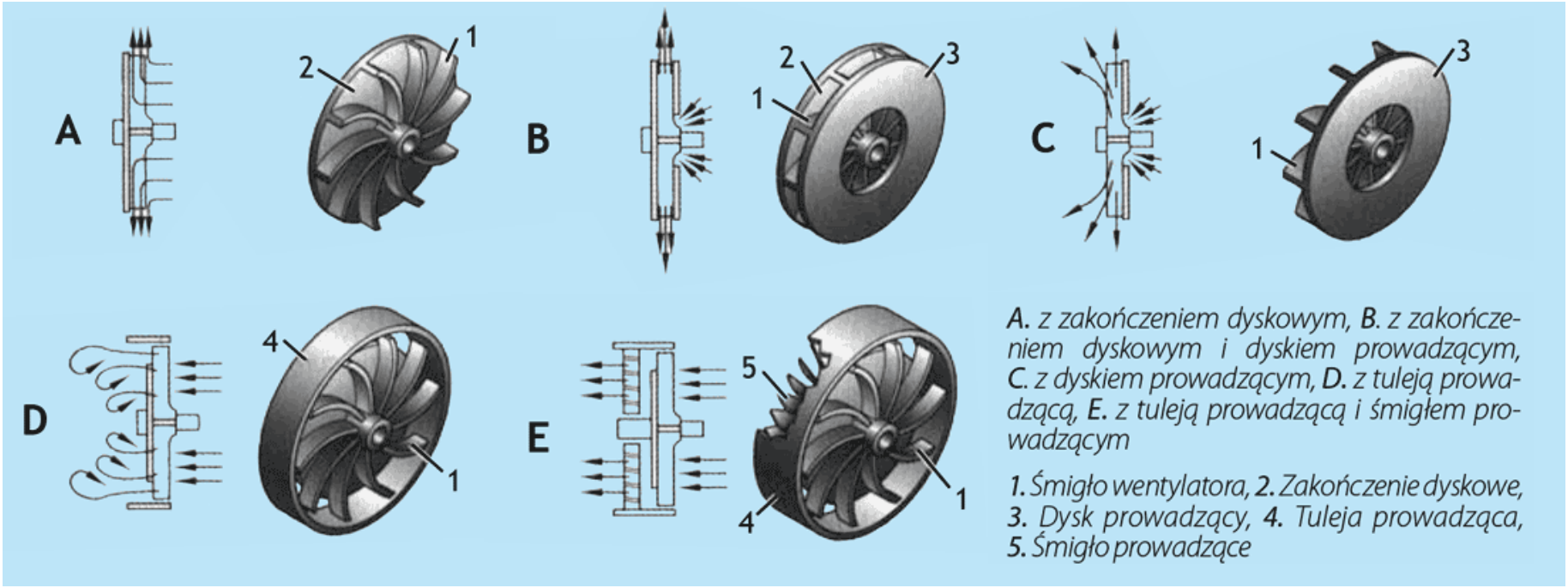
A – powietrze,
H – wodór,
W – woda,
U – olej, oraz
dwóch cyfr, z których:
– pierwsza oznacza układ obwodu wentylacyjnego,
– druga – sposób wprowadzenia go w ruch.

IC01 Wentylacja własna, wnętrze silnika jest chłodzone bezpośrednio przepływającym przez jego wnętrze powietrzem otoczenia zewnętrznego		IC17 Chłodzenie zewnętrzne Silnik z wbudowanym wentylatorem dochłodzenia powietrzem	
IC06 Chłodzenie zewnętrzne silnik chłodzony zewnętrznie obcym strumieniem powietrza		IC37 Chłodzenie zewnętrzne silnik do oddzielnego chłodzenia i oddzielnym wlotem powietrza	



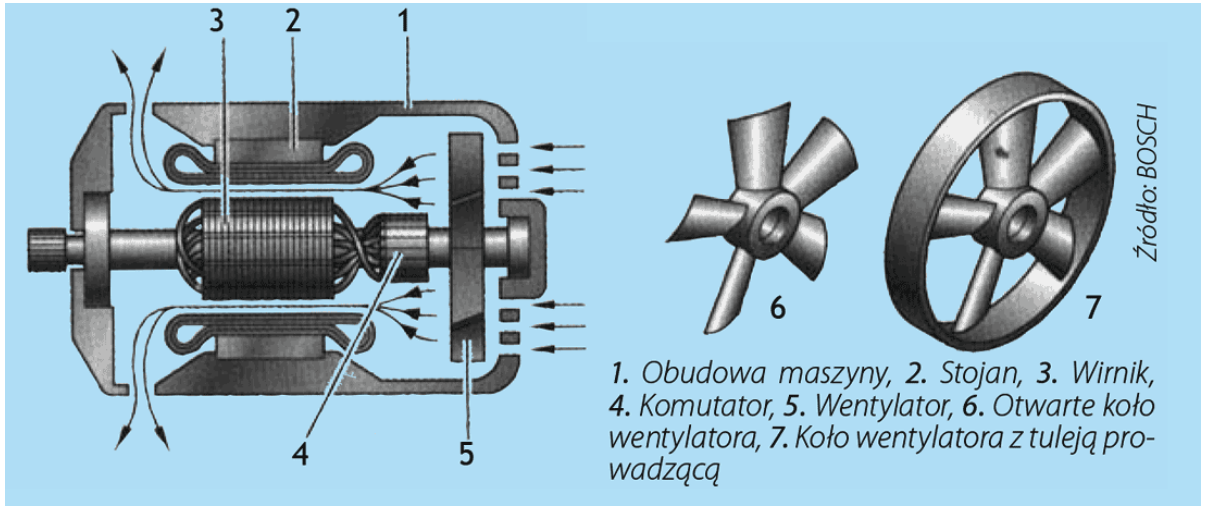
1. Obudowa maszyny, 2. Stojan, 3. Wirnik, 4. Komutator, 5. Wentylator, 6. Koło wentylatora

Źródło: BOSCH



A. z zakończeniem dyskowym, B. z zakończeniem dyskowym i dyskiem prowadzącym, C. z dyskiem prowadzącym, D. z tuleją prowadzącą, E. z tuleją prowadzącą i śmigłem prowadzącym

1. Śmigło wentylatora, 2. Zakończenie dyskowe, 3. Dysk prowadzący, 4. Tuleja prowadząca, 5. Śmigło prowadzące



1. Obudowa maszyny, 2. Stojan, 3. Wirnik, 4. Komutator, 5. Wentylator, 6. Otwarte koło wentylatora, 7. Koło wentylatora z tuleją prowadzącą

Źródło: BOSCH

MASZYNY INDUKCYJNE

Maszyny indukcyjne charakteryzują się prostą budową, dobrymi właściwościami ruchowymi i łatwością obsługi. Te cechy, oraz stosunkowo niewysoka cena, decydują o ich szerokim zastosowaniu w energetyce, budownictwie, rolnictwie, transporcie, gospodarce komunalnej oraz w przemysłowych procesach technologicznych.

Jednofazowe silniki indukcyjne są powszechnie stosowane w urządzeniach gospodarstwa domowego, urządzeniach technologicznych małej mocy, rzemiośle oraz rolnictwie, a także w pomocniczych napędach przemysłowych.

Wykorzystywanie elementów półprzewodnikowych mocy w sterowaniu pracą silników prądu przemiennego pozwala na łagodne włączanie i hamowanie silników indukcyjnych, natomiast możliwość współpracy z systemami komputerowymi przyczynia się do stosowania nowoczesnych rozwiązań układów sterowania silnikami w układach napędowych o regulowanej i nieregulowanej prędkości obrotowej.

Każda maszyna indukcyjna może pracować jako silnik lub jako prądnica. Znacznie szersze zastosowanie w gospodarce mają silniki indukcyjne stosowane najczęściej w energetyce, małych elektrowniach (wodnych) lub w agregatach prądotwórczych.

Podział maszyn indukcyjnych

Maszyny indukcyjne (asynchroniczne) wirujące dzieli się:

1) ze względu na sposób wykonania obwodów elektrycznych wirnika, na maszyny o wirniku:

a) Pierścieniowym – z uzwojeniem symetrycznym wielofazowym, połączonym za pomocą pierścieni ślizgowych, np. z rozrusznikiem lub ze źródłem zasilania,
b) b) klatkowym – w którym obwody elektryczne wielofazowe wykonane są z połączonych prętów oraz pierścieni odlewanych lub spawanych,
c) c) pierścieniowo – klatkowym – z uzwojeniem fazowym przyłączonym do pierścieni ślizgowych oraz uzwojeniem klatkowym (stosowane jako silniki o mocy większej niż 1 MW);

2) ze względu na zakres parametrów znamionowych, na maszyny indukcyjne:

a) niskiego napięcia – o mocy nie większej niż 300 kW,
b) wysokiego napięcia – o mocy nie mniejszej niż 160 kW,
c) o częstotliwości 50 – 60 Hz, lub o częstotliwości zwiększonej np. 150 albo 400 Hz
d) o częstotliwości do 3500 Hz – silniki do technologii wysokoobrotowej;

3) ze względu na sposób zasilania, na maszyny indukcyjne:
a) jednofazowe – o mocy do 2 kW,
b) dwufazowe – stosowane jako silniki wykonawcze w grupie maszynowych elementów automatyki,
c) trójfazowe – najpowszechniej stosowane,
d) o liczbie faz większej niż 3, stosowane w wielofazowych układach przekształtnikowych;

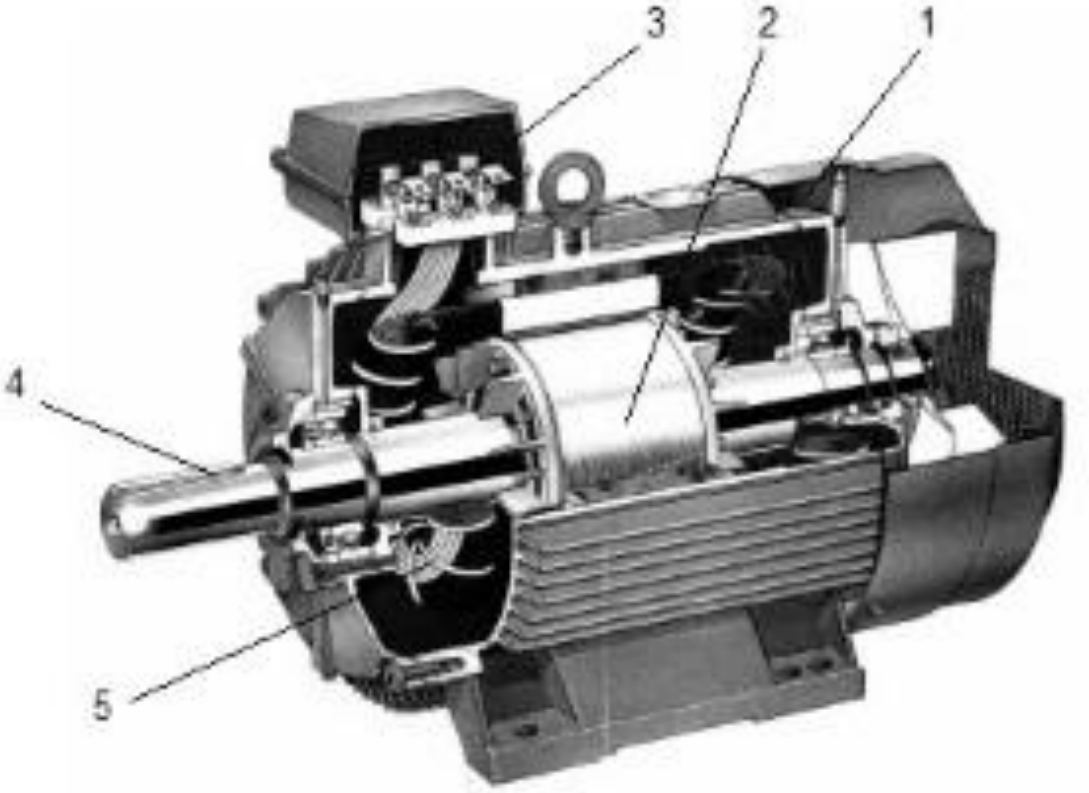
4) ze względu na rodzaj ruchu, na maszyny indukcyjne:
a) wirujące,
b) liniowe;

5) ze względu na sposób przystosowania do warunków środowiskowych i napędowych, o określonym:
a) stopniu ochrony,
b) rodzaju wykonania,
c) układzie chłodzenia.

Silniki indukcyjne o ruchu innym niż obrotowy stosowane są jako silniki: liniowe, oscylacyjne, wahadłowe, lub o stojanie innym niż cylindryczny, np. łukowym, do napędu pieców obrotowych w cementowniach.

Budowa maszyn indukcyjnych

Silnik indukcyjny składa się z części nieruchomej w kształcie walca, zwanej **stojanem,** i części ruchomej zwanej **wirnikiem,** także w kształcie walca



Oznaczenia:
1 – stojan,
2 – wirnik,
3 – tabliczka zaciskowa,
4 – wał silnika,
5 – uzwojenie stojana.

Obwód magnetyczny – tworzą rdzenie stojana i wirnika, wykonane w formie pakietu z blach odizolowanych od siebie o ok.0,5 mm. Stojan i wirnik są oddzielone od siebie szczeliną powietrzną o grubości rzędu kilku dziesiątych mm w małych maszynach i od 1 do 3 mm w dużych (pow. 20 kW). Na całym obwodzie rdzenia stojana i wirnika wycina sie rowki o specjalnym kształcie, zwane żłobkami, w których umieszcza sie uzwojenia. Rdzeń stojana umieszcza sie w kadłubie maszyny, natomiast rdzeń wirnika – w maszynach małej mocy na wale, natomiast w maszynach o dużych mocach na piaście.

Obwód elektryczny stojana silnika trójfazowego – składa się z trzech oddzielnych uzwojeń zwanych fazami, które w czasie pracy są połączone w gwiazdę lub w trójkąt. W małych silnikach stosuje się w stojanie uzwojenia jednofazowe lub dwufazowe. Uzwojenia stojanów wykonuje się z izolowanego drutu nawojowego, dodatkowo impregnowanego i usztywnionego. Uzwojenia są odizolowane od rdzenia izolacją żłobkową, zabezpieczone przed wypadaniem ze żłobka za pomocą klinów.

Rodzaje budowy wirników silników indukcyjnych

W praktyce maszyny asynchroniczne stosowane są jako silniki indukcyjne, które ze względu na rodzaj wirnika dzieli się na:

− klatkowe,
− pierścieniowe.

Uzwojenie wirnika klatkowego jest wykonane z nieizolowanych prętów (miedzianych, aluminiowych, mosiężnych lub brązowych) o dużym przekroju, całkowicie wypełniających żłobek, połączonych po obu stronach wirnika pierścieniami zwierającymi

Obwód magnetyczny wirnika wykonany jest w postaci pakietu blach stalowych z dodatkiem krzemu, wzajemne od siebie odizolowanych, złożonych w pakiet jedna na drugą. Obwód elektryczny wirnika jest zawsze zwarty (stąd nazwa silnika). Klatka stanowi uzwojenie wielofazowe o liczbie faz równej liczbie prętów, z których jest wykonana.

