



H03h 9/34

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 43349

Kl. 21 a¹, 7/04

Dr inż. Stanisław Bellert

Warszawa, Polska

Czwórnik magnetostrykcyjny realizujący zadaną charakterystykę czasową oraz sposób realizacji tej charakterystyki

Patent trwa od dnia 17 lipca 1959 r.

Czwórnik magnetostrykcyjny jest linearnym układem elektrycznym, za pomocą którego można realizować zadane charakterystyki dynamicznie, czasową lub ewentualnie częstotliwościową. Czwórnik magnetostrykcyjny może być stosowany jako korektor czasowy lub częstotliwościowy oraz również jako filtr elektryczny. W związku z tym może znaleźć zastosowanie w teletransmisji, w automatyce i radiotechnice. Czwórnik magnetostrykcyjny umożliwia uzyskanie charakterystyk trudnych do realizacji lub w ogóle nierealizowalnych innymi metodami. Między innymi stwarza teoretyczną możliwość realizacji filtru o minimalnych niekształceniach tłumieniowych i fazowych. Czwórnik magnetostrykcyjny może mieć szczególne znaczenie jako korektor przebiegów czasowych, np. przebiegów impulsowych, gdyż umożliwia w prosty sposób uzyskanie zadanej charakterystyki czasowej. Stąd wynika możliwość stosowania wynalazku w systemach telewizyjnych. Czwórnik magnetostrykcyjny może być również stosowany jako generator prze-

biegów czasowych, a więc jako generator funkcyjny.

Czwórnik magnetostrykcyjny jest urządzeniem zbudowanym w oparciu o magnetostrykcyjną linię opóźniającą. Urządzenie to składa się z trzech zasadniczych części, a mianowicie z układu wejściowego, z toru opóźniającego oraz z układu wyjściowego (fig. 1). Układ wejściowy zawiera lampę elektronową *a* (triode lub pentode) oraz nadawczy przetwornik elektromechaniczny *b* transformujący — dzięki zjawisku magnetostrykcji — przebiegi elektryczne na mechaniczne. Przetwornik nadawczy jest zbudowany w postaci cewki o długości l_1 . Tor opóźniającym jest drut nikłowy z czystego niklu lub rurka nikłowa. Na końcach drutu lub rurki umieszczone są układy tłumiące fale odbite, na przykład koszulki igelitowe *1* (fig. 1) lub stożki wykonane z polichlorku winylu. Drut nikłowy zamocowany jest na prostych wspornikach wykonanych z pleksiglasu.

Układ wyjściowy zawiera przetwornik od-

biorczy C transformujący przebiegi mechaniczne na elektryczne oraz dwustopniowy wzmacniacz lampowy d (fig. 1). Przetwornik odbiorczy może być zrealizowany w dwojaki sposób; poniżej omówione są obydwa sposoby realizacji przetwornika odbiorczego.

Sposób pierwszy. Przetwornik odbiorczy jest cewką nawiniętą na karkas w postaci cienkiej rurki przylegającej do drutu niklowego i wykonanej np. z pleksiglasu. Na rurkę tę nałożone są w równych odstępach potrójne krążki przecięte wzdłuż promienia (fig. 2a). Krążki zewnętrzne 2 wykonane są z materiału magnetycznego, a krążek wewnętrzny 3 z pleksiglasu. Dzięki umieszczeniu powyższych krążków cewka odbiorcza podzielona jest na kilkadziesiąt sekcji. Poszczególne sekcje posiadają długości równe długości cewki nadawczej, a więc $l_2 = l_1$. Łączna grubość poszczególnych potrójnych krążków, które grają rolę ekranów magnetycznych, jest również równa długości cewki nadawczej, a więc $l_3 = l_1$. Liczba zwojów umieszczonych w poszczególnych sekcjach oraz kierunek ich nawinięcia są dobierane w zależności od kształtu charakterystyki czasowej, którą chcemy zrealizować. Sposób doboru odpowiedniej liczby zwojów w poszczególnych sekcjach cewki odbiorczej będzie omówiony później. Na poszczególne sekcje uzwojenia nakłada się ekrany magnetyczne w postaci przeciętych wzdłużnie pierścieni (fig. 2b).

