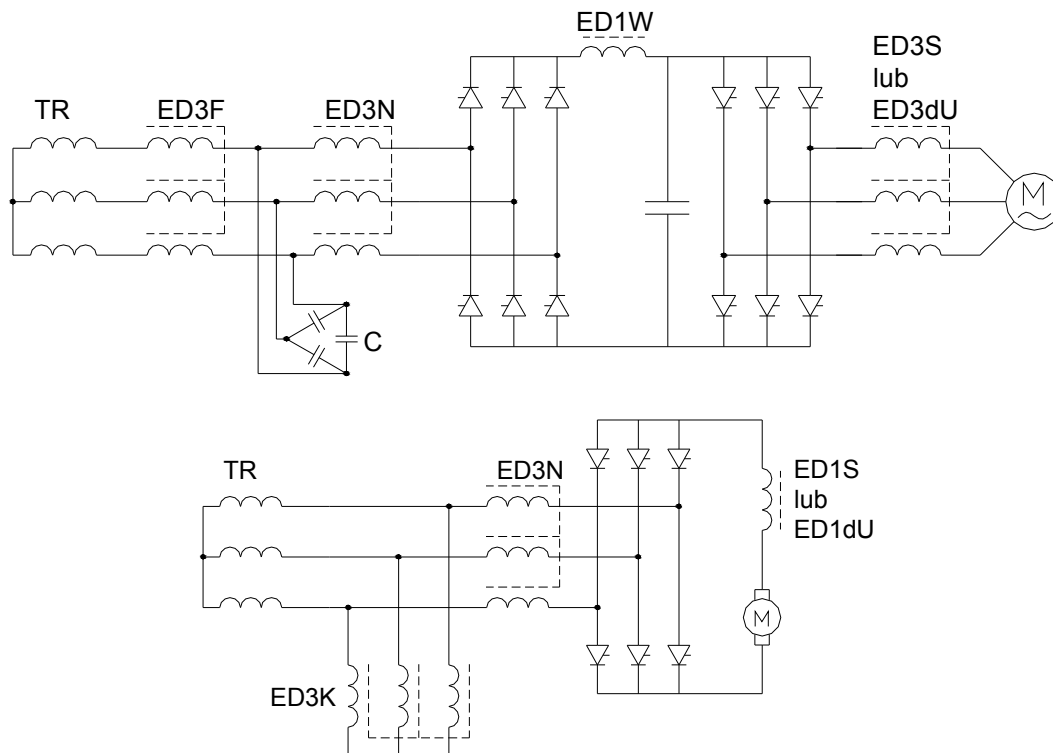


Dławiki rdzeniowe - informacje ogólne

Dławiki rdzeniowe stały się nieodłącznym elementem nowoczesnych układów energoelektroniki i energetyki. Możliwe miejsca pracy dławików rdzeniowych w układzie przedstawiają poniższe rysunki:



Dławiki z rdzeniami z blachy elektrotechnicznej znajdują zastosowanie w zakresie częstotliwości do kilkuset herców. Podstawowe parametry dławików to indukcyjność oraz prąd znamionowy, które dla dławików o tej konstrukcji w wykonaniu naszej firmy ELHAND, mieszczą się w granicach od kilkudziesięciu (μH) do kilkuset (mH) oraz od kilku do kilkuset (A). W obwodach prądu przemiennego dławiki z rdzeniami stalowymi stosowane są w dolnoprzepustowych filtrach napięć wyjściowych lub w filtrach selektywnych LC umożliwiających eliminację wybranych harmonicznych prądu. W obwodach prądu stałego dławiki stosuje się najczęściej do wygładzania charakterystyk napięć i prądów wyjściowych prostowników oraz do zapewnienia w szerokim zakresie pracy przekształtnika, ciągłego przebiegu prądu wyprostowanego. Na uwagę zasługuje również zastosowanie dławików indukcyjnych do kompensacji mocy biernej pojemnościowej.

1. Dławiki sieciowe typu ED1N i ED3N

Przekształtniki są odbiornikami, które najczęściej wymagają zastosowania dławików sieciowych w obwodach łączących przekształtnik z siecią zasilającą. Dławiki te pełnią rolę ochronną zarówno w stosunku do samego przekształtnika jak i sieci zasilającej. Zawory układów przekształtnikowych potrzebują ochrony zapewniającej powstrzymanie narastania prądu przewodzenia do chwili przełączenia struktury PNPN w stan przewodzenia. W takich układach zachodzi konieczność stosowania dławików sieciowych.