Wirnik z uzwojeniem klatkowym silnika indukcyjnego

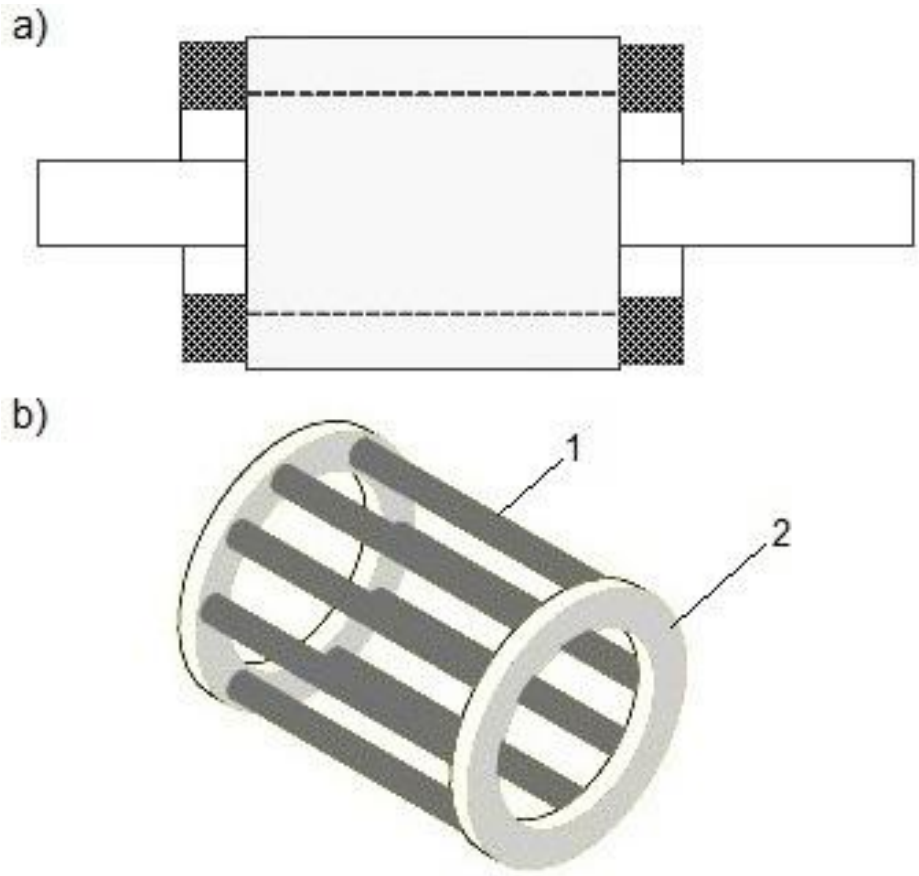
a) przekrój wirnika klatkowego,

b) uzwojenie klatkowe, wirnika

Oznaczenia:

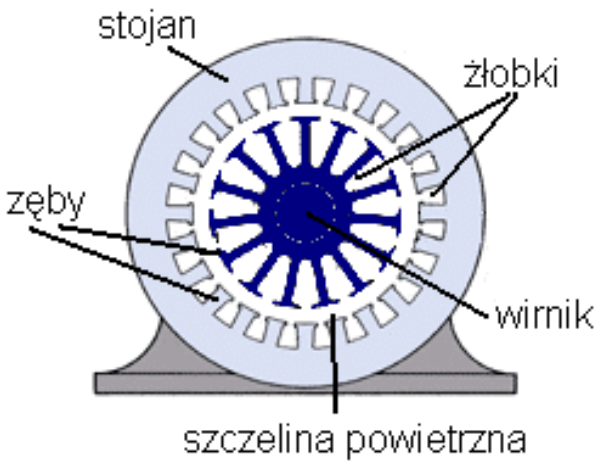
1- pręty,

2 – pierścień zwierający czołowy

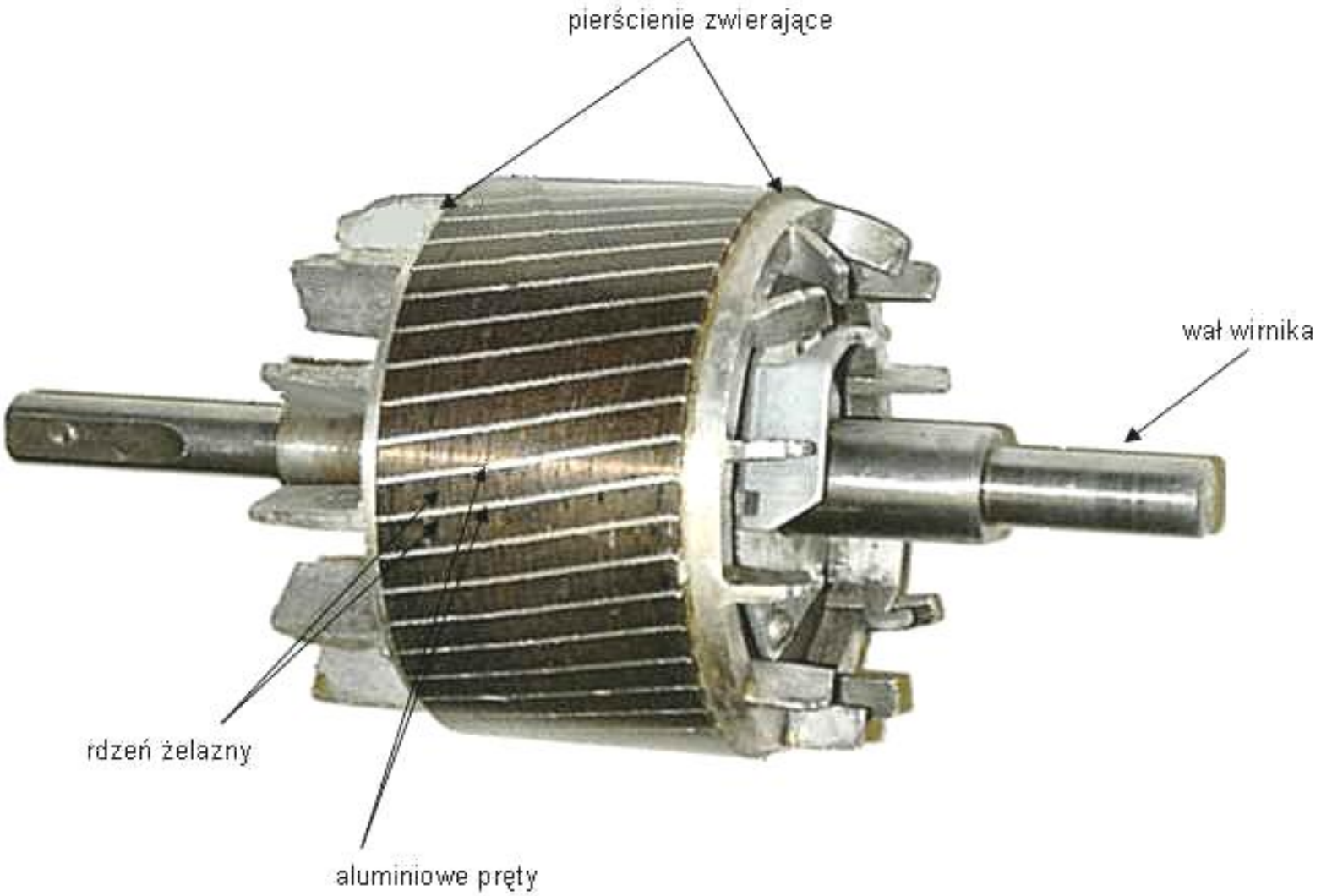




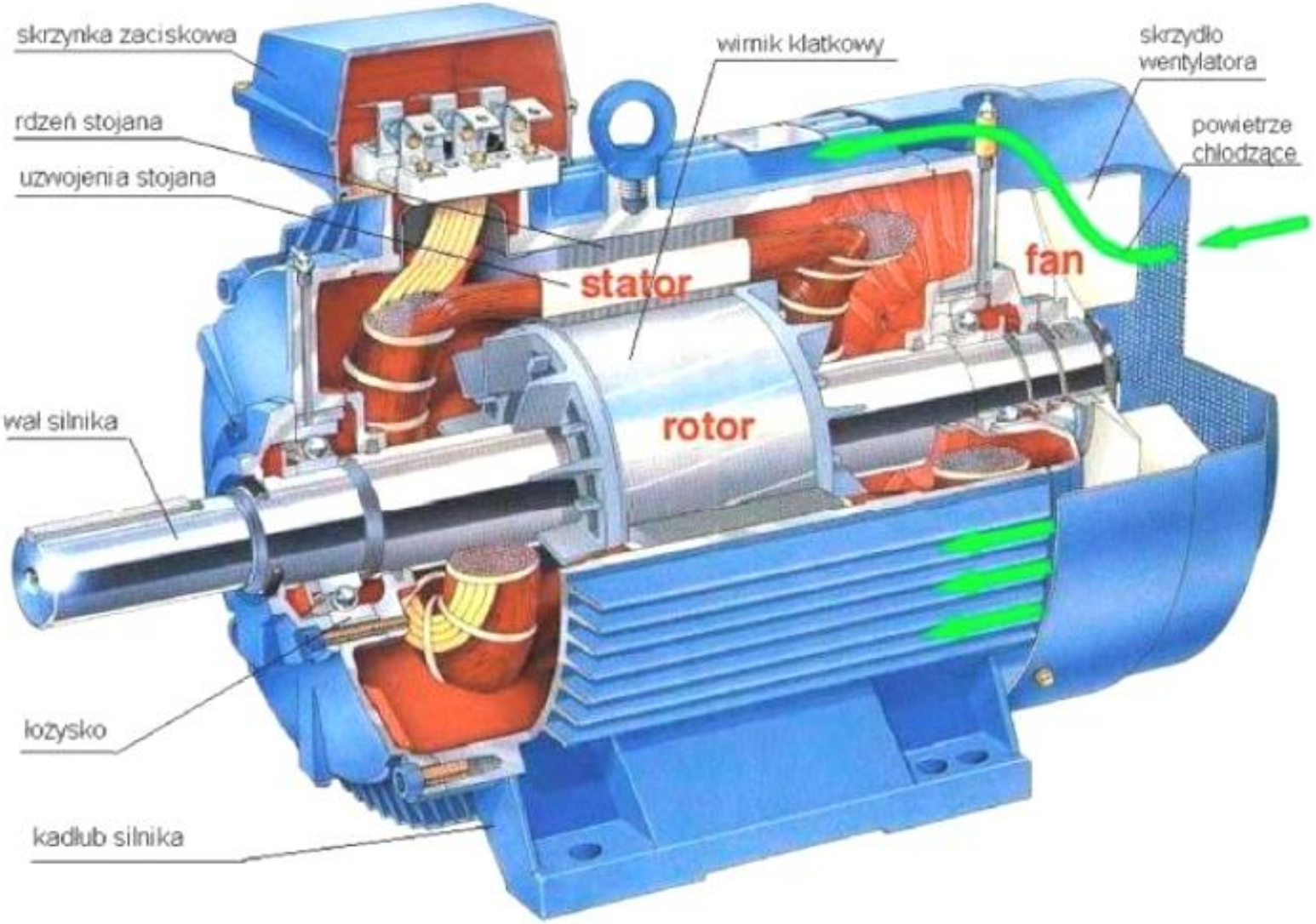



stojan
żłobki
zęby
wirnik
szczelina powietrzna




pierścienie zwierające
wał wirnika
rdzeń żelazny
aluminiowe pręty

Budowa wewnętrzna silnika klatkowego



RODZAJE PRACY MASZYNY INDUKCYJNEJ

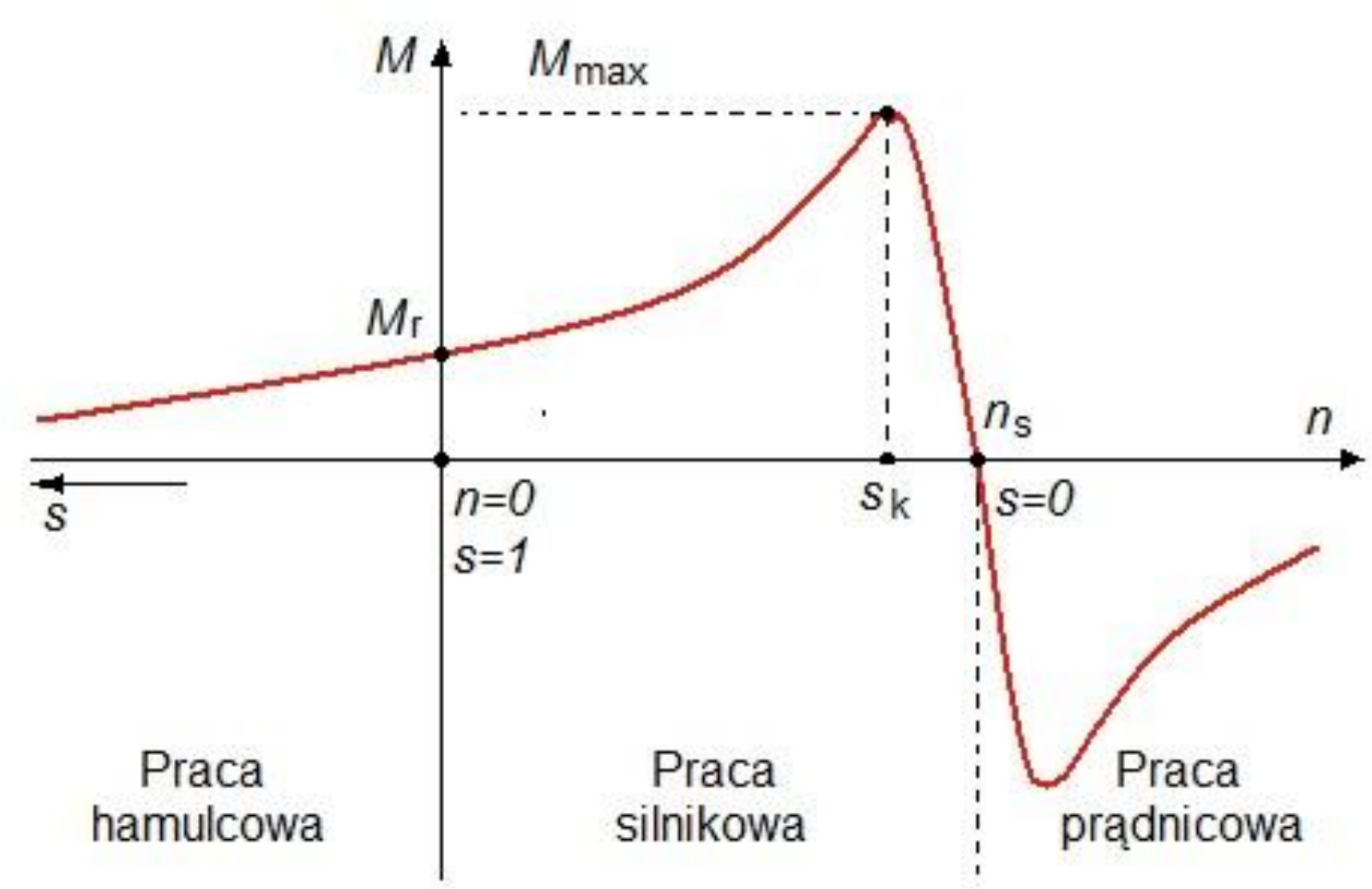
W zależności od rodzaju przetwarzanej energii każda maszyna elektryczna może pracować jako prądnica lub silnik (bez zasadniczych zmian konstrukcyjnych).

