

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY 129 679

Patent dodatkowy
do patentu nr 128 159

Zgłoszono: 80 01 21 /P. 221 493/

Pierwszeństwo: —

Zgłoszenie ogłoszono: 81 08 07

Opis patentowy opublikowano: 1985 11 30

CZYTELNIA

Urzedu Patentowego
10-1, 80-009 Gdansk

Int. Cl.³ H02J 3/40
H02J 3/08

Twórcy wynalazku: Andrzej Grono, Miron Galewski, Zbigniew Szczerba,
Stefan Kubiak

Uprawniony z patentu: Politechnika Gdańska, Gdańsk-Wrzeszcz /Polska/

SPOSÓB REALIZACJI STAŁEGO CZASU WYPRZEDZENIA W AUTOMATYCZNYM SYNCHRONIZATORZE OBIEKTÓW ENERGETYCZNYCH PRĄDU PRZEMIENNEGO

Przedmiotem wynalazku jest sposób realizacji stałego czasu wyprzedzenia w automatycznym synchronizatorze obiektów energetycznych prądu przemiennego, dla których włączanie do pracy równoległej odbywa się przy stosunkowo niewielkich różnicach częstotliwości.

Włączanie obiektów energetycznych do pracy równoległej lub łączenie asynchronicznych obszarów sieci jest operacją wymagającą spełnienia określonych warunków. Jednym z nich jest konieczność uzyskania, w możliwie szerokim zakresie zmian różnicy częstotliwości, stałego czasu wyprzedzenia równego czasowi włączania wyłącznika mocy.

Znany z patentu PRL nr 128 159 sposób realizacji stałego czasu wyprzedzenia w automatycznym synchronizatorze obiektów energetycznych prądu przemiennego, wykorzystuje 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. W powyższym sposobie 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 obiektów synchronizowanych. W innym rozwiązaniu sposobu według patentu PRL nr 128 159 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 wyprowadza się sygnał na włączenie wyłącznika mocy.

Niedogodnością sposobu według patentu PRL nr 128 159, jest tworzenie sygnału odpowiadającego różnicy częstotliwości na podstawie pomiaru różnicy dwóch czasów wzajemnie bardzo bliskich w porównaniu do wartości tych czasów, co wymaga zastosowania układów o dużej rozdzielczości, gdyż w przeciwnym przypadku mogą występować niejednoznaczności, zwłaszcza dla małych wartości różnicy częstotliwości.

W sposobie według wynalazku wykorzystuje się 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. 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. Istotne jest, że sygnał odpowiadający różnicy częstotliwości tworzy się przez pomiar różnicy czasów trwania impulsów przebiegu impulsowego w okresie równym iloczynowi stałego współczynnika liczbowego i czasu wyprzedzenia i tak utworzony sygnał odpowiadający różnicy częstotliwości porównuje się z ostatnią wartością czasu trwania impulsu przebiegu impulsowego pomnożoną przez stały współczynnik liczbowy. Sygnał na włączenie wyłącznika mocy wyprowadza się w chwili, gdy wynik operacji porównania zmienia znak na przeciwny.

Proponowany sposób ogranicza operacje na sygnałach jedynie do sumowania i porównywania, gdy stały współczynnik liczbowy równy jest 1 oraz dodatkowo do mnożenia przez współczynnik stały, gdy współczynnik liczbowy różny jest od 1, co jest stosunkowo proste w realizacji praktycznej przy wykorzystaniu układów elektroniki. Cenną zaletą jest również brak wpływu błędu multiplikatywnego przetwornika czasu trwania impulsów na sygnał elektryczny, gdyż porównuje się dwa sygnały otrzymane z tego samego przetwornika.

Wybór wartości stałego współczynnika liczbowego zależy od przedziału czasu, w którym uśrednia się sygnał odpowiadający różnicy częstotliwości, a to z kolei zależy od właściwości dynamicznych obiektów synchronizowanych.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na podstawie przykładowego rozwiązania przedstawionego na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia dwa wektory napięć obiektów synchronizowanych, wirujące z różnymi prędkościami kątowymi, fig. 2 przedstawia opadającą część przebiegu kąta pomiędzy wirującymi wektorami jednoimiennych faz napięć obiektów synchronizowanych dla dwóch różnych wartości różnicy częstotliwości $\Delta f_1 > \Delta f_2$ i obrazuje sposób realizacji stałego czasu wyprzedzenia, fig. 3 przedstawia opadającą część przebiegu czasów trwania impulsów, odpowiadającego przebiegowi kąta pomiędzy wektorami napięć obiektów synchronizowanych oraz wyjaśnia sposób wyznaczania sygnału odpowiadającego różnicy częstotliwości wyżej wymienionych napięć, natomiast fig. 4 przedstawia przykładową realizację praktyczną sposobu według wynalazku.

