

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY 104236

**Patent dodatkowy
do patentu _____**

Zgłoszono: 27.04.76 (P. 189092)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 21.11.77

Opis patentowy opublikowano: 15.11.1979

Int. Cl.². H03F 9/02

CZYTELNIKA

Urząd Patentowy
Złoty Ptak 1979

Twórca wynalazku: Józef Łastowiecki

**Uprawniony z patentu: Politechnika Warszawska,
Warszawa (Polska)**

Bezinercyjny wzmacniacz magnetyczny sterowany fazowo

Dziedzina techniki. Przedmiotem wynalazku jest bezinercyjny wzmacniacz magnetyczny o sterowaniu fazowym.

Stan techniki. Znany jest z opisu patentowego PRL nr 6219E wzmacniacz magnetyczny sterowany fazowo, w którym średnią wartość prądu sterowania w uzwojeniu sterującym odsycającego rdzeń o prostokątnej pętli histerezy, reguluje się fazą otwierania tranzystora regulacyjnego, pracującego w reżimie klucza prądowego, którą zmienia się od wartości 180° do 360° , za pośrednictwem impulsów otwierających tranzystor regulacyjny. Faza, przy której następuje otwarcie tranzystora regulacyjnego włączonego w szereg z uzwojeniem sterującym wzmacniacza i źródłem napięcia przemiennego przemagnesowujących rdzeń, decyduje o głębokości odsycenia rdzenia w dużym półokresie, a tym samym o średnim prądzie obciążenia wzmacniacza w półokresie roboczym. Opisane rozwiązanie wzmacniacza magnetycznego wymaga użycia wyłącznie bardzo drogich materiałów o współczynniku prostokątności pętli histerezy równym 1.

Istota wynalazku. Istota wynalazku polega na połączeniu w nawiniętym na rdzeniu ferromagnetycznym, uzwojeniu roboczym jednego końca ze źródłem napięcia sieci poprzez prostownik napięcia, a drugiego końca ze źródłem napięcia sieci, poprzez odbiornik oraz połączeniu uzwojenia sterującego w wspólny obwód szeregowy ze źródłem napięcia zmiennego zsynchronizowanym fazowo z napięciem sieci oraz z kluczem prądowym dwupozycyjnym połączonym szeregowo z prostownikiem napięcia. Ponadto wzmacniacz magnetyczny posiada dodatkowe uzwojenie pomocnicze połączone ze źródłem napięcia stałego poprzez ogranicznik prądu o wartości maksymalnej prądu odpowiadającej natężeniu pola magnetycznego nasyceniu przy indukcji nasycenia rdzenia, przy czym uzwojenia robocze i pomocnicze są nawinięte przeciwsośnie w stosunku do uzwojenia sterującego. Dodatkowe uzwojenie pomocnicze, przez które przepływa prąd stały zapewnia utrzymanie indukcji nasycenia w rdzeniu przez część półokresu sterującego, gdy uzwojenie sterujące jest wyłączone. Uzwojenie pomocnicze zasilane jest z dodatkowego źródła napięcia stałego, za pośrednictwem układu ograniczającego prąd w tym obwodzie na poziomie odpowiadającym maksymalnemu natężeniu pola magnetycznego w rdzeniu występującym przy indukcji nasycenia.

Korzystne skutki techniczne wynalazku. Układ według wynalazku pozwala na budowę wzmacniaczy magnetycznych, bezinercyjnych przy zastosowaniu rdzeni magnetycznych o dowolnych parametrach, a w szczególności pozwala na zastosowanie rdzeni ciętych z blachy transformatorowej. Zapewnia on także pełne wykorzystanie żelaza rdzeni. Eliminuje konieczność stosowania do budowy wzmacniaczy bezinercyjnych sterowanych fazowo, materiałów magnetycznych typu permaloy, bardzo drogich i stosowanych w formie rdzeni toroidalnych, wymagających pracochłonnego uzwojania ręcznego. Ponadto możliwość zastosowania blach krzemowych o dużej indukcji pozwala na znaczne zmniejszenie gabarytów urządzenia takiej samej mocy w stosunku do urządzenia wykonanego w oparciu o rdzenie z permaloyu. Możliwość stosowania rdzeni ciętych lub płaszczykowych w miejsce toroidalnych znacznie potania i upraszcza nawijanie, a w przypadku większych mocy i przekrojów przewodów umożliwia w ogóle budowę bezinercyjnych wzmacniaczy o sterowaniu fazowym.

Objaśnienie rysunku. Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia ideowo-blokowy schemat wzmacniacza magnetycznego o sterowaniu fazowym z wykorzystaniem rdzenia ferromagnetycznego o nieprostokątnej pętli histerezy, a fig. 2 — zlinearyzowany przebieg pętli histerezy materiału ferromagnetycznego użytego do budowy rdzeni, zaś fig. 3 — przebiegi wartości chwilowych napięć i prądów.

