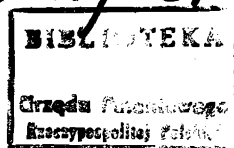


Warszawa, dnia 20 czerwca 1953 roku.

H02j 3/00



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ OPIS PATENTOWY

Nr 34697

Kl. 21 a⁴, 22/05

N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken
(Eindhoven, Niderlandy)

Sposób synchronizowania zmiennych napięć i urządzenie do synchronizowania tym sposobem

Udzielono patentu z mocą od dnia 30 grudnia 1947 r.

Pierwszeństwo: 11 lipca 1942 r. (Szwajcaria)

Według znanych sposobów synchronizowania porównuje się ze sobą dwa zmienne napięcia i z tego porównania otrzymuje się napięcie regulacyjne, odpowiadające różnicy częstotliwości obu napięć. Przez regulację częstotliwości tym napięciem regulacyjnym przynajmniej jednego ze zmiennych napięć zmniejsza się różnicę częstotliwości obu napięć do minimum. Całkowitego synchronizmu nie można jednakże uzyskać za pomocą tego rodzaju urządzeń, gdyż dla wytworzenia napięcia regulacyjnego, zmniejszającego pierwotną różnicę częstotliwości, niezbędne jest istnienie pewnej skończonej różnicy obu częstotliwości.

W innych znanych urządzeniach wytwarzane jest napięcie regulacyjne, odpowiadające różnicy obu zmiennych napięć. Przy regulacji częstotliwości co najmniej jednego zmiennego napięcia tym napięciem regulacyjnym różnica faz obu zmiennych napięć jest utrzymywana stale na

wartości minimalnej, tak iż po osiągnięciu równości obu częstotliwości równość ta utrzymuje się trwale. W przypadku jednak nierównych częstotliwości obu zmiennych napięć, napięcie regulacyjne albo waha się około wartości zerowej z częstotliwością dudnień, albo też, przy zastosowaniu odpowiedniego urządzenia wygładzającego, ma wartość zerową. Tak więc regulacja jest tak długo niemożliwa, jak długo częstotliwości obu zmiennych napięć nie staną się przynajmniej na pewien minimalny okres czasu równe sobie. Poza tym regulacja na synchronizm faz zostaje przerywana na stałe przez każde wyjście z synchronizmu częstotliwości obu napięć zmiennych.

Znane są również sposoby synchronizacji, według których generator, wytwarzający jedno ze zmiennych napięć, jest sprzężony z drugim napięciem zmiennym dzięki wykorzystaniu zjawiska przeciągania, dzięki czemu uzyskuje się

równość częstotliwości obu zmiennych napięć przy mało zmieniającej się różnicy faz. W ten sposób synchronizuje się w technice telewizyjnej generatory napięcia relaksacyjnego, przy czym napięcia zmienne mają kształt zębów piły albo impulsów. Tego rodzaju urządzenia mają tę wadę, że gdy tylko napięcie synchronizacyjne na chwilę zaniknie, synchronizm w nich znika natychmiast albo też zanika drgania.

Według wynalazku usuwa się wady powyższych znanych sposobów synchronizowania przez to, że przynajmniej na jedno z synchronizowanych zmiennych napięć działa się pewną wielkością regulującą częstotliwość, która gdy różnica częstotliwości obu zmiennych napięć jest duża, zmienia swoją wartość i znak wraz z różnicą częstotliwości, a gdy różnica częstotliwości jest bardzo mała, albo gdy oba napięcia zmienne są synchronizowane, zmienia swą wartość i znak w zależności od różnicy faz obu zmiennych napięć. W ten sposób zmniejsza się wpierw do minimum różnicę częstotliwości obu napięć, na początku dużą. Następnie napięcie regulacyjne, które zmienia się w takt powolnych zmian faz, działa w dalszym ciągu na co najmniej jedno napięcie zmienne, regulując na stałą różnicę faz i zapewniając w ten sposób utrzymanie synchronizmu.

W urządzeniu, przedstawionym na fig. 1, zmienne napięcie e_2 generatora G ma być zsynchronizowane z napięciem e_1 . W przypadku gdy ma się do czynienia z napięciami sinusoidalnymi o pulsacjach ω_1 i ω_2 , kątach przesunięć fazowych b_1 i b_2 oraz amplitudach E_1 i E_2 , można je przedstawić wzorami:

$$e_1 = E_1 \cdot \sin [(\omega_1 t) + b_1] \quad (1)$$

$$e_2 = E_2 \cdot \sin [(\omega_2 t) + b_2] \quad (2)$$

W urządzeniu P_1 , przesuującym fazę, faza napięcia e_2 ulega przesunięciu o 90° , tak że wytwarza się napięcie e_3 :

$$e_3 = E_3 \cdot \cos [(\omega_2 t) + b_2] \quad (3)$$

Obwody modulacyjne M_1 i M_2 np. w postaci modulatorów pierścieniowych służą do mieszania obu napięć. Dobrze znane jest, że w wyniku modulacji zjawiają się składowe częstotliwości różnicowych i sumowych, przy czym te ostatnie zostają tu zdlawione za pomocą obwodów górnozaoporowych. Pozostają więc jako wynik modulacji napięcia u_1 i u_2 , wyrażone wzorami:

$$u_1 = k_1 \cdot e_1 \cdot e_2 = +K_1 \cdot \cos [(\pm\omega_2 \mp \omega_1) t \pm b_2 \mp b_1] \quad (4)$$

$$u_2 = k_2 \cdot e_1 \cdot e_3 = \mp K_2 \cdot \sin [(\pm\omega_2 \mp \omega_1) t \pm b_2 \mp b_1] \quad (5)$$

w których k_1 i k_2 przedstawiają wielkości stałe, a K_1 i K_2 amplitudy. Ponieważ częstotliwości

ujemne nie mają żadnego znaczenia, znaki górne albo dolne przy oznaczeniach pulsacji stosuje się zależnie od tego, czy ω_2 jest większe, czy też mniejsze od ω_1 .

Literą P_2 oznaczony jest inny przesuwnik fazy, dzięki któremu wszystkie częstotliwości napięcia u_1 , przekraczające pewną najmniejszą wartość, podlegają przesunięciu fazy o co najmniej 90° , podczas gdy przesunięcie fazy dla mniejszych częstotliwości jest mniejsze i przy częstotliwościach leżących w pobliżu zera zbliża się do zera. Właściwość tę ma np. szeregowo połączenie oporu R_2 i pojemności C_2 , jak przedstawiono na fig. 1, w którym przesunięcie fazy a określa wzór

$$\operatorname{tg}(a) = \omega RC$$

$$\text{lub } a = \operatorname{arctg}(\omega RC) = \operatorname{arctg}(\pm\omega_2 \mp \omega_1) RC \quad (6)$$

Tak więc u_1 przekształca się na napięcie u_3 o przesuniętej fazie:

$$u_3 = +K_1 \cdot \cos [(\pm\omega_2 \mp \omega_1) t \pm b_2 \mp b_1 - a] \quad (7)$$

W obwodzie M_3 , porównującym fazy, wytwarza się napięcie v_0 zależne od przesunięcia faz pomiędzy u_2 i u_3 . M_3 może być obwodem modulującym, wytwarzającym iloczyn napięć u_2 i u_3 . Wtedy

$$v_0 = k_4 \cdot u_2 \cdot u_3 = \mp K_4 \cdot \sin(a) \mp K_4 \cdot \sin[2(\pm\omega_2 \mp \omega_1) t \pm 2(b_2 - b_1) - a] = v_1 + v_2 \quad (8)$$

W przypadku gdy różnica pulsacji $(\omega_2 - \omega_1)$ jest wielka, składowa v_2 , której pulsacja wynosi mniej więcej $(\omega_2 - \omega_1)$, zostaje zdlawiona przez obwód, który nie przepuszcza większych częstotliwości, albo też jeżeli zachodzi potrzeba przez odpowiednie filtry. W tym przypadku więc zostaje tylko składowa stała v_1 :

$$v_0 (\omega_2 - \omega_1) = v_1 = \mp K_4 \cdot \sin(a) \quad (9)$$

przy czym górny znak, jak poprzednio, odnosi się do dodatniej różnicy pulsacji $(\omega_2 - \omega_1)$, a dolny znak do różnicy ujemnej. Wskutek tego składowa stała odpowiada rozbieżności pulsacji $(\omega_2 - \omega_1)$ z prawidłowym znakiem i może być doprowadzona jako napięcie regulujące częstotliwość do generatora G , którego odchyłka częstotliwości od częstotliwości napięcia e_1 może być w wyniku tego zmniejszona do minimum.

