Układ i sposób zwiększania prądu zwarciowego przekształtników AC/DC

Przedmiotem wynalazku jest układ i sposób zwiększania prądu zwarciowego przekształtników AC/DC współpracujących z siecią elektroenergetyczną z zastosowaniem zasobnika kinetycznego.

Z powodu wymogów zwiększania niezawodności systemu elektroenergetycznego, którą opisują parametry takie jak: SAIDI (wskaźnik średniego systemowego czasu trwania przerwy długiej w dostawach energii elektrycznej), oraz SAIFI (współczynnikiem niezawodności stanowiącym liczbę odbiorców narażonych na skutki wszystkich przerw w ciągu roku), budowane są pomocnicze systemy zasilania mobilnego. Operator sieci elektroenergetycznej może taki system mobilny podłączyć do sieci odbiorczej lub przesyłowej, a następnie wyłączyć uszkodzony fragment sieć w celu dokonania niezbędnych napraw, przy zachowaniu nieprzerwanego zasilania dla odbiorcy końcowego. Niestety przekształtniki AC/DC w wykonaniu standardowym wykorzystywane w stacjach mobilnych zazwyczaj dostarczają prąd zwarciowy, który jest maksymalnie dwukrotnością prądu znamionowego. Niekiedy jest to wartość niewystarczająca by zapewnić ochronę podstawową dla użytkownika końcowego sieci.

Znana jest z opisu patentowego nr EP0203571 przetwornica statyczna posiadająca obwód zwiększający prąd w przypadku zwarcia. Posiada ona dodatkowy obwód oparty o sterowanie analogowe oraz elementy wykonawcze (tyrystory), zwielokrotniający prąd wyjściowy przetwornicy w momencie zwarcia.

Znane jest z artykułu pt. “Fault clearing in a converter-dominated microgrid with traditional protection means”, autorstwa: K. Oureilidis, S. Gkavanoudis, Ch. Demoulias; Electronic ISBN: 978-1-4799-5115-4 rozwiązanie polegające na wykryciu zwarcia i zwiększeniu prądu zwarciowego poprzez współpracę wielu zasobników energii w systemie

generacji rozproszonej, celem wymuszenia zadziałania zabezpieczenia nadprądowego.

Znane jest z artykułu pt. “Increasing the short-circuit current in a shore connection system”, autorstwa: M. Ion, M. Megdiche, D. Radu; Electronic ISBN: 978-1-4673-5669-5 opisujący metody zwiększania prądu zwarciowego możliwe do zastosowania na okrętach w momencie ich przyłączenia do nabrzeżnej sieci elektroenergetycznej. Opisywane rozwiązania opierają się o banki kondensatorów, kompensatory statyczne lub statyczne kompensatory mocy biernej.

Celem wynalazku jest zapewnienie ochrony podstawowej w sytuacji wystąpienia pracy wyspowej fragmentu systemu elektroenergetycznego.

Istotą układu do zwiększania prądu zwarciowego przekształtników AC/DC, według wynalazku jest to, że sieć trójfazowa połączona jest z układem pomiaru napięcia, który podłączony jest z wyłącznikiem głównym. Wyłącznik głównym połączony jest linią trójfazową z przekształtnikiem AC/DC, który połączony jest ze źródłem zasilania. Dodatkowo linia trójfazowa połączona jest z kinetycznym zasobnikiem energii w postaci trójfazowego silnika synchronicznego, na którego co najmniej jednym wale zainstalowano masę wirującą.

Korzystnie pomiędzy siecią trójfazową a układem pomiaru napięcia podłączony jest transformator.

Istotą sposobu zwiększania prądu zwarciowego przekształtników AC/DC według wynalazku, jest to, że podłącza się sieć trójfazową do układu pomiaru napięcia i mierzy się parametry napięcia sieci. Przesyła się zmierzone chwilowe wartości napięć do przekształtnik AC/DC i jednocześnie za pomocą przekształtnika AC/DC pobiera się energię ze źródła zasilania i rozpędza się kinetyczny zasobnik energii w postaci trójfazowego silnika synchronicznego, na którego co najmniej jednym wale zainstalowano masę wirującą, do momentu kiedy przekształtnik AC/DC osiągnie parametry napięcia tożsame z parametrami zmierzonymi przez układ pomiaru napięcia i załącza się wyłącznik główny. W momencie

