

Patent dodatkowy

do patentu nr _____

Zgłoszono: 79 12 12 (P. 220337)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 81 06 19

Opis patentowy opublikowano: 1986 05 31

Int. Cl.³

H02J 3/40

H02J 3/08

Twórcy wynalazku: Andrzej Grono, Miron Galewski

Uprawniony z patentu: Politechnika Gdańska, Gdańsk (Polska)

Sposób realizacji stałego czasu wyprzedzenia w automatycznym synchronizatorze obiektów energetycznych prądu przemiennego

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób realizacji stałego czasu wyprzedzenia w automatycznym synchronizatorze obiektów energetycznych prądu przemiennego, zwłaszcza wielkiej mocy, dla których włączanie do pracy równoległej odbywa się przy stosunkowo małych wartościach różnicy częstotliwości.

Włączanie generatorów synchronicznych do sieci lub łączenie asynchronicznych obszarów sieci jest operacją złożoną i odpowiedzialną, wymagającą spełnienia szeregu warunków.

Jednym z nich jest konieczność uzyskania, w możliwie szerokim zakresie zmian różnicy częstotliwości, stałego czasu wyprzedzenia, równego czasowi włączania wyłącznika mocy.

Znany jest z patentu nr 65365 sposób realizacji stałego czasu wyprzedzenia w automatycznym synchronizatorze prądnic polegający na pomiarze czasu przejścia obwiedni napięcia dudnień pomiędzy dwoma poziomami napięciowymi — startu i rewersji, które na opadającym zboczach obwiedni napięcia dudnień dobiera się tak, że czas przejścia obwiedni napięcia dudnień od poziomu startu do poziomu rewersji jest równy przewidywanemu czasowi przejścia obwiedni napięcia dudnień od poziomu rewersji do wartości minimalnej — zerowej.

Do pomiaru czasu wykorzystuje się rewersyjny miernik czasu, który uruchamia się do przodu w chwili przejścia opadającej części obwiedni

2

napięcia dudnień przez poziom startu, natomiast przejście napięcia dudnień przez poziom rewersji powoduje zmianę kierunku liczenia.

Do rewersyjnego miernika czasu wprowadza się wartość zadaną odpowiadającą czasowi wyprzedzenia. Sygnał na włączenie wyłącznika mocy wprowadza się w chwili zrównania zawartości rewersyjnego miernika czasu z wartością zadaną występującego po zmianie kierunku liczenia czasu na odejmowanie.

Znany jest z patentu tymczasowego nr 87947 sposób realizacji stałego czasu wyprzedzania w automatycznym synchronizatorze prądnic polegający na wyznaczaniu czasu predykcyjnego w każdym okresie napięcia synchronicznej prądnicy, po którym wystąpi zgodność fazowa napięć synchronizowanych obiektów.

Wyznaczony czas predykcyjny wprowadza się do odwrotnego miernika czasu, który po osiągnięciu stanu odpowiadającego nastawionemu czasowi wyprzedzenia, podaje sygnał na włączenie wyłącznika mocy. Jest charakterystyczne, że czas predykcyjny t_s oblicza się ze wzoru:

$$t_{sl} = \left(\frac{t\alpha_1}{t\beta_{i+1} - t\beta_i} - 1 \right) (t\alpha_1 + t\beta_i)$$

gdzie $t\alpha_1$ jest czasem jaki upływa od chwili przejścia przez zero narastającego napięcia sieci w i-tym cyklu pomiarowym do chwili przejścia

przez zero narastającego napięcia prądnic w i-tym cyklu pomiarowym, natomiast $t\beta_i$ jest dopełnieniem czasu $t\alpha_i$ do okresu napięcia prądnic w i-tym cyklu pomiarowym, a $t\beta_{i+1}$ jest czasem $t\beta_i$ w $i+1$ -szym cyklu pomiarowym.

Niedogodnością sposobu według patentu nr 65365 jest istnienie stosunkowo dużej dolnej wartości granicznej różnicy częstotliwości powodującej udary prądowe i mechaniczne przy synchronizacji oraz wydłużenie procesu synchronizacji związane z koniecznością utrzymywania różnicy częstotliwości pomiędzy górną i dolną wartością różnicy częstotliwości. Ponadto dla obiektów energetycznych wymagających łączenia przy małych wartościach różnicy częstotliwości ten sposób wymaga stosowania rewersyjnego miernika czasu o dużej pojemności, co z kolei ogranicza jego przydatność do procesów wolnozmiennych.

