

Poradnik użytkownika

© 2012 Dobry Czas Sp. z o.o.

Dlaczego warto monitorować napięcia zasilające

W każdej firmie istotne znaczenie mają koszty związane z eksploatacją urządzeń elektrycznych. Są to zarówno koszty zużytej energii elektrycznej jak również koszty uszkodzeń i awarii urządzeń elektrycznych. Koszt naprawy silnika, który wskutek przegrzewania uległ uszkodzeniu, to nie tylko koszt nowego silnika, ale również koszty przestoju linii technologicznej.

Bardzo duży wpływ na koszty zużytej energii elektrycznej oraz trwałość i bezawaryjność pracy urządzeń elektrycznych, a w szczególności silników elektrycznych, ma jakość energii elektrycznej. Jakość energii elektrycznej przy prądzie przemiennym opisują następujące parametry:

- wartość skuteczna napięcia na zaciskach odbiornika,
- odchylenia i wahania napięcia od wartości znamionowej,
- kształt krzywej napięcia,
- symetria napięć w układzie trójfazowym,
- częstotliwość prądu przemiennego.

Koszty bieżącej eksploatacji napędów z silnikami indukcyjnymi zależą od wykonania właściwych połączeń oraz od niezawodności aparatury sterującej np.:

- podczas instalowania maszyn i urządzeń, w których są wbudowane napędy z silnikami indukcyjnymi istotne znaczenie ma kierunek wirowania faz mający bezpośredni wpływ na kierunek wirowania silnika,
- w układzie zasilania silnika mogą powstawać różne usterki i stany awaryjne, polegające na uszkodzeniu styków styczników załączających lub przepaleniu jednego z bezpieczników – wówczas rozruch silnika przy braku jednej z faz grozi jego uszkodzeniem.

Jako odbiorcy energii elektrycznej nie mamy wielu możliwości poprawy jej jakości. Często nasze urządzenia są źródłem zakłóceń. Priorytetem niedoinwestowanej polskiej energetyki jest przede wszystkim zapewnienie ciągłości zasilania, dając duże pola do odchylenia dla pozostałych parametrów jakości energii elektrycznej.

Opłaca się natomiast monitorować istotne dla naszych urządzeń parametry energii elektrycznej w celu zmniejszenia kosztów eksploatacji urządzeń elektrycznych. Informacje uzyskane z monitoringu można wykorzystać do:

- podejmowania decyzji dotyczących modernizacji istniejącej wewnętrznej sieci energetycznej w firmie,
- działania układów sterowania zapobiegających trwałym uszkodzeniom silników i innych odbiorników energii elektrycznej.

Najczęstsze przyczyny uszkodzeń silników elektrycznych

Najpopularniejszymi, ale również drogimi odbiornikami energii elektrycznej są silniki indukcyjne.

Silniki elektryczne o napięciu znamionowym nieprzekraczającym 1000V powinny mieć podstawowe zabezpieczenia:

- zwarciove – od skutków zwarć w uzwojeniach silnika,
- przeciążeniowe – od skutków przekroczenia dopuszczalnych temperatur,
- zanikowe – od skutków symetrycznego/asymetrycznego zaniku napięcia lub jego powrotu po znacznym obniżeniu.

Wiele uszkodzeń jest spowodowanych przeciążeniem silnika prowadzącym do kumulacji procesów termicznej destrukcji izolacji. Przeciążenie występuje wtedy, gdy płynący prąd przekracza wartość znamionową o kilkadziesiąt procent i może być spowodowane:

- procesem technologicznym (np. obciążenie silnika zbyt dużym momentem hamującym),
- przerwą w jednej z faz sieci zasilającej,

- nieprawidłowo przebiegającym rozruchem (np. z powodu zbyt niskiego napięcia zasilającego),
- zmianami poziomu napięcia zasilającego silnik w stanie pracy przy pełnym obciążeniu,
- asymetrią zasilania,
- odkształceniem napięć i błędem spowodowanym sposobem pomiaru wartości skutecznej napięcia niesinusoidalnego.

W następstwie przeciążenia silnik nagrzewa się intensywnie, temperatura może przekroczyć wartość dopuszczalną, co z kolei powoduje zmniejszenie trwałości izolacji i skrócenie czasu eksploatacji silnika. Temperatura silnika rośnie tym szybciej im większe jest przeciążenie oraz im wyższa jest temperatura otoczenia. Trwały wzrost temperatury uzwojenia o każde 8 °C powoduje skrócenie czasu życia izolacji do połowy czasu określonego dla temperatury niższej.

Przy przeciążeniach spowodowanych wzrostem prądu do wartości 120% prądu znamionowego stała czasowa nagrzewania się uzwojeń silnika jest taka sama jak stała czasowa nagrzewania silnika i mieści się w przedziale od 20min do 60min. Wówczas zadziałają standardowe zabezpieczenia termiczne - przełączniki cieplne termobimetalowe.

Przeciążenia, przy których prąd ma wartość (140...150)% prądu znamionowego należy brać pod uwagę tylko stałą czasową nagrzewania uzwojenia, która wynosi (4...8) min. W przypadku takich przeciążeń, w celu ochrony silnika, zachodzi konieczność natychmiastowego odłączenia silnika od sieci zasilającej. Stopień przeciążenia a tym samym szybkość wzrostu temperatury uzwojeń decyduje o dopuszczalnym czasie jego trwania.

Asymetria napięć zasilania (asymetria napięciowa)

Asymetria napięć zasilania sieci trójfazowej jest stanem układu trójfazowego, kiedy napięcia poszczególnych faz nie są jednakowe. Stan taki opisywany jest za pomocą współczynnika asymetrii. Definicja współczynnika asymetrii oparta jest na metodzie składowych symetrycznych. Dla praktycznych zastosowań można go wyznaczyć również miarą sumy chwilowych wartości napięć fazowych – uwzględniających wartość i kąt fazowy. Dla układu symetrycznego suma ta wynosi 0V.