Dopóki pulsacje ω_2 i ω_1 są sobie równe, pierwsza składowa v_1 napięcia v_0 jest równa zeru zgodnie z wzorami (6) i (8). Za to druga składowa v_2 jest stała:

$$v_0 (\omega_2 - \omega_1) = v_2 = -K_4 \cdot \sin[2(b_2 - b_1)] \quad (10)$$

To napięcie regulacyjne odpowiada wielkością i znakiem małym różnicom faz $(b_2 - b_1)$ synchronizowanych napięć e_2 i e_1 . Działając na generator G

napięcie to powoduje chwilową nieznaczną zmianę częstotliwości napięcia e_2 , co objawia się zmianą kąta fazowego b_2 , trwającą tak długo, aż zostanie osiągnięta najmniejsza wartość różnicy faz ($b_2 - b_1$).

Czynność regulacji przebiega tak, jak przedstawiono na fig. 2. Na początku pulsacja ω_2 jest np. zbyt duża. Napięcie kontrolne v_0 jest więc zgodnie ze wzorem (9) ujemne i powoduje zmniejszenie częstotliwości. W miarę tego jak zmniejsza się rozbieżność częstotliwości, zmniejsza się również składowa v_1 napięcia kontrolnego v_0 . Z drugiej strony przy zmniejszaniu się częstotliwości dudnień składowa v_2 , która zmienia częstotliwość dudnień, staje się coraz większa. Ostatecznie częstotliwości zrównają się przy na razie zmiennym kącie przesunięcia faz b_2 napięcia e_2 i od tej chwili zjawisko zaczyna przebiegać według wzoru (10). Przy dodatniej różnicy faz ($b_2 - b_1$) na generator działa ujemne napięcie kontrolne $v_0 = v_2$, tak że mała różnica faz zmienia się powoli i ostatecznie ustala się. W ten sposób osiąga się całkowity synchronizm częstotliwości i faz.

Jasne jest, że przesuwnik fazowy P_1 na fig. 1 może być również wstawiony pomiędzy generator G i modulator M_1 , albo też można wstawić tego rodzaju przesuwnik pomiędzy generator G i modulator M_1 oraz między generator G i modulator M_2 , przy czym wtedy przesunięcia fazowe obu powinny różnić się o około 90° . Przesuwniki fazowe mogą też być umieszczone w torze napięcia e_1 przed modulatorem M_1 albo M_2 lub M_1 i M_2 . Poza tym przesuwnik fazowy P_2 może się znajdować w torze napięcia u_2 albo też, rozdzielony na dwa przesuwniki różniące się przesunięciami o 90° , może być włączony w tory napięć u_1 i u_2 .

Napięcia u_1 i u_2 wytwarzają pole obrotowe, którego kierunek obrotu zmienia się wraz ze znakiem różnicy pulsacji ($\omega_2 - \omega_1$). Przy równości częstotliwości napięć e_1 i e_2 pole staje się nieruchome i jest reprezentowane nieruchomym wektorem pola, którego kierunek wskazuje różnicę faz napięć e_1 i e_2 . Obwody P_2 i M_3 wytwarzają napięcie regulacyjne, zmieniające się wraz z kierunkiem obrotu, a tym samym wraz z różnicą częstotliwości. Znane są również i inne układy obwodów do wytwarzania napięcia regulacyjnego, zmieniającego się wraz z polem obrotowym i nadającego się do synchronizowania. Takimi obwodami są np. układy, przedstawione na fig. 3, 4 i 5 brytyjskiego patentu nr 441 793. Układy takie można również zastosować zamiast modulatora M_3 . Ulepszenie w stosunku do znanych sposobów synchronizowania polega na tym, że wielkość regu-

lująca, otrzymana z porównania faz, zamiast zaniknąć, gdy częstotliwości porównywanych napięć e_1 i e_2 stają się równe, przybiera wartość, odpowiadającą różnicy faz pomiędzy tymi napięciami. W tym celu tory napięć u_1 i u_2 , przeciwnie niż w znanych urządzeniach, muszą być wykonane tak, by przepuszczały prąd stały. Napięcie rozrządzące, gdy wektor pola obrotowego napięć e_1 i e_2 jest nieruchomy, przybiera wartość zależną od kierunku tego wektora, co umożliwia samoczynną regulację na określonej różnicy faz napięć e_1 i e_2 .

W wielu przypadkach pożądaną jest, by regulacja częstotliwości generatora G następowała dopiero wtedy, gdy różnica pulsacji ($\omega_2 - \omega_1$) na napięć e_1 i e_2 nie przekracza określonej wartości ω_0 . W tym celu można umieścić w torach napięć u_1 i u_2 filtry małej częstotliwości F_1 i F_2 , jak na fig. 3. Dzięki temu napięcia te nie są przepuszczane tak długo, aż różnica pulsacji ($\omega_2 - \omega_1$) nie stanie się mniejsza od pulsacji granicznej tych filtrów. Filtry te powinny być jak najbardziej do siebie podobne, ażeby uniknąć dodatkowej zmiany fazy między u_1 i u_2 . W ten sposób unika się niepożądanych wpływów składowych napięć e_1 albo e_2 , przeszkadzających napięciom regulującym częstotliwość, gdyby pulsacja dudnień miała przekroczyć pulsację graniczną ω_0 .

Na regulację można również wpływać przez zastosowanie specjalnego obwodu F_3 w torze napięcia kontrolnego v_0 . Jeżeli F_3 jest obwodem gładzikowym albo filtrem dolnoprzepustowym o bardzo małej częstotliwości granicznej, to przepuszczane są jedynie zmieniające się powoli składowe napięcia v_0 oraz składowa stała, tj. działa jedynie składowa v_1 , a różnica pulsacji $\omega_2 - (\omega_1)$ stanie się tak mała, że dudnienia pomiędzy e_1 i e_2 wytwarzają zmieniającą się bardzo powoli składową napięcia regulacyjnego v_2 , działającą poprzez F_3 na generator G . Charakterystyka amplitudy i charakterystyka fazy przepuszczanego przez obwód F_3 napięcia mogą być dobrane tak, aby regulacja częstotliwości odbywała się tak szybko, jak tylko to jest możliwe, bez występowania zjawiska kołysania się.

Według fig. 4 można również zastosować wiele przesuwników fazowych i filtrów, włączanych dowolnie, zależnie od wartości ($\omega_2 - \omega_1$). Niech przesunięcie fazy w P_2 wraz z K_2 , C_2 wynosi np. 90° , a przesunięcie w P_3 co najmniej około 0° albo 180° . W przypadku gdy różnica pulsacji ($\omega_2 - \omega_1$) jest wielką, włącza się P_2 , tak że wobec tego, iż $a = \frac{\pi}{2}$, zgodnie z (9) powstaje

napięcie regulacyjne $v_0 = v_1 = \mp K_4$, którego znak zależy od znaku różnicy $(\omega_2 - \omega_1)$. W przypadku bardzo małych różnic $(\omega_2 - \omega_1)$ następuje przełączenie przesuwnika fazowego za pomocą s_3 . Ze względu na to, że $a = 0$, składowa v_1 napięcia v_0 staje się równa zeru, składowa v_2 zaś zgodnie z (10) przeprowadza synchronizację faz napięć e_1 i e_2 .

Dzięki temu, że w F_3 , które włącza się w przypadku wielkiej różnicy częstotliwości, następuje wygładzenie, regulacja jest początkowo niezależna od szybko zmieniającej się składowej v_2 tak długo, aż zostanie osiągnięte pewne oznaczone minimum różnicy pulsacji $(\omega_2 - \omega_1)$. Dopiero wtedy następuje przełączenie za pomocą s_1 i s_2 , a składowa v_2 , ciągle zmienna, zostaje przekazana bez słumienia i zwłoki, tak by szybko oddziałać na generator dla dokonania synchronizacji faz.