Sposób drugi. Przetwornik odbiorczy składa się z kilkudziesięciu cewek o długościach równych długości cewki nadawczej, a więc $l_2 = l_1$. Cewki te umieszczone są w zamkniętych ekranach magnetycznych i łączone są za pomocą lutowania. Odległości między poszczególnymi cewkami winny być w zasadzie równe długości cewki nadawczej, a więc $l_3 = l_1$. Odstęp między poszczególnymi cewkami może być w razie potrzeby regulowany przez umieszczenie między nimi odpowiedniej liczby przekładek izolacyjnych w kształcie krążków wykonanych np. z pleksiglasu. Poszczególne cewki mają różne liczby zwojów oraz odpowiednie kierunki nawinięcia. Liczby zwojów oraz kierunki nawinięcia powyższych cewek dobierane są w zależności od kształtu charakterystyki czasowej, którą chcemy zrealizować.

Jeżeli na wejście omawianego urządzenia nadamy sygnał napięciowy o kształcie trójkątnym (z generatora podstawy czasu) (fig. 3), to odkształcenie mechaniczne wytworzone przez

pojedynczy zwoj cewki nadawczej będzie — jako pochodna napięcia elektrycznego — wartością stałą w przedziale $0 < t < T$ (fig. 3b). Ponieważ w cewce nadawczej można wyodrębnić poszczególne zwoje przesunięte względem siebie, wobec tego przebiegi mechaniczne pochodzące od nich będą przesunięte w czasie (fig. 3c). W cewce nadawczej znajduje się duża liczba zwojów, zatem w wyniku sumowania się elementarnych przebiegów otrzymamy kształt fali mechanicznej o postaci wskazanej na fig. 3d. Fala mechaniczna wzrasta więc li-

niowo do momentu $\tau = \frac{l_1}{v}$, gdzie l_1 jest dłu-

gością cewki nadawczej a v — prędkością rozchodzenia się fali wzdłuż drutu niklowego. (Dla niklu mamy $v \cong 4,9 \cdot 10^3$ m/sec). Fala mechaniczna biegnąc wzdłuż drutu niklowego wywołuje lokalną zmianę przenikalności magnetycznej, a więc zmianę strumienia magnetycznego. Zmiana strumienia magnetycznego indukuje natomiast w poszczególnych zwojach cewek odbiorczych napięcie proporcjonalne do pochodnej przebiegu fali mechanicznej. Napięcie indukowane w pojedynczym zwoju jednej z cewek odbiorczych posiada więc kształt wska-

zany na fig. 4a, przy czym $t_1 = \frac{S_1}{v}$, gdzie S_1

jest odległością danego zwoju od początku linii. Biorąc pod uwagę poszczególne przesunięcia względem siebie zwoje rozważanej cewki odbiorczej, otrzymamy przebieg schodkowy wskazany na fig. 4b. W poszczególnych cewkach odbiorczych znajduje się duża liczba zwojów. Z tego powodu, w wyniku zsumowania się elementarnych przebiegów napięciowych pochodzących od poszczególnych zwojów, otrzymamy w przybliżeniu funkcję o postaci wskazanej na fig. 4c. Na poszczególnych cewkach odbiorczych powstają więc przebiegi napięciowe o kształcie trójkątnym. Jeżeli długości cewek odbiorczych są równe długości cewki nadawczej ($l_2 = l_1$), wówczas trójkąty napięcia są trójkątami równoramionnymi o podstawach równych $\tau_2 = 2\tau_1$. Wysokość h trójkąta jest przy tym oczywiście zależna od liczby zwojów (warstw) danej cewki odbiorczej. Poszczególne cewki odbiorcze przesunięte są względem siebie o wielkość $l_3 = l_2 = l_1$, wobec tego trójkąty napięciowe pochodzące od sąsiednich cewek przesunięte są w czasie o wielkość τ_1 . Trójkąty te więc „zachodzą na siebie“ w czasie τ_1 (fig. 5).

Weźmy obecnie pod uwagę dowolną funkcję

czasową, np. funkcję o przebiegu wskazanym na fig. 6a. Można zauważyć, że funkcję tę w wyniku aproksymacji liniowej (to znaczy aproksymacji funkcją łamaną), można rozbić na elementarne, równoramienne, zachodzące na siebie trójkąty (fig. 6b). Powstaje stąd wniosek, że dobierając w poszczególnych cewkach odbiorczych odpowiednie liczby zwojów i przyjmując odpowiednie kierunki uzwojeń możemy w wyniku sumowania się elementarnych przebiegów trójkątnych przeprowadzić syntezę z góry zadanego przebiegu czasowego. Sygnał na wyjściu rozważanego układu jest odpowiedzią układu na wymuszenie o postaci funkcji liniowej. Wobec tego charakterystyka częstotliwościowa $K(j\omega)$ tego układu będzie określona wzorem