Z tego względu rozróżnia się następujące rodzaje pracy maszyny indukcyjnej:

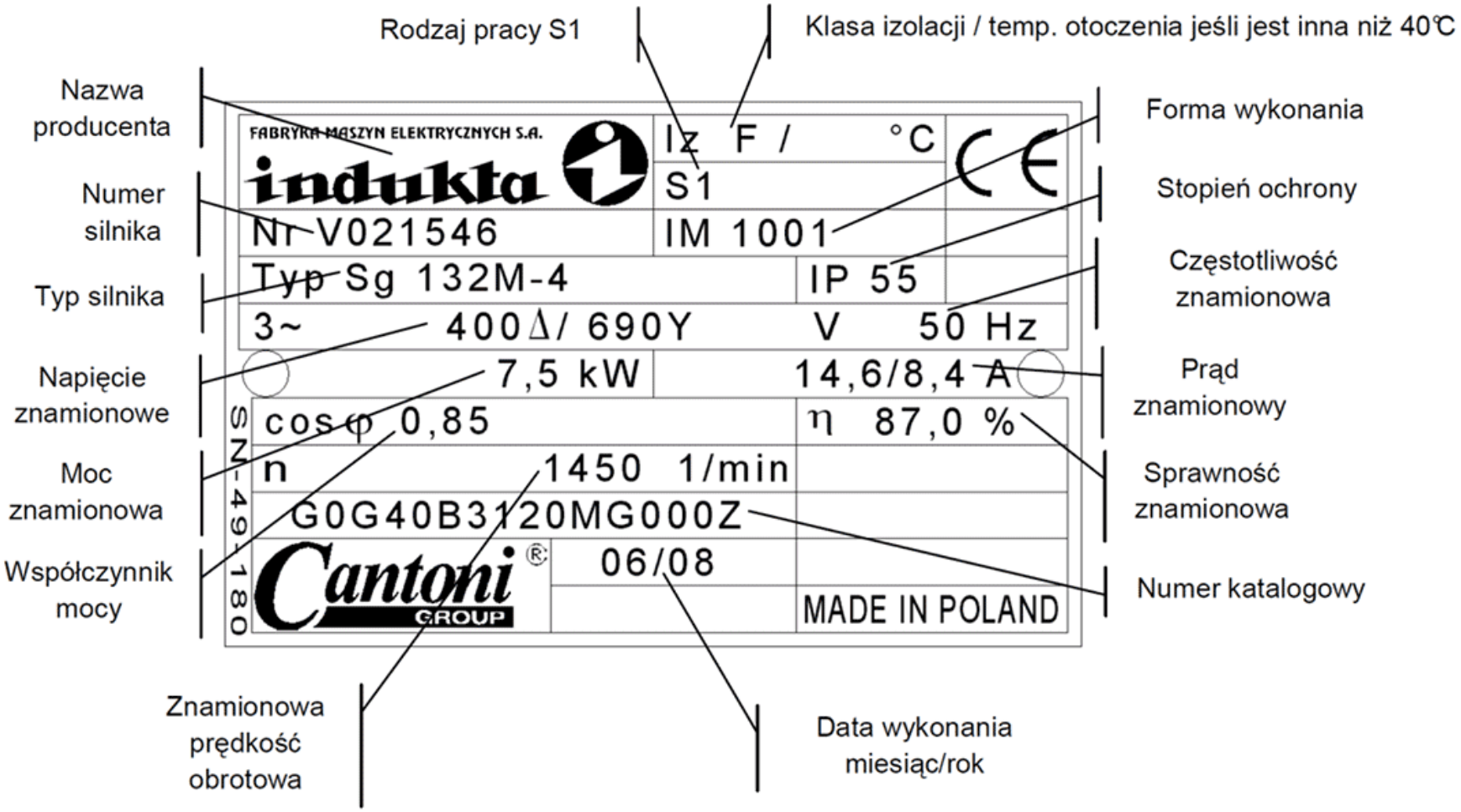
1) Praca prądnicowa – przetwarzająca energię mechaniczną na elektryczną;
2) Praca silnikowa – przetwarzająca energię elektryczną na mechaniczną;
3) Przetwornice – przetwarzają energię elektryczną na taka samą energię, lecz o innych parametrach, np. przetwornice: częstotliwości, napięcia, prądu.

Pod wpływem indukowanego w zamkniętym uzwojeniu wirnika napięcia E_{20} (SEM), popłynie w tym uzwojeniu prąd. Oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem powoduje powstanie momentu elektromagnetycznego (M). Jeżeli wytworzony moment osiągnie wartość większą niż moment obciążenia (moment hamujący – M_h), pochodzący od napędzanej maszyny roboczej oraz tarcia, to wirnik zacznie sie obracać. Maszyna pracuje jako silnik przetwarzając pobraną z sieci energię elektryczną na energię mechaniczną. W stanie obciążenia silnika momentem znamionowym wirnik wiruje z prędkością mniejszą od prędkości synchronicznej.

Rodzaje pracy maszyny indukcyjnej



Objaśnienia symboli na tabliczce znamionowej.



Silniki indukcyjne (asynchroniczne) są powszechnie stosowane do napędu urządzeń o nieregulowanej prędkości obrotowej. Występują najczęściej jako silniki o wirnikach klatkowych (zwartych), o mocy od kilku watów do kilkuset kilowatów, na napięcie znamionowe od 0,4 do 6 kV. Silniki z wirnikami uzwojonymi, zwane **silnikami pierścieniowymi** są budowane w zakresie mocy od około 2 kW do kilku MW przy takich samych napięciach zasilania.

Silnik pierścieniowy różni się tym od silnika klatkowego, że w żłobkach wirnika posiada trójfazowe uzwojenie, których końce są zwarte, a początki wyprowadzone i przyłączone do pierścieni ślizgowych, usytuowanych na wale wirnika. Na pierścieniach umieszczone są szczotki, które umożliwiają połączenie obracającego się uzwojenia wirnika z rozrusznikiem lub regulatorem prędkości obrotowej. W silnikach pierścieniowych, które przeznaczone są do pracy bez regulacji prędkości obrotowej, wbudowane są urządzenia do zwierania pierścieni i unoszenia szczotek.

Silniki o wirniku pierścieniowym mają, w odróżnieniu od silników o wirniku klatkowym, mniejszy prąd rozruchowy i możliwość regulacji prędkości obrotowej. Są one jednak bardziej kłopotliwe w eksploatacji oraz droższe.

Oznaczenia zacisków i końcówek uzwojeń

Zgodnie z PN-EN 60034-8:2007 Maszyny elektryczne wirujące — Część 8: Oznaczanie wyprowadzeń i kierunek wirowania, zaciski i końcówki uzwojeń oznacza się następująco:

1) Uzwojenie fazowe stojana (pierwotne) oznacza się literami U, V, W oraz zacisk neutralny – N;
2) Uzwojenie fazowe wirnika (wtórne) oznacza się literami K, L, M, zacisk neutralny – Q;
3) Początki uzwojeń fazowych oraz połączone z nimi zaciski wyróżnia się cyfrą 1, np. U1, K1;
4) Końce uzwojeń fazowych oraz połączone z nimi zaciski wyróżnia się cyfrą 2, np. V2, L2;
5) Jeżeli w stojanie lub wirniku znajduje się k oddzielnych uzwojeń trójfazowych albo jedno uzwojenie trójfazowe, ale złożone z k oddzielnych pasm, których początki i końce są wyprowadzone na zewnątrz, to zaciski oraz końcówki należące do kolejnych uzwojeń fazowych lub kolejnych pasm wyróżnia się cyframi 1,2,,….,k zapisanymi przed symbolami litrowymi, np.:

a) 1U1, 1U2 – oznaczają początek/koniec pierwszego uzwojenia fazowego U w stojanie,
b) 2L1, 2L2 – oznaczają początek/koniec drugiego uzwojenia fazowego L w wirniku;

6) Zaczepy znajdujące się w uzwojeniach fazowych stojana lub wirnika, z wyprowadzonymi na zewnątrz końcówkami, wyróżnia się kolejnymi cyframi 3, 4, 5, …np. U3 – pierwszy zaczep w uzwojeniu fazowym U stojana;
7) Jeżeli uzwojenie pierwotne jest w wirniku, a uzwojenie wtórne w stojanie, to oznaczenia U, V, W, N stosuje się do wirnika, a oznaczenia K, L, M, Q – do stojana.

Według PN-EN 60034-8:2005 oznaczenie końcówek lub zacisków uzwojenia stojana U1, V1, W1 i połączenie ich odpowiednio z przewodami liniowymi L1, L2, L3 sieci zasilającej powinno zapewnić obracanie się wirnika w prawo (zgodnym z ruchem wskazówek zegara), obserwowanym od strony czopa końcowego wału.

Porównanie różnych sposobów rozruchu silników indukcyjnych

Lp.	Rodzaj rozruchu	Prąd rozruchu $I_r = I_{ns} \times$	Moment rozruchu $M_r = M_n \times$	Cechy charakterystyczne
1	Rozruch bezpośredni	5 - 8	0,5 - 1,5	- silnik o małej mocy, z trzema wyprowadzeniami, - rozruch pod obciążeniem, - duża wartość szczytowa prądu rozruchowego oraz duży spadek napięcia, - proste wyposażenie,
2	Rozruch prz pomocy przełącznika "gwiazda - trójkąt"	1,8 - 2,6	0,5	- silnik z sześcioma wyprowadzeniami, - rozruch przy biegu jałowym lub małym momencie obciążenia, - znaczne wartości udarowe prądu i momentu podczas przełączania uzwojeń z gwiazdy na trókąt, - aparatura wymaga konserwacji,
3	Rozruch z użyciem autotransformatora	1,7 - 4,0	0,4 - 0,85	-silnik dużej mocy z trzema wyprowadzeniami, - znaczne wartości udarowe prądu podczas przełączania, - aparatura zajmująca dużo miejsca i wymagająca konserwacji,

4	Rozruch poprzez dołączenie dodatkowej rezystancji do uzwojeń stojana	4,5	0,5 - 0,75	- silnik dużej mocy z trzema wyprowadzeniami, - znaczne wartości udarowe prądu podczas przełączania, - aparatura zajmująca dużo miejsca i wymagająca konserwacji,
5	Rozruch za pomocą urządzenia do łagodnego rozruchu	nastawialny w granicach 2 - 5	zmienny 0,15 - 1,0	- silnik z trzema wyprowadzeniami od 2,2 do 800 kW, - możliwość hamowania prądem stałym, - aparatura nie wymaga konserwacji.

gdzie:
I_{ns} - prąd znamionowy silnika
M_n - moment znamionowy silnika

Zabezpieczenia silników indukcyjnych

Silniki elektryczne wywierają istotny wpływ na sieć zasilającą, np. przetężenia prądowe przy rozruchu silników, spadki lub wahania napięć oraz znaczny pobór mocy biernej przez silniki przy biegu jałowym.

Do podstawowych zabezpieczeń silników należą:

a) zabezpieczenie zwarciowe,
b) zabezpieczenie przeciążeniowe,
c) zabezpieczenie od skutków obniżenia napięcia.

Jako **zabezpieczenie zwarciowe** silników o napięciu nie przekraczającym 1 kV stosuje się bezpieczniki topikowe w trzech fazach lub wyzwalacze elektromagnetyczne trójfazowe. Dla silników o napięciu przekraczającym 1 kV rolę zabezpieczenia zwarciowego mogę spełniać bezpieczniki topikowe w 3 fazach w połączeniu z rozłącznikiem lub nadprądowe przekaźniki bezzwłoczne. Dla silników o mocy powyżej 2 MW i wyprowadzonych sześciu końcówkach stosuje się zabezpieczenie różnicowe wzdłużne w dwóch fazach. Silniki o mocy powyżej 1 MW wyposaża się w zabezpieczenie od zwarć doziemnych, zasilane z przekładnika Ferrantiego.

Jako **zabezpieczenie przeciążeniowe** silników o napięciu do 1 kV stosuje się wyzwalacze lub przekaźniki cieplne oraz czujniki temperatury. Dla silników o napięciu znamionowym ponad 1 kV stosuje się zabezpieczenie nadprądowe zwłoczne.

Zabezpieczenia zwarciowe silnika powinny być stosowane w trzech fazach w układach trójfazowych, natomiast w układach prądu stałego w dwu lub jednym biegunie, jeżeli drugi jest uziemiony.

Nie należy stosować zabezpieczeń zwarciowych w obwodach wzbudzenia.

Każdy silnik powinien mieć zabezpieczenie zwarciowe oddzielne. Dopuszcza się zabezpieczenie zwarciowe wspólne dla grupy silników, tak dobrane, aby w przypadku zwarcia w jednym z silników zadziałało zabezpieczenie grupowe.

Zabezpieczenia przeciążeniowe powinien posiadać każdy silnik za wyjątkiem:

a) silników o prądzie znamionowym mniejszym niż 4 A,
b) silników o mocy nie przekraczającej 10 kW dla pracy ciągłej, których przeciążenie jest mało prawdopodobne (pompy, wentylatory),
c) silników stanowiących zespół z transformatorem posiadającym własne zabezpieczenie,
d) silników do pracy przerywanej, których zabezpieczenie czujnikami temperatury nie jest gospodarczo uzasadnione.

W układach trójfazowych z uziemionym punktem neutralnym zabezpieczenia przeciążeniowe stosuje się w 3 fazach, bez uziemionego punktu naturalnego w 2 fazach.
Zabezpieczenia przeciążeniowe nastawia się na prąd nie większy niż 1,1 I_{ns}.

Zabezpieczenie od nadmiernego obniżenia się napięcia realizowane jest jako ponadnapięciowe zwłoczne jedno – lub dwufazowe. Zabezpieczenie to należy stosować, gdy:

a) obniżenie napięcia uniemożliwia pracę silnika,
b) niepożądany jest samorozruch silnika zwartego, niedopuszczalny jest samorozruch silnika pierścieniowego,
c) wskazane jest odłączenie pewnej liczby mniej ważnych silników w celu zabezpieczenia samorozruchu innym silnikom.