Jak pokazano na fig. 1 obiekty synchronizowane mają napięcia u_p i u_s o różnych częstotliwościach, wynoszących odpowiednio f_p i f_s . Kąt δ pomiędzy wirującymi wektorami tych napięć zmienia się w czasie:

Na fig. 2, pokazującej zależności kąta wyprzedzenia od różnicy częstotliwości przy stałej wartości czasu wyprzedzenia, kąt wyprzedzenia δ_{v1} odpowiada różnicy częstotliwości Δf_1 i jest większy od kąta wyprzedzenia δ_{v2} odpowiadającego Δf_2 , przy założeniu, że czas wyprzedzenia $t_v = \text{const.}$

Jak pokazano na fig. 3 stałemu czasowi wyprzedzenia t_v odpowiada czas trwania impulsu $t_{\delta v}$, związany z kątem impulsów wyprzedzenia δ_v , a średnie nachylenie przebiegu czasów trwania impulsów t_{δ} wynika z różnicy N_1 czasu t_{δ} odpowiadającej czasowi $k \cdot t_v$, gdzie k jest stałym współczynnikiem liczbowym.

Przedstawiony na fig. 4 układ do praktycznej realizacji sposobu według wynalazku składa się z układu 2, realizującego funkcję logiczną wytwarzającą sygnał u_s będący ciągiem impulsów o czasie trwania t_{δ} , którego wyjście połączone jest z jednym z wejść układu sterującego 3 posiadającego dodatkowe wejścia 4, 5. Wyjście układu sterującego 3 połączone jest z jednym z wejść układu porównującego 6, którego drugie wejście połączone jest z wyjściem układu 2. Wyjście układu porównującego 6 jest połączone z wejściem układu 7 wykrywania zmiany znaku o wyjściu 8.

Dla narastającej części przebiegu δ/t i przy założeniu $\delta/t=0 = 0$, można napisać $\delta = 2\pi \cdot \Delta f \cdot t$, gdzie Δf oznacza różnicę częstotliwości napięć obiektów synchronizowanych. W celu uzyskania stałego czasu wyprzedzenia t_v , równego czasowi włączania wyłącznika mocy, 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 różnicy częstotliwości Δf , zgodnie z tym co przedstawiono na fig. 2.

Dla uzyskania informacji dotyczącej kąta δ w znany sposób przetwarza 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 wartości względnej różnicy częstotliwości, co zwykle zachodzi w praktyce, można posługiwać się czasem trwania t_δ poszczególnych impulsów przebiegu impulsowego u_δ , gdyż okres powtarzania tych impulsów jest dostatecznie stały. Stanowi to miarę kąta δ , zgodnie z tym co pokazano na fig. 3.

Różnica częstotliwości Δf jest związana z szybkością zmiany kąta δ czyli jest zależna od pochodnej tego kąta względem czasu. Bezpośrednie różniczkowanie przebiegu t_δ , odpowiadającego kątowi 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 przez wyznaczanie różnicy wartości rzędnych przebiegu t_δ , odpowiadającego kątowi δ , w określonym przedziale czasu. W ten sposób otrzymuje się uśrednioną wartość pochodnej przebiegu t_δ , zgodnie z tym co pokazano na fig. 3.

Na podstawie fig. 3 można napisać proporcję: $\frac{N_1}{k \cdot t_v} = \frac{t_\delta}{t_v}$, gdzie k jest stałym współczynnikiem liczbowym, a $t_{\delta v}$ jest wartością czasu t_δ trwania impulsu przebiegu impulsowego u_δ , przy której należy podać sygnał na włączenie wyłącznika mocy. Wynika stąd, że różnica N_1 czasów t_δ , trwania impulsów przebiegu impulsowego u_δ zmierzona w czasie $k t_v$ wynosi: $N_1 = k t_{\delta v}$.

Z powyższych zależności wynika prosty sposób przewidywania chwili, w której kąt δ będzie równy zeru. W tym celu mierzy się różnicę N_1 wartości czasów t_δ trwania impulsów przebiegu impulsowego u_δ w czasie $k t_v$ i otrzymaną wartość N_1 porównuje się z ostatnią wartością t_δ pomnożoną przez k . Gdy wynik tej operacji zmienia znak na przeciwny wprowadza się sygnał na włączenie wyłącznika mocy. Łatwo zauważyć, że od tej właśnie chwili osiągnięcia przez kąt δ wartości zerowej upływa czas nie większy od czasu wyprzedzenia t_v .