$$K(j\omega) = (j\omega)^2 \mathcal{F}^{-1} \{ U_2(t) \} = \mathcal{F}^{-1} \{ U''(t) \}, \quad (1)$$

gdzie $U_2(t)$ jest sygnałem napięciowym na wyjściu układu w przypadku wymuszenia wejściowego o postaci funkcji liniowej $u_1(t) = t : F$ — jest symbolem przekształcenia Fouriera. Zapisując wzór (1) w postaci wyraźnej otrzymamy

$$K(j\omega) = \int_0^{\infty} U_2'(t) e^{-j\omega t} dt. \quad (2)$$

Mamy również następującą zależność odwrotną

$$U_2''(t) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \text{Rek}(j\omega) \cos \omega t d\omega. \quad (3)$$

Korzystając ze znanych metod wykreślno-analitycznych można np. w oparciu o wzór (3) w łatwy sposób wyznaczyć funkcję napięcia wyjściowego $u_2(t)$, odpowiadającą zadanej do zrealizowania charakterystyce częstotliwościowej układu.

W ten sposób omawiany układ może również służyć do realizacji charakterystyk częstotliwościowych.

Uzyskanie odpowiedniej funkcji sygnału wyjściowego, która determinuje czasowe i częstotliwościowe charakterystyki rozważanego układu, zależy od odpowiedniego wykonania uzwojenia cewki odbiorczej. W praktyce wykonanie uzwojenia cewki odbiorczej, a więc realizację charakterystyki układu można przeprowadzić trzema poniżej przedstawionymi sposobami.

Sposób pierwszy. Jeżeli chcemy zrealizować układ o wyznaczonej na drodze teoretycznej charakterystyce czasowej, wówczas na wejście układu nadajemy sygnał trójkątny z generatora podstawy czasu 4 (fig. 7) i obserwujemy na oscylografie 5 przebieg napięcia wyjściowego, powstający w trakcie wykonywania uzwojenia cewki odbiorczej. Do oscylografu przyłożona jest kalka z wyrysowanym żądanym przebiegiem napięcia wyjściowego. Dobierając odpowiednie liczby zwojów w poszczególnych sekcjach (sposób 1) lub dobierając odpowiednio ceweczki elementarne (sposób 2) można łatwo uzyskać funkcję napięcia $u_2(t)$ o żądanym przebiegu. W przypadku sposobu pierwszego cewkę odbiorczą uznajemy kręcąc karkasem, na którym jest ona nawinięta.

Sposób drugi. Jeżeli chcemy skopiować istniejący czwórnik (wzorcowy), wówczas zestawiamy układ uwidoczniony na fig. 8 i na wejście tego układu nadajemy z generatora podstawy czasu 4 sygnał o postaci trójkąta. Uzwojenie cewki odbiorczej w ten sposób kształtujemy, by skompensować do zera przebieg badany na oscylografie 5. Wówczas wykonany w ten sposób układ 6 będzie identyczny pod względem transmisyjnym czwórnikowi wzorcowemu 7.

Sposób trzeci. Jeżeli chcemy zrealizować korektor charakterystyki czasowej istniejącego układu (np. wzmacniacza impulsowego lub czwornika biernego), wówczas zestawiamy układ wskazany na fig. 9 i na wejście tego układu nadajemy z generatora podstawy czasu 4 sygnał o postaci trójkąta. Analogicznie jak dla sposobu drugiego uzwojenie cewki odbiorczej kształtujemy tak, by skompensować do zera lub zbliżyć do zera przebieg obserwowany na oscylografie 5. Wówczas wykonany w ten sposób korektor 8 łącznie z układem 9, którego charakterystykę koryguje, stanowi układ wprowadzający minimalne zniekształcenia charakterystyki czasowej. Układ złożony z połączenia łańcuchowego, korektora i czwornika korygowanego, będzie więc posiadał charakterystyki zbliżone do charakterystyk zwykłego tłumika 10 (układu zbudowanego z oporów omowych). Jego charakterystyka tłumieniowa będzie więc w przybliżeniu linią prostą w funkcji częstotliwości, a charakterystyka fazowa będzie przebiegała przez wartości bliskie zera.