wystąpienia zwarcia w sieci trójfazowej z kinetycznego zasobnika energii przesyła się zgromadzoną energię do sieci trójfazowej i tym samym zwiększa się prądu zwarciowy przekształtnika AC/DC.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest to, że sposobu i układu do zwiększania prądu zwarciowego przekształtników AC/DC powoduje redukcję kosztów budowy przewymiarowanego przekształtnika AC/DC – poprzez zapewnienie prądu zwarciowego z kinetycznego zasobnika energii. Kolejnym pozytywnym skutkiem jest stabilizacja częstotliwości i napięcia sieci elektroenergetycznej, dzięki zgromadzonej energii w masie wirującej. Następnym pozytywnym skutkiem jest możliwość podjęcia przez stację mobilną pracy wyspowej, co do tej pory było ograniczone lub niemożliwe z powodu braku ochrony podstawowej. Dodatkowo istnieje możliwość naprawy lub modernizacji fragmentu infrastruktury elektroenergetycznej bez konieczności wyłączania zasilania u odbiorcy końcowego, co przekłada się na wzrost wskaźników SAIDI i SAIFI operatora sieci elektroenergetycznej.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na schematycznym rysunku, na którym fig. 1 przedstawia układ do zwiększania prądu zwarciowego przekształtników AC/DC w pierwszym przykładzie wykonania, fig. 2 – układ do zwiększania prądu zwarciowego przekształtników AC/DC w drugim przykładzie wykonania.

Układ do zwiększania prądu zwarciowego przekształtników AC/DC, według wynalazku w pierwszym przykładzie wykonania (fig. 1) składał się z:

– przekształtnika AC/DC PS w postaci trójpoziomowego falownika napięcia o mocy 1 MVA i napięciu wejściowym 600 – 800 V DC oraz napięciu wyjściowym 3 x 400 V AC, który wyposażony był w system sterowania wektorowego metodą napięciowo zorientowaną,

– układu pomiaru napięcia PN składającego się z trzech przetworników LV-25P,

– wyłącznika głównego WG w postaci trójpolowego wyłącznika sterowanego ręcznie o prądzie znamionowym 2 kA,

– źródła zasilania ZZ w postaci generatora synchronicznego 3 x 400V napędzanego silnikiem Diesla o mocy 1 MVA wraz z mostkowym, trójfazowym prostownikiem diodowym i przetwornicą statyczną podwyższającą napięcie wyjściowe do wartości 800V DC,

– kinetycznego zasobnika energii ZE w postaci trójfazowy silnik synchroniczny M – 3 x 400V o mocy 0,6 MVA z wyprowadzonymi dwoma wałami, na których zainstalowano talerze wirujące o masie 1000 kg i średnicy 2000 mm każdy.

Sieć trójfazowa GRID o napięciu znamionowym 0,4 kV połączona była z układem pomiaru napięcia PN, który podłączony był z wyłącznikiem głównym WG. Wyłącznik główny WG połączony był linią trójfazową z przekształtnikiem AC/DC PS, który połączony był ze źródłem zasilania ZZ. Dodatkowo linia trójfazowa połączona była z kinetycznym zasobnikiem energii ZE w postaci trójfazowego silnika synchronicznego M, na którego obydwu wałach zainstalowano masę wirującą.

W drugim przykładzie wykonania zastosowano identyczny układ jak w przykładzie pierwszym, z tym, że pomiędzy sieć trójfazową GRID o napięciu znamionowym 15 kV, a układ pomiaru napięcia PN podłączono transformator Tr o mocy 1 MVA i przekładni 15/0,4 kV.

Sposób zwiększania prądu zwarciowego przekształtników AC/DC w pierwszym przykładzie wykonania przeprowadzono z wykorzystaniem układu opisanego w pierwszym przykładzie wykonania i polegał on na tym, że podłączono sieć trójfazową GRID o napięciu znamionowym 0,4 kV do układu pomiaru napięcia PN i zmierzono za pomocą przetworników LV-S5 P napięcie sieci, którego wartość szczytowa wynosiła 0,56 kV. Informację o mierzonych wartości chwilowych napięcia przesyłano za pomocą przewodów ekranowanych do przekształtnik AC/DC PS. Jednocześnie za pomocą przekształtnika AC/DC PS pobierano energię ze źródła zasilania ZZ, w postaci generatora G z silnikiem Diesla D,

prostownikiem, oraz przetwornicą statyczna DC/DC. Przekształtnik AC/DC PS zasilając trójfazowy silnik synchroniczny M, rozpędził kinetyczny zasobnik energii ZE do prędkości 3000 obr/min. W momencie kiedy przekształtnik AC/DC PS osiągnął parametry napięcia tożsame z parametrami zmierzonymi przez układ pomiaru napięcia PN, to znaczy: częstotliwość wynoszącą 50 Hz, amplituda napięcia wynosząca 0,56 kV i kolejność faz była zgodna, załączono ręcznie wyłącznik główny WG. Następnie spowodowano zwarcie dwufazowe w sieci trójfazowej GRID i z kinetycznego zasobnika energii ZE przesyłano zgromadzoną energię do punktu zwarcia, tym samym zwiększając prądu zwarciowy przekształtnika AC/DC PS.

Wykaz oznaczeń

PN – układ pomiaru napięcia

WG – wyłącznik główny

PS – przekształtnika AC/DC

ZZ – Źródło zasilania

GRID – sieć trójfazowa

ZE – kinetyczny zasobnik energii

M – trójfazowy silnik synchroniczny

Tr – transformator