Zastosowanie dławików sieciowych w układach przekształtników powoduje również osłabienie wzajemnego oddziaływania przekształtników zasilanych z tego samego transformatora, podczas komutacji. Użycie dławików powoduje spadek amplitudy impulsu prądu wstecznego przy wyłączaniu zaworu, przepięć komutacyjnych oraz mocy wydzielanej w obwodach tłumiących. Proces komutacji przebiega więc znacznie łagodniej. Dławiki sieciowe zabezpieczają ponadto sieć zasilającą przed niekorzystnym wpływem przekształtników ograniczając propagację wyższych harmonicznych w sieci. W wypadku dławików sieciowych należy zwrócić uwagę, aby charakterystyka magnetowodu uniemożliwiła wejście dławika w stan nasycenia w całym zakresie spodziewanych prądów odbiornika.

2. Dławiki silnikowe typu ED1S i ED3S

Dławiki silnikowe znajdują szerokie zastosowanie w przekształtnikowych układach napędowych zarówno prądu stałego jak i przemiennego. Są instalowane w obwodach łączących przekształtnik z silnikiem. W zależności od rodzaju układu napędowego, z którym współpracują mają do spełnienia wiele zadań min. zapewnienie ciągłości oraz wygładzenie pulsacji prądu silnika, minimalizację prądu zwarciovego w obwodzie obciążenia przekształtnika jak również ograniczenie przepięć komutacyjnych i kompensację pojemności linii zasilającej.

2.1. Zadania dławików silnikowych w sterowanych układach prostownikowych

Tętnienie prądu wyprostowanego w obwodzie silnika zasilanego przez prostownik sterowany powoduje iskrzenie pod szczotkami oraz utrudnia proces komutacji.

Brak ciągłości przebiegu prądu w obwodzie zasilającym silnik powoduje niekorzystne zmiany w przebiegu charakterystyk mechanicznych silnika oraz prowadzi do pogorszenia własności dynamicznych napędu. Z tego powodu, jednym z ważniejszych zadań dławika silnikowego ED1S jest zapewnienie jak najszerszego zakresu przewodzenia prądu ciągłego w obwodzie wyjściowym przekształtnika. Prąd ten przyjmuje charakter nieciągły tym częściej im mniejsze są wartości prądu i indukcyjności obciążenia.

2.2. Rola dławików silnikowych w układach napędowych prądu przemiennego

Napięcia wyjściowe przekształtników to ciąg prostokątnych impulsów o regulowanej szerokości i częstotliwości. Szybkość narastania impulsów przebiegu napięcia jest bardzo duża i stwarza zagrożenie dla izolacji zasilanych maszyn. Ograniczenie szybkości narastania napięcia a w konsekwencji ryzyka uszkodzenia izolacji silnika uzyskuje się umieszczając pomiędzy silnikiem a falownikiem dławik silnikowy typu ED3S.

Dławiki silnikowe ED3S stosowane są również w celu ograniczenia prądów zwarciovych do czasu zadziałania zabezpieczeń i wyłączenia prądu w obwodzie. Najczęściej dobór odpowiedniej indukcyjności dławika silnikowego jest jedyną możliwością ochrony zaworów układów przekształtnikowych. Dobór indukcyjności dławika silnikowego ED3S uzależniony jest od maksymalnej wartości prądu zwarciovego w układzie. Prąd ten nie może przekraczać niepowtarzalnej, szczytowej wartości prądu tyrystora I_{TSM} .

W praktyce często zachodzi konieczność doprowadzenia napięcia do napędów znacznie oddalonych od źródła zasilania. Długie linie zasilające posiadają duże pojemności, które przyczyniają się do znacznego wzrostu strat mocy w obwodzie. Dławik silnikowy ED3S oprócz ochrony izolacji maszyny kompensuje pojemność linii zasilającej oraz ogranicza harmoniczne i przebiegi komutacyjne w obwodzie silnika.

3. Dławiki filtrów pasywnych oraz dławiki ochronne baterii pojemnościowych

3.1. Dławiki filtrów pasywnych typu ED3LC

Wprowadzenie przekształtników tyrystorowych do zasilania i sterowania maszyn elektrycznych dużych mocy spowodowało pojawienie się wyższych harmonicznych przedostających się do sieci w czasie pracy przekształtnikowych układów napędowych. W celu ograniczenia niekorzystnego wpływu układów przekształtnikowych na sieć elektryczną, a także na pracę baterii kondensatorowych które mogą być podłączone do tej sieci, stosuje się układy filtrów wyższych harmonicznych.

Filtry to szeregowo układy rezonansowe LC włączone równolegle w obwód zasilania przekształtnika, które spełniają podwójną rolę – kompensują moc bierną pobieraną przez układ napędowy oraz zapobiegają przedostawaniu się wyższych harmonicznych do sieci elektrycznej. Reaktancja filtru w zależności od numeru harmonicznej wynosi :

$$X_{nf} = n\omega L_f - \frac{1}{n\omega C_f},$$

gdzie: L_f, C_f – indukcyjność oraz pojemność gałęzi obwodu stanowiącej filtr; n – rząd harmonicznej; ω – pulsacja .