Przykład wykonania. Jak uwidoczniono na fig. 1 na rdzeniu ferromagnetycznym o nieprostokątnej pętli histerezy nawinięte są trzy uzwojenia to jest robocze Z_o , przeciwsobnie nawinięte uzwojenie sterujące Z_s oraz pomocnicze Z_p , przy czym uzwojenie robocze Z_o wytwarza strumień ϕ_o , zaś uzwojenie sterujące wytwarza strumień ϕ_s przeciwnie skierowany do strumienia ϕ_o , natomiast uzwojenie Z_p pomocnicze wytwarza strumień ϕ_p skierowany zgodnie ze strumieniem ϕ_o . Uzwojenie Z_o robocze włączone jest do napięcia U_1 sieci, poprzez prostownik P_1 i rezystor R_o . Natomiast uzwojenie Z_s sterujące włączone jest poprzez klucze K i prostownik P_2 do napięcia U_2 . Uzwojenie Z_p pomocnicze włączone jest do napięcia stałego U_p , poprzez układ UOP ogranicznika prądu i prostownik P_3 .

Na figurze 2 uwidoczniony jest zlinearyzowany przebieg pętli histerezy we współrzędnych prostokątnych, określający indukcję B w funkcji natężenia pola H . Wartościom przemagnesowania rdzenia od wartości indukcji nasycenia $+B_{ns}$ do wartości indukcji nasycenia $-B_{ns}$ odpowiada wartość maksymalna natężenia pola H_{maks} .

Uwidocznione na fig. 3 wartości chwilowe wyjściowego napięcia U_1 skutecznego, przemagnesowującego U_2 oraz prądu obciążenia i_o w uzwojeniu Z_o i wypadkowego prądu i_s , wynikającego z przepływów magnetycznych uzwojeń Z_s i Z_p wyrażone są w funkcji czasu ωt , gdzie ω — jest pulsacją prądu. Kątowi fazowemu α z odpowiada kąt α_{ns} nasycenia. Zamknięcie obwodu sterowania przy kącie fazowym αz powoduje przepływ prądu i_s sterującego, a w następującym po nim półokresie roboczym przy kącie $\alpha_{ns} = \pi - \alpha z$ następuje nasycenie rdzenia i przepływ prądu i_o roboczego. Tak więc w każdej fazie kąta αz fazowego, zamknięciu obwodu sterującego odpowiada kąt α_{ns} nasycenia, a zatem średnia wartość prądu roboczego.

Układ działa w sposób niżej opisany. Uzwojenie robocze Z_o zasilane napięciem sieci U_1 w czasie trwania półokresu roboczego powoduje przemagnesowanie rdzenia w kierunku indukcji B_{ns} nasycenia przyjętym za dodatni — strumień ϕ_o . W końcu każdego półokresu roboczego indukcja magnetyczna w rdzeniu ma wartość równą $+B_{ns}$. W czasie trwania półokresu sterującego, poczynając od jego początku aż do zamknięcia się klucza K włączającego uzwojenie sterujące Z_s , stan dodatniego magnesowania rdzenia jest utrzymywany przez przepływ prądu w uzwojeniu pomocniczym Z_p — strumień ϕ_p , przy czym wartość tego prądu wynosi:

$$I_p = \frac{H_{maks} \cdot l_{Fe}}{Z} \quad (A)$$

gdzie:

H_{maks} — oznacza maksymalną wartość natężenia pola, odpowiadającą punktowi nasycenia się rdzenia,

l_{Fe} — oznacza długość średniej drogi magnetycznej rdzenia,

Z — oznacza liczbę zwojów uzwojenia Z_p pomocniczego.

W momencie zamknięcia klucza K napięcie U_2 zaczyna przemagnesowywać rdzeń od wartości $+B_{ns}$ w kierunku do $-B_{ns}$. Wartość prądu magnesującego w uzwojeniu sterującym Z_s jest powiększona o wartość prądu I_p płynącego przez uzwojenie pomocnicze Z_p , ograniczonego co do wartości przez układ ogranicznika prądu UOP . Układ ogranicznika prądu UOP nie pozwala na transformowanie się prądu zwarcia z obwodu sterującego do obwodu pomocniczego, którego impedencja jest bardzo mała. Poziom ograniczenia prądu w uzwojeniu pomocniczym Z_p ma wartość wynikającą z zależności $I_p = \frac{H_{maks} \cdot l_{Fe}}{Z}$ (A). Prostownik P_3 w obwodzie pomocniczym uniemożliwia przepływ prądu w tym obwodzie podczas pracy uzwojenia Z_o roboczego. Prostowniki P_1 i P_2 odłączają na przemian od sieci zasilającej uzwojenia Z_o i Z_s tak, aby w danym

półokresie napięcia zasilającego było włączone tylko jedno z nich. W końcu półokresu napięcia sterującego indukcja w rdzeniu osiąga wartość zależną od fazy zamknięcia klucza K co związane jest z kolei z wartością kąta $\alpha_{ns} = \pi - \alpha_z$, α_z – kąt fazowy nasycenia rdzenia w następnym półokresie roboczym i wartością średnią prądu io roboczego.