Układ dwóch przekaźników podnapięciowych, włączonych na napięcia międzyprzewodowe, jest stosowany do zabezpieczenia grupy silników lub silnika o dużej ważności z punktu widzenia procesu technologicznego. Układ z jednym przekaźnikiem podnapięciowym należy stosować do zabezpieczania pojedynczych silników o mniejszym znaczeniu

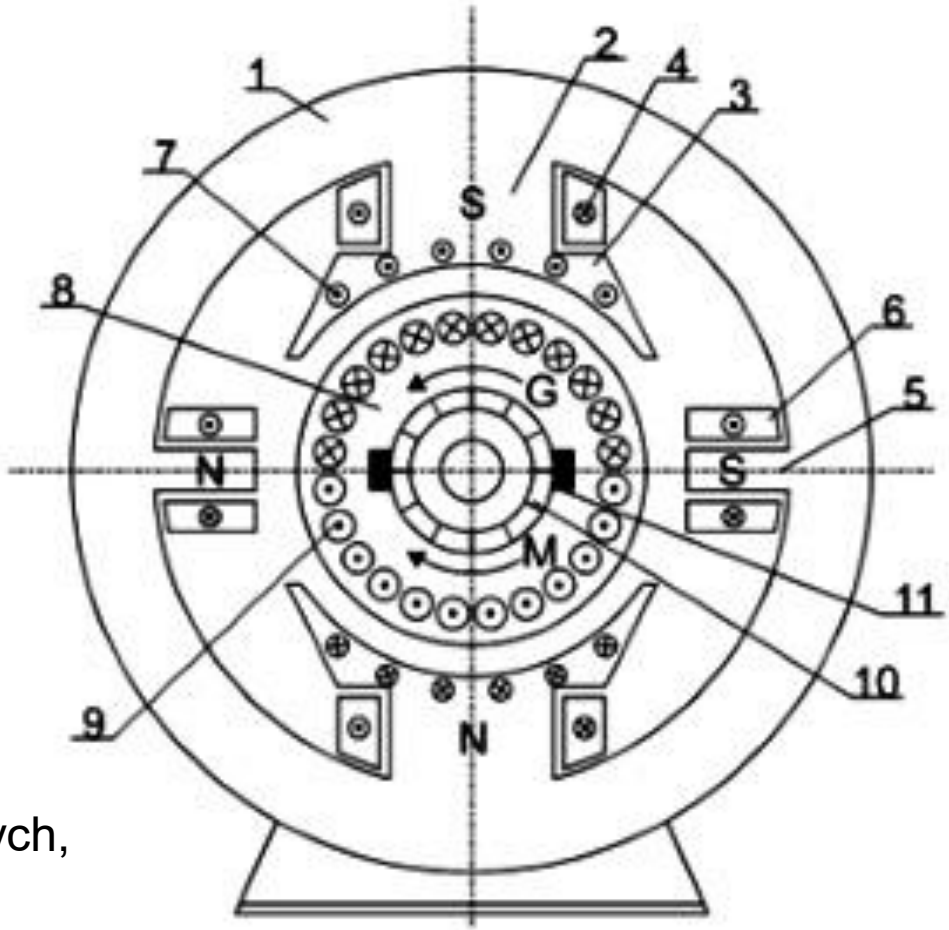
MASZYNY PRĄDU STAŁEGO

Budowa maszyn prądu stałego

Maszyna prądu stałego składa się z dwóch głównych elementów: nieruchomego stojana i obracającego się wirnika. W skład stojana i wirnika wchodzą następujące elementy:

a) stojan:
- – jarzmo z nabiegunnikami,
- – bieguny główne z uzwojeniami wzbudzającymi,
- – bieguny komutacyjne z uzwojeniami komutacyjnymi,
- – uzwojenia kompensacyjne,
- – trzymadła szczotek oraz
- – tarcze łożyskowe,

b) wirnik:
- – rdzeń wykonany z pakietu blach,
- – uzwojenie wirnika, umieszczone w żłobkach rdzenia na jego obwodzie oraz
- – komutator z układem szczotek, osadzony na wale wirnika, składający się z odizolowanych od siebie wycinków komutatorowych wykonanych z miedzi.



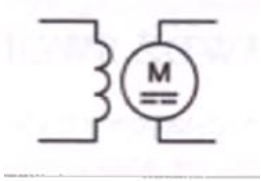
Oznaczenia:
1 – jarzmo stojana,
2 – biegun główny,
3 – nabiegunniki,
4 – uzwojenie wzbudzenia,
5 – biegun komutacyjny,
6 – uzwojenie biegunów komutacyjnych,
7 – uzwojenie kompensacyjne,
8 – twornik,
9 – uzwojenie twornika,
10 – komutator,
11 – szczotki

W maszynach prądu stałego obowiązuje zasada odwracalności, tzn. mogą pracować jako silnik i prądnica. Obecnie powszechnie stosowane są silniki prądu stałego. Związane jest to z możliwością płynnej regulacji prędkości obrotowej oraz wytwarzaniem dużego momentu rozruchowego (szczególnie w silnikach szeregowych).

Silniki prądu stałego produkowane są w szerokim zakresie mocy (od kilku watów do kilkunastu megawatów) i znajdują zastosowanie m.in. w napędach lokomotyw, maszyn wyciągowych oraz w automatyce.

Prądnice prądu stałego są obecnie coraz rzadziej stosowane ze względu na większe wykorzystanie bardziej niezawodnych przekształtników energoelektronicznych DC/DC.

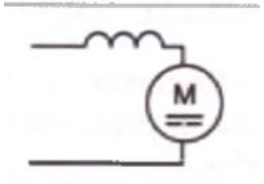
Symbole silników prądu stałego



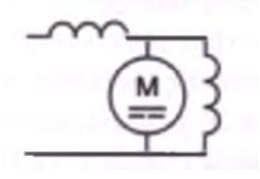
Silnik obcowzbudny



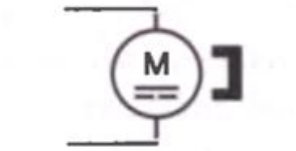
Silnik bocznikowy



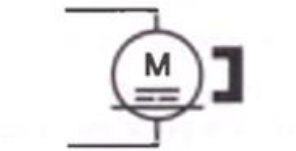
Silnik szeregowy



Silnik szeregowo – bocznikowy



Silnik z magnesami trwałymi



Silnik liniowy z magnesami trwałymi

W stojanie, wykonanym najczęściej z odlewu żeliwnego lub staliwa, są umieszczone bieguny główne z uzwojeniem wzbudzającym (zasilanym prądem stałym - w układzie zależnym od rodzaju maszyny); mogą też być bieguny pomocnicze z uzwojeniem oraz uzwojenie kompensacyjne w nabiegunnikach biegunów głównych. Na blachowanym wirniku (tworniku) znajduje się uzwojenie prądu stałego (zamknięte, bębnowe, przeważnie dwuwarstwowe). Końce każdego zezwoju są dołączone do odpowiednich wycinków komutatora, z którym współpracują szczotki.
Pola magnetyczne stojana i wirnika są stałe i nieruchome, przy tym - dla uzyskania dużego momentu elektromagnetycznego - przesunięte względem siebie o kąt elektryczny π/2. Osiąga się to w wyniku działania ruchomego zestyku komutator-szczotki. Istota leży w zapewnieniu przeciwnego zwrotu prądu w czynnych bokach uzwojenia twornika, położonych po przeciwnych stronach - stykających się ze szczotką - wycinków komutatora. Szczotki przylegające do sąsiednich wycinków komutatora zwierają zezwoje, których końce są dołączone do tych wycinków. Zwierane zezwoje powinny znajdować się w strefie neutralnej (indukcja równa zeru), aby nie indukowały się w nich napięcia. W czasie przemieszczania się wycinków komutatora pod szczotkami, w zwieranych zezwojach ulega zmianie zwrot prądu. Proces przełączania zezwojów twornika przez zestyk komutator-szczotki nosi nazwę komutacji.

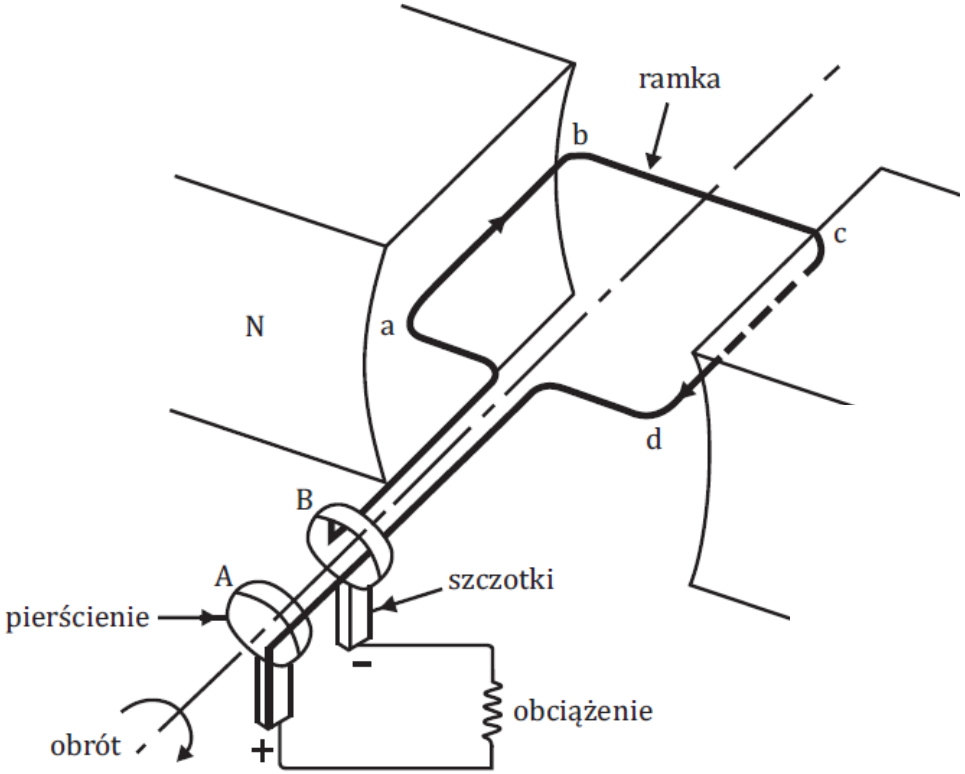
Komutacja ma złożony charakter. Składają się na nią zjawiska natury mechanicznej, elektromagnetycznej, elektrochemicznej i termicznej. Zła komutacja, objawiająca się iskrzeniem, może spowodować zniszczenie szczotek i komutatora.
Przepływ twornika zniekształca pole w maszynie. Zjawisko to określa się jako oddziaływanie twornika. Skutki oddziaływania twornika (strumienia poprzecznego) są następujące:

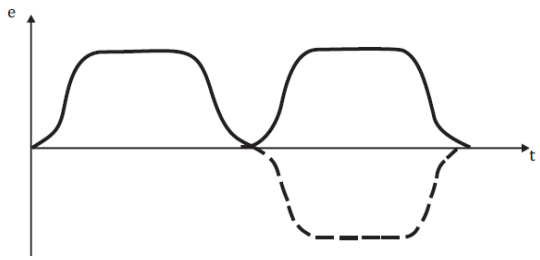
- przesunięcie strefy neutralnej a stąd gorsza komutacja;
- odmagnesowywanie jednej połówki i domagnesowywanie drugiej połówki nabiegunnika, a stąd wzrost maksymalnego napięcia między wycinkami komutatora oraz zmniejszenie sem twornika (w wyniku nasycenia magnetycznego jednej połówki nabiegunnika);
- wzrost strat w żelazie wirnika.

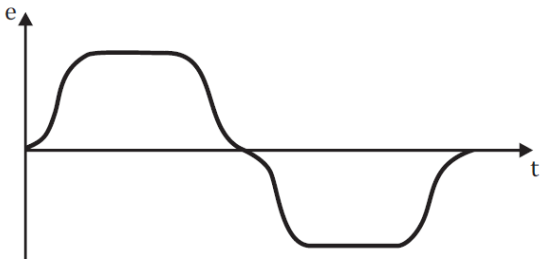
Niekorzystnemu przesunięciu osi neutralnej przeciwdziała się przez umieszczenie biegunów pomocniczych (komutacyjnych), a zniekształceniu pola w strefie biegunów głównych - przez wykonanie uzwojenia kompensacyjnego. Uzwojenia: biegunów pomocniczych i kompensacyjne, łączy się szeregowo z uzwojeniem twornika.

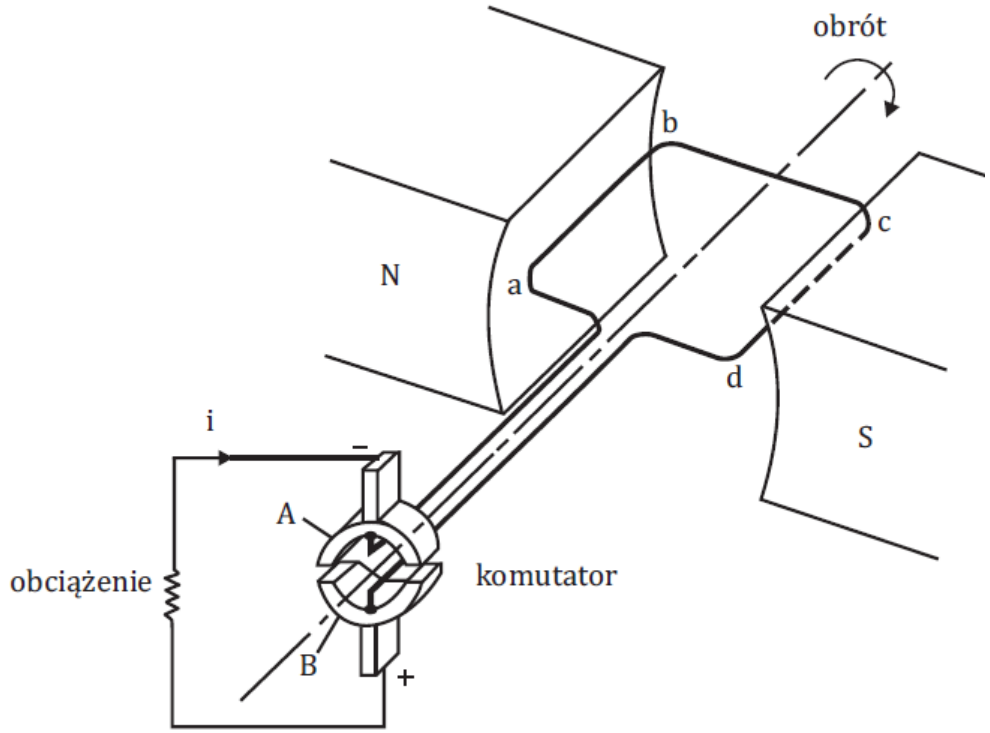
Końcówki (zaciski) uzwojenia twornika oznacza się symbolami A1 i A2, przy czym napięcie między A1 i A2 jest dodatnie. Końcówki uzwojenia biegunów pomocniczych oznacza się symbolami B1 i B2, a uzwojenia kompensacyjnego - symbolami C1 i C2; zwrot prądu względem wskaźników cyfrowych końcówek tych uzwojeń jest w nich taki sam, jak w uzwojeniu twornika. Końcówki uzwojenia wzbudzającego: szeregowego (łączonego szeregowo z uzwojeniem twornika) oznacza się symbolami D1 i D2, bocznikowego (łączonego równolegle z uzwojeniem twornika) - symbolami E1 i E2, zasilanego z obcego (innego) źródła - symbolami F1 i F2; zwrot prądu względem wskaźników cyfrowych końcówek tych uzwojeń jest następujący: od 1 do 2 - przy prawym kierunku obrotów wirnika, a od 2 do 1 - przy lewym. Kierunek obrotów określa się patrząc od strony wału napędowego (zwykle - przeciwległej komutatorowi). Normalnym kierunkiem obrotów wału prądnicy jest kierunek lewy, a silnika - prawy.