W praktyce miarą asymetrii jest wielkość napięcia jaka występuje pomiędzy punktem zerowym układu połączeń w gwiazdę a przewodem neutralnym. Odnosząc tą wartość do napięcia fazowego znamionowego otrzymamy procentowy współczynnik asymetrii. Dla układu w którym asymetria wynosi 30V przy zasilaniu 230V, współczynnik asymetrii wynosi około 13%. Dla napięcia asymetrii o wartości 70V współczynnik asymetrii wzrasta do około 30%.

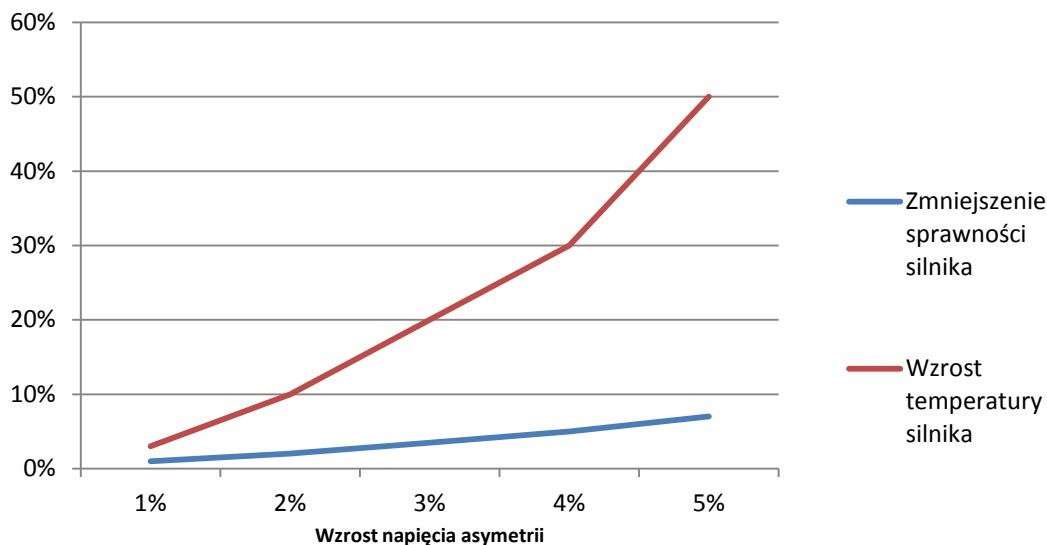
Większą wartość asymetrii obserwuje się w weekendy i podczas wieczornego szczytu obciążeniowego. Najczęściej występuje asymetria o wartości 16% do 20% . Konsekwencją pracy przy asymetrycznym zasilaniu jest:

- nadmierne grzanie się silników i transformatorów,
- zmniejszenie sprawności,
- zmniejszenie momentu obrotowego,
- zwiększenie zużycia mechanicznego.

Niesymetria napięcia zasilania to jedna z głównych przyczyn awarii silników indukcyjnych. Niesymetria taka wywołuje dodatkowe straty w silniku, zwiększające jego temperaturę. Wzrasta temperatura wirnika w wyniku indukowania się prądów od składowej przeciwnej. Wyłączniki termobimetalowe lub czujniki temperatury umieszczone w uzwojeniu stojana nie zawsze reagują wystarczająco szybko na wzrost temperatury wirnika. Ostatecznie więc, nadmierne nagrzewanie się silnika może doprowadzić do zniszczenia jego izolacji i tym samym skrócenia żywotności całego napędu.

Do zabezpieczenia odbiorników przed wystąpieniem asymetrii zasilania służą przełączniki:

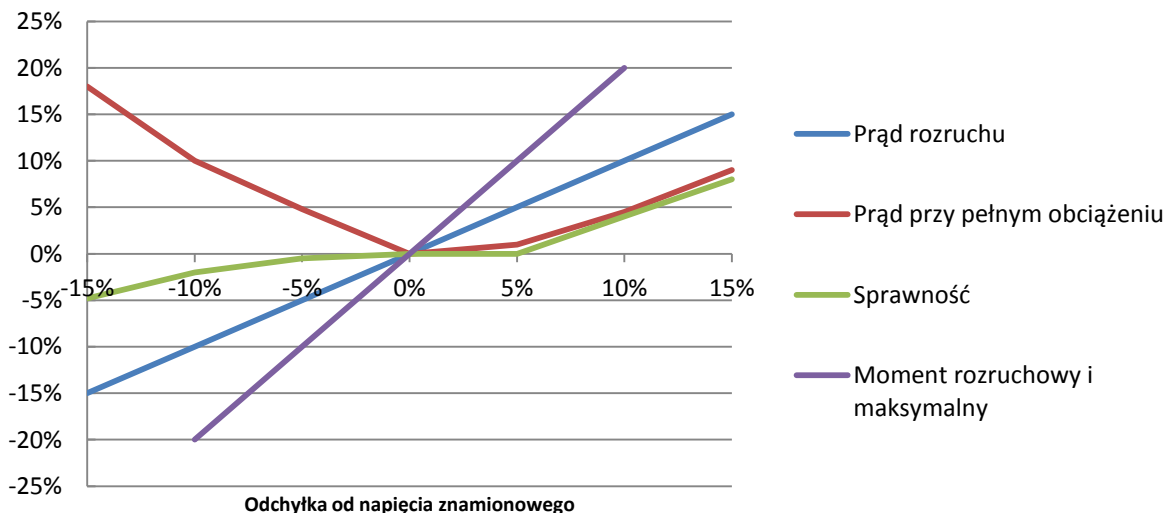
- MMR17-PDC-A230-108 – kontrola asymetrii,
- MMR17-V3A-M230-108 – kontrola asymetrii oraz napięcia zasilania.



