

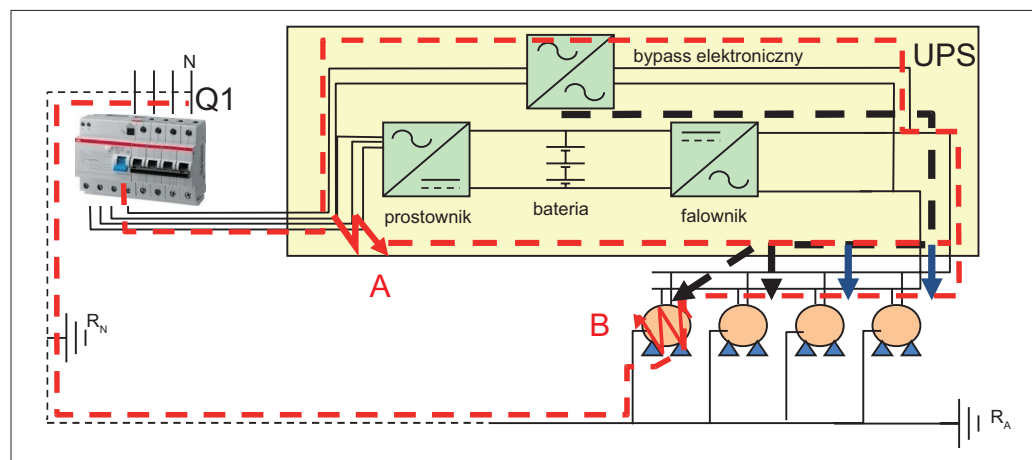


wpływ zasilacza UPS na ochronę przeciwporażeniową

oraz dobór zabezpieczeń dla warunku samoczynnego wyłączenia zabezpieczeń

Jacek Katarzyński – Delta Power Sp. z o.o.

Zasilacz UPS jest urządzeniem energoelektronicznym, które powoduje zmniejszenia prądu i napięcia wejściowego. Wyższe harmoniczne powodują znaczny upływ prądu do ziemi, a jego wielkość zależy od wielkości zasilacza. Im moc zasilacza jest większa, tym większy jest prąd upływu. Co więcej, w stanach nieustalonych prądy te mogą mieć większą wartość niż w stanach ustalonych i dlatego w czasie uruchamiania prostownika UPS może nastąpić zadziałanie wyłączników różnicowoprądowych zainstalowanych na wejściu zasilacza (dotyczy to szczególnie powszechnie stosowanych wyłączników RCD typu AC). Aby zabezpieczyć się przed pojawieniem napięcia dotykowego na obudowie zasilacza, należy przede wszystkim zapewnić dobrą jakość uzziemienia i stosować klasyczne zabezpieczenia realizujące ochronę przeciwporażeniową poprzez samoczynne wyłączenie zasilania przy zwarciu. Stosowanie zabezpieczeń różnicowoprądowych na zasilaniu UPS jest możliwe, ale producenci zalecają średniczość wyłączników różnicowoprądowe o wartościach od 100 mA w górę (najczęściej jako selektywne z czasem zwłoki np. 0,5 s). Niestety wartości prądów zadziałania równe lub powyżej 100 mA



Rys. 1. Prąd powodujący zadziałanie RCD w przypadku doziemienia na obudowie UPS-a A lub obudowie odbioru B. Czarną linią przerywaną zaznaczono prąd w trybie pracy baterijnej UPS, czerwoną – w trybie pracy z sieci przed zadziałaniem wyłącznika różnicowego

nie stanowią ochrony przeciwporażeniowej, a jedynie spełniają warunek ochrony przeciwpożarowej, i dlatego w takim wypadku trzeba stosować dodatkowe środki ochrony przeciwporażeniowej.