Nazwy maszyn (prądnic i silników) prądu stałego: obcowzbudne, bocznikowe, szeregowe i szeregowo-bocznikowe pochodzą od sposobu zasilania uzwojeń wzbudzających. Maszyna szeregowo-bocznikowa ma dwa uzwojenia wzbudzające: bocznikowe i szeregowe, przy czym zwrot prądu w uzwojeniu szeregowym względem wskaźników cyfrowych końcówek jest taki sam, jak w uzwojeniu bocznikowym, jeśli przepływy obu uzwojeń dodają się (mają ten sam zwrot)


ramka
b
c
N
a
d
B
A
szczotki
pierścienie
obciążenie
obrót
+
–

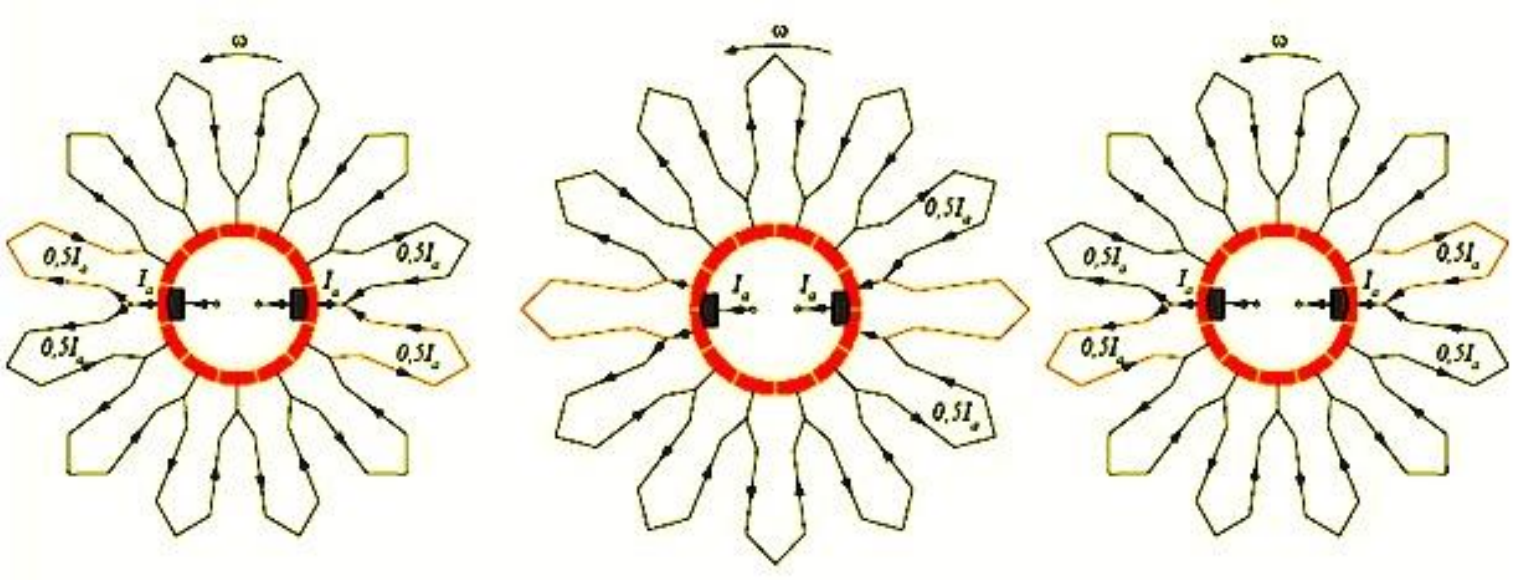

e
t


e
t


obrót
b
c
N
a
d
S
i
–
A
obciążenie
komutator
B
+

Zjawisko komutacji

Aby otrzymać napięcie o dostatecznej równomierności, w polu biegunów umieszcza się nie jeden a większą liczbę zwojów przyłączonych do pierścieni, czyli do odpowiednich wycinków komutatora.
Komutacją nazywa się proces zmiany kierunku prądu w zezwoju i występujący przy tym zespół zjawisk elektromagnetycznych, mechanicznych, elektrochemicznych i termicznych.
Zwiększenie liczby wycinków (działek) komutatora wpływa na to, że przebieg napięcia odbieranego z prądnicy jest bardziej równomierny, a prąd o dostatecznej równomierności nazywa się **prądem stałym.**



W okresie komutacji (w czasie przejścia szczotki z jednej działki komutatora na drugą) prąd w cewce komutowanej zmienia kierunek na przeciwny. Zmienny w czasie prąd cewki indukuje w niej SEM samoindukcji, co powoduje przepływ prądu w zwartej przez szczotkę cewce i iskrzenie między działkami komutatora a szczotkami. Celem skompensowania SEM samoindukcji stosuje się bieguny komutacyjne wytwarzające strumień indukujący w komutowanej cewce przeciwnie skierowaną SEM rotacji.
W maszynie prądu stałego, odwrotnie niż w prądnicy synchronicznej, wirnik jest twornikiem wytwarzającym napięcie, a stojan – magneśnicą. Zasada działania prądnicy jest zawsze taka sama, niezależnie od tego, czy pole magnetyczne zostało wytworzone przez magnes trwały , czy elektromagnes.
W maszynach prądu stałego obowiązuje również zasada odwracalności; każda maszyna może pracować jako prądnica lub silnik. Jeżeli do uzwojenia wirnika maszyny prądu stałego doprowadzone zostanie napięcie, to w uzwojeniach wirnika popłynie prąd i wirnik zaczyna się obracać w wyniku oddziaływania pola magnetycznego. Maszyna będzie wówczas przetwarzała energię elektryczną na mechaniczną, będzie pracować jako silnik.

Maszyna prądu stałego, w której pole magnetyczne jest wytwarzane przez elektromagnes, może być maszyną:

a) **obcowzbudną,** w której uzwojenie wzbudzające jest zasilane z oddzielnego źródła

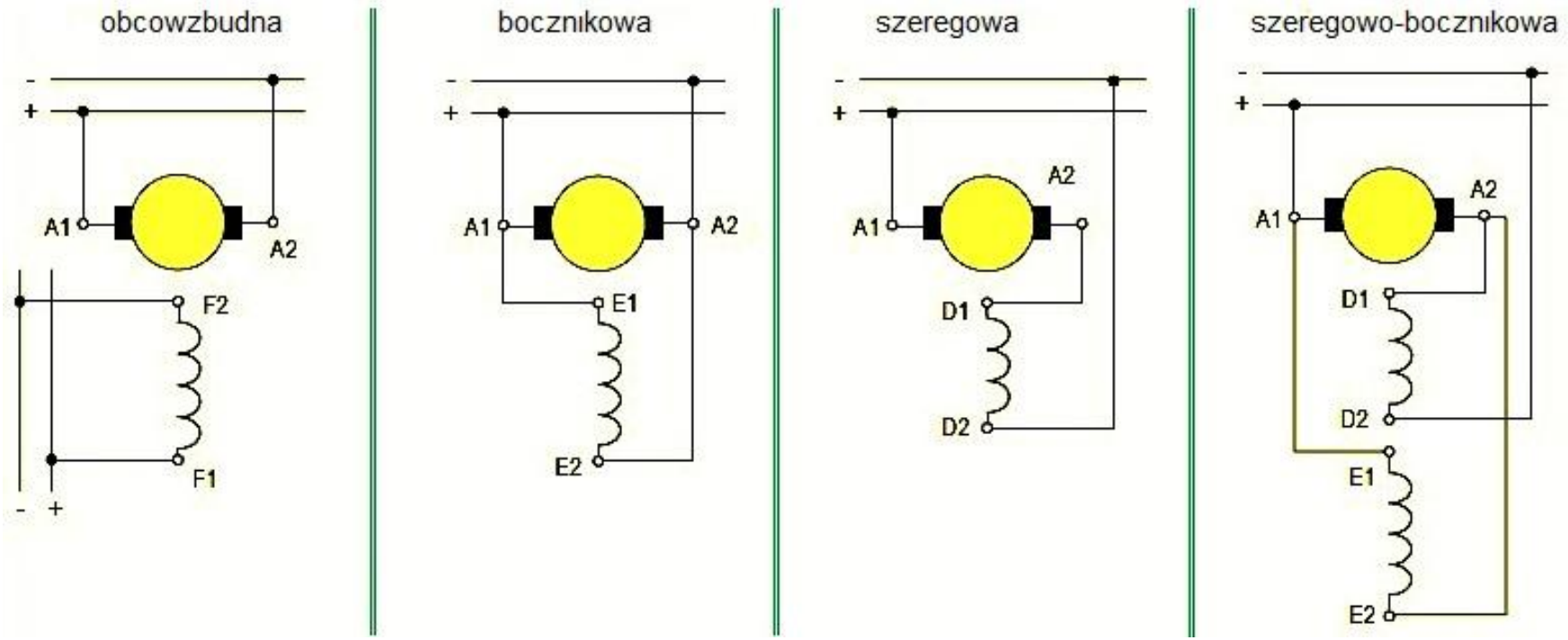
b) **samowzbudną,** w której uzwojenie wzbudzające jest zasilane z tego samego źródła, co uzwojenie twornika (prądnice).

Rodzaje połączeń maszyn prądu stałego

Sposób połączenia uzwojenia wzbudzenia względem uzwojenia twornika decyduje o właściwościach maszyny prądu stałego.
Silniki prądu stałego charakteryzują się dobrymi właściwościami ruchowymi np. dużym zakresem prędkości obrotowej i dużym momentem obrotowym przy rozruchu. Ich własności użytkowe zależą od liczby i sposobu połączenia uzwojeń wzbudzających.

Ze względu na sposób połączenia uzwojenia wzbudzającego i uzwojenia twornika, rozróżnia się maszyny samowzbudne:

a) **bocznikowe** – uzwojenie wzbudzające jest połączone równolegle z uzwojeniem twornika;
b) **szeregowe** – uzwojenie wzbudzające jest połączone szeregowo z uzwojeniem twornika;
c) **bocznikowo-szeregowe** – uzwojenie wzbudzające składa się z dwóch części, z których jedna jest połączona szeregowo, a druga równolegle z uzwojeniem twornika.



W większych maszynach prądu stałego znajdują się tzw. uzwojenia pomocnicze połączone szeregowo z uzwojeniem twornika, służące do poprawy warunków pracy maszyny, np.:

a) uzwojenia komutacyjne,
b) uzwojenia kompensacyjne.

Rodzaje regulacji prędkości obrotowej silników prądu stałego

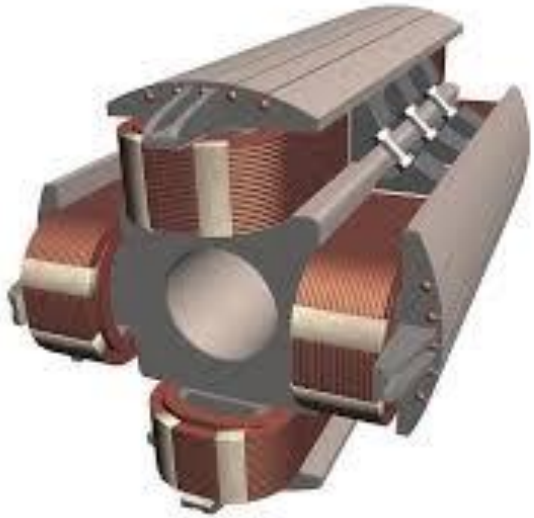
Mamy następujące rodzaje regulacji prędkości obrotowej silników prądu stałego:

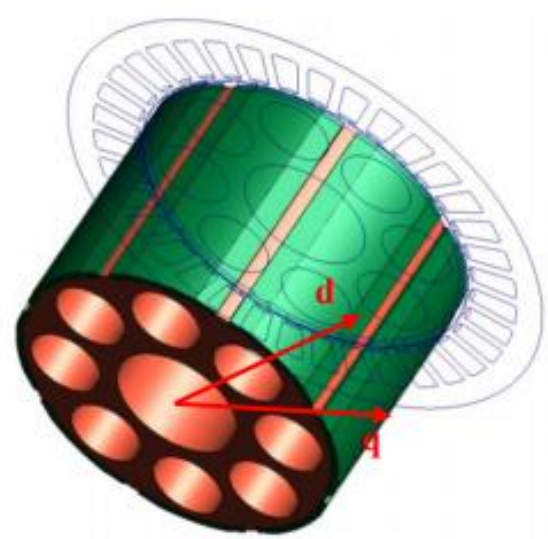
1) **Regulacja szeregowa** – polega na włączeniu rezystancji R_r w szereg z obwodem twornika, umożliwiając regulację w granicach od prędkości znamionowej do zera. Ten sposób regulacji jest nieekonomiczny, ponieważ przy zmniejszeniu prędkości obrotowej do połowy w oporniku regulacyjnym jest tracone dodatkowo 50% mocy pobieranej z sieci. Z tego względu ten sposób regulacji stosuje się tylko w silnikach małej mocy.
2) **Regulacja bocznikowa** – polega na osłabieniu strumienia. Jak wynika z równania na prędkość obrotowa silnika prądu stałego, włączenie dodatkowej rezystancji w obwód wzbudzenia powoduje zmniejszenie strumienia i przy określonym prądzie powoduje wzrost prędkości obrotowej. Ten sposób regulacji jest regulacją w górę od wartości n_N do ok. $3n_N$. Straty powstałe w rezystancji R_{reg} są pomijalnie małe;
3) **Regulacja przez zmianę napięcia twornika** – można uzyskać zmieniając napięcie zasilające twornik, przy znamionowym obciążeniu. Regulację prędkości przeprowadza się od zera do wartości większej od prędkości znamionowej. Prąd twornika nie ulega zmianie i zależy tylko od obciążenia. Ten sposób regulacji prędkości obrotowej można uzyskać np. przez zastosowanie tyrystorowych regulatorów napięcia.

MASZYNY SYNCHRONICZNE

Maszyna synchroniczna jest maszyną prądu przemiennego, której wirnik w stanie ustalonym obraca się z taką samą prędkością, z jaką wiruje pole magnetyczne.

Maszyny synchroniczne mogą pracować jako: prądnice (generatory wytwarzające energię elektryczną), silniki synchroniczne (coraz częściej stosowane ze względu na korzystne właściwości ruchowe), a także jako kompensatory synchroniczne.