Dla uzyskania samoczynnego działania przełączników napięcie u_1 może być doprowadzane poprzez filtry wielkiej albo małej częstotliwości F_5 albo F_6 i prostowniki D_5 , D_6 do dwu cewek wzbudzących S_5 i S_6 przekątnika, zaopatrzonego w kontakty przełączające s_1 , s_2 , s_3 . Przełączanie następuje wtedy, gdy różnica pulsacji $(\omega_2 - \omega_1)$ odpowiada częstotliwości granicznej filtrów F_5 , F_6 .

W urządzeniu, przedstawionym na fig. 1, uzyskuje się zgodnie z (10) pewne stateczne minimum składowej v_2 napięcia regulacyjnego, zarówno przy $(b_2 - b_1) = 0^\circ$, jak i przy $(b_2 - b_1) = 180^\circ$. W ten sposób regulację uzyskuje się przy równości faz i przy przeciwnych fazach napięć e_1 i e_2 . Wartości zerowe napięcia regulacyjnego otrzymuje się również przy $(b_2 - b_1) = \pm 90^\circ$. Wartości te nie są jednak stateczne, albowiem każda mała odchyłka od tej różnicy faz powoduje powstanie napięcia regulacyjnego, działającego na częstotliwość generatora tak, by różnica zwiększała się tak długo, aż osiągnięty zostanie stan stateczny. Przy innym układzie przesuwnika fazowego różnice faz w stanie statecznym mogą posiadać inne wartości. Urządzenie, przedstawione na fig. 3, ma stateczne minimum wielkości regulującej przy $(b_2 - b_1) = \pm 90^\circ$.

W niektórych przypadkach pożądanym jest mieć jedno tylko stateczne minimum wielkości regulacyjnej przy $(b_2 - b_1) = 0^\circ$. Osiąga się to za pomocą układu, przedstawionego na fig. 5. Przesuwnik fazowy P_2 powoduje, jak poprzednio, przesunięcie fazy o 90° . Stosunek przenoszonych amplitud przyjmuje jednak wartość zerową, gdy zanika różnica częstotliwości. Zachodzi to np. przy szeregowym połączeniu kondensatora C_2 i oporu R_2 . Poza tym napięcie u_2 doprowadza się

poprzez filtr małej częstotliwości albo obwód gładzikowy F_4 bezpośrednio do obwodu regulacyjnego, tak że napięcie regulacyjne v_0 składa się z mało zmieniających się składowych u_2 i iloczynu napięć u_1 i u_3 . Przy wielkiej różnicy pulsacji $(\omega_2 - \omega_1)$ napięć e_2 i e_1 filtr F_4 ze względu na nadmiernie wielką częstotliwość u_2 nie przepuszcza prądu. Iloczyn tworzy się zgodnie z równaniem (8), a znak napięcia regulacyjnego odpowiednio do równania (9) i w tym przypadku odpowiada znakowi różnicy częstotliwości, tak iż różnica ta zmniejsza się samoczynnie. Gdy różnica częstotliwości zmniejsza się, częstotliwość napięcia u_2 , a tym samym i amplituda napięcia u_3 zmniejszają się tak, że wkońcu iloczyn $k_1 \cdot u_1 \cdot u_3$ zanika. Stąd tylko powoli zmieniające się napięcie u_2 przechodzi przez F_4 , a napięcie regulacyjne wynosi:

$$v_0 (\omega_2 - \omega_1) = v_2 = u_2 = -K_2 \cdot \sin(b_2 - b_1) \quad (11)$$

Stateczne minimum tego napięcia powstaje jedynie, gdy $(b_2 - b_1) = 0^\circ$, albowiem małe odchylenia od $(b_2 - b_1) = 180^\circ$ zawsze zwiększają się tak długo, aż powstanie różnica faz $(b_2 - b_1) = 0^\circ$.

Działanie napięcia regulacyjnego v_0 na generator G może się odbywać w znany sposób, np. w ten sposób, że napięcie to bezpośrednio steruje narządem strojeniowym albo też za pośrednictwem urządzeń elektro-mechanicznych. W przypadku gdy generator jest mechanicznie nastawiany, szybkość silniczka nastawczego jest sterowana bezpośrednio albo pośrednio za pomocą napięcia kontrolnego v_0 . Można tego dokonać np. albo przez odpowiednie działanie na wzbudzenie silnika sterującego, albo też przez inną regulację szybkości i jeżeli zachodzi potrzeba, za pomocą wzmacniaczy czy przekątników.

W wyżej opisanych urządzeniach regulacja częstotliwości jest dokonywana w zależności od napięcia regulacyjnego, wytworzonego przez porównanie faz napięć u_1 i u_2 . Mechaniczną regulację można jednak przeprowadzić również bezpośrednio, tj. bez wytwarzania zależnego od fazy napięcia regulacyjnego, przez wytworzenie mechanicznej wielkości regulującej v_0 za pomocą napięć u_1 i u_2 . Przedstawiają to przykłady urządzeń uwidoczniionych na fig. 6 i 7.

Na fig. 6 literą G oznaczony jest również generator zmiennego napięcia, którego częstotliwość jednak ma być regulowana za pomocą mechanicznej wielkości kontrolującej. Wytwarza się ją przez obrócenie wałka A . Przez modulację napięć synchronizowanych e_1 i e_2 za pomocą modulatorów M_1 i M_2 uzyskuje się znowu napięcia

u_1 i u_2 zgodnie z (4) i (5), które razem tworzą pole obracające się, zmieniające się wraz z różnicą pulsacji ($\omega_2 - \omega_1$). Oba napięcia doprowadza się do dwu uzwojeń Q_1 i Q_2 dwufazowego asynchronicznie-synchronicznego silnika H_1 , którego wirnik obraca się jedynie niewiele ze średniego położenia w kierunku pola obrotowego, mianowicie tak długo, aż pole obracające się zniknie przy równości obu częstotliwości e_1 i e_2 . Dalej działa na wirnik siła, pochodząca od wektora pola, utworzonego przez prostopadłe pole składowe obu uzwojeń, oddziaływających na magnes obrotowy S-N wirnika. W wyniku tego jest jeszcze nieduży obrót i odpowiednie działanie na generator, aż napięcie u_2 , a tym samym i siła obracająca wirnik, zniknie przynajmniej w przybliżeniu.

Obrót wirnika zostaje dokonany jak poprzednio, za pomocą dwu składowych v_1 i v_2 . Pierwsza składowa v_1 pochodzi, jak przy elektrycznym napięciu kontrolnym, od różnicy pulsacji ($\omega_2 - \omega_1$), a druga v_2 jest wytwarzana, podobnie jak poprzednio, przez różnicę faz porównywanych napięć e_2 i e_1 .

Fig. 7 przedstawia podobne urządzenie. Napięcia o przesuniętych fazach u_1 i u_2 są doprowadzane do uzwojeń Q_1 , Q_2 asynchronicznego silnika H_2 , który przesuwając wał A_1 regulujący częstotliwość o wielkość v_1 , aż w przybliżeniu zaistnieje równość częstotliwości napięć e_1 i e_2 . Przy polu obrotowym nieruchomym wirnik byłby również nieruchomy. Silnik prądu stałego H_3 , napędzany napięciem u_2 w tym samym kierunku, powoduje jednak dalsze obracanie się wałka, aż napięcie zaniknie lub prawie zaniknie przy zrównaniu się faz napięć e_1 i e_2 . Ten dodatkowy, zależny od fazy obrót odpowiada składowej v_2 elektrycznego napięcia kontrolnego v_0 . Odpowiednio do tego i w tym przypadku regulacja częstotliwości jest dokonywana przez mechaniczną wielkość regulującą, utworzoną ze składowej, zależnej od różnicy częstotliwości, i składowej, zmieniającej się wraz z różnicą faz. Silniki H_2 i H_3 mogą być bezpośrednio sprzężone na wspólnym wałku A . Zamiast tego można również sprzęgać wałki A_2 i A_3 silników oraz wałek regulacyjny A za pomocą przekładni różnicowej D .