Rysunek 1 Zależność pomiędzy asymetrią napięć a spowodowanym przez nią wzrostem temperatury silnika i ograniczeniem sprawności

Odchylenia napięcia

Decydujący wpływ na pracę odbiorników energii elektrycznej ma wartość napięcia występującego długotrwale na zaciskach odbiornika. Zależy ona nie tylko od napięcia źródła zasilania, ale również od bieżącego obciążenia występującego w sieci. Niemożliwe jest, aby napięcie w każdym punkcie sieci było równe napięciu znamionowemu. Znaczna część uszkodzeń silników jest skutkiem wielokrotnych termicznych przeciążeń spowodowanych losową odchyłką poziomu napięcia zasilającego od wartości znamionowej. Wpływ takich zmian przedstawia rysunek 2.



Rysunek 2 Wpływ zmian napięcia na niektóre parametry silnika indukcyjnego

Zmiana napięcia, zarówno powyżej jak i poniżej napięcia znamionowego powoduje znaczny wzrost prądu stojana i w konsekwencji wzrost temperatury uzwojeń silnika.

Wpływ odkształcenia napięcia na pracę odbiorników energii elektrycznej

Odształcenie napięcia zasilającego występuje wówczas, gdy odbiega ono od idealnej sinusoidy. Jest to najczęściej skutek występowania w obwodzie obciążeń nieliniowych. Tego typu zaburzenia prowadzą do pojawienia się tzw. harmonicznych, czyli dodatkowych częstotliwości o wartościach stanowiących całkowitą wielokrotność częstotliwości podstawowej przebiegu zasilającego.

Częstotliwości harmoniczne powodują dodatkowe nagrzewanie się silnika. Jest to rezultatem wydzielania się ciepła związanego z dodatkowymi stratami powstającymi w wyniku istnienia tychże harmonicznych. Zwiększają się również straty związane z pętlą histerezy oraz powstawaniem dodatkowych tzw. prądów wirowych. Harmoniczne napięcia mogą zawierać składowe kolejności zgodnej, przeciwnej i zerowej, zależnie od tego, którego rzędu harmoniczne pojawiają się w sieci zasilania. Składowe kolejności zgodnej zwiększają wartość momentu silnika w kierunku jego obracania się, składowe kolejności przeciwnej zwiększają moment w kierunku przeciwnym do obrotów silnika. Składowe kolejności zerowej nie mają wpływu na wartość momentu obrotowego silnika, jednakże generują dodatkowe straty. Zmiany momentu obrotowego silnika, wynikające z występowania składowych kolejności zgodnej lub przeciwnej, powodują zwiększenie prądów uzwojeń silnika oraz wzrost jego wewnętrznej temperatury.

Norma IEEE 519-1995 (PN/EN 61000-3) zawiera dokładne wskazówki dotyczące dopuszczalnych poziomów odkształceń napięcia w różnych odbiornikach (w tym silnikach elektrycznych). Ogólne zalecenie stanowi o ustaleniu granicy monitorowanych odkształceń na poziomie 5% THD (całkowity współczynnik odkształcenia) oraz 3% dla innych częstotliwości charakterystycznych. Podstawowe czynniki decydujące o stopniu odkształceń harmonicznych napięcia zasilania to rodzaj przyłączonego obciążenia oraz impedancje występujące w układzie napędowym.

Pomiar rzeczywistej wartości skutecznej napięcia TrueRMS

W obwodach sieci energetycznej, gdzie stosowane są różnego rodzaju regulatory fazowe zawierające tyrystory lub triaki, np. układy rozruchowe i regulacyjne takie jak przemienniki częstotliwości, poziom odkształceń od sinusoidy przebiegu napięcia jest duży. Mówimy wówczas o wysokiej zawartości składowych harmonicznych napięć. Gdy chcemy zmierzyć takie napięcie odkształcone, wówczas większość prostych a przez to tanich układów daje fałszywe wskazania – przy czym wynik jest zawsze mniejszy od rzeczywistej wartości skutecznej takiego przebiegu. Błąd jest tym większy im bardziej odkształcony od sinusoidy jest rzeczywisty przebieg. Przy bardzo odkształconych przebiegach błędy mogą osiągnąć wartość rzędu kilkudziesięciu procent. Oczywiście taki pomiar jest bezwartościowy dla ochrony układu napędowego, gdyż nie gwarantuje poprawnego zadziałania układów zabezpieczających.

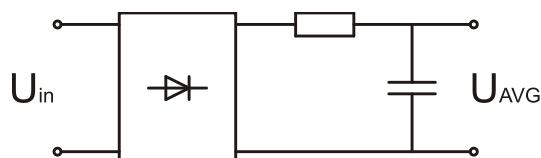
W układach automatyki i sterowania często spotykanymi elementami są różnego rodzaju przełączniki napięciowe służące do kontroli zasilania w sieciach jedno lub trójfazowych. Służą do zabezpieczenia odbiorników przed wystąpieniem zbyt niskiego lub zbyt wysokiego napięcia zasilającego. Progi zadziałania ustawiane są najczęściej w woltach według skali dobranej do zakresu pomiarowego przełącznika lub jako wartość procentowa napięcia znamionowego U_n . Pomijając wykonania niestandardowe, przełączniki służące do pomiaru napięć przemiennych AC wyskalowane są zawsze w wartościach skutecznych RMS (*Root Mean Square*). Zgodnie z definicją, wartość skuteczna napięcia przemiennego AC to taka wartość napięcia stałego DC, która w czasie trwania jednego okresu spowoduje wydzielenie takiej samej ilości ciepła jak dla sygnału AC. Pomiar wartości skutecznej napięcia przemiennego o przebiegu $u(t)$ wyrażony jest wzorem:

$$U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} u^2(t) dt} \quad (1)$$

Nietrudno wyobrazić sobie, że realizacja pomiaru napięcia skutecznego przebiegu AC według powyższego wzoru nie jest rozwiązaniem prostym. Z tego względu w tanich przełącznikach stosuje się pośrednią metodę pomiaru przyjmując założenie, że napięcie mierzone ma kształt idealnej sinusoidy o amplitudzie U_M i wartości skutecznej wyrażonej wzorem:

$$U_{RMS} = \frac{U_M}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

Zatem do obliczenia napięcia skutecznego U_{RMS} wystarczy znajomość amplitudy przebiegu U_M , którą można uzyskać poprzez pomiar napięcia średniego przebiegu wejściowego U_{AVG} . Pomiar wartości średniej jest już stosunkowo prosty i może być zrealizowany w układzie złożonym z prostownika i filtra uśredniającego, tak jak pokazano na rysunku 3:



Rysunek 3 Schemat poglądowy układu mierzącego wartość średnią przebiegu

Dla prostownika dwupołkowego wartość napięcia U_{AVG} wynosi:

$$U_{AVG} = \frac{2}{\pi} U_M \quad (3)$$

Zatem wartość skuteczną można obliczyć na podstawie wzorów (2) i (3):

$$U_{RMS} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} U_{AVG} \approx 1,11 U_{AVG} \quad (4)$$

W prostych przełącznikach napięciowych układy wejściowe dokonują pomiaru wartości średniej a następnie przeskalowują ją do wartości skutecznej przez odpowiedni dobór wejściowych dzielników rezystancyjnych lub wzorcowego napięcia odniesienia. Jeżeli jednak napięcie wejściowe odbiega od idealnej sinusoidy, pomiar według powyższej metody będzie obarczony błędem zależnym od kształtu przebiegu, dochodzącym nawet do kilkudziesięciu procent!!!

W celu zachowania dokładności pomiaru dla dowolnego kształtu przebiegu wejściowego stosuje się specjalne konwertery *TrueRMS*. Realizują one pośrednio operację (1), jednak znacznie podwyższają cenę końcowego wyrobu i z tego względu są rzadko wykorzystywane w prostych układach kontrolnych. Dzięki nietypowemu rozwiązaniu w przełącznikach MMR17-V1A-U230-108 oraz MMR17-V3A-M230-108 wprowadzono pomiar wartości skutecznej napięcia *TrueRMS* przy zachowaniu niskiej ceny wyrobów.

Chcąc uniknąć szkodliwych następstw zwarc i przeciążeń, obniżenia lub zaniku napięcia oraz wpływu odkształceń napięcia stosuje się odpowiednie zabezpieczenia. Proponujemy serię urządzeń pomiarowych i nadzorczych MMR17 służących do monitorowania najważniejszych parametrów sieci zasilającej oraz poprawności podłączenia i pracy układów napędowych. Są to:

- Przełącznik kontroli asymetrii i kierunku faz – MMR17-PDC-A230-108
- Przełącznik kontroli napięcia jednofazowego – MMR17-V1A-U230-108
- Przełącznik kontroli napięcia trójfazowego, asymetrii oraz kierunku – MMR17-V3A-M230-108

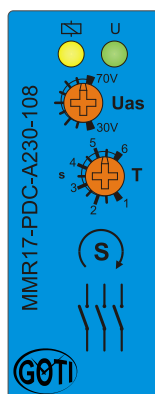
Obecnie warunki pracy maszyn elektrycznych nie są zdefiniowane w jednolity sposób (tak było do 1997 roku). Wydana w 1997 roku ustawa Prawo Energetyczne wymusza jedynie przestrzeganie podstawowych zasad teorii eksploatacji obiektów technicznych. Według normy PN-EN 60204-1:2001 „*Bezpieczeństwo maszyn. Wyposażenie elektryczne maszyn. Wymagania ogólne.*” wszystkie elementy wyposażenia elektrycznego powinny prawidłowo działać w następujących warunkach:

- zakres napięcia 0,9 do 1,1 wartości znamionowej,
- odkształcenie spowodowane sumą harmonicznym od drugiej do piątej nie powinno przekraczać 10% wartości skutecznej napięcia międzyfazowego,
- poziom asymetrii nie większy niż 2%,

- przerwa zasilania nie może trwać dłużej niż 3ms w dowolnej chwili zasilania; odstępy między kolejnymi przerwami powinny być dłuższe niż 1s,
- zapady napięcia nie powinny przekraczać 20% szczytowej wartości napięcia zasilania w czasie dłuższym niż 1 okres.

Dokładne dane dotyczące zastosowanego silnika dostępne są w dokumentacji techniczno-ruchowej. Te dane należy wykorzystywać dobierając parametry nastaw stosowanych układów zabezpieczających.

Przełącznik kontroli asymetrii i kierunku faz – MMR17-PDC-A230-108



Jest to podstawowy dla napędów z silnikiem indukcyjnym układ zabezpieczający. Służy do kontroli napięcia asymetrii faz, której próg zadziałania ustawiany jest potencjometrem U_{as} . Ponadto załączenie układu możliwe jest wyłącznie w przypadku wykrycia poprawnej kolejności faz. W razie przekroczenia dopuszczalnej asymetrii lub wykrycia błędnego kierunku, zadziałanie zabezpieczenia zostanie wyzwolone po czasie ustawionym potencjometrem T . Za pomocą tego przełącznika można monitorować następujące parametry:

Kontrola kierunku faz



Opis funkcji

Kontrola prawidłowości podłączenia układu napędowego do sieci zasilającej ze względu na kierunek obrotów jednostki napędowej. Po podaniu zasilania układ załączy obwód stycznika tylko w przypadku wykrycia poprawnej kolejności faz, niezależnie od ustawionego czasu opóźnienia.