Przy odpowiednio dobranych wartościach indukcyjności i pojemności, filtr dla harmonicznej podstawowej oraz dla harmonicznych niższego rzędu niż n_r (częstotliwość rezonansowa) będzie stanowił obciążenie pojemnościowe, natomiast dla wszystkich harmonicznych wyższych rzędów obciążenie indukcyjne. Dla częstotliwości rezonansowej gałąź LC będzie stanowiła bardzo małą impedancję. Prąd o częstotliwości rezonansowej będzie zamykał się między przekształtnikiem a filtrem nie przedostając się do sieci zasilającej. W trójfazowych układach najczęściej stosuje się obwody filtrujące dla częstotliwości 5, 7, 11, 13 harmonicznej. Dla podstawowej harmonicznej gałęzi filtru zawsze mają charakter pojemnościowy, co oznacza, iż zmniejszają prąd bierny podstawowej częstotliwości.

3.2. Dławiki ochronne baterii pojemnościowych typu ED3F

Pojemnościowe baterie kompensacyjne instalowane kilkanaście lat temu, nie były zabezpieczane dławikami tłumiącymi. Powoduje to obecnie łatwe do przewidzenia problemy eksploatacyjne, kończące się najczęściej uszkodzeniem kondensatorów baterii. Dławiki typu ED3F zabezpieczają baterie pojemnościowe przed przeciążeniem prądami harmonicznymi.

W większości sieci przemysłowych w wyniku instalowania wielu odbiorników nieliniowych poziom wyższych harmonicznych napięcia i prądu jest niebezpieczny dla transformatorów, silników oraz szczególnie dla baterii kondensatorów. Poprawne wyznaczenie parametrów dławików ED3F decyduje o skuteczności ochrony baterii kompensacyjnej. W tym celu niemal konieczne jest wykonanie pomiarów zawartości wyższych harmonicznych w projektowanym miejscu pracy baterii kompensacyjnej. Na podstawie otrzymanego widma harmonicznych wybieramy odpowiednią częstotliwość rezonansową układu bateria-dławik. Jest to najczęściej częstotliwość pośrednia między częstotliwościami tych harmonicznych napięcia i prądu, które nie występują lub mają najmniejszy udział w widmie pomiarowym. Odstrojony układ rezonansowy bateria-dławik będzie wykazywał nieznaczną impedancję dla częstotliwości harmonicznych znajdujących się w pobliżu częstotliwości rezonansowej. Jednocześnie będzie silnie tłumił prądy o częstotliwościach odległych od częstotliwości rezonansowej.

4. Dławiki kompensacyjne typu ED3K

Grupa dławików kompensacyjnych przeznaczona jest do kompensacji mocy biernej pojemnościowej, będącej efektem pracy maszyn synchronicznych oraz rozległych sieci kablowych NN i SN przy ich niedostatecznym obciążeniu. Bardzo często dławiki łączy się w baterie dławikowe współpracujące z automatycznymi regulatorami $\cos\phi$. Baterie takie umożliwiają grupową, znacznie efektywniejszą nadążną kompensację mocy biernej, która zapobiega ewentualnemu przekompensowaniu sieci.

Podstawowym parametrem użytkowym tego typu dławików jest wytwarzana przez nie moc bierna indukcyjna, którą wyznacza się z zależności :

$$Q_{ED3K} = I_n^2 (\omega_n L),$$

gdzie: I_n – znamionowa wartość skuteczna prądu sinusoidalnie przemiennego; ω – znamionowa pulsacja; L – indukcyjność dławika.

5. Dławiki wygładzające typu ED1W

Na wyjściu prostowników diodowych oraz tyrystorowych, a także przekształtników prócz składowej stałej napięcia i prądu otrzymujemy zwykle niepożądane w obwodzie obciążenia składowe przemienne. Włączony w szereg z obciążeniem dławik wygładzający pozwala na uzyskanie dostatecznie małych tętnień napięcia i prądu przy dużej częstotliwości składowych przemiennych. W układach prostownikowych zasilanych napięciem o częstotliwości przemysłowej wygładzanie napięcia i prądu tylko za pomocą dławika wymagałoby stosowania elementów o bardzo dużych indukcyjnościach. W takim wypadku dławik łączy się z pojemnością tworząc filtr LC. Ważnymi parametrami dławika wygładzającego, określającymi jego moc budowy, są: indukcyjność, wartość prądu znamionowego oraz amplituda i częstotliwość pulsacji.

6. Dławiki ograniczające stromość napięcia du/dt, typu ED3dU

Dławiki ED3dU montowane na wyjściu przekształtnika, ograniczają stromość napięcia du/dt ok. 2-2,5 razy do 700 V/ μ s i amplitudę przepięć do 1000V.

Chronią uzwojenia stojana asynchronicznego silnika przed przebicciem i pozwalają zwiększyć długość kabla zasilającego silnik do 100 mb.