Urządzenie, przedstawione na fig. 8, zawiera przekładniki zamiast silników. Przy wielkich różnicach pulsacji ($\omega_2 - \omega_1$) kotwica spolaryzowanego przekładnika S_7 pozostaje dzięki mechanicznej bezwładności w położeniu środkowym, nie przewodzącym prądu. Tarcza Ferrarisa S_8 z uzwojeniami napędowymi Q_3 , Q_4 zostaje jednak obrócona w zależności od znaku różnicy pulsacji ($\omega_2 - \omega_1$), co powoduje włączenie napięcia v_1

regulującego częstotliwość z prawidłowym znakiem. Gdy częstotliwości napięć e_1 i e_2 są prawie równe, prąd zostaje przerywany, gdyż moment obrotowy tarczy Ferrarisa jest zbyt mały. Napięcie regulacyjne v_0 na zaciskach wyjściowych filtru gładzącego F_3 nie spada jednak do zera, gdyż od tej chwili spolaryzowany przekładnik S_7 zaczyna działać i zgodnie ze znakiem napięcia u_2 dokonuje dalszej poprawki częstotliwości, aż napięcie u_2 zniknie przy osiągnięciu równości częstotliwości i przybliżonej równości faz napięć e_1 i e_2 . Gdy tylko różnica faz pomiędzy zsynchronizowanymi napięciami przekroczy na nowo pewne minimum, u_2 wzrasta tak dalece, że S_7 znowu działa i powoduje ponowne zmniejszenie odchyłki faz.

Zamiast stosować spolaryzowany przekładnik S_7 można użyć elektrodynamicznego przekładnika o polu wirującym, którego uzwojenie wzbudzające jest zasilane napięciami u_1 i u_2 . Napięcie, włączane przez przekładnik i wygładzane w F_3 , wytwarza znowu napięcie v_0 o składowych v_1 i v_2 , zmieniających się wraz z różnicą częstotliwości i różnicą faz i działające na generator G tak, jak poprzednio opisano. Różnica tego układu w stosunku do urządzeń, przedstawionych na fig. 1, 3, 4 i 5, polega tylko na tym, że napięcie kontrolne nie zmienia się w sposób ciągły, lecz skokami dzięki działaniu przekładnika. Przez zastosowanie wielostopniowych przekładników albo regulatorów można zastąpić stopniowaną zmianę napięcia zmianami prawie ciągłymi, żeby regulacja odbywała się spokojniej.

Synchronizacja częstotliwości i fazy może być zastosowana np. przy homodynowym odbiorze radiowym. Niech odbierane, w miarę potrzeby wzmacnione drganie e_1 z fig. 1, jest zmodylowane amplitudowo sygnałem małej częstotliwości $s = S \cdot \sin(\omega t)$, tj. niech

$$E_1 = 1 + s = 1 + S \cdot \sin(\omega t) \quad (12)$$

$$e_1 = [1 + S \cdot \sin(\omega t)] \cdot \sin[(\omega_1 t) + b_1] \quad (13)$$

Modulacja pomocniczym napięciem e_2 o tej samej częstotliwości i fazie oraz o stałej amplitudzie E_2 powoduje powstanie napięcia małej częstotliwości:

$$\begin{aligned} u_1 &= -k_1 \cdot e_1 \cdot e_2 = K_0 \cdot [1 + S \cdot \sin(\omega t) \cdot \cos \\ &[(\omega_2 - \omega_1)t + b_2 - b_1] = K_0 [1 + S \cdot \sin(\omega t)] \\ &= K_0 \cdot (1 + s) \end{aligned} \quad (14)$$

Sygnał małej częstotliwości s , przesłany dzięki modulacji amplitudy drgań wielkiej częstotliwości, może być bezpośrednio pobrany z zacisku 2 na fig. 1.

Jeżeli drgania wielkiej częstotliwości są modylowane fazowo sygnałem s , to otrzymuje się:

$$e_1 = E_1 \cdot \sin[(\omega t) + b_1 - B \cdot s] \quad (15)$$

Przez modulację e_1 i e_2 otrzymuje się:

$$u_2 = k_r \cdot e_1 \cdot e_2 = K_2 \cdot \sin [(\omega_2 - \omega_1) t + b_2 - b_1 + B \cdot s] = K_2 \cdot \sin(B \cdot s) \quad (16)$$

W przypadku małej rozbieżności faz B można przyjąć, że:

$$\begin{aligned} \sin(B \cdot s) &= B \cdot s \\ u_2 &= K_2 \cdot B \cdot s = K_0 \cdot s \end{aligned} \quad (17)$$

tj. że sygnał s , przesyłany przez modulację fazową drgań wielkiej częstotliwości, można pobrać bezpośrednio z zacisku β .

Jak przedstawiono na fig. 9, w przypadku odbioru superheterodynowego generator modułujący G_1 może być również regulowany napięciem regulacyjnym. W tym przypadku pulsacja ω_1 napięcia e_1 jest regulowana przy stałej pomocniczej pulsacji ω_2 napięcia e_2 tak, by zmniejszył różnicę pulsacji $(\omega_2 - \omega_1)$ i różnicę faz $(b_2 - b_1)$.

Pewne trudności powstają przy odbiorze homodynowym modulowanych drgań wielkiej częstotliwości z tłumioną falą nośną, ponieważ napięcia u_1 i u_2 zmieniają swą biegunowość w rytmie nadawanych sygnałów. Należy wtedy zastosować układ, przedstawiony na fig. 10. Tu również drgania e_1 są modulowane w M_1 i M_2 pomocniczym drganiem e_2 z generatora G . Przesunięcie fazy obwodu P_1 wynosi jednak $\frac{90^\circ}{n}$, gdzie n oznacza liczbę całkowitą, np. 2.

Drgania mieszane są wtedy:

$$u_1 = +k_4 \cdot e_1 \cdot e_2 = K_4(s) \cdot \cos[(\pm \omega_2 \mp \omega_1)t \pm b_2 \mp b_1] \quad (18)$$

$$u_2 = +k_5 \cdot e_1 \cdot e_2 = K_5(s) \cdot \cos\left[\left(\pm \omega_2 \mp \omega_1\right)t \pm b_2 \mp b_1 - \frac{\pi}{2n}\right] \quad (19)$$

Literami D_1 i D_2 oznaczone są powielacze częstotliwości, zbudowane w znany sposób, np. z prostowników. Częstotliwości są powielane n -krotnie, tj. wytwarza się napięcie:

$$u_3 = K_6(s) \cdot \cos[n(\pm \omega_2 \mp \omega_1)t \pm nb_2 \mp nb_1] \quad (20)$$

$$u_7 = \pm K_7(s) \cdot \sin[n(\pm \omega_2 \mp \omega_1)t \pm nb_2 \mp nb_1] \quad (21)$$

Przez przesunięcie fazy w obwodzie P_2 uzyskuje się napięcie u_8 :

$$u_8 = \pm K_8(s) \cdot \sin[n(\pm \omega_2 \mp \omega_1)t \pm nb_2 \mp nb_1 - a] \quad (22)$$

w którym dla kąta fazowego a ważne jest w dalszym ciągu równanie (6). W obwodzie modulującym M_3 wytwarzane jest napięcie v_0 :

$$\begin{aligned} v_0 &= K_9(s) \cdot u_3 \cdot u_8 = \mp K_9(s) \cdot \sin(a) \pm K_9(s) \cdot \sin[2n(\pm \omega_2 \mp \omega_1)t \pm 2nb_2 \mp 2nb_1 - a] = v_1 + v_2 \end{aligned} \quad (23)$$

Współczynniki $K_4(s)$, $K_5(s)$ w (18), (19) zmieniają znaki zgodnie z wartością sygnału s ,

podczas gdy współczynniki $K_6(s)$, $K_7(s)$, a tym samym również $K_8(s)$ i $K_9(s)$, są zawsze dodatnie, gdy n jest liczbą parzystą. Składowe v_1 i v_2 napięcia v_0 zmieniają się więc wraz z nadawanym sygnałem s pod względem amplitudy, lecz nie pod względem biegunowości, tak że napięcie kontrolne v_0 może być użyte do synchronizowania generatora G pomocniczego napięcia bez dalszych przekształceń.

