

## WPLYW CHARAKTERYSTYK EKSPLOATACYJNYCH SIECI PRZEMYSŁOWYCH NA DOBÓR PARAMETRÓW FILTRÓW HARMONICZNYCH

Jurij WARECKI<sup>1</sup>, Michał GAJDZICA<sup>2</sup>

1. Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Energetyki i Paliw  
tel.: +48 12 617 28 78 e-mail: jwarecki@agh.edu.pl
2. TAMEH Polska Sp. z o. o., Oddział Ruchu Elektrycznego, Kraków  
tel.: +48 696 715 638 e-mail: michal.gajdzica@wp.pl

**Streszczenie:** Układy kompensacji mocy biernej oraz filtracji, oparte na kondensatorach znajdują powszechne zastosowanie w praktycznych rozwiązaniach systemów przemysłowych. Ich parametry znamionowe wyznaczane są wyłącznie w oparciu o harmoniczne prądów oraz napięć w stanach ustalonych, niemniej jednak dotyczy się to głównie jednostek filtrujących o prostej topologii. Stąd, mając na uwadze bardziej złożone układy w większości przypadków istniejących lub nowoprojektowanych obiektów wymaga się, aby analizowane układy były dostosowane do pracy zarówno w warunkach ustalonych jak i przejściowych. Korzystając ze standardów oraz norm, w artykule omówiono procedurę doboru parametrów baterii kondensatorów oraz dławików układów filtrujących z pozycji ich bezawaryjnej pracy w elektrycznych sieciach przemysłowych. Zaproponowana metoda ma wspomóc działania projektowe filtrów harmonicznyc.

**Słowa kluczowe:** filtr wyższych harmonicznyc, proces ustalony, proces przejściowy, bateria kondensatorów, dławik filtrujący.

### 1. DOBÓR PARAMETRÓW FILTRÓW HARMONICZNYCH

Układ filtrujący zaprojektowany w oparciu o moduł kondensatora spełnia z reguły dwie podstawowe funkcję w systemie. Ogranicza wpływ wyższych harmonicznyc na sieć zasilającą oraz obniża poziom pobieranej z sieci mocy biernej. Zastosowanie złożonych układów filtrujących opartych o kilka gałęzi filtrów strojonych do wymaganych częstotliwości rezonansowych, znajduje powszechne zastosowanie w systemach zasilania energetyki zawodowej oraz układach przemysłowych. Bezpośrednią przyczyną zastosowania tego typu rozwiązań jest wzrost liczby układów energoelektronicznyc w systemach zasilających, a także elektrycznych urządzeń łukowych, w instalacjach zakładów przemysłowych powodujących zniekształcenie prądów roboczych. Niemniej jednak praktyka eksploatacji tak skonfigurowanych układów filtrujących pokazuje, iż wielokrotne komutacje łączeniowe dosyć często stają się przyczyną uszkodzenia elementów składowyc filtrów. Można więc wnioskować, iż dotychczas stawiane kryterium doboru nie jest zbyt wystarczające, aby zapewnić bezawaryjną pracę układu filtrującego w systemie zasilania zakładu przemysłowego. Nie uwzględnia wpływu amplitud prądów oraz napięć przejściowych wielokrotnie przewyższających wartości znamionowe baterii oraz dławików filtrujących w stanach przejściowych, czego

wynikiem są częste przegrzania oraz uszkodzenia izolacji elementów filtru.

Podstawową informacją podczas projektowania filtrów wyższych harmonicznyc pracujących w złożonej topologii układu filtrującego dla wybranego systemu przemysłowego jest zbiór następujących danych których celem jest określenie:

- źródła wyższych harmonicznyc, tj. widma amplitudowo-częstotliwościowego generowanego przez odbiory nieliniowe, uzyskane na drodze pomiarów lub opisu technicznego filtrowanego urządzenia, wartość mocy biernej podstawowej harmonicznej wymaganej ze względów kompensacyjnych,
- topologii sieci zasilającej, tj. wyznaczenie charakterystyki częstotliwościowo-impedancyjnej układu przemysłowego lub elektroenergetycznego w punkcie przyłączenia filtru, a w tym wartości mocy zwarciowej wraz ze schematem i danymi technicznymi najbliższego otoczenia punktu przyłączenia filtru, pierwotnego widma odkształcenia napięcia w rozpatrywanym punkcie, dopuszczalnego warunkami zasilania współczynnika odkształcenia napięcia  $THD_u$  wraz ze współczynnikiem udziału harmonicznyc,
- struktury układu filtrującego i parametrów technicznyc baterii kondensatorów oraz dławików filtrujących, wyznaczonych w oparciu o stany ustalone oraz przejściowe występujące w analizowanym systemie zasilania.