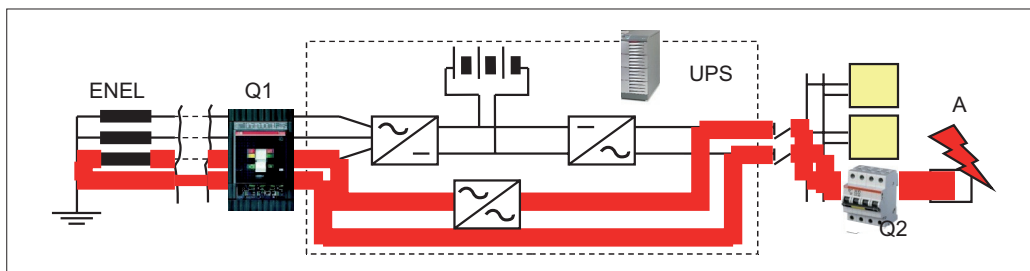
Wyjście zasilacza, czyli linie odbiorów krytycznych zasilanych z UPS-a, można zabezpieczyć wyłącznikami różnicowoprądowymi o wartości 30 mA, gwarantując w ten sposób prawidłową ochronę przeciwporażeniową, ale pamiętając o zasadzie, że wyłączniki te muszą być odpowiednich typów zgodne z normą EN62040-1-1 pkt 45.12. Oznacza to w praktyce konieczność stosowania wyłączników RCD typu A (wyłącznik re-

aguje na prądy różnicowe przemienne sinusoidalnie, na prądy pulsujące jednopółokwowe ze składową stałą do 6 mA) oraz B (wyłącznik reaguje na prądy jak dla typu A oraz na prądy wyprostowane).

Stosowanie wyłączników różnicowoprądowych obok klasycznych w linii zasilającej UPS-a ma swoje szczególne znaczenie w przypadku wyłączników 4-polowych. Zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego lub innego 4-polowego na zasilaniu UPS-a powoduje odłączenie przewodu neutralnego. Automatyczne przejście zasilacza UPS na pracę z baterii bez uzziemionego przewodu neutralnego powoduje zmianę układu sieci na

wyjściu zasilacza UPS. Układ sieci staje się przejściowo na czas pracy UPS-a w trybie baterijnym układem IT (rys. 1.). W przypadku doziemienia na obudowie UPS (punkt A) lub obudowie odbiornika (punkt B) zadziała Q1, powodując odłączenie napięcia zasilającego UPS. Zasilacz pracując dalej z baterii zasilająca UPS-a ma swoje szczególne znaczenie w przypadku wyłączników 4-polowych. Zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego lub innego 4-polowego na zasilaniu UPS-a powoduje odłączenie przewodu neutralnego. Automatyczne przejście zasilacza UPS na pracę z baterii bez uzziemionego przewodu neutralnego powoduje zmianę układu sieci na wyjściu zasilacza UPS. Układ sieci staje się przejściowo na czas pracy UPS-a w trybie baterijnym układem IT (rys. 1.). W przypadku doziemienia na obudowie UPS (punkt A) lub obudowie odbiornika (punkt B) zadziała Q1, powodując odłączenie napięcia zasilającego UPS. Zasilacz pracując dalej z baterii zasilająca UPS-a ma swoje szczególne znaczenie w przypadku wyłączników 4-polowych. Zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego lub innego 4-polowego na zasilaniu UPS-a powoduje odłączenie przewodu neutralnego. Automatyczne przejście zasilacza UPS na pracę z baterii bez uzziemionego przewodu neutralnego powoduje zmianę układu sieci na

Drugim poważnym problemem jest wpływ zasilacza UPS na impedancję pętli zwarcia i związane z tym obliczenia dotyczące szybkiego wyłączenia zabezpieczeń. Zagadnienie to trzeba rozpatrywać dla dwóch przypadków pracy UPS-a, tj. dla trybu pracy z sieci i try-



Rys. 3. Zwarcie na wyjściu UPS-a. Zasilacz w stanie pracy przez bypass elektroniczny

bu pracy z baterii. W przypadku zwarcia na wyjściu zasilacza pracującego w podwójnej konwersji (a więc zasilanego z sieci) następuje bezprzerwowe przełączenie na bypass elektroniczny, w którym głównym elementem decydującym o impedancji jest rezystancja złącza PNPN tyrystorów. Wartość rezystancji złącza dla tyrystorów jest mniej więcej stała i wynosi kilka dziesiątych części Ohma (typowo ok. $0,2\Omega$) dla prądów od 0 do znamionowych przy pełnym kącie wysterowania, co więcej, dla krotności prądów znamionowych prawie nie ulega zmianie. Można zatem przyjąć, że rezystancja złącza tyrystorowego jest stała dla prądów od 0 do wartości prądów, które niszczą strukturę PNPN.

