

# ROZWIĄZANIA DLA SYSTEMÓW ZASILANIA AWARYJNEGO

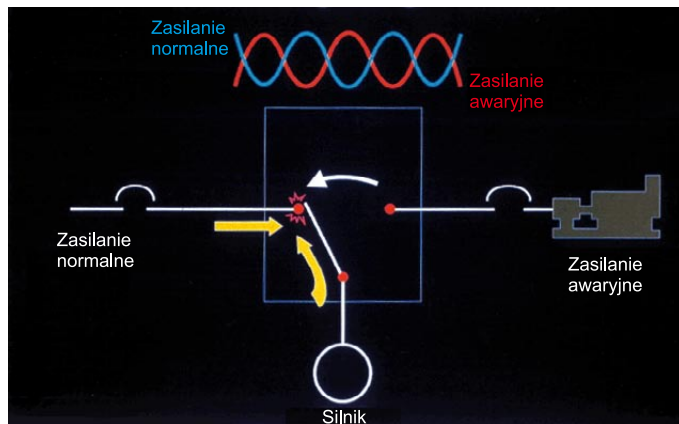
W niniejszym artykule poruszono problem przelączania odbiorów pojemnościowych i indukcyjnych (np. silnik, Ups, serwer) pomiędzy źródłami zasilania będącymi pod napięciem.

Firma ASCO oferuje ATS (Automatic Transfer Switch – Automatische Urządzenie Przelączające), który dostarcza rozwiązania dla niektórych najbardziej typowych problemów z systemami zasilania.



## Przelączanie synfazowe

Problem ten skupia się wokół faktu, iż przy odłączeniu np. pracującego silnika napięcie na jego zaciskach przyjmuje wartość zgodną z obciążeniem silnika w czasie odłączania. To napięcie na zaciskach jest określane jako siła przeciwelektromotoryczna (Back EMF) silnika, której zanik wymaga znacznego czasu. Wartością początkową będzie napięcie na zaciskach silnika w czasie odłączania pomniejszone o maksymalny spadek napięcia na oporności uzwojeń stojana IR. Wynika z tego zatem, że przy zwiększeniu obciążenia silnika, napięcie siły przeciw elektromotorycznej przy odłączaniu ulega zmniejszeniu. Czas zanikania jest funkcją wielkości silnika i napędzanego odbioru. W przypadku silników napędowych odbiorów o dużej bezwładności, czas zanikania będzie dłuższy jeżeli w obwodzie nie ma żadnego innego odbioru, który rozproszyłby energię w silniku. Teoretycznie, maksymalna wartość różnicy napięć w czasie

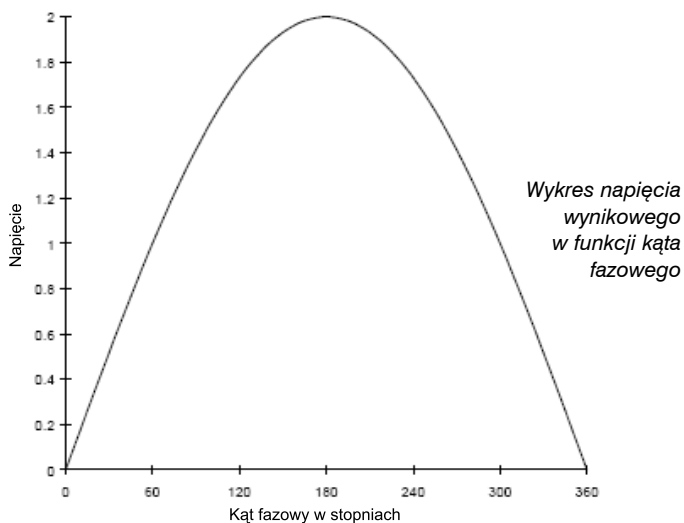


Luk elektryczny z powodu niesynchronizowanego fazowo przelączania

ponownego załączenia silnika w stosunku do drugiego źródła zasilania występuje, gdy kąt fazowy pomiędzy siłą przeciwelektromotoryczną i napięciem źródła wynosi 180°. Oblicza się ją za pomocą następującego równania:

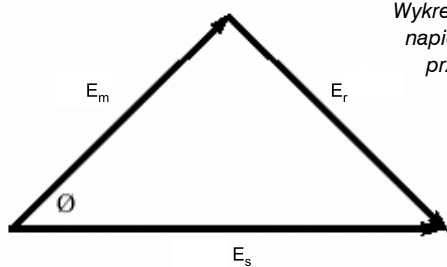
$$E_R = 2E_s \sin\Phi/2$$

Kąt  $\Phi$  to kąt zawarty pomiędzy napięciem źródła, do którego silnik ma być załączony, a siłą przeciwelektromotoryczną silnika. W niniejszym równaniu zakłada się, że  $E_s = E_M$ . W praktyce, wartość  $E_M$  jest zawsze mniejsza niż  $E_s$  o spadek napięcia IR na uzwojeniach stojana silnika. W ten sposób równanie zawsze da w wyniku wartość  $E_R$  wyższą niż wartość rzeczywiście spotykana. Rysunek 2 przedstawia wykres wielkości napięcia wynikowego na zaciskach silnika w chwili ponownego załączenia do źródła pod napięciem. Z wykresu wynika, że wartość takiego napięcia wynikowego będzie mniejsza od jedności dla wszystkich kątów od 0° do 60° i od 300° do 360°.



Wartość takiego napięcia wynikowego można obliczyć przy zastosowaniu twierdzenia cosinusów:

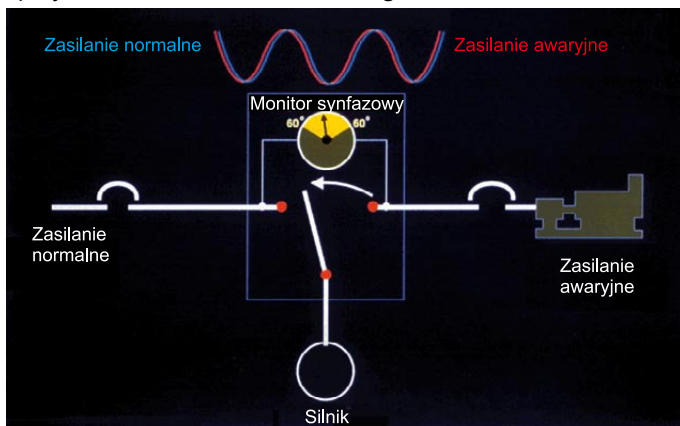
$$E_{R^2} = E_{s^2} + E_{M^2} - 2 E_s \cos\Phi$$



Wykres wektorów napięcia dla napięcia na zaciskach silnika przy ponownym załączeniu pracującego silnika

Rysunek 3 przedstawia zależność wektorową reprezentatywną dla napięć chwilowych w momencie ponownego załączenia pracującego silnika.  $E_R$  oznacza napięcie wynikowe na zaciskach silnika,  $E_S$  to napięcie źródła, a  $E_M$  to siła przeciwelektromotoryczna silnika. Zdając sobie sprawę, że wartość siły przeciwelektromotorycznej nie może przekroczyć wartości napięcia źródła zasilania i że wartość maksymalna cosinusa dla kątów do  $60^\circ$  włącznie wynosi 0,5, maksymalna wartość napięcia wynikowego będzie niższa niż 1 pu.

Z niniejszej analizy wynika, że gdyby strategia sterowania przełączaniem obciążenia polegała na pomiarze różnicy częstotliwości i kąta fazowego pomiędzy dwoma źródłami zasilania przełącznika zasilania i gdyby styki przełącznika zasilania były bezpośrednio poruszane przez napęd elektryczny, a przełącznik miał odpowiedni czas na przełączenie, przełączenie silnika mogłoby być rozpoczęte w punkcie, który ograniczyłby kąt fazowy do  $60^\circ$  lub mniej w chwili ponownego załączenia silnika. Taka strategia sterowania synfazowego jest potocznie określana jako **przełączanie synfazowe** (*inphase transfer*). Odbiory silnikowe mogą korzystać z przełączania synfazowego, eliminując w ten sposób uciążliwość ponownego uruchamiania silników po zakończeniu operacji przełączania związanych z próbami i przywróceniem zasilania sieciowego.