Niedogodnością sposobu wg patentu tymczasowego nr 87947 jest konieczność wykonywania dość złożonych operacji matematycznych w krótkim czasie, co wymaga użycia stosunkowo złożonego i szybkiego przelicznika, ewentualnie korzystania z maszyny cyfrowej. Ponadto sposób ten ma zastosowanie tylko dla jednego znaku różnicy częstotliwości.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu realizacji stałego czasu wyprzedzenia, w którym nie występują istotne ograniczenia ze względu na wartość różnicy częstotliwości, a w którym osiąga się stosunkowo dużą dokładnością niezależnie od znaku różnicy częstotliwości.

Sposób według wynalazku wykorzystujący przetwarzanie kąta pomiędzy wirującymi wektorami napięć obiektów synchronizowanych na przebieg impulsowy o współczynniku wypełnienia odpowiadającym kątowi pomiędzy tymi wektorami oraz przetwarzanie przebiegu impulsowego na przebieg schodkowy o wartości zależnej od współczynnika wypełnienia przebiegu impulsowego, charakteryzuje się tym, że sygnał na włączenie wyłącznika mocy wyprowadza się w chwili, w której malejąca wartość przebiegu schodkowego odpowiadającego kątowi pomiędzy wirującymi wektorami napięć obiektów synchronizowanych zrówna się z sygnałem odpowiadającym różnicy częstotliwości napięć obiektów synchronizowanych. Sygnał ten tworzy się przez pomiar bezwzględnej wartości różnicy okresów napięć synchronizowanych obiektów.

W innym rozwiązaniu sposobu według wynalazku sygnał odpowiadający różnicy częstotliwości napięć obiektów synchronizowanych tworzy się przez pomiar bezwzględnej wartości różnicy czasów trwania kolejnych impulsów przebiegu impulsowego współczynnikiem wypełnienia odpowiadającym kątowi pomiędzy wirującymi wektorami napięć obiektów synchronizowanych, a w chwili zrównania się powyższego sygnału z malejącą wartością przebiegu schodkowego odpowiadającego kątowi pomiędzy wirującymi wektorami napięć obiektów synchronizowanych wyprowadza się sygnał na włączenie wyłącznika mocy.

Zalety sposobu według wynalazku polegają na ograniczeniu udarów prądowych i mechanicznych

przy łączeniu obiektów energetycznych do pracy równoległej oraz skróceniu czasu trwania procesu synchronizacji ze względu na możliwość łączenia obiektów energetycznych do pracy równoległej niezależnie od znaku różnicy częstotliwości oraz praktycznie niezależnie od wartości różnicy częstotliwości.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na podstawie przykładowego rozwiązania przedstawionego na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia dwa wektory napięć obiektów synchronizowanych wirujące z odpowiadającymi im prędkościami kątowymi, a fig. 2 przedstawia opadającą część przebiegu kąta pomiędzy wirującymi wektorami jednoimiennych faz synchronizowanych obiektów dla dwóch różnych wartości różnicy częstotliwości $\Delta f_1 > \Delta f_2$ i obrazuje sposób realizacji stałego czasu wyprzedzenia.

Jak pokazano na fig. 1, obiekty synchronizowane mają napięcia u_p i u_s o różnych częstotliwościach wynoszących odpowiednio f_p i f_s . Zatem różnica tych częstotliwości jest różna od zera. W związku z tym kąt pomiędzy wirującymi wektorami tych napięć zmienia się w czasie.

Dla narastającej części przebiegu $\delta(t)$, symetrycznej względem części opadającej, przyjmując $\delta(t=0) = 0$, można napisać:

$$\delta = 2\pi \Delta f t$$

W celu uzyskania stałego czasu wyprzedzenia $t_v = \text{const.}$ należy dla chwilowej wartości różnicy częstotliwości Δf wyznaczać wartość kąta δ równą δ_v , przy której podaje się sygnał na włączenie wyłącznika mocy, ponieważ:

$$t_v = \frac{\delta_v}{2\pi \Delta f} = \text{const}$$

Realizacja tego postulatu wymaga znajomości chwilowej wartości kąta δ oraz wartości częstotliwości Δf , zgodnie z tym co przedstawiono na fig. 2.