### 2. WPLYW STANU USTALONEGO NA ELEMENTY FILTRU

W warunkach stanu ustalonego wszystkie moduły układu filtrującego charakteryzowane są przy pomocy napięcia i prądu znamionowego urządzenia. Parametry znamionowe dławików i kondensatorów układów filtrujących zależne są od napięcia znamionowego sieci, poziomu harmonicznyc, strojenia poszczególnyc filtrów oraz uwzględnianyc wartości przepięć i przetężeń w możliwych układach pracy. W zależności od systemu zasilania, a tym samym zapotrzebowania na prowadzenie filtracji wyższych harmonicznyc oraz kompensacji mocy biernej określa się typowe dopuszczalne, maksymalne temperatury pracy dławików filtrujących oraz baterii kondensatorów [1], [2], [3]. Dodatkowym aspektem jest również określenie pewnych specyficznych wymagań

specjalnych, związanych z warunkami otoczenia w jakim planuje się eksploatację izolacji urządzenia.

Dobór elementów układu filtrującego uwzględniający stany ustalone odbywa się na podstawie kryteriów wynikających z norm projektowych odnośnie dławików filtrujących [4] oraz standardów i współczynników korygujących [2], [3], [5] dotyczących projektowania baterii kondensatorów energetycznych.

Dla dławików filtrujących wyznaczone są:

- projektowa wartość skuteczna napięcia dławika dla stanu ustalonego, która reprezentuje maksymalną, dopuszczalną wartość napięcia na izolacji dławika filtru, dla danej zawartości harmonicznego napięcia  $U_h$ :

$$U_R = \sqrt{\sum_{h=1}^n U_h^2} \quad (1)$$

- projektowa wartość skuteczna prądu dławika dla stanu ustalonego, która reprezentuje maksymalne, dopuszczalne przeciążenie prądowe dławika filtru, dla danej zawartości harmonicznego prądu  $I_h$ :

$$I_R = \sqrt{\sum_{h=1}^n I_h^2} \quad (2)$$

gdzie  $n$  jest górną granicą sumowania harmonicznego.

- projektowa wartość skuteczna prądu zwarcia dławika dla stanu ustalonego, która reprezentuje maksymalne, dopuszczalne przeciążenie dławika filtru podczas zwarcia:

$$I_{sc} = \frac{U_{rob}}{X_L \cdot \sqrt{3}} \quad (3)$$

gdzie:

$U_{rob}$  – napięcie robocze systemu zasilania,

$X_L$  – reaktancja dławika filtru podstawowej harmonicznej,

Dla baterii kondensatorów wyznaczone są:

- projektowa wartość skuteczna napięcia baterii kondensatorów dla stanu ustalonego, która reprezentuje maksymalną, dopuszczalną wartość napięcia na izolacji baterii filtru, dla danej zawartości harmonicznego napięcia  $U_h$ :

$$U_C \geq \sum_{h=1}^n U_h \quad (4)$$

- projektowa wartość skuteczna prądu baterii kondensatorów dla stanu ustalonego, która reprezentuje maksymalne, dopuszczalne przeciążenie prądowe baterii filtru, dla danej zawartości harmonicznego prądu  $I_h$ :

$$I_C = \sqrt{\sum_{h=1}^n I_h^2} \quad (5)$$

Dla stanów ustalonych baterii kondensatorów filtru podaje się tzw. moc zainstalowaną dla pierwszej harmonicznej, którą wyznacza się oparciu o poniższą zależność:

$$Q_C = \frac{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot U_{nom}^2}{1000} \quad (6)$$

gdzie:

$U_{nom}$  – napięcie znamionowe baterii filtru, w kV,

$f$  – częstotliwość napięcia zasilania, w Hz,

$C$  – pojemność baterii kondensatorów filtru, w  $\mu F$ .