Cel stosowania

Zainstalowanie w nowej maszynie takiego układu daje pewność że przy podłączeniu do sieci zasilającej, podczas instalowania maszyny, uruchomimy urządzenie tylko w przypadku kierunku wirowania silnika napędowego zgodnego z założonym przez producenta maszyny. W przypadku niewłaściwego kierunku wirowania przełącznik wyjściowy nie załączy się.

Kontrola stanu styków stycznika załączającego



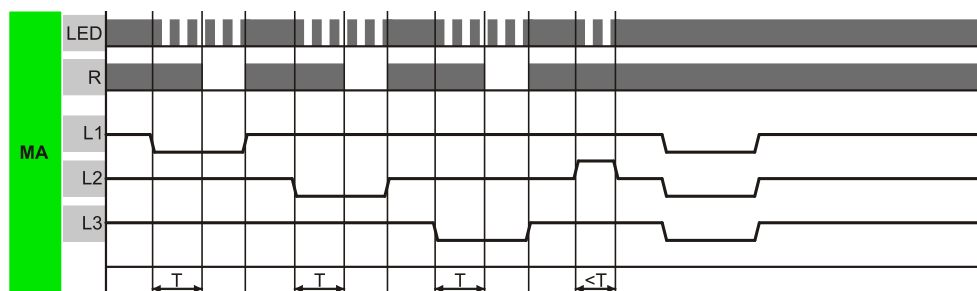
Opis funkcji

Jest to prosta funkcja kontroli przewodzenia styków stycznika załączającego silnik. Dokonując pomiaru napięcia przed stykami i za stykami możemy stwierdzić czy na stykach jest przejście. Po podaniu zasilania układ załączy obwód stycznika. W przypadku braku napięć na zaciskach za stycznikiem wykonawczym co jest równoznaczne z wykryciem asymetrii napięciowej za stycznikiem wykonawczym (na zaciskach V1, V2, V3), przełącznik zostanie wyłączony na stałe i ponowne jego uruchomienie wymaga odłączenia i ponownego załączenia napięcia zasilającego.

Cel stosowania

Blokuje pracę silnika w przypadku uszkodzenia styków. Konsekwencje załączenia silnika przy braku jednej fazy są takie same jak dla układu z asymetrią. Skutki są opisane w opisie funkcji pomiaru asymetrii.

Pomiar asymetrii zasilania



Rysunek 4 Schemat działania funkcji asymetrii MA

Opis funkcji

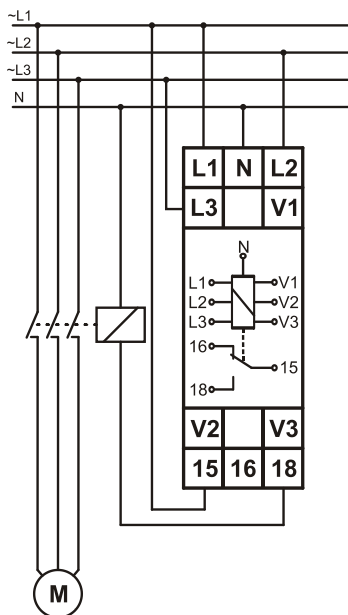
Przełącznik zabezpiecza układ dla asymetrii o wartości od 13% do 30%. Działa w taki sposób że wzrost napięcia asymetrii powyżej ustalonego progu U_{asym} (z przedziału 30V do 70V) powoduje rozpoczęcie odmierzenia czasu opóźnienia T . Jeżeli w czasie T wartość napięcia asymetrii nie spadnie poniżej U_{asym} , przełącznik wykonawczy R zostanie wyłączony. Ponowne załączenie przełącznika nastąpi w przypadku, gdy napięcie asymetrii spadnie poniżej wartości U_{asym} . Układ nie reaguje na asymetrię trwającą krócej od nastawionego czasu T .

Cel stosowania

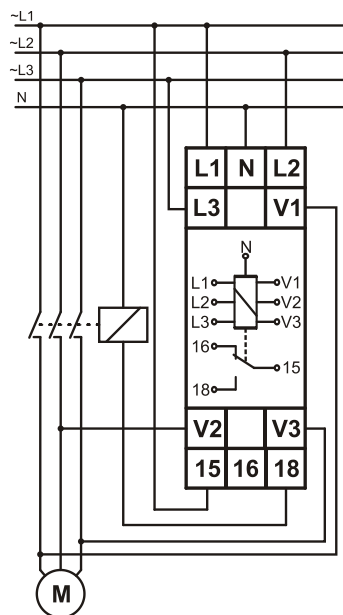
W przypadku znacznych asymetrii zasilania należy szybko wyłączyć układ napędowy, aby zabezpieczyć silnik przed uszkodzeniem. Przełącznik PDC umożliwia wybór progu asymetrii w zakresie 13% do 30% co stanowi wartość napięcia asymetrii z przedziału 30V – 70V. Czas reakcji na wystąpienie tak dużej asymetrii można ustawić w zakresie od 1 do 6 s. Oczywiście dla dużych asymetrii należy ustawiać mniejsze czasy reakcji. Czas opóźnienia wyłączenia powinien być wyliczony w oparciu o porównanie kosztów naprawy silnika (również koszt przestoju linii technologicznej spowodowanej brakiem jednostki napędowej) z kosztami przerwy technologicznej spowodowanej wyłączeniem.

Schemat podłączenia przełącznika MMR17-PDC-A230-108

Styki przełącznika wyjściowego są włączone szeregowo w układzie załączania cewki stycznika głównego. Wejścia L1, L2, L3 należy podłączyć przed stycznikiem głównym natomiast wejścia V1, V2, V3 za nim. W przypadku braku potrzeby kontroli styków stycznika, wejścia V1, V2 oraz V3 można pozostawić niepodłączone.



