

Stanowisko do określania wpływu niejednoczesności zamykania i otwierania styków
łącznika trójfazowego na amplitudę przepięć przy obciążeniu indukcyjnym

Przedmiotem wynalazku jest stanowisko do symulacji niejednoczesności zamykania
5 i otwierania styków łącznika trójfazowego i jej wpływu na amplitudę przepięć przy obciążeniu
indukcyjnym.

Podczas zamykania i otwierania styków łącznika trójfazowego mogą występować przepięcia,
których wartość amplitudy jest zależna od charakteru obwodu obciążenia i wartości amplitudy
10 napięcia, przy której następuje przerwanie przepływu prądu w obwodzie.

Najwyższą wartość amplitudy przepięć obserwuje się w obwodach o charakterze indukcyjnym
z łącznikami wyposażonymi w komory próżniowe, które ze względu na możliwość przerywania
przepływu prądu w dowolnym momencie poza naturalnym przejściem przez „0” mogą być źródłem
przepięć o znacznej amplitudzie. Wartości maksymalne przepięć doziemnych mogą osiągać
15 wielokrotność maksymalnej amplitudy napięcia fazowego. Dlatego istotne jest ograniczanie wartości
przepięć poprzez określenie najniższej wartości amplitudy dla fazy, w której występuje najwyższa
wartość przepięcia, z uwzględnieniem amplitud w pozostałych fazach, poprzez symulację wartości
niejednoczesności w okresie napięcia zasilania.

W artykule „Badania przepięć generowanych podczas łączenia transformatorów średnich
napięć” Jakub Furgał, Marcin Ibragimow, przedstawiono badania wartości amplitudy przepięć podczas
wyłączania nieobciążonego transformatora za pomocą wyłącznika próżniowego. Jak wynika
z przeprowadzonych przez autorów badań maksymalna wartość współczynnika przepięć może
osiągać $k_p=4$. Tego typu przepięcia łączeniowe są zagrożeniem dla izolacji urządzeń, dlatego ich
25 amplituda powinna być ograniczana zwłaszcza w układach wysokonapięciowych.

Przeprowadzenie analizy amplitud przepięć poszczególnych faz w zależności od zadanej
niejednoczesności zamykania lub otwierania styków łącznika trójfazowego w wybranym punkcie
przebiegu napięcia umożliwia określenie parametrów czasowych niejednoczesności, dla których
amplituda przepięć osiąga wartości minimalne dla obciążenia indukcyjnego.

Obecnie dostępne analizatory odskoków, takie KoCos BTT-6, CAT-H, czy najbardziej
zaawansowane technicznie jak Megger seria TM1800, czy ACTAS P260|P360 firmy KoCos
posiadające trzy lub więcej kanałów sterujących załączaniem lub wyłączaniem poszczególnych faz nie
mają możliwości programowania czasów opóźnienia niezależnie dla każdej fazy oraz nie są
wyposażone w układ synchronizacji z wybranym punktem przebiegu odniesienia (faza odniesienia).

Pomiar amplitudy przepięć dla zaprogramowanego czasu niejednoczesności poszczególnych
faz z zastosowaniem takich analizatorów będzie się odbywał w sposób przypadkowy w różnych
35 miejscach przebiegu napięcia trójfazowego, co praktycznie uniemożliwia wykonywanie analizy
amplitudy przepięć dla wybranych parametrów czasowych.

Aby prawidłowo określić wpływ niejednoczesności na wartość amplitudy przepięć należy
40 wykonać serię pomiarów dla określonych punktów w zakresie pierwszego okresu przebiegu

napięciowego przy zadanej niejednoczesności. Zmiana wartości niejednoczesności i miejsca wyłączenia obciążenia indukcyjnego z jednoczesną rejestracją wartości amplitud przepięć w poszczególnych fazach pozwala na uzyskanie wyników umożliwiających określenie takiej wartości niejednoczesności, dla której amplituda przepięć osiąga wartości minimalne w całości okresu przebiegu napięciowego.

Produkowane obecnie łączniki z napędem mechanicznym (zasobnikowym) posiadają możliwość regulacji niejednoczesności w pewnym zakresie, dlatego analiza amplitudy przepięć w układzie modelowym umożliwia dobranie optymalnych parametrów niejednoczesności w celu obniżenia amplitudy przepięć w obwodach o charakterze indukcyjnym.

W proponowanym układzie zastosowanie detektora przejścia przebiegu napięciowego przez „0” do wyzwania układu pozwala na uzyskanie powtarzalności załączenia lub wyłączenia w określonym punkcie przebiegu i w konsekwencji na analizę amplitudy przepięć w zależności od zaprogramowanej niejednoczesności dla wybranego punktu przebiegu odniesienia.

Problemem technicznym do rozwiązania jest określenie wartości niejednoczesności zamykania lub otwierania styków pozwalającej na uzyskanie minimalnej amplitudy przepięć podczas procesów łączeniowych dla obciążenia indukcyjnego, poprzez programowaną symulację niejednoczesności w wybranym punkcie przebiegu napięcia i określenie wpływu zaprogramowanych czasów niejednoczesności na wartości amplitudy przepięć w poszczególnych fazach przy obciążeniu indukcyjnym.