### 3. WPŁYW STANU PRZEJŚCIOWEGO NA PARAMETRY FILTRU

Ważnym czynnikiem mającym decydujący wpływ na pracę układu filtrującego w stanach przejściowych, jest punkt przyłączenia systemu przemysłowego do sieci zasilającej, moc zwarcia determinowana głównie poprzez moc pozorną zainstalowanych w sieci transformatorów a także lokalizacja i topologia instalowanego modułu kompensacyjno-filtrującego. Możliwość uszkodzenia baterii kondensatorów lub dławików filtrujących rośnie, ze wzrostem liczby oraz czasu utrzymywania w systemie stanu przejściowego. Stąd, mając na uwadze poprawną pracę układu FC (ang. Filter Circuit) w złożonej topologii połączeń należy oprócz obliczeń parametrów uwzględniających stany ustalone, przeprowadzić analizę parametrów dla stanów przejściowych. Jak wskazują zrealizowane badania [6] parametry wyznaczone w oparciu o stany ustalone nie zapewniają bezawaryjnej pracy układu filtrującego w systemie zasilania zakładu przemysłowego. Stąd, obliczenia parametrów filtru oraz zakres dopuszczalnych wielkości prądów oraz napięć przejściowych uwzględniający stany przejściowe przeprowadza się korzystając z odpowiednich standardów oraz norm charakterystycznych dla baterii kondensatorów oraz dławików filtrujących [1], [2], [3], [5]. Wyznaczane są:

- projektowa wartość skuteczna napięcia dławika dla stanu przejściowego, która reprezentuje maksymalną, dopuszczalną wartość napięcia na izolacji dławika filtru, uwzględniająca powtarzalność stanów przejściowych charakterystycznych dla danej operacji łączeniowej:

$$U_R = \frac{U_{pk}}{a \cdot \sqrt{2}} \quad (7)$$

- projektowa wartość skuteczna prądu zwarcia dławika dla stanu przejściowego, która reprezentuje maksymalne, dopuszczalne przeciążenie prądowe dławika filtru uwzględniające powtarzalność stanów przejściowych charakterystycznych dla danej operacji łączeniowej:

$$I_{sc} = b \cdot \frac{I_{pk}}{\sqrt{2}} \quad (8)$$

- projektowa wartość skuteczna napięcia baterii kondensatorów dla stanu przejściowego, która reprezentuje maksymalną, dopuszczalną wartość napięcia na izolacji baterii filtru. Uwzględnia powtarzalność stanów przejściowych charakterystycznych dla danej operacji łączeniowej:

$$U_C = \frac{U_{pk}}{d \cdot \sqrt{2}} \quad (9)$$

gdzie:

$U_{pk}, I_{pk}$  – maksymalna amplituda napięcia i prądu przejściowego,  
 $a, b, d$  – wartości współczynników korygujących, charakterystycznych dla danej operacji łączeniowej, tabela 1.

Omawiane wielkości wyznaczone są w oparciu o badania eksperymentalne i podawane w normach oraz standardach międzynarodowych IEEE: Std.C57.16™ - 2011, Std. 18™ - 2012.

Tabela 1: Typowe współczynniki przetężeń oraz przepięć dynamicznych w określonych stanach komutacyjnych [1], [2]

Operacja łączeniowa	Dławik filtrujący		Bateria kondensatorów
	Współczynnik normalizacji przetężeń, $b$	Współczynnik normalizacji przepięć, $a$	Współczynnik normalizacji przepięć, $d$
Włączanie transformatora	3,0	1,5	2,5
Włączanie baterii kondensatorów, filtrów harmonicznych	2,0	2,0	1,4
Przebiecia międzystykowe	1,5	2,0	3,0

Podobnie jak dla stanów ustalonych, dla stanów przejściowych określa się tzw. moc zainstalowaną baterii kondensatorów filtru:

$$S_{(nom)C} = 3 \cdot U_{(nom)C} \cdot I_{(nom)C} \quad (10)$$

gdzie:

$U_{(nom)C}, I_{(nom)C}$  – napięcie fazowe i prąd znamionowy baterii kondensatorów filtru.