Rysunek 5 Bez kontroli styków stycznika



Rysunek 6 Z kontrolą styków stycznika

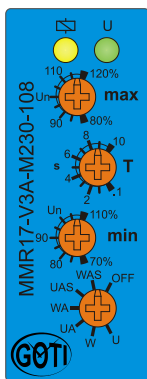
Uwagi ogólne

- Przełącznik PDC jest układem zabezpieczającym silnik elektryczny przed skutkiem wystąpienia asymetrii napięciowej, błędnej kolejności wirowania faz oraz uszkodzenia stycznika głównego. Posiada on pełny zestaw funkcji dostępnych w tej rodzinie przełączników. Dostępne są także wykonania specjalne PPS, PPM, PPC, PDS o zubożonym zestawie funkcji. W tabeli przedstawione jest porównanie wszystkich wyrobów z omawianej rodziny przełączników.

Typ	MMR17-PPS-A230-108	MMR17-PPM-A230-108	MMR17-PPC-A230-108	MMR17-PDS-A230-108	MMR17-PDC-A230-108
Funkcje					
MA – kontrola asymetrii napięciowej sieci trójfazowej 3x230/400V AC	•	•	•	•	•
MS – kontrola kierunku faz				•	•
Stały czas opóźnienia zadziałania	•	•		•	
Regulowany czas opóźnienia zadziałania			•		•
Regulowany próg asymetrii napięciowej	•	•	•	•	•
Kontrola styków stycznika		•	•		•

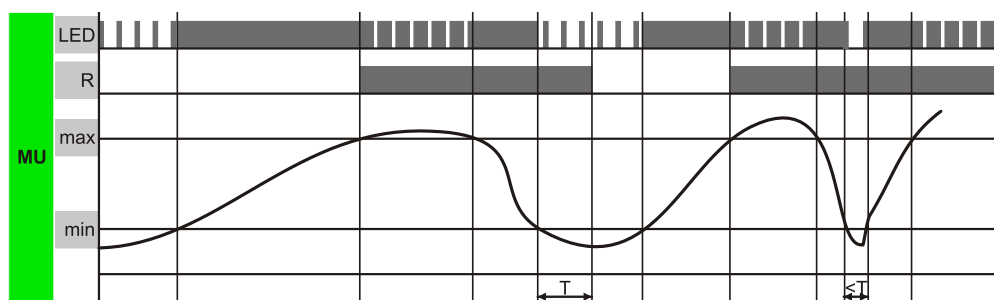
2. Układ jest zasilany wyłącznie z fazy L1, co oznacza, że w przypadku jej całkowitego zaniku przełącznik zostaje natychmiast wyłączony. Poprawna praca przełącznika zapewniona jest od około 130VAC.
3. Układ nie zabezpiecza przed symetrycznym spadkiem napięcia zasilającego występującym wtedy, gdy napięcia wszystkich faz są identyczne. Asymetria napięciowa wynosi wówczas 0V.

Trójfazowy przełącznik nadzorczy napięciowy – MMR17-V3A-M230-108



Jest to układ służący przede wszystkim do zabezpieczenia odbiornika przed nieprawidłową wartością napięcia zasilającego. Może być stosowany do pomiaru napięcia trójfazowego AC, a także jednofazowego AC lub DC o wartości znamionowej 230V. Układ może działać przy jednoznacznie określonym kierunku wirowania faz przez co zabezpiecza odbiornik przed ich zamianą. Próg asymetrii napięciowej ustawiony jest programowo na wartość 20% (46V). Przełącznik trybu pozwala użytkownikowi na wybór sposobu monitorowania zasilania, załączenie asymetrii lub układu kierunku. Stan pracy przełącznika jest sygnalizowany za pomocą dwóch diod LED umieszczonych na panelu czołowym.

Funkcja *Undervoltage*



Rysunek 7 Schemat działania funkcji *Undervoltage* MU

Opis funkcji

Funkcja *Undervoltage* służy do kontroli spadku napięcia poniżej dolnego progu U_{min} . Po załączeniu zasilania przełącznik aktywowany jest w sytuacji, gdy napięcie zasilające na wszystkich fazach będzie większe od U_{min} . Spadek napięcia wejściowego dowolnej fazy poniżej nastawionego progu U_{min} powoduje rozpoczęcie odmierzenia czasu opóźnienia T . Jeżeli w czasie T wartość napięcia dowolnej fazy będzie nieprzerwanie mniejsza od U_{min} , przełącznik wykonawczy R zostanie wyłączony. Zostanie on ponownie załączony, gdy napięcie wszystkich faz przekroczy U_{max} . Wartość U_{min} można ustawić w zakresie 70...110% napięcia znamionowego U_n , natomiast U_{max} odpowiednio 80...120%. Układ nie reaguje na spadki napięć trwających krócej od nastawionego czasu T .

Cel stosowania i ustawianie parametrów

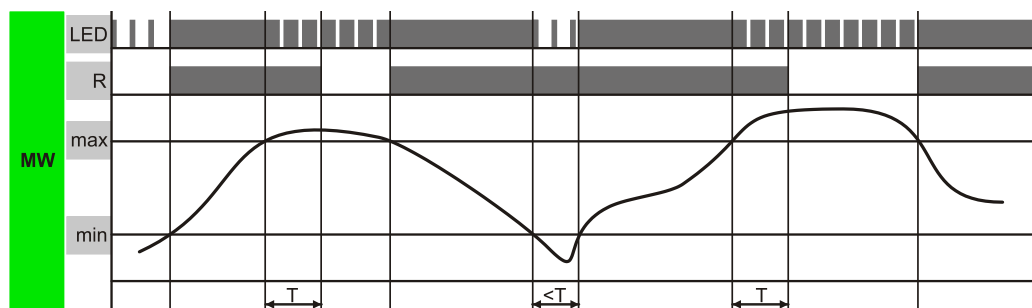
Funkcja zabezpiecza przed przegrzaniem się silnika spowodowanego spadkiem napięcia zasilania. Mechanizm i skutki tego zjawiska zostały opisane powyżej. Układ może spowodować wyłączenie silnika lub generuje informacje dla obsługi o stanie awaryjnym. Stan układu można odczytać z zachowania się diod LED:

- Dioda LED żółta – sygnalizuje załączenie przełącznika wykonawczego R .
- Dioda LED zielona

- Miganie diody zielonej krótkimi impulsami o wypełnieniu około 10% oznacza spadek wartości napięcia wejściowego dowolnej fazy poniżej progu U_{min} .
- Miganie diody zielonej długimi impulsami o wypełnieniu około 90% oznacza wzrost wartości napięcia wejściowego powyżej górnego progu U_{max} .
- Miganie diody zielonej impulsami o wypełnieniu około 50% oznacza trzy możliwe stany:
 - nieprawidłowy kierunek wirowania faz,
 - przekroczony próg asymetrii U_{asym} ,
 - górny próg napięcia U_{max} został ustawiony poniżej dolnego progu U_{min} .

Potencjometrem wyboru funkcji wybieramy interesującą nas funkcję w tym przypadku U (*Undervoltage*). Jeżeli chcemy dodatkowo włączyć funkcję ochrony przed asymetrią zasilania – wybieramy funkcję UA (*Undervoltage+Asymmetry*). Jeżeli chcemy również kontrolować kolejność faz – wybieramy funkcję UAS (*Undervoltage+Asymmetry+Sequence*). Do nastawy wartości napięcia dolnego progu zadziałania używamy potencjometru oznaczonego „min”. Zakres nastawy zaczyna się od 70% napięcia fazowego znamionowego tzn. że po przekroczeniu progu 161V układ zacznie odmierzać czas do zadziałania zabezpieczenia. Przy nastawie np. 80% odmierzanie czasu zadziałania nastąpi po spadku napięcia poniżej 184V. Ponieważ w układzie zastosowano metodę pomiaru napięcia skutecznego *TrueRMS* pomiar będzie dokładny pomimo możliwości występowania odkształceń krzywej napięcia. Napięcie odkształcone o dużej zawartości harmonicznych zmierzone metodą pomiaru wartości średniej może mieć wartość np. 185V gdy w rzeczywistości wartość skuteczna tego napięcia będzie wynosiła np. 170V. Układ z pomiarem *TrueRMS* zadziała i ochroni silnik przed przegrzaniem. Czas opóźnienia zadziałania ustawiamy potencjometrem T w zakresie od 0,5 do 10s. Wybór czasu jest kompromisem pomiędzy kosztem przestoju linii technologicznej a kosztem awarii napędu.

Funkcja *Window*

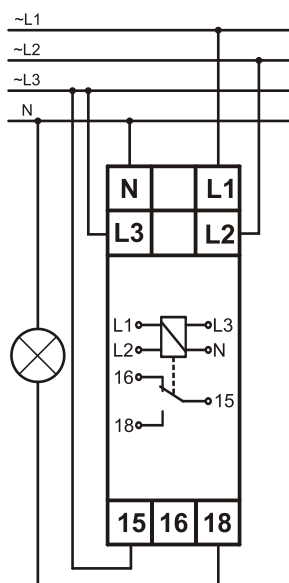


Rysunek 8 Schemat działania funkcji *Window* MW

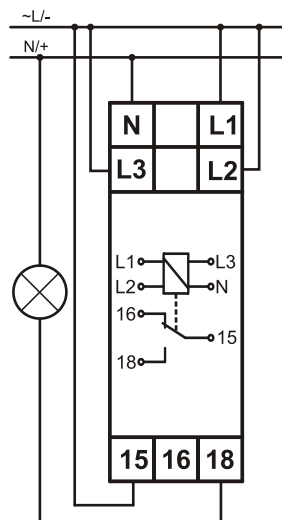
Opis funkcji

Funkcja *Window* służy do kontroli obecności napięcia mierzonego pomiędzy ustawionym dolnym U_{min} i górnym U_{max} progiem. Spadek napięcia wejściowego dowolnej fazy poniżej U_{min} lub jej wzrost powyżej U_{max} powoduje rozpoczęcie odmierzania czasu opóźnienia T . Jeżeli w czasie T wartość napięcia wejściowego będzie znajdować się nieprzerwanie poza zakresem $[U_{min}, U_{max}]$, przełącznik wykonawczy R zostanie wyłączony. Ponowne załączenie przełącznika nastąpi w przypadku, gdy napięcia wejściowe wszystkich faz znajdować będą się pomiędzy nastawionymi progami U_{min} i U_{max} . Układ nie reaguje na przekroczenia progów trwających krócej od nastawionego czasu T .

Schematy połączeń



Rysunek 9 Monitoring napięcia trójfazowego AC



Rysunek 10 Monitoring napięcia jednofazowego AC lub DC

Zaciski L1, L2 oraz L3 podłączyć razem do jednej linii zasilającej, natomiast wejście przewodu neutralnego N do drugiej. W przypadku pomiarów napięcia stałego DC, do zacisku N musi zostać podłączony biegun dodatni (+), a do L1, L2, L3 biegun ujemny (-).