Urządzenia, odpowiednie do odbioru drgań o modulowanej fazie, mogą być również użyte do odbioru drgań o modulowanej częstotliwości, jeżeli różnica częstotliwości odbieranej fali zostanie w znany sposób zmniejszana przez podział częstotliwości o tyle, by wahania fazy drgań e_1 przy najwyższej amplitudzie sygnału nie przekraczały wartości $\pm \frac{\pi}{2}$.

W wyżej opisanych układach dla homodynowego odbioru drgań o modulowanej fazie albo amplitudzie stałe czasu obwodów gładzikowych są tak dobrane, by zmiany amplitudy i fazy w rytmie małej częstotliwości sygnału nie wpływały na częstotliwość generatora, tj. by regulacja odbywała się według średnich wartości amplitudy i fazy odbieranych drgań.

Przez odpowiedni dobór stałych czasu można jednak otrzymać bardzo szybką regulację częstotliwości, taką, że nawet przy szybkich zmianach częstotliwości odbieranych drgań częstotliwość generatora zawsze nadąża za chwilową częstotliwością tych drgań, przy czym zachodzą tylko nieznaczne zmiany różnicy faz e_1 i e_2 . Przez to możliwy staje się odbiór homodynowy fal o modulowanej amplitudzie, których częstotliwość podlega z tych czy innych przyczyn szybkim zmianom w rytmie przesyłanego sygnału albo w inny sposób. Przy odbiorze drgań o modulowanej częstotliwości różnica faz e_1 i e_2 zmienia się również tylko o nieznaczne wartości, odpowiadające chwilowej rozbieżności odbieranej częstotliwości i danej częstotliwości pośredniej. Tym samym przez modulację e_1 i e_2 można bezpośrednio uzyskać sygnał s małej częstotliwości, nadawany przez modulację częstotliwości.

Synchronizowane napięcia e_1 i e_2 nie muszą być sinusoidalne. Mogą mieć dowolny okresowy przebieg, np. impulsowy. Np. w urządzeniu, przedstawionym na fig. 11, synchronizuje się napięcie odchylające e_2 w kształcie zębów piły odbiornika telewizyjnego z impulsowymi sygnałami synchronizacyjnymi e_1 . W tym przypadku generator G jest generatorem napięcia relaksacyjne-

go, zawierającym gazowaną lampę wyładowczą, częstotliwość relaksacyjna zaś jest regulowana napięciem v_0 , będącym np. napięciem wstępnym siatki lampy. Impulsy synchronizacyjne e_1 mają postać:

$$e_1 = p_1 \cdot \cos(\omega_1 t) + p_3 \cdot \cos(3\omega_1 t) + p_5 \cdot \cos(5\omega_1 t) + \dots \quad (24)$$

a napięcie odchyłające e_2 :

$$e_2 = q_1 \cdot \sin(\omega_2 t + b_2) + q_3 \cdot \sin(3\omega_2 t + 3b_2) + q_5 \cdot \sin(5\omega_2 t + 5b_2) + \dots \quad (25)$$

Przez przesunięcie faz wszystkich składowych o 90° powstaje z nich:

$$e_3 = r_1 \cdot \cos(\omega_2 t + b_2) + r_3 \cdot \cos(3\omega_2 t + 3b_2) + r_5 \cdot \cos(5\omega_2 t + 5b_2) + \dots \quad (26)$$

a wskutek modulacji w M_1 i M_2 wytwarzają się napięcia:

$$u_1 = k_1 \cdot e_1 \cdot e_2 = \pm P_1 \cdot \sin[(\pm\omega_2 \mp \omega_1)t \pm b_2] \pm \pm P_3 \cdot \sin[3(\pm\omega_2 \mp \omega_1)t \pm 3b_2] \pm \pm P_5 \cdot \sin[5(\pm\omega_2 \mp \omega_1)t \pm 5b_2] \pm \dots \quad (27)$$

$$u_2 = k_2 \cdot e_1 \cdot e_3 = Q_1 \cdot \cos[(\pm\omega_2 \mp \omega_1)t \pm b_2] + Q_3 \cdot \cos[3(\pm\omega_2 \mp \omega_1)t \pm 3b_2] + Q_5 \cdot \cos[5(\pm\omega_2 \mp \omega_1)t \pm 5b_2] + \dots \quad (28)$$

Przez przesunięcie fazy w P_2 uzyskuje się ostatecznie z u_2 napięcie:

$$u_3 = R_1 \sin[(\pm\omega_2 \mp \omega_1)t \pm b_2] + R_3 \cdot \sin[3(\pm\omega_2 \mp \omega_1)t \pm 3b_2] + R_5 \cdot \sin[5(\pm\omega_2 \mp \omega_1)t \pm 5b_2] + \dots \quad (29)$$

które staje się zerem, gdy różnica pulsacji $(\omega_2 - \omega_1)$ znika, gdyż przesuwnik fazowy P_2 przepuszcza, podobnie jak na fig. 5, prąd stały. Iloczyn v_1 utworzony w M_3 z u_1 i u_3 równa się:

$$v_1 = k_4 \cdot u_1 \cdot u_3 = \mp U_1 + U_3 + U_5 \mp \dots + u_w - \mp U_0 + u_w \quad (30)$$

w którym $U_0 = U_1 + U_3 + U_5 + \dots$ oznacza sumę składowych stałych, wytworzoną ze składowych u_1 , u_3 tej samej częstotliwości, podczas gdy u_w oznacza wszystkie pozostałe składowe większych częstotliwości, dławione albo przez obwody nie przepuszczające większych częstotliwości, albo przez filtry górnopasowe. Napięcie v_1 zanika przy $(\omega_2 - \omega_1) = 0$, gdyż u_3 jest wtedy również równe zeru. Znak składowych stałych odpowiada znakowi różnicy pulsacji $(\omega_2 - \omega_1)$, tj. sterowanie generatorem napięcia relaksacyjnego napięciem v_0 zmniejsza różnicę częstotliwości napięcia relaksacyjnego i napięcia impulsowego.

W przypadku bardzo małych różnic pulsacji $(\omega_2 - \omega_1)$ część napięcia u_1 przenosi się jako druga składowa v_2 napięcia v_0 poprzez filtr F_4 : $v_2 = -V_1 \cdot \sin(b_2) - V_3 \cdot \sin(3b_2) - V_5 \cdot \sin(5b_2) - \dots \quad (31)$

Tak więc napięcie regulacyjne v_0 składa się z dwu składowych v_1 i v_2 , z których pierwsza odpowiada większym różnicom częstotliwości i zanika przy zrównaniu się częstotliwości e_1 i

e_2 , druga zaś występuje tylko przy prawie równych częstotliwościach e_1 i e_2 i zmienia się wraz z różnicą fazy b_2 napięcia relaksacyjnego. Szczególną cechą znamioną tego układu jest to, że przy bardzo małych różnicach faz b_2 napięcie v_2 bardzo mocno zmienia się w zależności od b_2 , bowiem w tym przypadku można przyjąć w przybliżeniu, że:

$$v_2(b=0) = -(V_1 + 3V_3 + 5V_5 + \dots) \cdot b_2 \quad (32)$$

Zależność ta zmniejsza się natomiast przy większych różnicach faz, gdyż wtedy poszczególne składowe $\sin(n \cdot b_2)$ zmieniają biegunowość. Napięcie v_2 zależy od fazy, przybiera zatem przy bardzo małych różnicach faz b_2 krańcowe duże wartości i powoduje po osiągnięciu równości częstotliwości e_1 i e_2 bardzo dokładną regulację fazy napięcia odchyłającego e_2 .

Przedstawione na fig. 11 urządzenie do synchronizowania telewizyjnego napięcia odchyłającego różni się od znanego urządzenia synchronizacyjnego opisanego w szwajcarskim patencie nr 201 785 tym, że tu synchronizację osiąga się nawet przy początkowo wielkiej różnicy częstotliwości napięcia odchyłającego i sygnałów synchronizacyjnych, gdyż składowa V_1 w pierw zrównuje częstotliwości obu tych napięć.