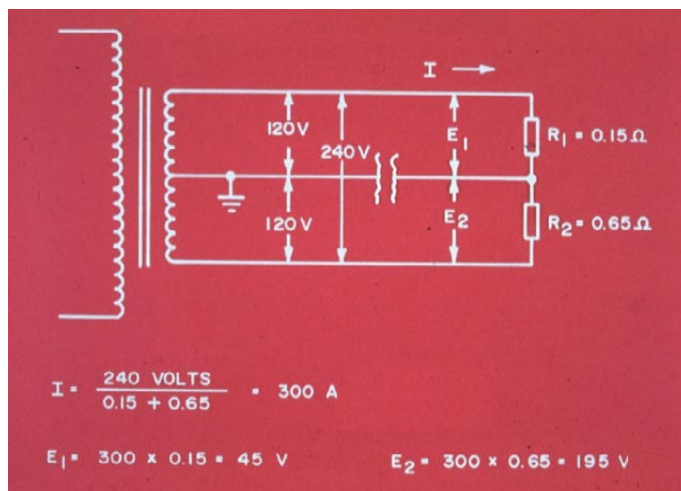
Przełączanie synfazowe bez toku elektrycznego

## Nakładanie punktu neutralnego

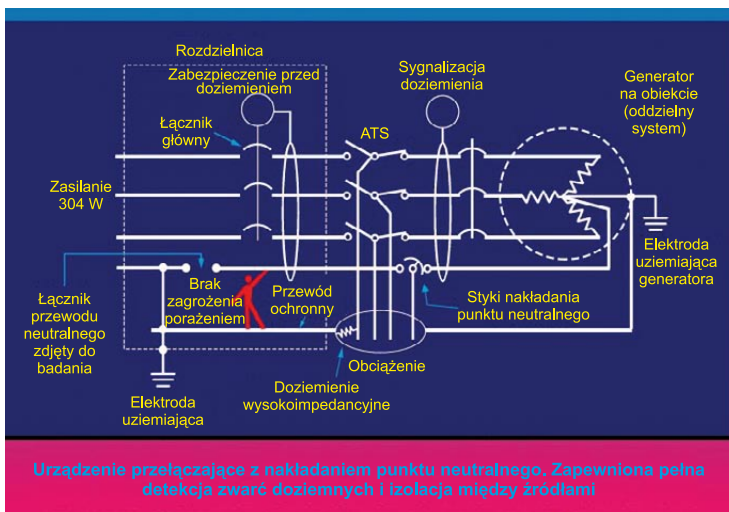
W systemach zasilania 400/230 V z uziemionym punktem neutralnym, szczególną uwagą należy zwrócić na właściwą koordynację przełączania przewodu neutralnego z minimalną impedancją i ochroną przeciwko asymetrii napięć w trakcie przełączania.

Dla rozwiązania tego problemu wykorzystuje się system bezprzerwowego przełączania punktu neutralnego (nakładanie punktu neutralnego), który nie zakłóca działania systemu kontroli upływności.

Struktura styków przełączających punkt neutralny zapobiega ich zużyciu podczas przełączania (pierwszy załącza; ostatni wyłącza) i jednocześnie pozwala przenosić taki sam prąd zwarciovowy jak główne styki robocze. Ponieważ punkt neutralny jest w tym układzie zawsze dostępny, nie wstępuje problem asymetrii napięć w trakcie przełączania.

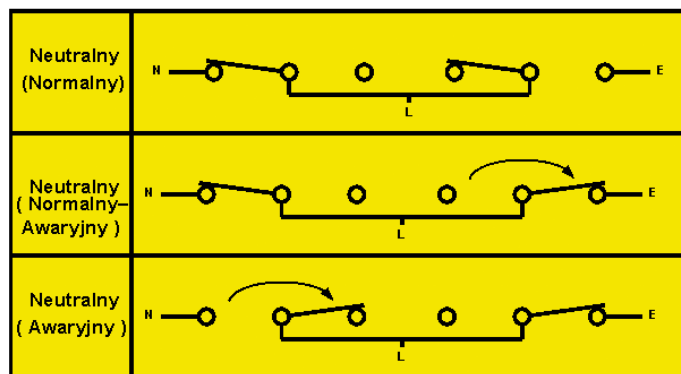


Asymetria napięć z powodu odłączenia punktu neutralnego



Urządzenie przełączające z nakładaniem punktu neutralnego. Zapewniona pełna detekcja zwarc doziemnych i izolacja między źródłami

Rozwiązania: nakładanie punktu neutralnego



Mechanizm przełączania z nakładaniem punktu neutralnego

To są rozwiązania dla niektórych najbardziej typowych problemów z systemami zasilania. ASCO Power Technologies wykorzystuje te oraz inne unikalne rozwiązania w najbardziej prestiżowych projektach na całym świecie bazując na swoim 120-letnim doświadczeniu w tej branży.



**Emrah AYDIN**  
 ASCO Power Technologies  
 Emrah.Aydin@emerson.com