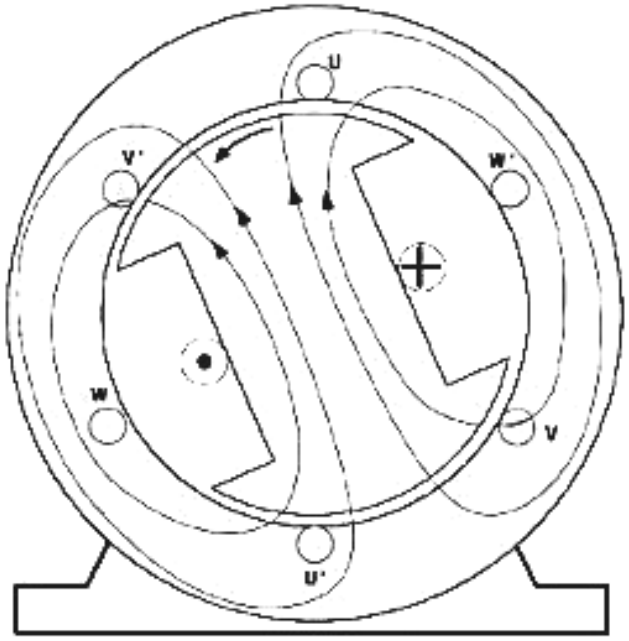


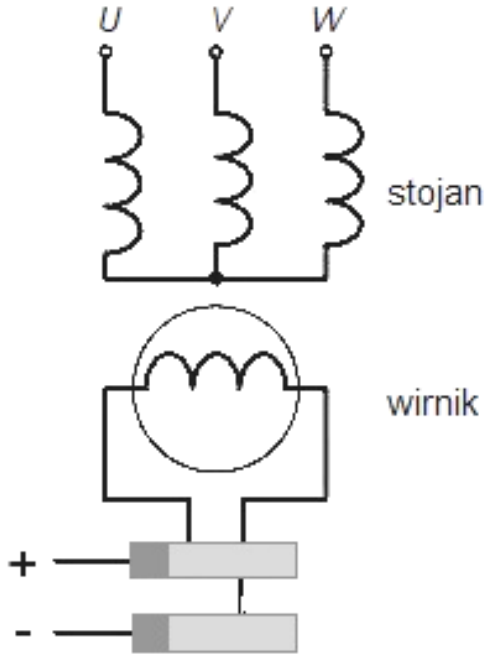


Budowa i zasada działania maszyn synchronicznych

Rozwiązania konstrukcyjne maszyn synchronicznych zależą od ich prędkości obrotowej oraz mocy i związanego z nią systemu chłodzenia.

W maszynach synchronicznych uzwojenie twornika, jednofazowe lub znacznie częściej trójfazowe, jest zwykle umieszczone w stojanie, a uzwojenie wzbudzające (magneśnica) – w wirniku





W maszynach małej mocy uzwojenie twornika maszyn trójfazowych znajduje się w wirniku, a uzwojenie wzbudzające – w stojanie.

Obwód magnetyczny stojana (rdzeń) tworzą pakiety złożone z blach o grubości od 0,35 do 0,5 mm. Rdzeń jest osadzony w korpusie wykonanym jako odlew lub konstrukcja spawana. W żłobkach pakietu twornika jest umieszczone uzwojenie prądu przemiennego – jednofazowe lub trójfazowe.

Na wirniku, wykonanym z materiału litego, w żłobkach umieszczone jest uzwojenie wzbudzające, zasilane prądem stałym. Szczelina powietrzna wynosi od 5 do 50 mm.

Każda maszyna synchroniczna ma wykonany odpowiedni układ chłodzenia do odprowadzania ciepła powstałego w wyniku strat w stali i w miedzi.

Maszyny synchroniczne budowane są w dwóch zasadniczych odmianach:
– z biegunami utajonymi (z wirnikiem cylindrycznym),
– z biegunami jawnymi (z wirnikiem jawnobiegunowym).

Maszyny synchroniczne z biegunami utajonymi – to maszyny pracujące z dużymi prędkościami obrotowymi, najczęściej jako generatory napędzane turbinami parowymi lub gazowymi, stąd ich nazwa **turbogeneratory**. Synchroniczna prędkość obrotowa tych maszyn wynosi 3000 obr/min (rzadziej 1500 obr/min), przy częstotliwości 50 Hz.
Turbogeneratory pracują z wałem w położeniu poziomym. Maszyny tego typu są podstawowymi maszynami prądotwórczymi dla systemu elektroenergetycznego, instalowane w przemysłowych elektrowniach konwencjonalnych. Ich moce znamionowe wynoszą od kilkuset KVA do ponad 1500 MW. W turbogeneratorach najczęściej stosuje się chłodzenie powietrzne pośrednie w obiegu zamkniętym. W praktyce, największe możliwości zwiększenie mocy turbogeneratora można uzyskać przez zintensyfikowanie chłodzenia, które można uzyskać przez zastosowanie chłodzenia bezpośredniego oraz zastosowanie czynnika chłodzącego o lepszych właściwościach, czyli wodoru i wody.
W turbogeneratorach o mocy 200 MW stosuje się bezpośrednie chłodzenie wodorowe uzwojeń wirnika i pośrednie chłodzenie wodorowe uzwojeń stojana. Przy większych mocach powyżej 200 MW uzwojenie stojana musi być chłodzone bezpośrednio. Do tego celu stosuje się wodę odpowiednio uzdatnioną. Graniczną mocą turbogeneratorów z bezpośrednim chłodzeniem wodnym uzwojeń stojana i uzwojenia wirnika jest 2000 MW.

Maszyny synchroniczne z biegunami jawnymi – to maszyny z dwoma lub więcej parami biegunów, napędzane turbinami wodnymi o małej prędkości obrotowej (stąd nazwa **hydrogeneratory)**, a ich znamionowa oraz maksymalna dopuszczalna prędkość obrotowa, dobierana odpowiednio do rodzaju turbiny, wynosi od 62,5 do 500 obr/min.

Turbiny wodne mają małe prędkości obrotowe, stąd hydrogeneratory muszą być wykonane z dużą liczbą par biegunów. Pracują najczęściej z wirnikami w położeniu pionowym.

W maszynach synchronicznych występuje stała zależność między prędkością obrotową maszyny synchronicznej *n* (obr/min), liczbą par biegunów magnetycznych p i częstotliwością *f* (w Hz) wg zależności:

$$f = \frac{pn}{60}$$

Prędkość maszyny synchronicznej jest stała i niezależna od obciążenia oraz napięcia zasilającego. Zmianę kierunku wirowania silnika uzyskuje się przez zamianę przyłączonych do tabliczki zaciskowej dwóch przewodów po stronie zasilania. Jeżeli wzbudnicą jest maszyna prądu stałego samowzbudna, osadzona na wale silnika lub z nim sprzęgnięta, to przy zmianie kierunku wirowania należy także odpowiednio zmienić połączenia wzbudnicy.

Strumień magnetyczny w maszynie synchronicznej może być wytwarzany przez magnes trwały lub – znacznie częściej – przez elektromagnes. Jeżeli strumień jest wytwarzany przez elektromagnes, to uzwojenie magnesów jest zasilane prądem stałym, zwanym prądem wzbudzenia. Prąd wzbudzenia jest zwykle pobierany z prostownika, baterii akumulatorów lub prądnicy prądu stałego (zwanej wzbudnicą).

Wzbudnica może być umieszczona na wspólnym wale z maszyną synchroniczną. W małych maszynach uzwojenie wzbudzające jest umieszczone w stojanie.

Jeżeli uzwojenie wzbudzające wirnika jest zasilane prądem stałym, to wytwarza się strumień Φ_f. Przy napędzaniu wirnika ze stałą prędkością n strumień magnetyczny skojarzony z daną fazą uzwojenia stojana zmienia się sinusoidalnie i indukuje w tej fazie napięcie, które również zmienia się sinusoidalnie. Jeżeli w stojanie (tworniku) znajduje sie uzwojenie trójfazowe, to indukuje się w nim układ napięć trójfazowych. Maszyna przetwarza doprowadzoną do niej energię mechaniczną na elektryczną, czyli pracuje jako prądnica.

Jeżeli uzwojenie stojana będzie zasilane z sieci symetrycznym prądem trójfazowym o częstotliwości f_1, to powstanie pole magnetyczne wirujące z prędkością:

$$n_1 = \frac{60 f_1}{p}$$

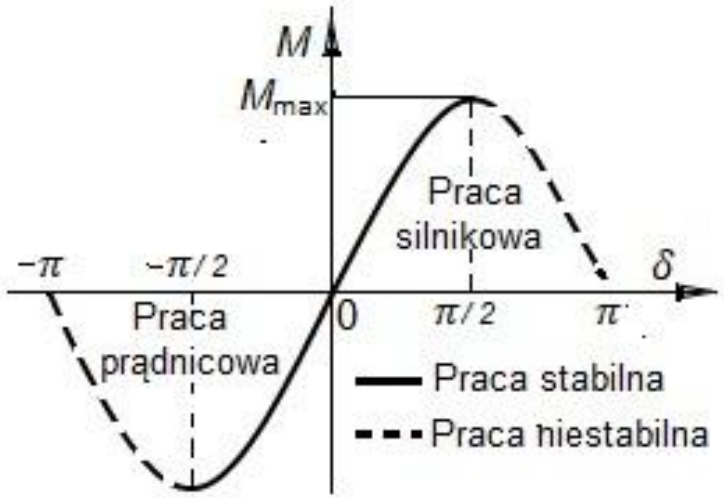
Stan wzbudzenia maszyny synchronicznej potrzebny do uzyskania (przy określonej mocy *P)* współczynnika mocy cosφ =1 nazywa się **stanem wzbudzenia normalnego,** natomiast:

a) prądnicę pracującą przy obciążeniu indukcyjnym (oraz silnik przy obciążeniu pojemnościowym) nazywa się **przeciwzbudzoną**,
b) prądnicę pracującą przy obciążeniu pojemnościowym (oraz silnik przy obciążeniu indukcyjnym) nazywa się **niedowzbudzoną.**

Rodzaje pracy maszyn synchronicznych

Na podstawie przebiegu $M = f(\delta)$, można określić następująco rodzaje pracy maszyny indukcyjnej,:

a) od π do π/2 – maszyna pracuje jako prądnica przewzbudzona, tj. oddaje do sieci moc czynną oraz moc bierną indukcyjną;
b) od π/2 do 0 – maszyna pracuje jako prądnica niedowzbudzona, tj. oddaje do sieci moc czynną i pobiera z niej moc bierną indukcyjną;
c) od 0 do π/2 – maszyna pracuje jako silnik niedowzbudzony, tj. pobiera z sieci moc czynną oraz moc bierną indukcyjną;
d) od π/2 do π – maszyna pracuje jako silnik przewzbudzony, tj. pobiera z sieci moc czynną i oddaje do sieci moc bierną indukcyjną.



Kompensator synchroniczny – silnik lub generator synchroniczny pracujący bez obciążenia (na biegu jałowym), którego zadaniem jest kompensacja mocy biernej w systemie elektroenergetycznym.

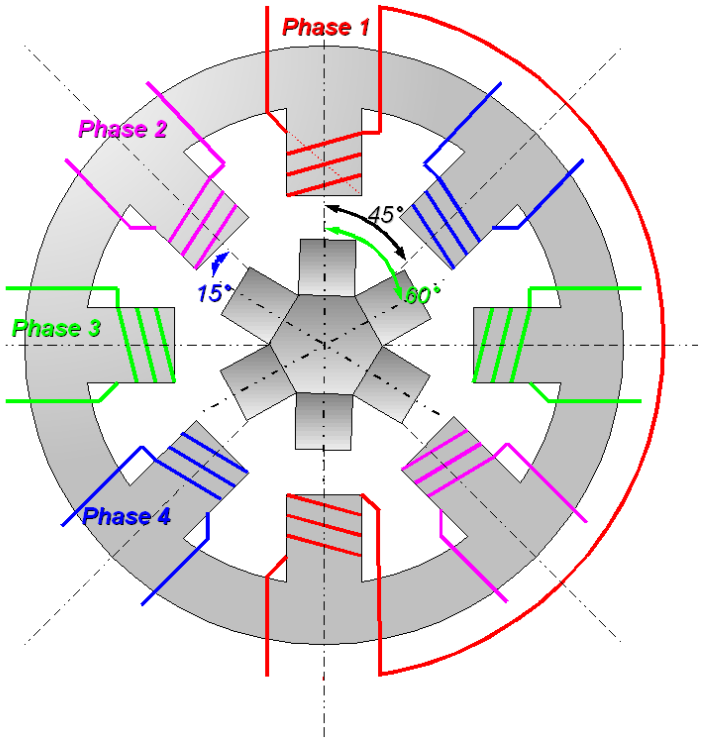


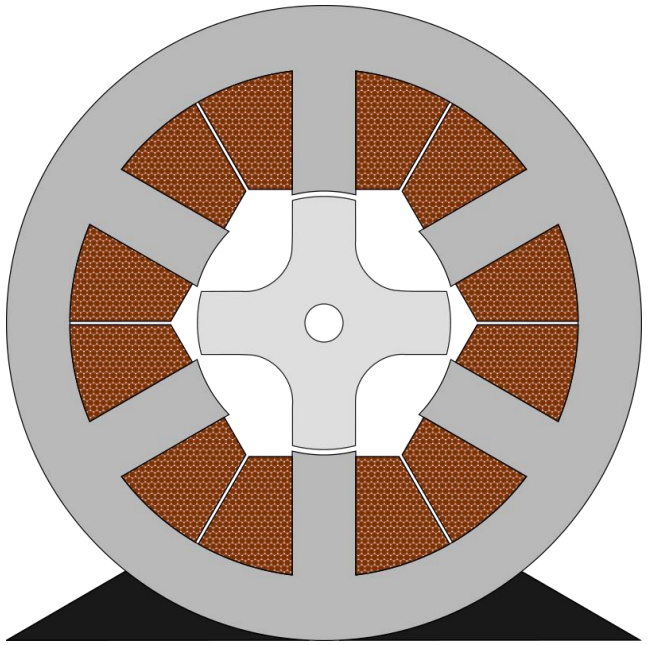
Zalety

a) prosta konstrukcja,
b) brak obwodu wzbudzenia.

Wady

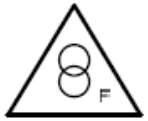
a) mniejszy moment siły,
b) wibracje i spowodowany nimi hałas.