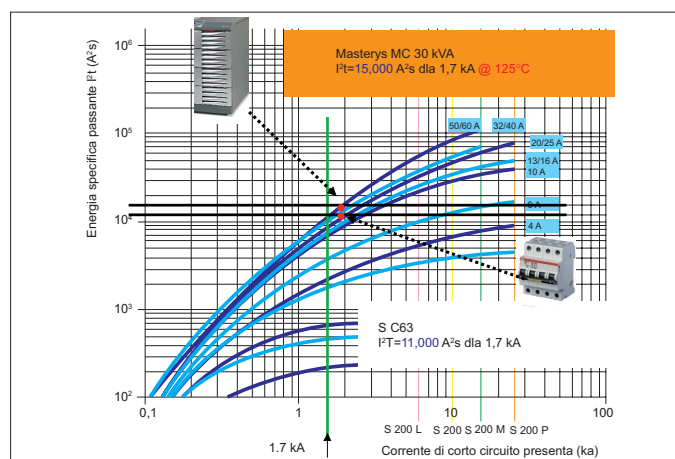
Rezystancja tyrystora będzie miała większy wpływ na całkowitą impedancję pętli zwarcia w przypadku zwarcia bliskich i odpowiednio mniejszy dla zwarcia dalekich, kiedy udział rezystancji złącza tyrystorowego w całkowitej impedancji pętli zwarcia będzie stosunkowo niewielki. Należy pamiętać o tym, że oprócz spełnienia warunku szybkiego wyłączenia zabezpieczeń na skutek zwarcia zabezpieczenie musi ochronić tyrystor przed zniszczeniem. Aby dobrać odpowiednie zabezpieczenie konieczna jest informacja o wartości całki Joule'a dla toru bypassu elektronicznego UPS.

Rysunek 2. przedstawia zwarcie na wyjściu UPS-a pracującego z sieci w trybie bypassu elektronicznego, natomiast na **rysunku 3.** przedstawiono ch-kę $t=f(I)$ dla obwodu bypassu i wyłącznika instalacyjnego typu S 63A o ch-ce C.

Przykładowo, dla prądu spodziewanego $1,7\text{ kA}$ całka Joule'a dla Q2 C63 wynosi $11\,000\text{ A}^2\text{s}$, co skutecznie chroni tyrystor w torze bypassu, dla którego całka Joule'a wynosi $15\,000\text{ As}$ dla tej samej wartości prądu spodziewanego. Dostawca UPS-a powinien udostępniać takie informacje, aby projektant miał możliwość odpowiedniego zabezpieczenia zasilacza, tym bardziej że tor bypassu elektronicznego jest w zdecydowanej większości zasilaczy UPS niezabezpieczony. Jeśli na wyjściu UPS-a nie ma zabezpieczeń, tor bypassu musi być chroniony przez Q1.

Parametrem, który jest często podawany przez producentów UPS jako zdolność zwarcia UPS-a przy obecnej sieci, jest krotność prądu znamionowego, którą to wartość przewodzi bypass elektroniczny w określonym czasie. Zdolność zwarcia bypassu waha się od kilkunastu do ponad $40I_n$, natomiast czasy kształtują się na poziomie jednego lub kilku okresów. Jest to bardzo istotne przy doborze odpowiednio szybkiego zabezpieczenia, a dodatkowo występują tu dwa ograniczenia, które trzeba uwzględnić. Po pierwsze, dobrane zabezpieczenie musi wyłączyć spodziewany prąd zwarcia w czasie nie dłuższym niż określone normą dla zapewnienia ochrony przed porażeniem (dla instalacji trójfazowej w warunkach normalnych $0,2\text{ s}$ w układzie TN, zgodnie z PN-IEC60364-4-41), a po drugie, musi chronić tyrystor przed prądem niszczącym strukturę PNPN. W celu zapewnienia pierwszego warunku prąd spodziewany zwarcia musi spowodować zadziałanie zabezpieczenia. Aby policzyć prąd spodziewany zwarcia potrzebny jest pomiar impedancji pętli zwarcia w warunkach pracującego zasilacza UPS, który niestety jest prawie niemożliwy. Należy zatem dokonać oceny skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotknięciem pośrednim przez sprawdzenie, czy w czasie zwarcia doziemnego o prądzie zwarciovym równym I_a wystąpiłoby na częściach przewodzących dostępnych napięcie dotykowe o wartości nieprzekraczającej napięcia dotykowego, dopuszczalnego długotrwale w danych warunkach środowiskowych (U_{t1}).