Innym zastosowaniem sposobu według wynalazku jest synchronizowanie częstotliwości sieci prądu zmiennego albo trójfazowego. W układzie, przedstawionym na fig. 1, można np. generator G prądu zmiennego synchronizować z napięciem e_1 . Po osiągnięciu izochronizmu obu zmiennych napięć łączy się je równolegle za pomocą samoczynnych albo ręcznych wyłączników.

Jeżeli chodzi o synchronizację sieci wielofazowej, wskazane jest stosowanie urządzenia, przedstawionego na fig. 12. Napięcia e_1 , e_2 o fazach przesuniętych o 90° są wytwarzane z napięcia e np. trójfazowego za pomocą urządzeń T_1 , T_2 . Zgodnie z (4), (5) w M_1 , M_2 odbywa się modulacja, przy czym powstają napięcia u_1 , u_2 , które służą do synchronizowania generatora G prądu trójfazowego w sposób, opisany w związku z fig. 5. Równoległe połączenie może być dokonywane samoczynnie, gdy tylko u_1 stanie się na pewien czas dostatecznie małe. W tym celu przewidziano urządzenie kontrolne S_p , uruchamiające włącznik N , gdy u_1 zanika.

Zastosowanie wynalazku posiada szczególne znaczenie przy odbiorze albo wykrywaniu zniekształconych czy też podlegających różnym zaburzeniom sygnałów. Przy odbiorze fal o modulowanej amplitudzie i zmiennej częstotliwości możliwe jest zdławienie przeszkadzających często-

ciwości, różniących się chwilowo od częstotliwości odbieranych. Przy odbiorze fal o modulowanej częstotliwości albo fazy również zanika wpływ przeszkadzających drgań różniących się częstotliwością, jeżeli tylko różnica faz pomiędzy odbieranymi a miejscowymi drganiami jest utrzymywana dostatecznie małą przez odpowiednio krótki czas. W tym przypadku nadawany sygnał można wykryć przez demodulację częstotliwości pomocniczych drgań o częstotliwości regulowanej, mających stałą amplitudę, tak że wahanie amplitudy nadawanych fal nie wpływa również na demodulowany sygnał. W ten sposób można też częstotliwościami, regulowanymi mierzoną wartością, dokonać ścisłych pomiarów na znaczne odległości pomimo zaburzeń nadawanej fali.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób synchronizowania zmiennych napięć, znamienny tym, że co najmniej na jedno z synchronizowanych napięć działa się taką wielkością, regulującą częstotliwość, która w przypadku wielkiej różnicy częstotliwości synchronizowanych napięć zmienia swą wartość i biegunowość wraz z różnicą częstotliwości, w przypadku zaś zniknięcia różnicy częstotliwości synchronizowanych napięć zmienia swą wartość i biegunowość wraz z różnicą faz pomiędzy tymi napięciami.
2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że z jednego z synchronizowanych napięć wytwarza się dwa zmienne napięcia o przesuniętych o 90° fazach, które po modulacji drugim synchronizowanym napięciem wytwarzają dwa napięcia mieszane, służące do wytwarzania wielkości regulacyjnej, zmieniającej się w przypadku różnych częstotliwości synchronizowanych napięć wraz z różnicą fazy napięć mieszanych, w przypadku natomiast gdy częstotliwości synchronizowanych napięć są równe — wraz z wartością i znakiem jednego z napięć mieszanych, oraz oddziałującej na częstotliwość przynajmniej jednego z synchronizowanych napięć tak, by zmniejszyć różnicę częstotliwości albo fazy synchronizowanych napięć.
3. Sposób według zastrz. 2, znamienny tym, że napięciom mieszanym, uzyskanym z synchronizowanych napięć, nadaje się przesunięcie wzajemne faz o kąty, różniące się o co najmniej dwa razy około 90° , a wielkość, regulującą częstotliwość, uzyskuje się przez utworzenie średniego iloczynu z tych napięć mieszanych o tak przesuniętych fazach.
4. Sposób według zastrz. 2, znamienny tym, że w jednym z napięć mieszanych, uzyskanych z napięć synchronizowanych, przesuwają się przy wyższych częstotliwościach fazę o wartość zależną od fazy, wynoszącą co najmniej 90° i zmniejszającą się do zera, gdy różnica częstotliwości zanika, a wielkość, regulującą częstotliwość, wytwarza się przez utworzenie średniego iloczynu z pierwszego napięcia mieszanego o przesuniętej fazie i z drugiego napięcia mieszanego.
5. Sposób według zastrz. 2, znamienny tym, że napięciom mieszanym, uzyskanym z napięć synchronizowanych, nadaje się różnicę faz 90° przez przesunięcie fazy co najmniej jednego napięcia, a amplitudę co najmniej jednego napięcia mieszanego tłumii się do wartości zerowej, gdy różnica częstotliwości zanika, przy czym przez dodanie średniego iloczynu obu zmienionych w ten sposób napięć mieszanych i jednego napięcia wygładzonego wytwarza się wielkość regulującą częstotliwość, oddziałującą co najmniej na jedno z synchronizowanych napięć tak, by zmniejszyć różnicę częstotliwości albo faz.
6. Sposób według zastrz. 3 — 5, znamienny tym, że średni iloczyn uzyskuje się przez modulację wzajemną napięć mieszanych.
7. Sposób według zastrz. 1 — 6, znamienny tym, że jako jedno z synchronizowanych napięć stosuje się sygnał o modulowanej amplitudzie, fazie albo częstotliwości.
8. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że z jednego z synchronizowanych napięć wytwarza się dwa napięcia o fazach, przesuniętych o $\frac{90^\circ}{n}$, gdzie $n \geq 2$, przy czym z obu zmiennych napięć o przesuniętych fazach oraz z drugiego napięcia synchronizowanego tworzy się dwa napięcia mieszane o częstotliwości n -krotnej, po czym przez utworzenie średniego iloczynu z tych napięć mieszanych o zmiennej częstotliwości otrzymuje się wielkość, regulującą częstotliwość.
9. Sposób według zastrz. 1 — 8, znamienny tym, że jako jedno z synchronizowanych napięć stosuje się napięcie relaksacyjne o przebiegu w kształcie zębów piły, a jako drugie — napięcie, złożone z impulsów okresowych.
10. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1 — 9, posiadające układ, wytwarzający z synchronizowanych napięć dwa zmienne napięcia, wytwarzające razem obracające się pole, którego kierunek obracania się odpowiada znakowi różnicy częstotliwości syn-

chronizowanych napięć, znamienne tym, że zawiera takie urządzenia do otrzymywania z napięć, wytwarzających obracające się pole, wielkości regulacyjnej o znaku odpowiadającym kierunkowi obracania się wektora obracającego się pola, iż w przypadku gdy wektor pola jest nieruchomy, znak i wartość wielkości regulacyjnej odpowiadają kierunkowi i kątowi odchylenia tego wektora od położenia zerowego.