#### 4. PARAMETRY DŁAWIKA FILTRUJĄCEGO

Dławiki pracujące w układach FC, przeznaczone do ciągłej pracy w stanach przejściowych są tak projektowane, aby w pełni zapewnić wymagany poziom filtracji napięcia odkształconego w systemie zasilania [7]. Każdy z elementów indukcyjnych dobiera się z uwzględnieniem dopuszczalnych kryteriów oraz wymaganych tolerancji, uwzględniając poziom napięć oraz prądów przejściowych podanych w normie projektowej [1]. Na etapie projektowania dławików, typowa dokumentacja techniczna powinna uwzględniać: wartość napięcia oraz częstotliwość zasilania systemu, dopuszczalne odchyłki indukcyjności spowodowane uwarunkowaniami środowiska, prąd podstawowej harmonicznej oraz widmo harmonicznych w punkcie przyłączenia, poziom mocy zwarciowej systemu, poziom izolacji zastosowanych uzwojeń, wymiary oraz sposób montażu cewek, czynniki środowiskowe oraz otoczenia m.in.: zanieczyszczenie, temperatura otoczenia. Szczegółowe dane wymagane podczas doboru parametrów dławików filtrujących określono w [1].

Kryteria doboru izolacji uzwojeń dławików filtrujących zależne są od poziomu maksymalnych napięć przejściowych oraz przepięć w systemie zasilania, które w chwili wystąpienia zakłócenia przyczyniają się do powstania sił elektrodynamicznych o dużych wartościach. Na skutek szybko narastających amplitud, zastosowana izolacja ulega

stopniowemu uszkodzeniu, a w konsekwencji po pewnym czasie następuje jej całkowite uszkodzenie. Stąd dobór jej parametrów musi spełniać dodatkowe kryteria uwzględniające czas trwania oraz liczbę zdarzeń przejściowych mogących wystąpić w systemie zasilania w czasie doby czy roku. W przeciwnym wypadku, długi czas utrzymywania się przepięć natury łączeniowej może doprowadzić do przeskoków iskrowych na powierzchni izolacji oraz jej stopniowego i miejscowego uszkodzenia [1]. W chwili obecnej, mając na celu zapewnienie bezawaryjnej eksploatacji, w przypadku dławików filtrujących stosuje się dodatkowe warstwy izolacji, a także cewki o dłuższych uzwojeniach [1].

Występujące w systemie zwarcia, wyższe harmoniczne oraz prądy dynamiczne płynące w uzwojeniach dławików filtrujących również przyczyniają się do powstawania znacznych sił mechanicznych w uzwojeniach. Oprócz nadmiernego grzania izolacji, powodują silne wzajemne oddziaływania uzwojeń, co w konsekwencji uszkadza czołowe połączenia śrubowe oraz przyczynia się do szybszego mechanicznego uszkodzenia elementu. Norma [1] określa dopuszczalne temperatury izolacji dławików filtrujących w warunkach zwarciowych.

Na etapie projektowania uwzględnia się przeciętny czas użytkowania na poziomie powyżej 30 lat w warunkach dużej powtarzalności stanów przejściowych. Równocześnie jak pokazują badania eksperymentalne, dławiki filtrujące układu FC powinny być tak dobrane, aby były odporne na cykliczne amplitudy prądów oraz napięć których powtarzalność, ściśle zależy od charakteru procesu przejściowego. W tabeli 2 zestawiono prawdopodobieństwo występowania charakterystycznych zjawisk przejściowych w układach przemysłowych o dużych mocach zwarciowych.

Tabela 2: Charakterystyczne operacje łączeniowe, czynniki oraz odpowiadająca im typowa liczba stanów przejściowych [7]

Czynnik generujący stan przejściowy	Liczba zjawisk przejściowych w ciągu roku
włączanie transformatora	1000 - 30000
włączanie baterii kondensatorów	10 - 1000
powtórny zapłon łuku elektrycznego	< 10

Dodatkowym aspektem jaki należy uwzględniać podczas doboru dławików są warunki pracy, które w chwili pogorszenia mogą przyczynić się do nasilenia opisywanych zjawisk. Wzrost temperatury otoczenia oraz duży poziom zanieczyszczeń powodują szybsze nagrzewanie izolacji uzwojeń oraz stwarzają pożądane warunki dla powstawania wyładowań niepełnych prowadzących do jej uszkodzenia. Wzrost wilgotności oraz zanieczyszczeń w postaci pyłu oraz drobinek kurzu jest przyczyną częstszych przeskoczków iskrowych, co w konsekwencji prowadzi do szybszej degradacji izolacji.

