

W tym numerze rozpoczynamy panel dyskusyjny. Zachęcamy do przesyłania opinii na temat rynku.

Sztuczki marketingowe

Krzysztof Dąbrowski, Radosław Defut,
pracownicy firmy Twelve Electric

Dławik czy superkondensator?

Bardzo często podczas firmowych prezentacji słuchacze zadają nam pytanie, dlaczego w przypadku występowania w napięciu zasilającym wyższych harmonicznych, proponujemy niezwykle kosztowne baterie z dławikami wyższych harmonicznych, a nie oferujemy o wiele tańszych baterii bez dławików, ale z kondensatorami o podwyższonym napięciu znamionowym. Na nasze pytanie, czy są pewni, że takie rozwiązanie jest poprawne technicznie odpowiadają, że tak, ponieważ jest ono sugerowane na rynku. Poniżej odstonimy kulisy tych sugestii, aby Czytelnik sam ocenił, czy jest wprowadzany w błąd?

Co widz ma zobaczyć?

Częste uszkodzenia kondensatorów oraz przepalające się bezpieczniki chroniące kondensator to objawy jednoznacznie wskazujące, że w napięciu zasilania są wyższe harmoniczne. Co robi użytkownik? Rozpoznaje rynek, wysyła zapytania ofertowe, otrzymuje odpowiedzi, czyta, porównuje i i doznaje szoku. Cena baterii z dławikami jest dwukrotnie wyższa od baterii standardowej, na którą jednak nie ma gwarancji, gdy będzie pracować przy obecności w napięciu zasilania wyższych harmonicznych. Co wybrać? Dostępna cena czy gwarancja? A może a może dobrym rozwiązaniem będzie bateria kondensatorów wyposażona w kondensatory o napięciu znamionowym 525V. 525 V ??? W sieci jest 400V !!! Problem? Nie, nic nie szkodzi, a nawet tak ma być.

Na czym polega sztuczka?

Nabyta wiedza praktyczna wywołuje u każdego energetyka skojarzenie: większe napięcie znamionowe - grubsza izolacja. A więc gdy zastosowany zostanie kondensator na 525V, to jego konstrukcja uchroni przed awarią. Nic bardziej mylnego! Oczywiście w tym wypadku. W kondensatorach mocy wykonanych w technologii MKP (suchych) funkcje dielektryka pełni folia polipropylenowa, której grubość jest taka sama bez względu na to, czy kondensator zasilany będzie napięciem 400V, czy 525V. Grubość folii zależy jedynie od producenta i od klasy kondensatora mocy. Więc czym się różnią te kondensatory? Odpowiadamy. Jedynie pojemnością.

Co się dzieje w magicznym kapeluszu?

Po przekształceniu wzoru zwanego prawem Ohma w wersji dla kondensatora

$$X_c = \frac{U}{I_c}$$

gdzie

$$X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$$

wynika, że prąd kondensatora

$$I_c = 2\pi \cdot f \cdot C \cdot U$$

Z tej zależności widać, że gdy przy stałym napięciu U rośnie częstotliwość f to rośnie też i prąd I_c . Im więcej wyższych harmonicznych (czyli większa wartość THD-I i większe udziały składowych o częstotliwościach będących wielokrotnością 50 Hz), tym wzrasta f , a tym samym rośnie też prąd I_c płynący przez kondensator. Co zrobić by, zmniejszyć prąd, gdy rośnie częstotliwość, a napięcie zasilania ma stałą wartość? Proste, wystarczy popatrzeć na wzór i należy zmniejszyć pojemność C . Ale jak to zrobić? Patrzymy w katalog i już mamy odpowiedź. Jaki kondensator o danej mocy ma mniejszą pojemność? Zawsze ten, który ma większe napięcie znamionowe. Porównajmy! Aby moc kondensatora wynosiła 5 kvar przy napięciu zasilania 400V musi on mieć pojemność 100 μ F, ale przy 525V już tylko 57 μ F.

Troszkę fizyki

Czynnikiem niszczącym kondensator, w którym dielektrykiem jest folia polipropylenowa (kondensator suchy) jest zbyt wysoka temperatura. Stała dielektryczna tej folii silnie zależy od temperatury i maleje wraz z jej wzrostem. Gdy temperatura zwijki wzrasta, stała dielektryczna maleje i zaczyna dochodzić w kondensatorze do zwarcia międzyokładkowych. Znana wszystkim funkcjonalność „suchego” kondensatora zwana samoregeneracją sprawia, że w punkcie zwarcia dochodzi do odparowania aluminiowej okładziny. Gdy proces ten zaczyna zachodzić lawinowo (a tak jest w przypadku eksploatacji kondensatora w temperaturze wyższej od tej, jaką dopuszcza producent), to wewnątrz obudowy kondensatora zaczyna szybko wzrastać ciśnienie wywołane parami aluminium. Nie przerwanie tego procesu zadziałaniem bezpiecznika antywybuchowego doprowadziłoby kondensator do rozerwania. Przyczyny wzrostu temperatury wewnątrz kondensatora są dwie: zbyt wysoka temperatura otoczenia, w jakiej pracuje kondensator lub przepływ przez kondensator prądów składowych wyższych harmonicznych. Zgodnie z zależnością określającą prąd w kondensatorze I_c , przepływ wyższych harmonicznych (wzrost f) powoduje

wzrost I_c , a to wywołuje zwiększenie wartości strat mocy. Z kolei przy ograniczonych możliwościach odprowadzenia ciepła przez powierzchnię obudowy, która została zaprojektowana do normalnych warunków pracy kondensatora, zwiększone straty mocy powodują wzrost temperatury, co zmniejsza stałą dielektryczną folii. Skutek jest jeden – zniszczenie kondensatora. Potwierdzeniem naszej tezy o wzroście wartości prądu kondensatora przy przepływie przez niego składowych wyższych harmonicznych jest częste przepalanie się bezpieczników zabezpieczających jego obwód zasilania.