11. Urządzenie według zastrz. 10, znamienne tym, że zawiera co najmniej jeden przesuwnik fazowy do przesuwania fazy co najmniej jednego z synchronizowanych napięć.
12. Urządzenie według zastrz. 10, znamienne tym, że modulator, do którego doprowadza się napięcia, wytwarzające obracające się pole w celu wytworzenia napięcia regulującego częstotliwość, przenosi składową stałą.
13. Urządzenie według zastrz. 10 — 12, znamienne tym, że zawiera co najmniej jeden przesuwnik fazowy do zmieniania różnicy faz napięć, wytwarzających obracające się pole, o wartość zależną od częstotliwości, przy wyższych częstotliwościach o wartość w przybliżeniu co najmniej 90° , a przy częstotliwości zerowej o wartość zerową.
14. Urządzenie według zastrz. 10 — 12, znamienne tym, że zawiera co najmniej jeden przesuwnik fazowy, przepuszczający składową stałą do zmiany różnic faz napięć, wytwarzających obracające się pole o co najmniej 90° , modulator do wytwarzania pierwszej składowej napięcia, regulującego częstotliwość, w postaci iloczynu napięć o przesuniętych fazach oraz filtr małej częstotliwości do wytwarzania drugiej składowej napięcia, regulującego częstotliwość, z jednego z napięć pola obracającego się, przy czym pierwsza składowa napięcia działa przy różnych częstotliwościach synchronizowanych napięć, druga składowa natomiast przy równych częstotliwościach, lecz różnych fazach napięć synchronizowanych.
15. Urządzenie według zastrz. 10 — 14, znamienne tym, że posiada mechanizm watomierzowy, do którego doprowadzane są napięcia, wytwarzające obracające się pole, przy czym wychylenie tego mechanizmu stanowi wielkość, regulującą częstotliwość przynajmniej jednego z synchronizowanych napięć.
16. Urządzenie według zastrz. 10 — 14, znamienne tym, że zawiera silnik, napędzany

przez napięcia, wytwarzające obracające się pole, którego wirnik obraca się w kierunku obracania się pola, wytworzonego przez te napięcia, a przy zaniku częstotliwości obracającego się pola wychyla się ze swego położenia o kąt wektora stałego pola nieruchomego, przy czym wychylenie działa jako wielkość, regulująca częstotliwość co najmniej jednego z synchronizowanych napięć.

17. Urządzenie według zastrz. 10 — 14, znamienne tym, że zawiera synchroniczny silnik, napędzany dwoma napięciami, wytwarzającymi obracające się pole, oraz silnik prądu stałego, napędzany jednym z tych napięć, przy czym wirniki tych silników, współpracując, oddziałują na częstotliwość przynajmniej jednego z synchronizowanych napięć.
18. Urządzenie według zastrz. 10 — 14, znamienne tym, że zawiera przekątnik o obracającym się polu, uruchamiany przez dwa napięcia, wytwarzające to pole, oraz przekątnik spolaryzowany, uruchamiany jednym z tych napięć, przy czym przekątniki te włączają dodatnie albo ujemne napięcie w zależności od kierunku ich wychylenia, a napięcie, regulujące częstotliwość, uzyskuje się przez wygładzenie tych napięć.
19. Urządzenie według zastrz. 10 — 14, znamienne tym, że zawiera dwa powielacze częstotliwości do zwielokrotniania częstotliwości obu napięć, wytwarzających obracające się pole.
20. Urządzenie według zastrz. 10 — 14, znamienne tym, że przynajmniej jedno z synchronizowanych napięć jest sprzężone z wielofazowym ustrojem, z którego odprowadzane są dwa napięcia o przesuniętych o 90° fazach, przy czym każde z nich jest doprowadzone wraz z drugim synchronizowanym napięciem do jednego z dwu modulatorów w celu wytworzenia dwu napięć, wytwarzających obracające się pole.
21. Urządzenie według zastrz. 10 — 20, znamienne tym, że zawiera dwa filtry małej częstotliwości, posiadające jednakowe charakterystyki fazowe, przez które przeprowadza się oba napięcia, wytwarzające obracające się pole, w tym celu, by wielkość regulacyjna była wytwarzana dopiero wtedy, gdy różnica częstotliwości synchronizowanych napięć stanie się mniejsza od częstotliwości granicznej filtrów małej częstotliwości.

22. Urządzenie według zastrz. 21, znamienne tym, że częstotliwość graniczna filtrów małej częstotliwości jest mniejsza od podwójnej częstotliwości synchronizowanych napięć.

23. Urządzenie według zastrz. 10 — 14, znamienne tym, że zawiera dwa obwody sprzęgające, dające przesunięcie fazy jeden o 90° , drugi o 0° , włączane zależnie od potrzeby w tor jednego z napięć obracającego się pola.

24. Urządzenie według zastrz. 23, znamienne tym, że dla samoczynnego włączania jednego albo drugiego obwodu sprzęgającego zawiera przekaźniki, sterowane w zależności od częstotliwości napięć obracającego się pola.

25. Urządzenie według zastrz. 10 — 14, znamienne tym, że zawiera urządzenie do modulacji jednego z synchronizowanych napięć napięciem pomocniczym, przy czym częstotliwość napięcia pomocniczego jest uzależniona

od wielkości regulacyjnej tak, iż następuje zmniejszenie różnicy częstotliwości albo faz napięć synchronizowanych.

26. Urządzenie według zastrz. 10, znamienne tym, że z jednego z napięć obracającego się pola odprowadzane są sygnały, którymi modulowana jest amplituda jednego z synchronizowanych napięć.

27. Urządzenie według zastrz. 10, znamienne tym, że z jednego z napięć obracającego się pola odprowadzane są sygnały, którymi modulowana jest faza jednego z synchronizowanych napięć.

N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken

Zastępca: inż. W. Zakrzewski
rzecznik patentowy

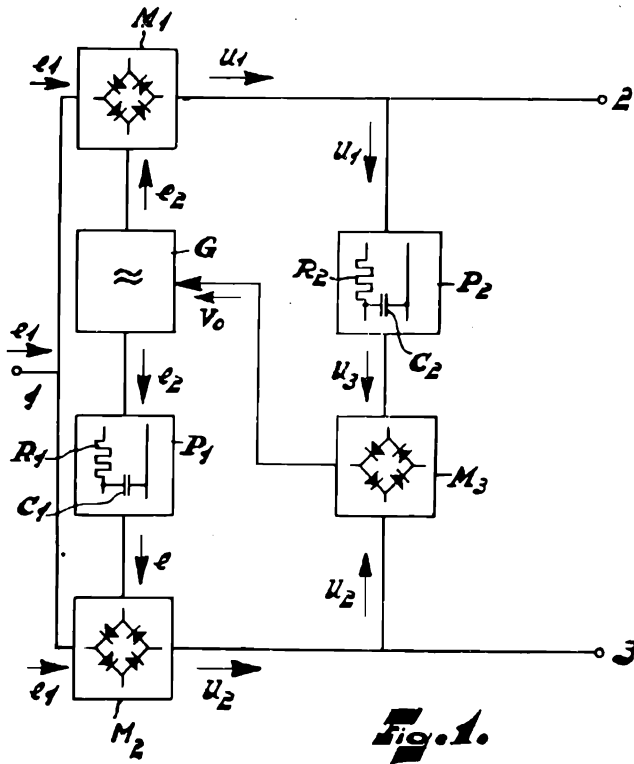


Fig. 1.

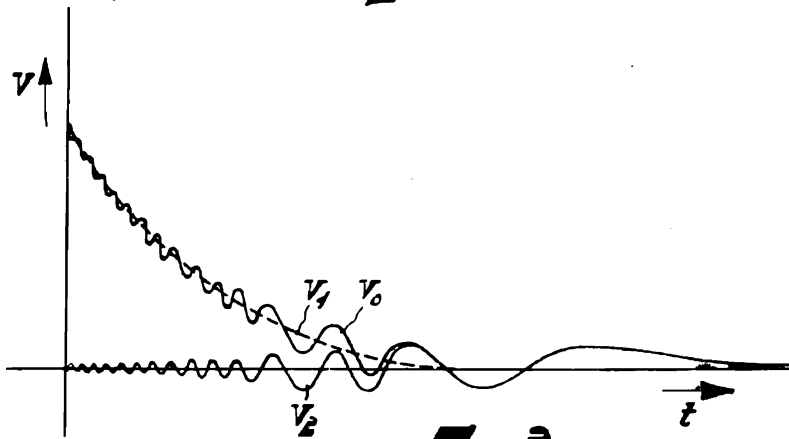


Fig. 2.