#### 5. PARAMETRY BATERII KONDENSATORÓW

Bateria kondensatorów filtru układu FC, pracująca w systemie zasilania narażonym na wysoki poziom zjawisk przejściowych dobierana jest na podstawie standardu odnoszącego się do baterii kondensatorów energetycznych [7] oraz pozostałych norm [3], [5], [8]. Szczegółowe informacje wymagane podczas projektowania parametrów

baterii kondensatorów systemu kompensacyjno-filtrującego omówiono w [2], [3].

Kryteria doboru izolacji baterii kondensatorów filtrujących, zależą głównie od maksymalnych amplitud oraz czasu trwania napięć przejściowych [2], które pojawiając się w obwodzie zasilanym przyczyniają się do uszkodzenia izolacji między zwijkami, zwarć wewnętrznych a także prowadzą do występowania przeskoków iskrowych między izolatorami lub na powierzchni izolacji. Generowanym przepięciem dynamicznym towarzyszą z kolei zwarcia oraz trwałe uszkodzenia dielektryka. W zależności od wartości maksymalnej przepięcia generowanego w obwodzie baterii kondensatorów systemu filtrującego określa się dopuszczalny czas pracy układu. Wzrost wartości skutecznej napięcia ponad wielkość nominalną systemu zasilania skutkuje szybszym zadziałaniem zabezpieczeń obwodów pojemnościowych filtrów. W dodatku wzrost wartości amplitud napięć przejściowych w odniesieniu do liczby stanów niestabilnych obserwowanych w ciągu roku skutkuje skróceniem czasu eksploatacji danej baterii kondensatorów filtru. Wartość maksymalna prądu przejściowego baterii kondensatorów ściśle zależy od prądu znamionowego filtru oraz liczby komutacji w ciągu roku. Wzrost liczby operacji łączeniowych w ciągu doby dla kondensatora charakteryzującego się danym prądem znamionowym  $I_{nC}$  zmniejsza dopuszczalną amplitudę napięcia przejściowego (liczbę przeciążeń napięciowych) jakie może zostać wygenerowane na izolacji w stanie niestabilnym [2], [3].

Na etapie projektowania kondensatorów filtra przyjmuje się, że prawdopodobieństwo wystąpienia operacji łączeniowych generujących stan przejściowy w obwodach przemysłowych występuje na poziomie od 4 do 4000 razy w ciągu roku [2], [3]. Stąd, korzystając z danych tabelarycznych zawartych w tabeli 3 określa się bezpieczne, maksymalne wartości amplitud przepięć stanów przejściowych, mogących wystąpić na elemencie pojemnościowym filtru, w zależności od czasu utrzymywania się fali przepięciowej w obwodzie.

Tabela 3: Charakterystyczne maksymalne, dopuszczalne wartości amplitud napięcia oraz czasu trwania stanu przejściowego dla baterii kondensatorów filtru [7]

Amplituda przepięć, przy częstotliwości zasilania		Przepięcia o charakterze przejściowym	
Czas trwania	Współczynnik kryterialny dla maksymalnej, dopuszczalnej wartości skutecznej napięcia	Liczba zjawisk przejściowych w ciągu roku	Współczynnik kryterialny dla maksymalnych, dopuszczalnych stanów przejściowych
6 cykli	2,20	4	5,0
15 cykli	2,00	40	4,0
1 sekunda	1,70	400	3,4
15 sekund	1,40	4000	2,9
1 minuta	1,30	-	-
30 minut	1,25	-	-

Poszczególne, dopuszczalne wartości skuteczne napięcia uzyskuje się poprzez wymnożenie wartości skutecznej napięcia zasilania częstotliwości sieciowej przez

zamieszczony w tabeli współczynnik kryterialny napięcia. W tabeli 2 zamieszczono liczbę dopuszczalnych zjawisk przejściowych mogących wystąpić w ciągu roku oraz podano odpowiadające im wartości współczynników kryterialnych, odnoszących się dla maksymalnych, dopuszczalnych stanów przejściowych. Jak wynika z tabeli 2, wzrost cykli przepięć w systemie determinuje mniejsze wartości (krotności) maksymalne amplitud napięcia, które mogą utrzymywać się na baterii kondensatorów bez jej trwałego uszkodzenia. Z kolei wzrost liczby zjawisk przejściowych w obwodzie zasilanym, skutkuje niższą wartością współczynnika przewymiarowania izolacji na etapie projektowania.