Przedmiotem wynalazku jest stanowisko do analizy wpływu niejednoczesności zamykania i otwierania styków łącznika wielofazowego na amplitudę przepięć przy obciążeniu indukcyjnym posiadające trzy łączniki jednofazowe, obciążenie indukcyjne połączone w gwiazdę lub trójkąt, detektor przejścia przez zero fazy odniesienia, mikroprocesorowy sterownik opóźnienia załączania lub wyłączania poszczególnych faz i oscyloskop. Jego istotą jest to, że do każdego z łączników jednofazowych podłączone jest zasilanie. Każdy z łączników jednofazowych, połączony jest poprzez zaciski z obciążeniem połączonym w gwiazdę lub w trójkąt o charakterze indukcyjnym. Do zacisków podłączony jest oscyloskop. Na linii zasilającej jedną z faz – fazę odniesienia, przed łącznikiem jednofazowym podłączony jest zacisk, do którego podłączony jest detektor przejścia przez „0” fazy odniesienia połączony z mikroprocesorowym sterownikiem opóźnienia załączania lub wyłączania poszczególnych faz, do którego podłączone są łączniki jednofazowe.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest możliwość określenia czasów niejednoczesności zamykania lub otwierania styków łącznika, dla których amplituda przepięć osiąga wartości minimalne. Pozwala to na obniżenie zagrożeń uszkodzenia izolacji związanych z występowaniem przepięć łączeniowych poprzez minimalizację wartości ich amplitud w wyniku zastosowania określonej niejednoczesności zamykania lub otwierania styków łącznika.

Wynalazek w przykładzie wykonania został przedstawiony na rysunku, na którym poszczególne figury przedstawiają:

Fig. 1 – ogólny schemat stanowiska,

Fig. 2 – schemat stanowiska z obciążeniem indukcyjnym połączonym w gwiazdę,

5 Fig. 3 – schemat stanowiska z obciążeniem indukcyjnym połączonym w trójkąt,

Fig. 4 – przykładowy przebieg wyłączenia nieobciążonego transformatora dla parametrów: niejednoczesność faza A - 0 ms, faza B - 5.8 ms, faza C - 0 ms. Opóźnienie wyłączenia względem przejścia przez „0” fazy A (odniesienia) 0 ms,

fig. 5 – przykładowy przebieg wyłączenia nieobciążonego transformatora dla parametrów:

10 niejednoczesność faza A - 0 ms, faza B - 5.8 ms, faza C – 0 ms. Opóźnienie wyłączenia względem przejścia przez „0” fazy A (odniesienia) 9 ms.

Wynalazek w ogólnym przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku fig. 1, składa się z trzech niezależnie sterowanych łączników jednofazowych 1, 2, 3. Do każdego z nich podłączone jest zasilanie 1U, 1V, 1W. Każdy z łączników jednofazowych 1, 2, 3, połączony jest poprzez zaciski A, B, C z obciążeniem 4 o charakterze indukcyjnym, natomiast do zacisków A, B, C podłączony jest oscyloskop 7. Na linii zasilającej 1U jedną z faz – fazę odniesienia przed łącznikiem jednofazowym 1 podłączony jest zacisk D, do którego podłączony jest detektor przejścia przez „0” fazy odniesienia 5 połączony z mikroprocesorowym sterownikiem opóźnienia załączania lub wyłączenia poszczególnych faz 6, do którego podłączone są łączniki jednofazowe 1, 2, 3. Na rysunku fig. 2 przedstawiono schemat wynalazku z obciążeniem indukcyjnym w postaci gwiazdy natomiast na fig. 3 z obciążeniem indukcyjnym w postaci trójkąta.

Sposób analizy wpływu niejednoczesności zamykania i otwierania styków łącznika trójfazowego na amplitudę przepięć przy obciążeniu indukcyjnym został zrealizowany w układzie przedstawionym na rysunku i polega na symulacji opóźnień załączania lub wyłączenia poszczególnych faz za pomocą jednofazowych łączników 1, 2, 3, sterowanych niezależnie dla każdej fazy za pomocą mikroprocesorowego sterownika czasowego 6 wyzwalanego detektorem przejścia amplitudy napięcia przez „0” fazy odniesienia 5. Obciążenie 4 zawiera elementy o charakterze indukcyjnym, połączone w gwiazdę albo trójkąt. Rejestracja amplitudy przepięć w każdej z faz na zaciskach odbiornika 4 i napięcia w fazie odniesienia zrealizowana jest za pomocą 4-kanalowego oscyloskopu 7 z pamięcią umożliwiającą zapis i pomiar amplitudy zarejestrowanych przebiegów.

Z wykorzystaniem wynalazku przeprowadzono dwa przykłady symulacji niejednoczesności podczas wyłączenia obciążenia indukcyjnego połączonego w gwiazdę w postaci nieobciążonego transformatora trójfazowego. Zaprogramowano następującą niejednoczesność: faza A – 0 ms, faza B – 0 ms, faza C - 5.8 ms. Opóźnienie wyłączenia względem przejścia przez „0” fazy A (odniesienia) 0 ms. Maksymalna amplituda przepięcia 98.2 V wystąpiła w fazie B przy napięciu zasilania 42 V, co przedstawia fig. 4.

Następnie dla identycznej wartości niejednoczesności wprowadzono opóźnienie cyklu wyłączenia o 5 ms względem przejścia przez 0 fazy A. Maksymalna amplituda przepięcia 68.8 V wystąpiła w fazie B przy napięciu zasilania 42 V co przedstawia fig. 5.

W obu przypadkach punktem odniesienia był punkt przejścia przez 0 fazy A.

RZECZNIK PATENTOWY

Maciej Nowicki
mgr inż. Maciej Nowicki
Nr wp. 3476

Wykaz oznaczeń

- 1, 2, 3 łączniki jednofazowe,
- 4 obciążenie o charakterze indukcyjnym, połączone w gwiazdę lub w trójkąt
- 5 detektor przejścia przez „0” fazy odniesienia,
- 6 mikroprocesorowy sterownik opóźnienia załączania lub wyłączania poszczególnych faz,
- 7 oscyloskop czterokanałowy z cyfrową pamięcią przebiegów,
- A, B, C, D zaciski przyłączeniowe