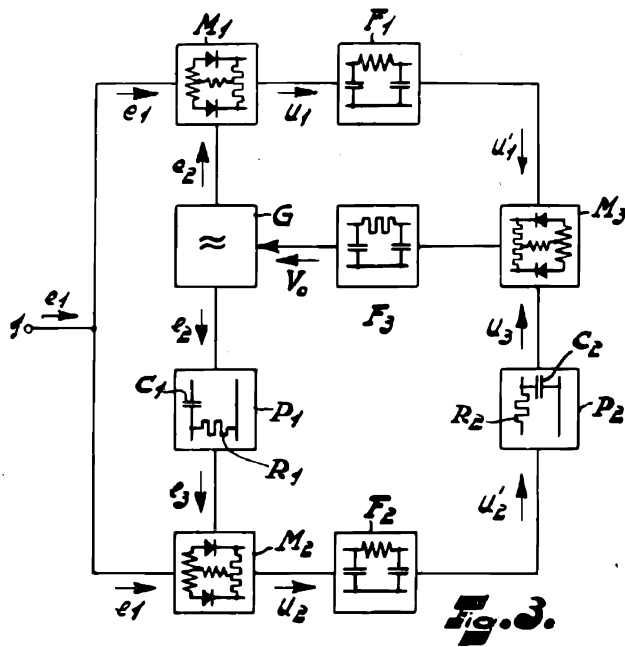


Fig. 3.

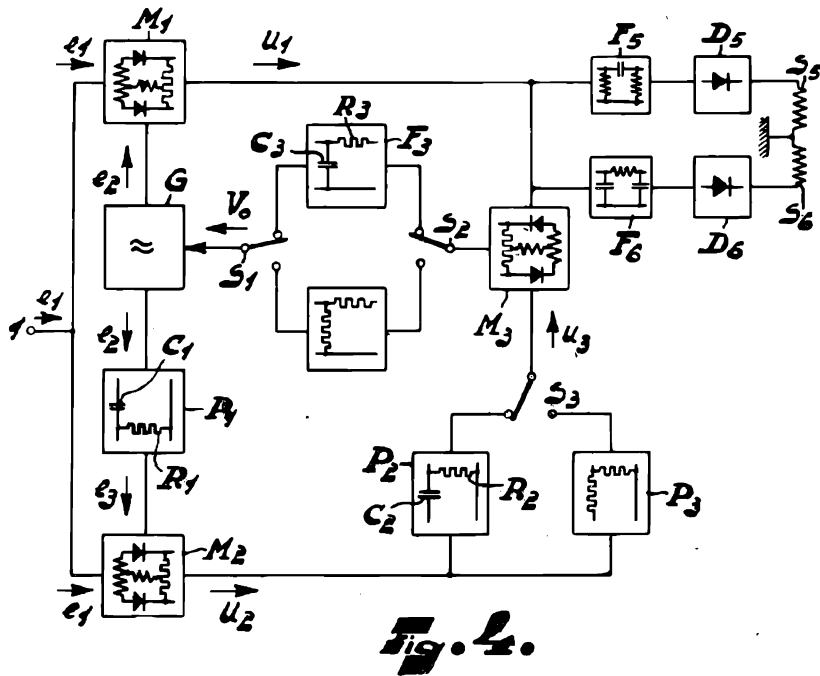
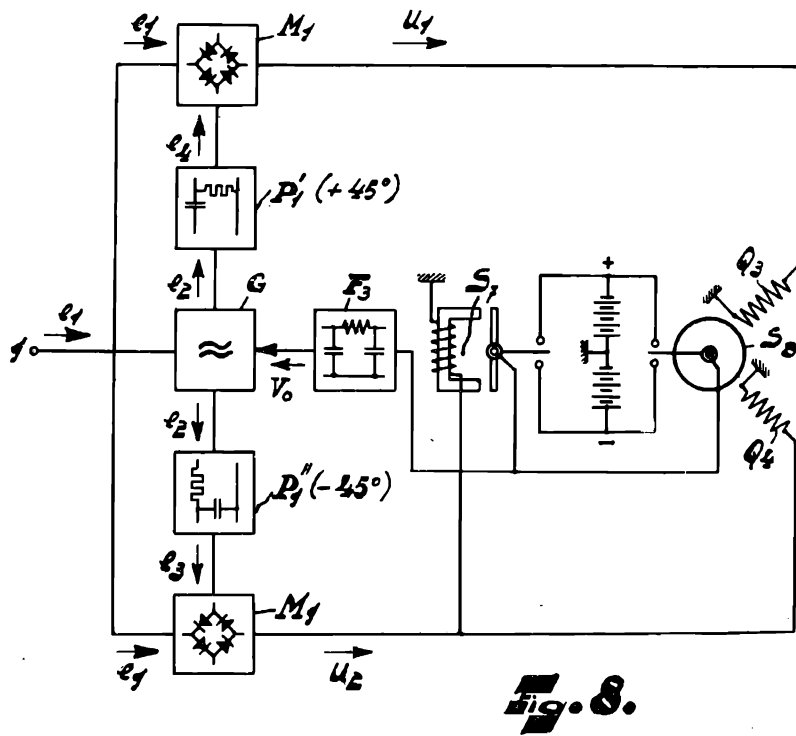
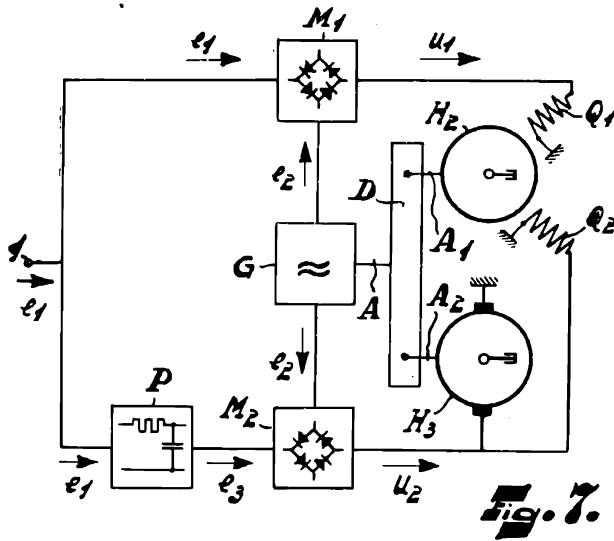


Fig. 4.



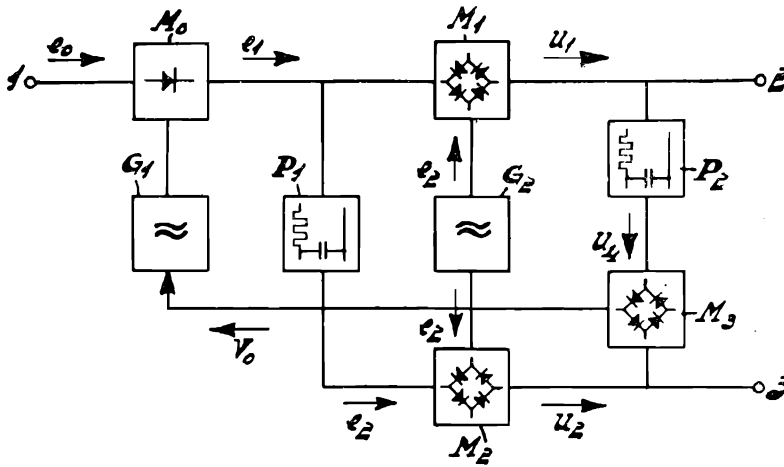


Fig. 9.

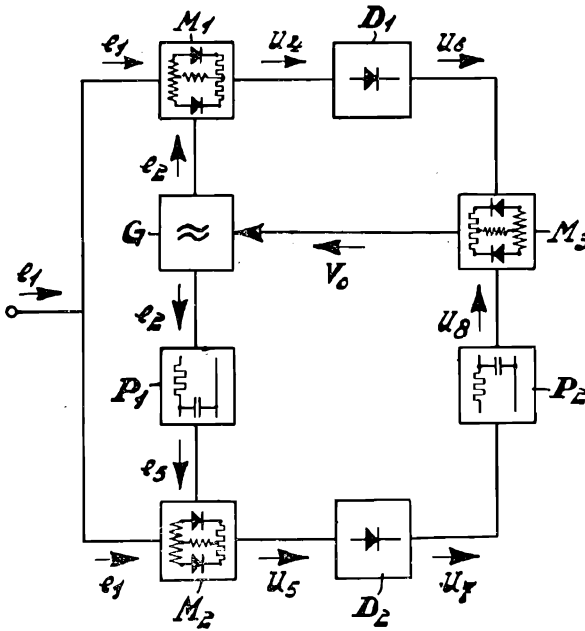


Fig. 10.