Podczas obliczeń parametrów baterii kondensatorów w stanach przejściowych przyjmuje się, że zmierzona wartość pojemności w temperaturze otoczenia równej 25°C powinna zawierać się między: 0% a +10% (a w przypadku starszych egzemplarzy: między 0% a +15%) wartości nominalnej w odniesieniu do mocy baterii, napięcia oraz częstotliwości zasilania sieci przemysłowej. Należy zauważyć, że w przypadku filtrów praca kondensatora w szeregowym połączeniu z dławikiem filtrującym zwiększa poziom napięcia baterii kondensatorów filtra. W przypadku filtrów wyższych harmonicznymi pracujących w warunkach silnego odkształcenia korzysta się z norm międzynarodowych IEEE Std.519<sup>TM</sup> oraz IEEE Std. 1531<sup>TM</sup>.

Baterie kondensatorów filtru są bardzo wrażliwe na jakość zasilania, a przede wszystkim na poziom zawartości wyższych harmonicznymi. W związku z tym prawidłowy dobór ich pojemności powinien przebiegać zgodnie z odpowiednimi standardami odnoszącymi się do poszczególnych elementów, w tym: baterii kondensatorów (IEEE Std. 18-2002), sieci zasilającej (IEEE Std. 519-2004), baterii kondensatorów obwodów FC (IEEE Std. 1531-2003).

## 6. WNIOSKI

Wymaga się, aby każdy nowo projektowany układ filtrów pracujących w instalacji przemysłowej lub systemie elektroenergetycznym z odbiornikami niekonwencjonalnymi był zaprojektowany z uwzględnianiem możliwych stanów ustalonych i przejściowych, co pozwoli w sposób istotny i jednoznaczny obniżyć jego awaryjność do minimum. Niezbędnym wymogiem jest także ustalenie typu jednostek filtrujących, wzajemnie ze sobą współpracujących, a przy tym określenie dopuszczalnej wartości odchylen parametrów dławików i kondensatorów baterii filtru zgodnie z obowiązującymi normami oraz standardami.

## Podziękowania:

Badania były finansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Grant AGH 16.16.210.476).

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. IEEE Std.P57.16/d7-2010, "Draft standard requirements, terminology, and test code for dry - type air - core series - connected reactors", New York, IEEE, 2010.
2. IEEE Std.18-2012, "Standard for shunt power capacitors", New York, IEEE, 2013.
3. IEEE Std. 1036 TM - 2010, "Guide for application of shunt power capacitors", New York, IEEE, 2011.
4. Sawicki A., "Zagadnienia energetyczne wybranych urządzeń elektrycznych systemów stalowniczych", Politechnika Częstochowska, Częstochowa 2010.

5. IEEE Std. 1031 TM - 2011, "Guide for the functional specification of transmission static var compensators", New York, IEEE, 2011.
6. Warecki J., Gajdzica M., "Transients impact on power filter circuit sizing", Computer applications in electrical engineering, vol. 13, Politechnika Poznańska, 2015, pp. 111 - 119.
7. IEEE Standard 519 - 1992, "Recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power systems", IEEE, 1992.
8. IEEE Std. C37.012TM - 2014, "Guide for the application of capacitance current switching for AC high - voltage circuit breakers above 1000 V", New York, IEEE, 2014.

## **IMPACT OF INDUSTRIAL NETWORK OPERATING CHARACTERISTICS ON THE HARMONIC FILTER PARAMETERS SIZING**

The application of harmonic filter circuit based on power capacitor banks are widely used in practical solutions in industrial systems. The component ratings of these units are often specified based solely on a combination of steady state fundamental and harmonic voltages and currents. Although, this may be adequate in single-tuned or single branch units and method may not properly rate the components for more complex applications such as multiple, single-tuned harmonic filter circuits in compensated installations. Thus, in the most cases of commonly used or newly designed circuits are required to be adapted to operate as well in steady state and transients conditions. Using the existing Standards, the article propose a method for determining equipment ratings parameters of the capacitor banks and air-core filter reactors according to malfunctions. The study illustrated in this paper will be used to support and improve harmonic filter reliability and design. It is hoped that ideas will be a resource for a future filter application guide being contemplated by the capacitor subcommittee.

**Keywords:** harmonic filter, steady state, transients, power capacitor bank, air-core filter reactor.