W przypadku granicznym, kiedy faza zamknięcia klucza K jest równa kątowi π licząc od początku półokresu sterowania, wartość prądu io roboczego osiąga swoją maksymalną wartość, wynikającą z wartości napięcia sieci U1 oraz rezystancji obciążenia Ro.

Zastrzeżenie patentowe

Bezinercyjny wzmacniacz magnetyczny sterowany fazowo, posiadający uzwojenie sterujące i uzwojenie robocze, znamienny tym, że jeden koniec nawiniętego na rdzeń z materiału ferromagnetycznego uzwojenia roboczego (Zo) jest połączony ze źródłem napięcia sieci (U1) poprzez prostownik napięcia (P1), drugi koniec uzwojenia roboczego (Zo) jest połączony ze źródłem napięcia sieci (U1) poprzez odbiornik (Ro) a uzwojenie (Zs) sterujące tworzy wspólny obwód szeregowy ze źródłem napięcia zmiennego (U2) zsynchronizowany fazowo z napięciem sieci (U1), oraz z dwupozycyjnym kluczem prądowym (K), połączonym szeregowo z prostownikiem napięcia (P2) oraz, że posiada uzwojenie pomocnicze (Zp) połączone ze źródłem napięcia stałego (Up), poprzez układ ogranicznika prądu (UOP), o wartości maksymalnej prądu odpowiadającej natężeniu pola magnetycznego Hmaks indukcji nasycenia rdzenia (Bns), prz., czym uzwojenie robocze (Zo) i uzwojenie pomocnicze (Zp) jest nawinięte przeciwsobnie w stosunku do uzwojenia sterującego (Zs).

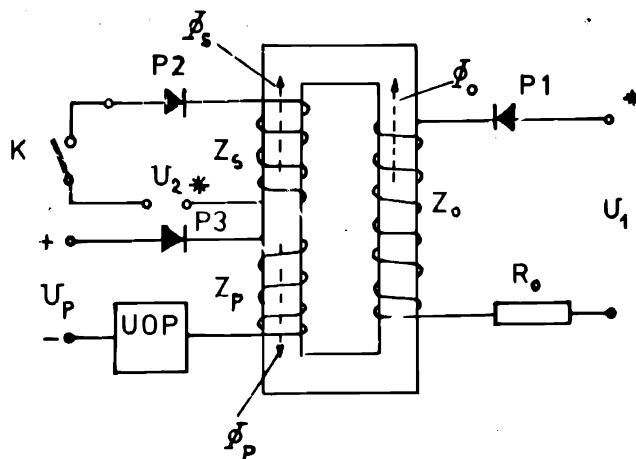


Fig. 1.

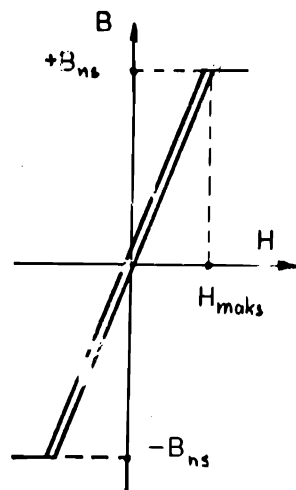


Fig 2.

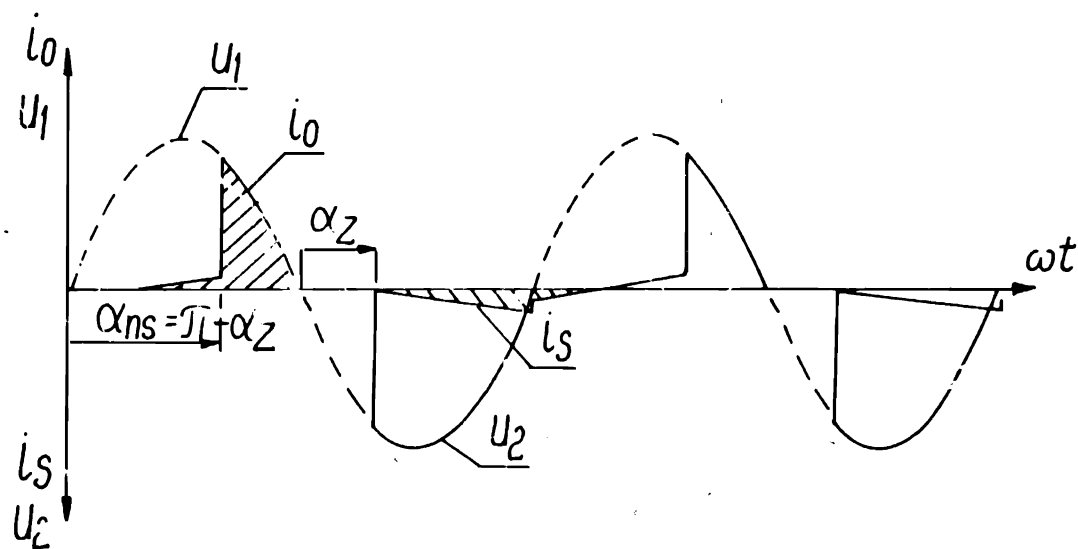


Fig. 3