Przykładowa realizacja praktyczna sposobu według wynalazku jest następująca. Napięcia u_p i u_s są podawane na wejście 1 układu 2, który realizuje funkcję logiczną, mającą na celu wytworzenie sygnału u_δ będącego ciągiem impulsów o czasie trwania t_δ , który jest podawany na jedno z wejść układu 3. Na wejście 4 podaje się sygnał elektryczny, odpowiadający czasowi wyprzedzenia t_v , natomiast na wejście 5 podaje się sygnał elektryczny, reprezentujący stały współczynnik liczbowy k . Układ 3 po czasie równym $k t_v$ wytwarza na wyjściu sygnał elektryczny N_1 wprost proporcjonalny do różnicy częstotliwości obliczonej w czasie $k t_v$. Sygnał N_1 jest podawany na jedno z wejść układu porównującego 6, na którego drugie wejście jest podawany sygnał t_δ . Wejście układu porównującego 6 jest połączone z wejściem układu 7 wykrywania zmiany znaku. Na wyjściu 8 pojawia się sygnał na włączenie wyłącznika mocy.

Z a s t r z e ż e n i e p a t e n t o w e

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 i charakteryzujący 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 według patentu nr 128 159, z n a m i e n n y t y m , że sygnał odpowiadający różnicy częstotliwości tworzy się przez pomiar różnicy $/N_1/$ czasów $/t_\delta/$ trwania impulsów przebiegu impulsowego $/u_\delta/$ w okresie równym iloczynowi stałego współczynnika liczbowego $/k/$ i czasu wyprzedzenia $/t_v/$, i tak utworzony sygnał odpowiadający różnicy częstotliwości porównuje się z ostatnią wartością czasu trwania impulsu $/t_\delta/$ przebiegu impulsowego $/u_\delta/$ pomnożoną przez stały współczynnik liczbowy $/k/$, przy czym sygnał na włączenie wyłącznika mocy wyprowadza się w chwili, gdy wynik operacji porównywania zmienia znak na przeciwny.