Drugim przypadkiem, dla którego rozpatruje się zagadnienie wpływu zasilacza UPS na impedancję pętli zwarcia, jest tryb pracy baterijnej UPS-a, kiedy UPS jest autonomicznym źródłem energii elektrycznej. Ten przykład jest o tyle trudny, że zdolność zwarcia falownika jest o wiele mniejsza od bypassu elektronicznego i waha się między $1,5$ a $2I_n$ przez krótki czas, rzędu 100 ms do kilku sekund. Zatem nawet niewielki prąd spodziewany zwarcia raczej nie spowoduje zadziałania zabezpieczeń na wyjściu UPS-a, które zo-



Rys. 3. Ch-ka czasowo-prądowa dla wyłącznika instalacyjnego S typu C63 oraz toru bypassu elektronicznego dla UPS-a 30kVA serii Masterlys (producent Socomec)

stały dobrane na warunki pracy zasilacza z sieci. Skutkuje to w przypadku zwarcia wyłączeniem napięcia UPS-a na jego wyjściu i przerwą w zasilaniu odbiorców. Na etapie projektowania należy uwzględnić zadziałanie zabezpieczeń w trybie pracy UPS-a z baterii oraz ich selektywną pracę. W przypadku zasilania odbiorników bezpieczeństwa (np. oświetlenie awaryjne), zasilacz UPS i dobrane zabezpieczenia muszą gwarantować ich selektywną pracę i szybkie wyłączenie dla przypadku zwarcia w dowolnej linii zasilanej z UPS-a, nawet dla przypadku pracy baterijnej UPS. Jeżeli nie jest spełniony warunek szybkiego wyłączenia, należy dobrać zasilacz, którego zdolność zwarcia jest odpowiednio większa lub przewymiarować UPS. Zasilacze produkowane przez Socomec mają dużą zdolność zwarcia falownika w krótkim czasie, tj. 100 ms . Jest to wartość od $3-5I_n$, co umożliwia dość łatwy dobór zabezpieczeń, które powinny zadziałać w przypadku zwarcia i trybu pracy UPS-a z baterii. Im mniejszy prąd zdolności zwarcia falownika, tym mniejsze pole manewru w doborze zabezpieczeń na wyjściu UPS-a. Idea bezprzerwowej pracy UPS-a powinna skłaniać do doboru zabezpieczenia, które w przypadku zwarcia spowoduje wyłączenie zasilania w czasie nie dłuższym niż 20 ms . W czasie przerwy do 20 ms zdecydowana większość odbiorników „nie zauważy” zaniku. Są jednak odbiorniki, które są czułe na zaniki na poziomie 20 ms . Należy wtedy zabezpieczyć linie

odbiorów odpowiednimi bezpiecznikami tak, aby zadziałanie wkładki nastąpiło w pierwszym półokresie przy danym prądzie zwarcia wynikającym ze zdolności zwarcia falownika.

Na rynku dostępne są zasilacze, które gwarantują zdolność zwarcia na poziomie kilku sekund, ale prąd z falownika jest wówczas na poziomie $1,5-2I_n$. Rozpatrując zagadnienie szybkiego wyłączenia zabezpieczeń w przypadku zwarcia na wyjściu UPS-a oraz pod kątem bezprzerwowej zasilania lepsze są te zasilacze, które gwarantują większą zdolność zwarcia w krótszym czasie.

Firma Delta Power od wielu lat prowadzi szkolenia projektantów i elektryków w zakresie doboru urządzeń, doboru zabezpieczeń do zasilaczy UPS oraz współpracy urządzeń zasilania gwarantowanego. Wiedza inżynierów Delta Power pozwala sprostać najtrudniejszym wyzwaniom technicznym z zakresu zasilaczy UPS i agregatów prądotwórczych.

reklama



Delta Power Sp. z o.o.
02-849 Warszawa
ul. Krasnowolska 82R
tel. 022 379 17 00
faks 022 379 17 01
biuro.warszawa@deltapower.pl
www.deltapower.pl