Dla uzyskania informacji dotyczącej kąta δ w znany sposób przetwarzania się napięcia u_p i u_s obiektów synchronizowanych na odpowiadające im przebiegi prostokątne u_{p1} i u_{s1} o dodatnich półfalach, a następnie tworzy się funkcję logiczną:

$$u_\delta = (u_{p1} \wedge u_{s1}) \vee (\bar{u}_{p1} \wedge \bar{u}_{s1})$$

będącą przebiegiem impulsowym o współczynniku wypełnienia zależnym od kąta δ . Współczynnik wypełnienia tego przebiegu jest schodkową funkcją czasu o długości pojedynczego schodka równej połowie okresu napięcia o mniejszej częstotliwości.

Dla małych względnych różnic częstotliwości, zamiast współczynnikiem wypełnienia można posługiwać się czasem trwania t_δ poszczególnych impulsów przebiegu u_δ , gdyż okres powtarzania tych impulsów jest dostatecznie stały. Stanowi to miarę kąta δ .

Różnica częstotliwości Δf jest związana z szybkością zmiany kąta δ czyli zależna od pochodnej tego kąta względem czasu. Bezpośrednie różniczkowanie przebiegu t_δ odpowiadającego ką-

towi δ jest utrudnione ze względu na schodkowy charakter tego przebiegu.

Ewentualna filtracja w znacznym stopniu komplikuje układ. W związku z tym informację o różnicy częstotliwości otrzymuje się w sposób pośredni poprzez pomiar wartości bezwzględnej okresów napięć obiektów synchronizowanych. Wiadomo, że różnica częstotliwości wynosi:

$$\Delta f = f_p - f_s$$

Ponieważ znak tej różnicy nie jest istotny bierze się pod uwagę wartość bezwzględną. Wówczas otrzymuje się:

$$\Delta f = |f_p - f_s| = \left| \frac{1}{T_p} - \frac{1}{T_s} \right| = \frac{|T_s - T_p|}{T_p \cdot T_s}$$

gdzie: T_p i T_s oznaczają odpowiednio okresy napięć prądnic i sieci.

Jeżeli założyć $T_s = \text{const}$ i przyjąć małe zmiany T_p w praktyce nie przekraczające $\pm 1\%$ wartości znamionowej, to widać, że różnica częstotliwości Δf może być uznana jako wprost proporcjonalna do różnicy okresów napięć obiektów synchronizowanych, gdyż:

$$\Delta f = k |T_s - T_p|$$

gdzie:

$$k = \frac{1}{T_p \cdot T_s}$$

W innej wersji sposobu według wynalazku sygnał odpowiadający różnicy częstotliwości Δf napięć obiektów synchronizowanych tworzy się przez pomiar bezwzględnej wartości różnicy czasów trwania kolejnych impulsów przebiegu impulsowego o współczynniku wypełnienia odpowiadającym kątowi δ pomiędzy wirującymi wektorami napięć obiektów synchronizowanych. Przy założeniu, że $T_s = \text{const}$ a zmiany T_p nie przekraczają $\pm 1\%$ wartości znamionowej, to przetwarzanie bezwzględnej wartości różnicy czasów trwania kolejnych impulsów t_δ przebiegu u_δ sprowadza się do tworzenia bezwzględnej wartości różnicy połowy okresów napięć obiektów synchronizowanych. Z tego wynika, że bezwzględna wartość różnicy okresów napięć synchronizowanych jest równa podwójnej bezwzględnej wartości różnicy czasów trwania kolejnych impulsów przebiegu u_δ .

Sygnał na włączenie wyłącznika prądnicę wprowadza się w chwili, w której malejąca wartość

przebiegu schodkowego t_δ odpowiadającego kątowi δ zrówna się z sygnałem odpowiadającym różnicy częstotliwości, zgodnie z tym co przedstawiono na fig. 2, gdzie dla uproszczenia przebieg schodkowy aproksymowano linią ciągłą.