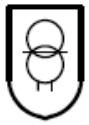
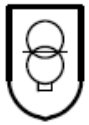


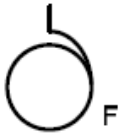
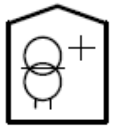


TRANSFORMATORY

SYMBOLE ELEKTRYCZNE TRANSFORMATORÓW

	EN 61558-2-2	transformator sterowniczy bezpieczny w przypadku uszkodzenia
	EN 61558-2-2	transformator sterowniczy nieodporny na zwarcie
	EN 61558-2-2	transformator sterowniczy odporny na zwarcie (warunkowo lub bezwarunkowo)
	EN 61558-2-1	transformator oddzielający bezpieczny w przypadku uszkodzenia
	EN 61558-2-1	transformator oddzielający nieodporny na zwarcie
	EN 61558-2-1	transformator oddzielający odporny na zwarcie (warunkowo lub bezwarunkowo)
	EN 61558-2-4	transformator separacyjny bezpieczny w przypadku uszkodzenia

	EN 61558-2-4	transformator separacyjny nieodporny na zwarcie
	EN 61558-2-4	transformator separacyjny odporny na zwarcie (warunkowo lub bezwarunkowo)
	EN 61558-2-6	transformator bezpieczeństwa
 F	EN 61558-2-6	transformator bezpieczeństwa bezpieczny w przypadku uszkodzenia
	EN 61558-2-6	transformator bezpieczeństwa nieodporny na zwarcie
	EN 61558-2-6	transformator bezpieczeństwa odporny na zwarcie (warunkowo lub bezwarunkowo)
	EN 61558-2-19	transformator separacyjny tłumiący zakłócenia nieodporny na zwarcie

	EN 61558-2-19	transformator bezpieczeństwa tłumiący zakłócenia odporny na zwarcie
	EN 61558-2-13	autotransformator bezpieczny w przypadku uszkodzenia
	EN 61558-2-13	autotransformator nieodporny na zwarcie
	EN 61558-2-13	autotransformator odporny na zwarcie (warunkowo lub bezwarunkowo)
	EN 61558-2-20	dławik bez zabezpieczenia przeciwprzeciążeniowego
	EN 61558-2-20	dławik z zabezpieczeniem przeciwprzeciążeniowym
	EN 61558-2-15	transformator separacyjny nieodporny na zwarcie do zasilania pomieszczeń medycznych

Urządzenia elektryczne w tym transformatory powinny spełniać wymagania odpowiednich norm międzynarodowych i krajowych,
Norma jest dokumentem określającym wytyczne dotyczące konstrukcji, opisu i sprawdzenia danego produktu.

Transformatory suche powinny być produkowane w oparciu o wymagania norm:

- międzynarodowych – IEC60726 ; IEC60076 ; IEC61558
- europejskich – EN60726 ; EN60076 ; EN61558
- innych krajów np.: – rosyjskich – GOST

Dławiki powinny być produkowane w oparciu o wymagania norm:

- międzynarodowych – IEC60726 ; IEC60076 ; IEC61558
- europejskich – EN60289 ; EN60938 ; EN61558
-innych krajów np.: – rosyjskich – GOST

W zależności od przeznaczenia urządzenie powinno także spełniać wymagania przepisów odpowiednich, branżowych towarzystw klasyfikacyjnych i posiadać ich certyfikat, a spełnienie wymagań odpowiedniego certyfikatu powinno być zaznaczone na urządzeniu.

Na potrzeby przemysłu stoczniowego urządzenia podlegają nadzorowi i certyfikacji n/w towarzystw klasyfikacyjnych:

- ABS – American Bureau of Shipping - USA
- BV – Bureau Veritas - Francja
- CCS – China Classification Society - Chiny
- DNV – Det Norske Veritas - Norwegia
- GL – Germanischer Lloyd - Niemcy
- LR – Lloyds Register of Shipping - Wielka Brytania
- NKK – Nippon Kaiji Kyokai - Japonia
- RINA – Registro Italiano Navale - Włochy
- PRS – Polski Rejestr Statków - Polska
- RS – Russian Maritime Register of Shipping – Rosja

Na potrzeby wojska urządzenia powinny spełniać wymagania Wojskowej Instytucji Narodowej ds. Zapewnienia Jakości i posiadać:

- certyfikat AQAP – wydawany przez Wojskową Instytucję Narodową kraju należącego do NATO
- kod NCAGE – Natowski Kod Podmiotu Gospodarki Narodowej wydany przez Wojskowe Centrum Normalizacji i Kodyfikacji – Oddział Kodyfikacji Wyrobów Obronnych

Na potrzeby górnictwa urządzenia powinny posiadać atesty dopuszczające do zastosowań górniczych, wydawane przez odpowiednie laboratorium testujące lub Organ Certyfikujący danego kraju.

CE **– znak dotyczący bezpieczeństwa i zdrowia użytkowników urządzeń oraz wpływu na środowisko** - umieszczenie znaku na produkcie gwarantuje, że produkt został wykonany i sprawdzony zgodnie z wymogami odnośnych przepisów. Oznacza to, że produkt jest bezpieczny i może być sprzedawany na rynku krajów Unii Europejskiej. Odpowiedzialność za produkt, ponosi producent, a także jego dystrybutor lub sprzedawca. Znak CE nie świadczy o jakości produktu.

Zagadnienie bezpieczeństwa produktu regulują dyrektywy Parlamentu Europejskiego:

Dyrektywa - MD - maszynowa nr 2006/42/WE dotycząca kompletnych urządzeń.

Dyrektywa - EMC- o kompatybilności elektromagnetycznej nr 2004/108/WE dotycząca urządzeń które mogą generować zakłócenia elektromagnetyczne i być na nie podatne. Nie dotyczy urządzeń, które mogą generować zakłócenia w stanach nieustalonych.

Dyrektywa - LVD - niskonapięciowa nr 2006/95/WE opisująca wymagania dotyczące sprzętu elektrycznego pracującego w zakresach napięć:

- przemiennego od 50 do 1000 V
- stałego od 75 do 1500 V

WYBÓR GRUPY POŁĄCZEŃ UZWOJEŃ W TRANSFORMATORACH TRÓJFAZOWYCH

Najczęściej spotykamy się z następującymi układami połączeń: **Yy, Dy, Yd, Yz** oraz **Dz.** Dodatkowo uzwojenia połączone w gwiazdę i zygzak posiadają punkt zerowy, który może być wyprowadzony bądź utajniony.

Prawidłowy wybór układu połączeń transformatorów trójfazowych uzależniony jest od kilku czynników:

- układu zasilającego transformator:
- transformator zasilany z sieci (trójprzewodowej, czteroprzewodowej)
- transformator zasilany z przekształtnika
- mocy transformatora
- poziomu napięć
- niesymetrii obciążenia
- niesymetria obciążenia przy zasilaniu symetrycznym układem napięć
- niesymetria obciążenia wynikająca z niesymetrycznego układu napięć zasilających
- względów ekonomicznych (koszt budowy transformatora o różnych układach połączeń)

Układ Yy połączeń uzwojeń stosuje się głównie w transformatorach o małych mocach znamionowych zasilających symetryczne odbiory trójfazowe.

Czasami połączenie to stosuje się do układów o dużych mocach znamionowych, w których zachodzi potrzeba uziemienia punktów zerowych połączeń gwiazdowych.

Układ ten jest niekorzystny ze względu na konieczność ograniczania szkodliwego wpływu braku harmonicznych rzędu v=3n (n=1,3,7…) w prądzie jałowym przy zasilaniu z sieci trójprzewodowej.

Układ ten jest niekorzystny również przy obciążeniu niesymetrycznym (prądy składowej zerowej), gdy wyprowadzony jest punkt zerowy połączenia w gwiazdę uzwojeń wtórnych.

Stwarza to konieczność wprowadzenia dodatkowego uzwojenia, tzw. kompensacyjnego, połączonego w trójkąt.

Układ Dy połączeń uzwojeń stosuje się głównie w transformatorach obniżających napięcie, z reguły **o** większych mocach znamionowych. Transformatory z takimi układami połączeń uzwojeń pracują w układach zasilania sieci rozdzielczych niskiego napięcia i mają zwykle wyprowadzony punkt zerowy połączenia gwiazdowego, by można było korzystać z napięć międzyprzewodowych i fazowych.

Połączenie to jest bardzo korzystne ze względu na zmniejszenie strumieni trzecich harmonicznych oraz prądów składowej zerowej przy obciążeniu niesymetrycznym.

Układ Yd połączeń uzwojeń stosuje się głównie w transformatorach podwyższających napięcie.
Transformator z takim układem połączeń jest korzystny, gdy punkt zerowy połączenia w gwiazdę strony pierwotnej ma być uziemiony bezpośrednio lub przez dławik. Połączenie uzwojeń w trójkąt po stronie pierwotnej lub wtórnej jest ze względu na prąd magnesujący bardzo korzystne, gdyż prąd trzeciej harmonicznej płynie w zwartym obwodzie trójkąta i strumień trzeciej harmonicznej praktycznie nie pojawia się.

Układ Yz oraz **Dz** połączeń uzwojeń stosuje się w transformatorach obniżających napięcie o małych mocach znamionowych. W układach tych punkt zerowy połączenia uzwojeń w zygzak jest wyprowadzony, aby można było korzystać z napięć fazowych.

Rozwiązanie takie stosowane jest rzadko, głównie ze względów ekonomicznych. Porównując np. gwiazdę z zygzakiem, przy tych samych prądach znamionowych oraz takich samych przekrojach przewodów, dochodzimy do wniosku, że liczba zwojów zygzaka przy tym samym napięciu międzyprzewodowym jest 2 / 3 razy większa od liczby zwojów gwiazdy, a zatem koszt miedzi w zygzaku jest o ponad 15% większy niż przy gwieździe.

Dlatego zastosowanie tych układów połączeń ogranicza się przede wszystkim do zasilania odbiorów niesymetrycznych (np. przy znaczącym udziale odbiorów jednofazowych), a zależy nam na symetrycznym rozkładzie napięć fazowych po stronie wtórnej transformatora.

KLASA IZOLACJI

Klasa izolacji, jest to określony literowo rodzaj zastosowanych materiałów izolacyjnych, informujący o maksymalnej temperaturze pracy transformatora. Jej przekroczenie przy pracy ciągłej skraca żywotność oraz czas bezawaryjnej pracy transformatora.

Symbol klasy Izolacji	Temperatura maksymalna trwale dopuszczalna	Maksymalny przyrost temperatury uzwojeń dla max temp. otoczenia 40°C wg. IEC 61558	Maksymalny przyrost temperatury uzwojeń dla max temp. otoczenia 40°C wg. EN 60726
	[°C]	[°C]	[°C]
A	105	60	60
E	120	75	75
B	130	80	80
F	155	100	100
H	180	125	125
C	220	---	150

RODZAJ CHŁODZENIA

Określony jest kodem literowym w zależności od czynnika chłodzącego i sposobu jego obiegu. Dla transformatorów olejowych, sposób chłodzenia oznacza się za pomocą symbolu składającego się z czterech liter, a w przypadku transformatorów suchych bez obudowy lub z obudową przewietrzaną – z dwóch liter.

· pierwsza litera – oznacza czynnik chłodzący uzwojenia,
· druga – sposób wprawiania w ruch czynnika chłodzącego uzwojenia,
· trzecia – zewnętrzny czynnik chłodzący,
· czwarta – sposób wprawiania w ruch zewnętrznego czynnika chłodzącego.

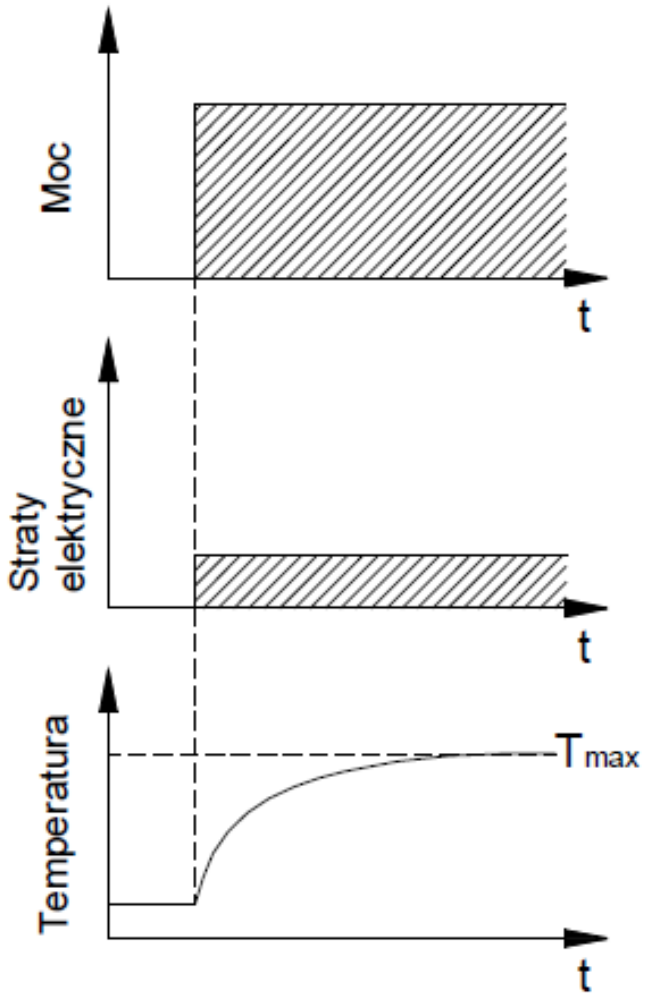
Oznaczenie literowe rodzaju rodzaju chłodzenia, wg norm EN 60076, EN60726:

Rodzaj czynnika chłodzącego	**A** – chłodzenie powietrzne **G** – chłodzenie gazem innym niż powietrze **W** – chłodzenie wodą
Sposób wprawienia w ruch czynnika chłodzącego	**N** – chłodzenie naturalne **F** – chłodzenie wymuszone przez sztuczne wprawienie w ruch czynnika chłodzącego

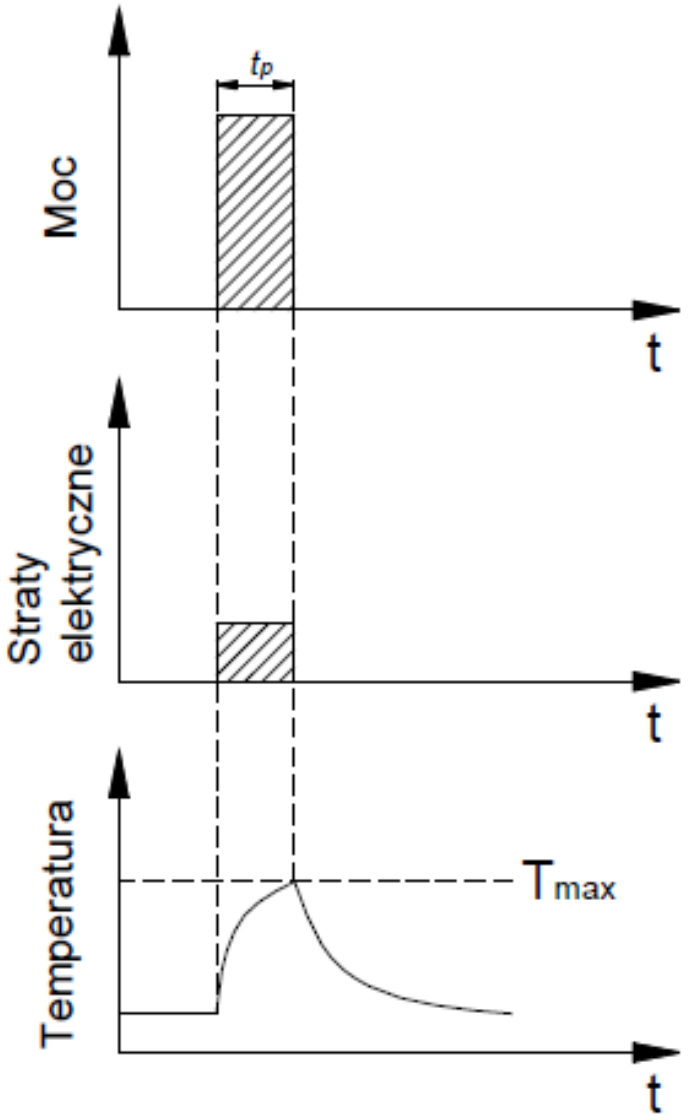
RODZAJE PRACY

Rozróżnia się następujące rodzaje pracy:

Praca ciągła – (S1), to praca z obciążeniem o stałej wartości w nieograniczonym okresie czasu lub co najmniej do osiągnięcia ustalonego przyrostu temperatury.