Czas na podsumowanie

Z czym zostanie widz, który uległ czarowi marketingowej magii? Kupił baterię, której realna moc jest praktycznie dwa razy mniejsza niż ta, która wynika z metryczki zastosowanych w niej kondensatorów. Dopiero teraz okazuje się, że moc baterii będzie taka jak deklarowana, gdy kondensatory zasilimy napięciem 525V. Niestety my mamy tylko 400V i na tą wartość nie mamy żadnego wpływu. Dlaczego moc naszej nowo zakupionej baterii jest tak niska? Tu znowu przekształcenie prawa Ohma i wzór na moc kondensatora daje zależność

$$Q_c = 2\pi \cdot f \cdot C \cdot U^2$$

Gdy założymy, że wartość mocy powinna być stała, bo wynika ona z powszechnie stosowanego typoszeregu np. 20kvar, 40 kvar to dla konkretnego napięcia zasilania jest tylko jedna wartość pojemności, która ten warunek spełnia. Jeżeli zmienimy napięcie, aby zachować stałą wartość mocy kondensatora musimy zmienić jego pojemność. Gdy kondensator na 525V zasilimy napięciem 400V to uzyskamy moc prawie o połowę mniejszą od deklarowanej na tabliczce znamionowej. Proszę podstawić dane do wzoru i wszystko stanie się jasne. Dlaczego? Proste! Wartość mocy z etykiety została obliczona dla innego napięcia. Cóż za to mamy? Mamy faktycznie mniejszy prąd, ponieważ pojemność kondensatora jest mniejsza i nawet, jeśli wyższe harmoniczne zwiększą wartość I_c to wzrośnie ona do bezpiecznej wartości. Skutki termiczne wywołane wzrostem I_c zostaną odprowadzone przez obudowę, która jest identyczna dla kondensatorów o jednakowej mocy bez względu na ich napięcie pracy. Przy pewnym poziomie THD-I kondensator ten pracuje w obwodzie bez dławika w warunkach normalnych, ale mocy wnosi dwa razy mniej. Aby nie ponosić opłat za nieskompensowaną energię bierną w systemie o napięciu zasilania 400V, musimy kupić prawie dwa razy więcej kondensatorów na napięcie 525V. Prawie dwa razy więcej kondensatorów, a więc ilość ciepła zaczyna być porównywalna z tą, jaką uzyskamy z tradycyjnego rozwiązania (kondensator na napięcie 400V). Co się stanie, gdy pojawią się wyższe harmoniczne i THD-I gwałtownie wzrośnie? Prąd wzrośnie, a więc wzrośnie też i temperatura wewnątrz całej baterii

i kondensator ulegnie uszkodzeniu na skutek eksploatacji w temperaturze wyższej niż dopuszczalna. Aby tego uniknąć, trzeba rozbudować system wentylacji baterii, a w szczególnych wypadkach, gdy temperatura w rozdzielni jest zbyt wysoka, konieczny będzie system klimatyzacji

Aspekt finansowy

Zakup baterii z dwukrotnie większą ilością kondensatorów i z rozbudowanym systemem wymuszonej wentylacji czyni całą transakcję porównywalną z zakupem baterii z kondensatorami na 440V i z dławikami. Zakup baterii wyposażonych w superkondensatory w ilości wynikającej z mocy deklarowanej na etykiecie sprawi, że moc zainstalowana w kondensatorach nie będzie odpowiadać zapotrzebowaniu, bo mamy mniejsze napięcie zasilania, co sprawi, że będziemy płacić za moc bierną nieskompensowaną. Ponośenie opłat za moc bierną nieskompensowaną jest dla nas ewidentną stratą, trudną do oszacowania, gdyż będzie ona powstawać przez cały czas pobierania energii. A co się stanie, gdy w układzie zasilania zakupionej baterii z super kondensatorami zawartość wyższych harmonicznych wzrośnie do poziomu, przy którym prąd I_c (pomimo mniejszej pojemności kondensatora) wzrośnie do poziomu, dla którego straty mocy wywołają zjawisko samoregeneracji? Jeśli drogi Czytelniku zrozumiałeś nasz wywód, to udzielił sobie sam poprawnej odpowiedzi.

Co należy sprawdzić kupując kondensator mocy lub baterię kondensatorów?

- czas życia kondensatora: min. 100 tys. godzin pracy ciągłej
- kategoria klimatyczna czyli dopuszczalny zakres temperatury pracy: kategoria D czyli -25/+55 [°C]
- współczynnik przeciążalności prądowej: 1,5 In
- grubość folii polipropylenowej, z jakiej wykonana jest zwijka: min 7 μ m
- napięcie zasilania kondensatora pracującego z dławikiem: min. 440V.

Potwierdzone w praktyce!!!
Prawa fizyki nie oszukasz. One w przeciwieństwie do ludzi nie ulegają magicznym sztuczkom. Masz wyższe harmoniczne i nie chcesz płacić z energii bierną stosuj w bateriach kondensatorów dławiki a nie superkondensatory.