Praktyczna realizacja przedstawionego sposobu sprowadza się do wykorzystania powszechnie używanych elementów i układów elektroniki.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób realizacji stałego czasu wyprzedzenia w automatycznym synchronizatorze obiektów energetycznych prądu przemiennego, wykorzystujący przetwarzanie kąta pomiędzy wirującymi wektorami napięć obiektów synchronizowanych na przebieg impulsowy o współczynniku wypełnienia odpowiadającym kątowi pomiędzy tymi wektorami oraz przetwarzanie przebiegu impulsowego na przebieg schodkowy o wartości zależnej od współczynnika wypełnienia przebiegu impulsowego, **znamienny tym**, że sygnał na włączenie wyłącznika mocy wyprowadza się w chwili, w której malejąca wartość przebiegu schodkowego odpowiadającego kątowi pomiędzy wirującymi wektorami napięć obiektów synchronizowanych zrówna się z sygnałem odpowiadającym różnicy częstotliwości napięć obiektów synchronizowanych, przy czym sygnał ten tworzy się przez pomiar bezwzględnej wartości różnicy okresów tych napięć.

2. Sposób realizacji stałego czasu wyprzedzenia w automatycznym synchronizatorze obiektów energetycznych prądu przemiennego, wykorzystujący przetwarzanie kąta pomiędzy wirującymi wektorami napięć obiektów synchronizowanych na przebieg impulsowy o współczynniku wypełnienia odpowiadającym kątowi pomiędzy tymi wektorami oraz przetwarzanie przebiegu impulsowego na przebieg schodkowy o wartości zależnej od współczynnika wypełnienia przebiegu impulsowego, **znamienny tym**, że sygnał odpowiadający różnicy częstotliwości napięć obiektów synchronizowanych tworzy się przez pomiar bezwzględnej wartości różnicy czasów trwania kolejnych impulsów przebiegu impulsowego o współczynniku wypełnienia odpowiadającym kątowi pomiędzy wirującymi wektorami napięć obiektów synchronizowanych, a w chwili zrównania się powyższego sygnału z malejącą wartością przebiegu schodkowego odpowiadającego kątowi pomiędzy wirującymi wektorami napięć obiektów synchronizowanych wprowadza się sygnał na włączenie wyłącznika mocy.

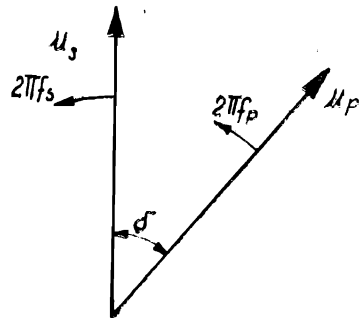


Fig. 1

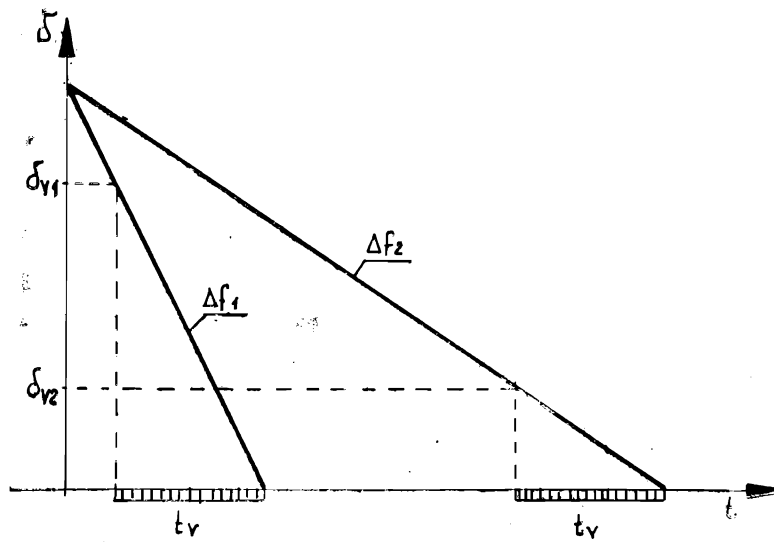


Fig. 2