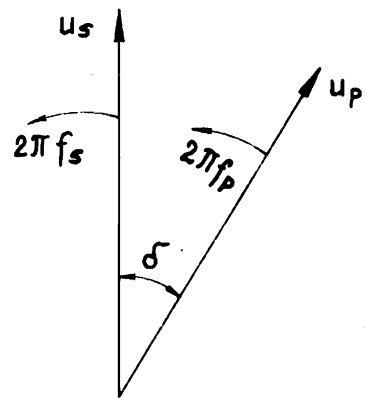


FIG. 1

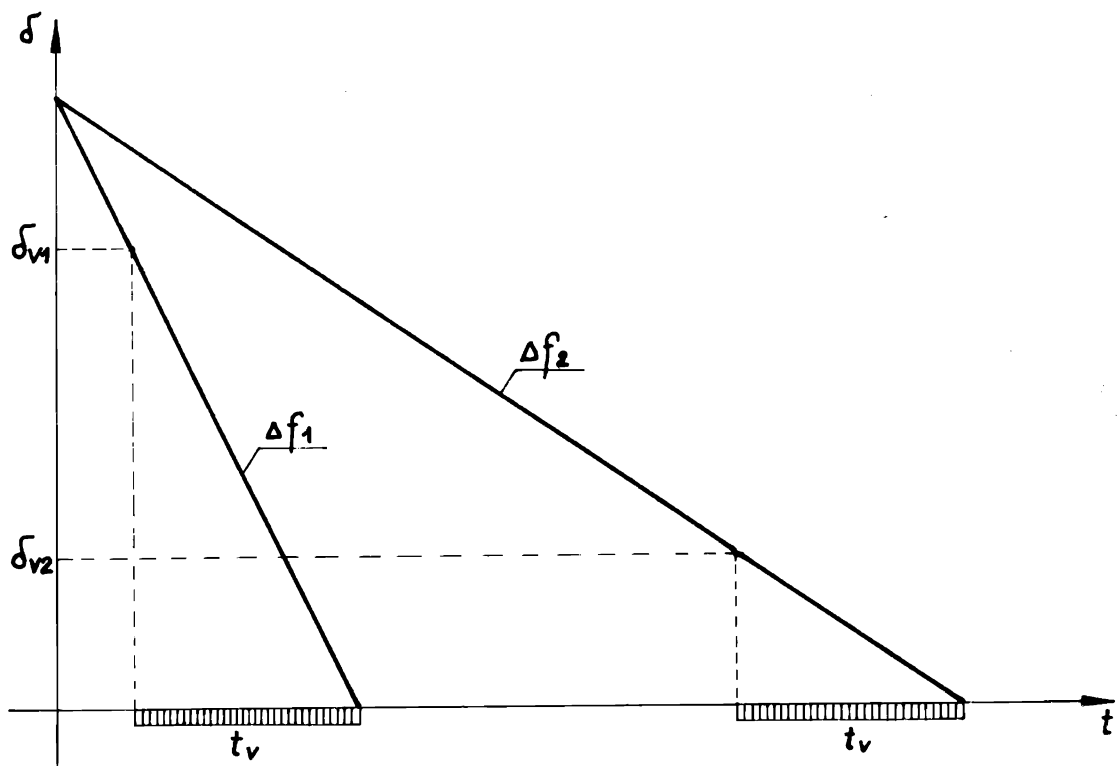


FIG. 2

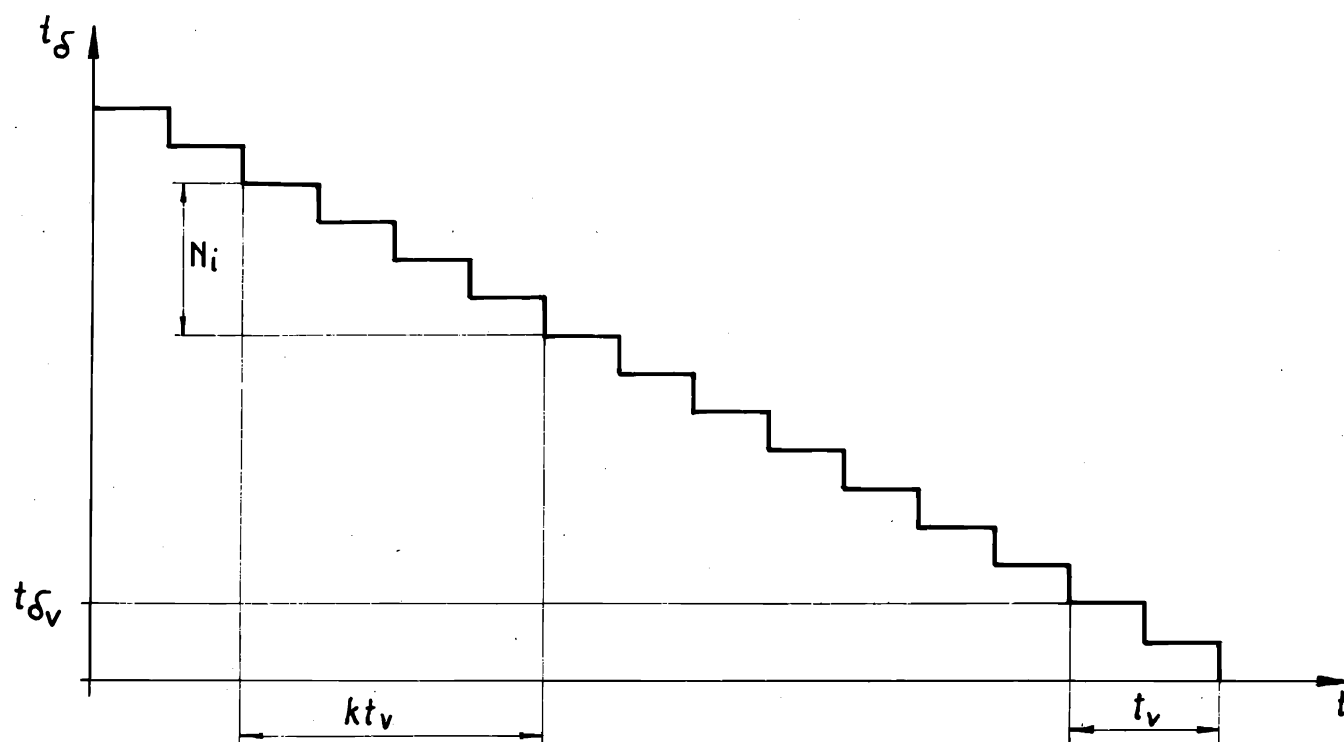


FIG. 3

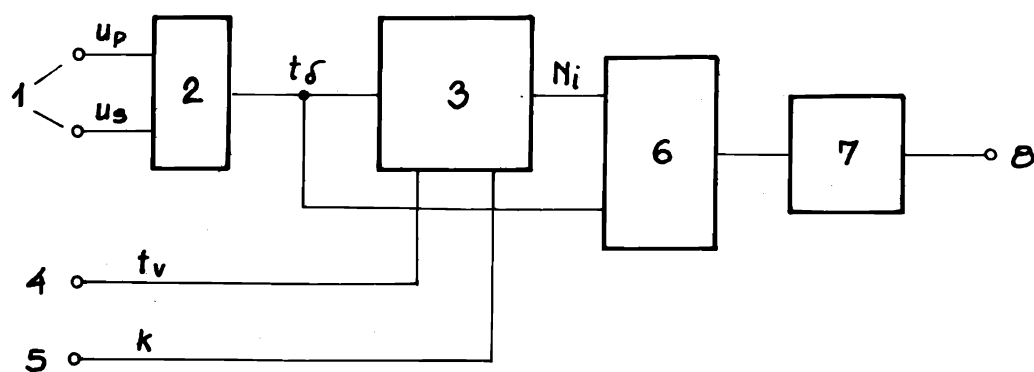


FIG. 4