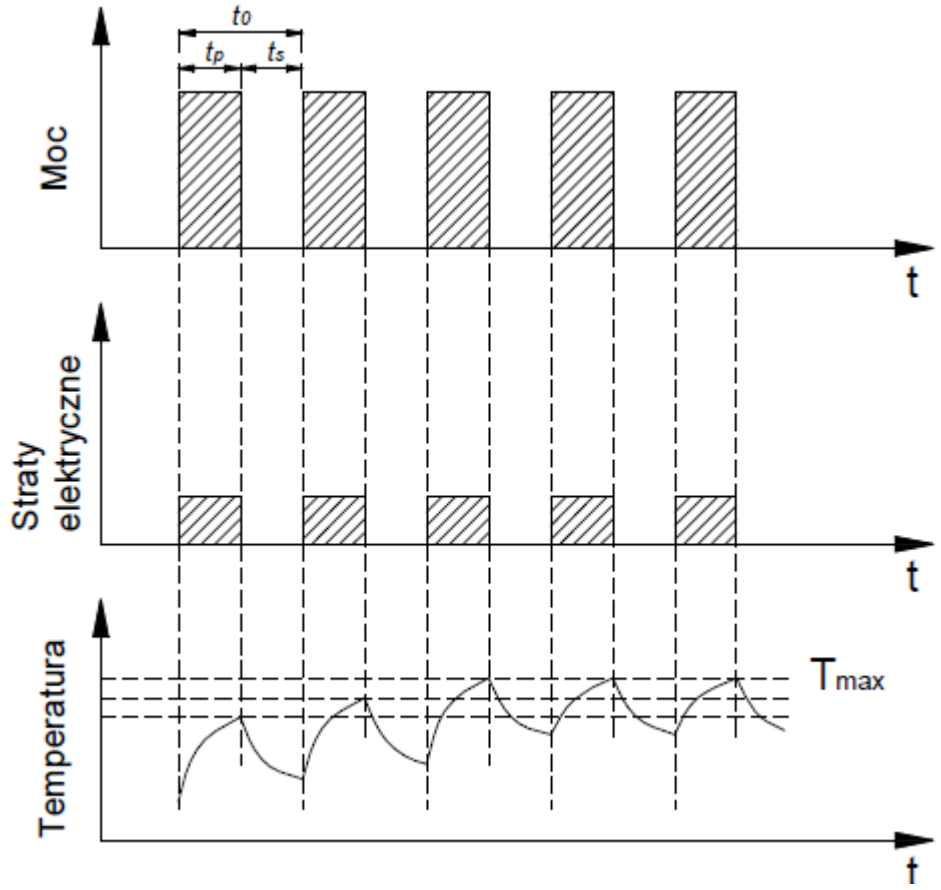


Praca dorywcza – (S2), to praca w określonym czasie, rozpoczynana od stanu zimnego transformatora, przy czym przerwy między okresami pracy są wystarczająco długie do ochłodzenia transformatora do temperatury bliskiej temperaturze otoczenia. Pracę dorywczą symbolizują znaki S2 oraz czas pracy *tp w minutach (np. S2-15min).*



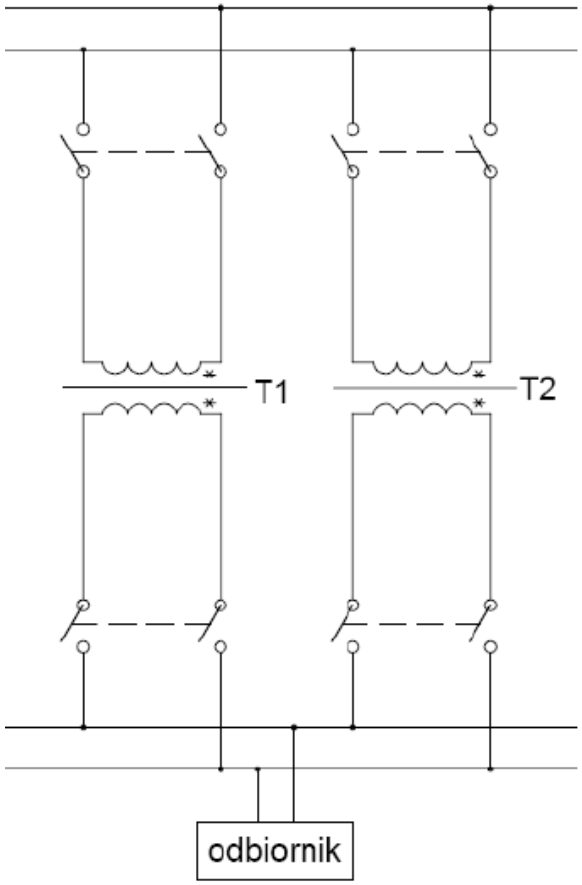
Praca przerywana – (S3), to praca wykonywana kolejno w określonych, jednakowych cyklach następujących po sobie, gdzie okresy pracy są oddzielone jednakowymi okresami przerw. Oznaczenie
pracy przerywanej to np. S3-20%, gdzie wartość liczbowa oznacza procentowy stosunek czasu pracy *tp do* czasu trwania okresu *t0, czyli czasu pracy i następującej po nim przerwy:*

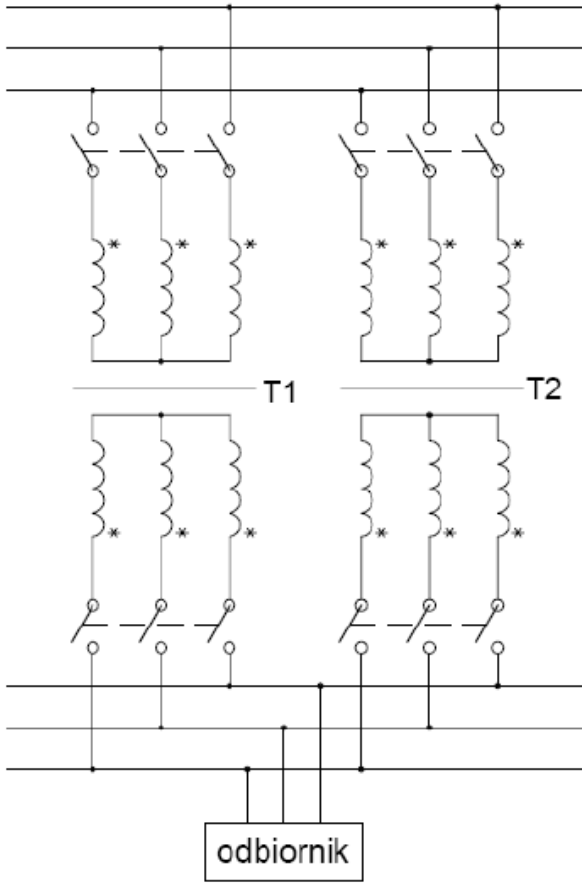
$$S3 = \frac{t_p}{t_p + t_s} \cdot 100\%$$



PRACA RÓWNOLEGŁA TRANSFORMATORÓW

Praca równoległa transformatorów występuje, gdy strony pierwotne dwu lub kilku transformatorów są zasilane ze wspólnych szyn, a strony wtórne tych transformatorów zasilają odbiory również przez wspólne szyny:





Praca równoległa transformatorów jest poprawna, jeżeli:
· w obwodach wtórnych transformatorów w stanie jałowym nie płyną żadne prądy
· transformatory w czasie pracy obciążają się proporcjonalnie do ich mocy znamionowych
· odpowiednie prądy poszczególnych transformatorów są z sobą w fazie

Aby powyższe warunki były spełnione transformatory przeznaczone do pracy równoległej muszą spełnić następujące wymagania:
· napięcia znamionowe pierwotne i wtórne powinny być jednakowe (przekładnie transformatorów nie mogą się różnić więcej niż o ±0,5%)
· transformatory powinny posiadać te same grupy połączeń o tym samym przesunięciu godzinowym
· napięcia zwarcia transformatorów nie powinny się różnić więcej niż o 10%
· stosunek mocy znamionowych transformatorów S1/S2 nie większy niż 1 : 3

Niespełnienie któregokolwiek z powyższych warunków powoduje, że w uzwojeniach wtórnych transformatorów płyną prądy wyrównawcze i powstają dodatkowe straty. Wpływa to niekorzystnie na rozkład obciążenia i nie pozwala w pełni wykorzystać mocy znamionowych transformatorów pracujących równolegle.

RODZAJE WYKONANIA KLIMATYCZNEGO

W zależności od strefy klimatycznej, w której będzie pracował wyrób, powinny być użyte odpowiednie materiały do jego wykonania. Ta informacja może być zawarta na tabliczce znamionowej w postaci symbolu literowocyfrowego, zawartego w :

- normie EN 60076-11 dla klasy klimatycznej określającej środowisko w zależności od wilgotności, kondensacji, zanieczyszczeń i temperatury otoczenia;
  - E0 - nie pojawia się kondensacja, a zanieczyszczenia są pomijalne.
  - E1 - może pojawić się sporadycznie kondensacja i ograniczone zanieczyszczenie
  -E2 - może pojawić się częsta kondensacja i duże zanieczyszczenie

- normie EN 60721-3 określającej środowisko w którym przechowywane, transportowane i używane są wyroby
  - 1 do 7 - cyfry określające miejsce stosowania
  - K, B, C, S, M, Z - litery określające rodzaj uwzględnianych warunków środowiskowych
  -1 do 7 - cyfry określające intensywność z jaką występuje dany czynnik, wyższa cyfra oznacza większą intensywność

Norma EN 60076-11 przewiduje podział warunków, w jakich znajduje się transformator na dwie kategorie:

- klasy klimatyczne i klasy środowiskowe i obowiązuje dla transformatorów suchych (łącznie z autotransformatorami) o mocy od 5 kVA (1-faz) i 15 kVA (3-faz) o najwyższym napięciu do 36 kV, w których napięcie znamionowe przynajmniej jednego uzwojenia jest wyższe niż 1 kV.

Klasy klimatyczne wg **EN 60076-11** :

Klasa klimatyczna	Opis
C1	Transformator może pracować w temperaturze T ≥ -5°C, ale można go transportować i magazynować w temperaturze otoczenia T ≥ -25°C
C2	Transformator może pracować i można go magazynować i transportować w temperaturze otoczenia T ≥ -25°C

Klasy środowiskowe wg **EN 60076-11** :

Klasa środowiskowa	Opis
E0	Na transformatorze nie pojawia się kondensacja, a zanieczyszczenia są pomijalne. W czystych, suchych instalacjach wnętrzowych jest to zwykle osiągalne
E1	Na transformatorze może pojawić się sporadycznie kondensacja (na przykład, gdy odłączone jest zasilanie transformatora). Możliwe jest ograniczone zanieczyszczenie.
E2	Częsta kondensacja lub/i duże zanieczyszczenie

Porównanie oznaczeń wg **EN 60076-11** i nieaktualnej już **PN-68/H-04650**

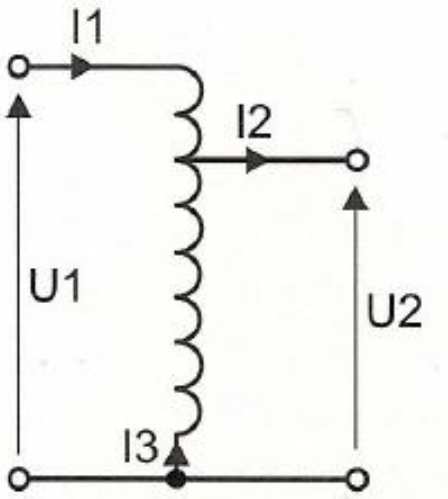
Rodzaj wykonania wg PN-68/H-04650	Klasa klimatyczna / klasa środowiskowa Wg EN 60076-11	Uwagi dotyczące różnic
N/3	C1 / E0	W przypadku normy PN-68/H-04650 podawana była niższa temperatura minimalna (-40°C) oraz wyższa średnia temperatura maksymalna (+40°C). Dla normy PN-EN 60076-11 jest to odpowiednio (-25°C) oraz (+30°C)
W/3	C2 / E1	W przypadku normy PN-68/H-04650 podawana była niższa temperatura minimalna (-40°C) oraz wyższa średnia temperatura maksymalna (+45°C). Dla normy EN 60076-11jest to odpowiednio (-25°C) oraz (+30°C)

AUTOTRANSFORMATOR

Zmniejszenie masy i gabarytów autotransformatora stanowi jego zaletę w porównaniu z transformatorem.
Jednak autotransformatory posiadają też wady :
- galwaniczne połączenie obwodów pierwotnego i wtórnego autotransformatora, które powoduje iż wszelkie zakłócenia, przepięcia przenoszą się bezpośrednio na drodze przewodzenia do obwodu wtórnego.
- wszystkie zwarcia doziemne w sieci elektroenergetycznej są przenoszone przez autotransformatory, co może powodować ryzyko obniżenia poziomu bezpieczeństwa użytkowników.
-niższe napięcie zwarcia autotransformatora w porównaniu z transformatorem spowodowane niższą impedancją zwojeń autotransformatora w porównaniu z transformatorem
Dlatego zastosowanie autotransformatorów jest ograniczone. Znajdują one zastosowanie min. w systemach elektroenergetycznych do połączeń sieci o różnych poziomach napięć, w układach rozruchu dużych silników indukcyjnych klatkowych, w zastosowaniach laboratoryjnych, wszędzie tam gdzie dopuszcza się brak galwanicznego rozdziału obwodów. Nie dopuszcza się stosowania autotransformatorów do zasilania urządzeń górniczych, medycznych czy okrętowych.

Autotransformator jest transformatorem specjalnym, w którym zastosowano tylko jedno uzwojenie spełniające jednocześnie funkcję uzwojenia pierwotnego i wtórnego Obie strony transformatora (pierwotna i wtórna) są połączone galwanicznie (





Transformatory Mocy















Dziękuję za uwagę



mgr inż. Robert Czak
tel: 0048 603687444
mail: robert.czak@op.pl