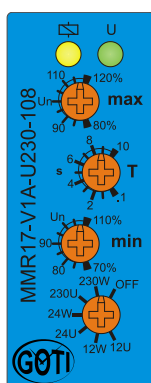
Cel stosowania i ustawianie parametrów

Funkcja zabezpiecza przed przegrzaniem się silnika spowodowanego spadkiem lub wzrostem napięcia zasilania poza ustawione progi. Mechanizm i skutki tego zjawiska zostały opisane powyżej. Układ może spowodować wyłączenie silnika lub generuje informacje dla obsługi o stanie awaryjnym. Potencjometrem wyboru funkcji wybieramy pozycję W (*Window*). Jeżeli chcemy dodatkowo włączyć funkcję ochrony przed asymetrią zasilania – wybieramy funkcję WA (*Window+Asymmetry*). Jeżeli chcemy również kontrolować kolejność faz – wybieramy funkcję WAS (*Window+Asymmetry+Sequence*). Potencjometrem „min” ustawiamy dolny próg okna U_{min} w zakresie od 70% do 110% U_n (161V...253V). Potencjometrem „max” ustawiamy górny próg okna od 80% do 120% U_n (184V... 276V). Należy zwrócić uwagę aby próg U_{max} nie został ustawiony poniżej progu U_{min} – np. U_{max} ustawiony na 100% a U_{min} na 110%. W takim przypadku zielona dioda na panelu czołowym będzie migotała impulsami o wypełnieniu 50%. Pomiar wartości skutecznej napięcia odkształconego dokonywany jest metodą *TrueRMS*. Czas opóźnienia zadziałania ustawiamy potencjometrem *T* w zakresie od 0,5 do 10s. Wybór czasu jest kompromisem pomiędzy kosztem przestoju linii technologicznej a kosztem awarii napędu.

Uwagi ogólne

1. Układ zasilany jest z dowolnej fazy L1, L2, L3. Umożliwia to poprawne działanie układu pomiarowego w szerokim zakresie przy obecności napięcia na jednym, dowolnym zacisku wejściowym.
2. Układ może być wykorzystany do monitoringu napięcia jednofazowego AC lub DC.

Jednofazowy przełącznik nadzorczy napięciowy – MMR17-V1A-U230-108



Przełącznik nadzorczy napięciowy przeznaczony do kontroli napięcia w sieciach jednofazowych AC oraz sieciach napięcia stałego. Służy do zabezpieczenia odbiornika przed spadkiem lub wzrostem napięcia poza nastawione progi. Można go wykorzystać do:

- ochrony przed przeciążeniem silników jednofazowych indukcyjnych,
- ochrony przed przeciążeniem silników prądu stałego,
- zabezpieczenia sprzętu informatycznego,
- zabezpieczenia układów sterowania (styczniki i przełączniki) oraz układów mikroprocesorowych.

Układ pracuje poprawnie w zakresie napięć zasilania od 9.6V do 276V (12V-20% do 230V+20%) napięcia zmiennego i stałego. Posiada trzy niezależne kanały pomiarowe, które w wykonaniu standardowym dostosowane są do napięć 12V AC/DC, 24V AC/DC i 230V AC/DC. Na specjalne zamówienie istnieje możliwość ustawienia innych napięć w poszczególnych kanałach pomiarowych np. 50V AC/DC, 30V AC/DC, itp. Przełącznik dokonuje pomiaru jednego wybranego kanału i nie ma możliwości kontroli kilku napięć jednocześnie.

Opis funkcji

Układ ma wbudowane dwie funkcje:

- Funkcja MU (*Undervoltage*)
- Funkcja MW (*Window*)

Sposób działania funkcji jest identyczny jak w przełączniku V3A, dotyczy jednak wyłącznie napięć jednofazowych.

Cel stosowania i ustawianie parametrów

Układ może zabezpieczać odbiornik przed uszkodzeniem wyłączając obwód zasilający przy niewłaściwym napięciu zasilającym zgodnie z działaniem wybranej funkcji *Undervoltage* lub *Window*. Może również załączyć układ awaryjnego zasilania, a po ustąpieniu awarii ponownie przełączyć układ na zasilanie główne. Przełącznikiem wyboru funkcji ustawiamy interesującą nas funkcję i poziom napięcia nadzorowanego. W wykonaniu standardowym jest to 12V AC/DC, 24V AC/DC oraz 230 VAC/DC. Jeżeli interesuje nas ochrona przed spadkiem napięcia wybieramy funkcję U (*Undervoltage*). Przykładowo, aby w ciągu 1s przełączyć układ na zasilanie UPS przy spadku napięcia znamionowego 24V poniżej 20V, należy wykorzystać funkcję 24U. Potencjometrem „min” ustawić próg zadziałania na wartość około 83% a czas T na wartość 1s. Istotne jest również napięcie powrotu U_{max} , przy którym nastąpi przełączenie w tryb normalnej pracy. Potencjometr „max” można ustawić np. na wartość 100%, czyli 24V.

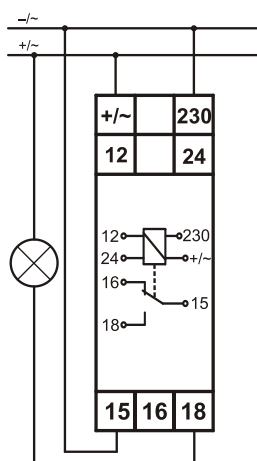
Opis sygnalizacji diodami LED

Dioda LED żółta – sygnalizuje załączenie przełącznika wykonawczego R.

Dioda LED zielona – sygnalizuje stan układu monitorującego:

- miganie diody zielonej krótkimi impulsami o wypełnieniu około 10% oznacza spadek wartości napięcia wejściowego poniżej dolnego progu U_{min} ,
- miganie diody zielonej długimi impulsami o wypełnieniu około 90% oznacza przekroczenie górnego progu U_{max} ,
- miganie diody zielonej impulsami o wypełnieniu około 50% oznacza, że górny próg napięcia U_{max} został ustawiony poniżej dolnego progu U_{min} .

Schematy połączeń



Rysunek 11 Schemat połączeń

Jeden z przewodów zasilających podłączyć do wejścia odpowiadającego wybranemu zakresowi napięcia znamionowego, natomiast drugi do wejścia wspólnego +/~. W przypadku monitorowania napięcia stałego DC biegun dodatni (+) podłączyć do zacisku +/~, natomiast ujemny (-) do -/~.