Należy zaznaczyć, że z różnych przyczyn trudnych do rozważenia na drodze teoretycz-

nej, np. z powodu istnienia nieuniknionych sprzężeń magnetycznych między poszczególnymi zwojami w cewkach odbiorczych, sygnał napięciowy uformowany przez każdą z poszczególnych cewek odbiorczych nie będzie idealnym trójkątem ale funkcją, którą z pewną dokładnością można aproksymować przebiegiem trójkątnym. Powyższy fakt nie ma jednak zasadniczego wpływu na przeprowadzone powyżej rozważania, gdyż tak samo dobrze za pomocą powyższych elementarnych przebiegów impulsowych mniej lub bardziej różniących się kształtem od przebiegu trójkątnego można przeprowadzić syntezę zadanej funkcji czasowej.

W rozwiązaniu praktycznym czwórnika magnetostrykcyjnego należy przewidzieć polaryzację magnetyczną cewki odbiorczej. Można tego dokonać dwoma metodami. Albo stosować dla każdej cewki odbiorczej magnes stały wykonany np. z ferrytu, albo też w szereg z cewką odbiorczą załączyć odpowiednie napięcie stałe polaryzujące, dające stały strumień magnetyczny. Bez stosowania polaryzacji magnetycznej układ charakteryzowałby się małą czułością. W praktyce można przyjąć, że tłumienie wnoszone przez czwórnik magnetostrykcyjny (bez wzmacniaczy) wynosi około 40 decybeli. Zastosowany w układzie wzmacniacz odbiorczy dwustopniowy ma za zadanie skompensowanie powyższego tłumienia. Jest rzeczą interesującą, że niemal całe tłumienie jest wnoszone przez przetworniki. Natomiast tłumienie wnoszone przez samą linię magnetostrykcyjną (w postaci drutu niklowego) jest bardzo niewielkie i wynosi kilka decybeli.

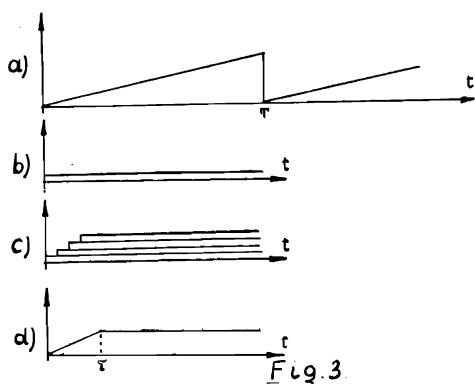
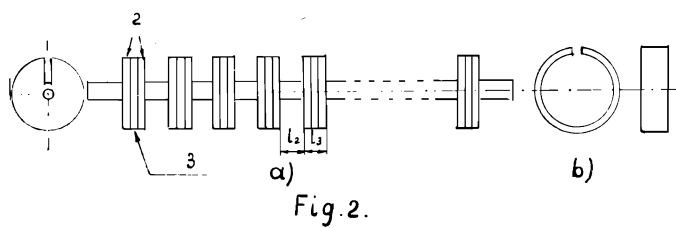
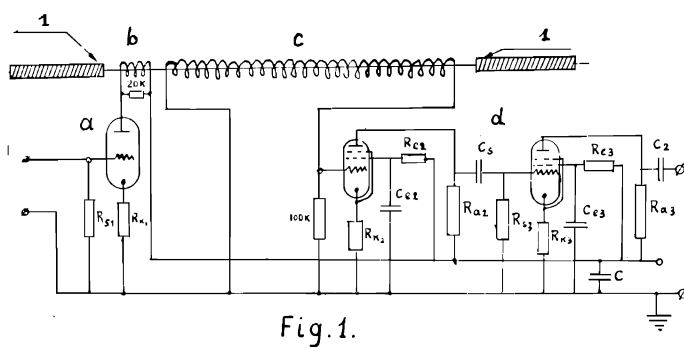
Zastrzeżenia patentowe

1. Czwórnik magnetostrykcyjny, znamieny tym, że zawiera magnetostrykcyjną linię opóźniającą, przetworniki elektromechaniczne oraz wzmacniacz wtórny.
2. Czwórnik magnetostrykcyjny według zastrz. 1, znamieny tym, że jego odbiorczy przetwornik elektromechaniczny jest cewką

o wielokrotnie większej długości od długości cewki przetwornika nadawczego, oraz że liczba zwojów w poszczególnych punktach cewki przetwornika odbiorczego jest dobierana w zależności od kształtu realizowanej charakterystyki czasowej.

3. Sposób realizacji zadanej charakterystyki czasowej czwórnika magnetostrykcyjnego według zastrz. 2, znamieny tym, że polega na dobraniu odpowiedniej liczby zwojów w poszczególnych punktach cewki odbiorczej czwórnika magnetostrykcyjnego tak, by obserwowana na oscylografie charakterystyka czasowa czwórnika posiadała przebieg identyczny z charakterystyką czasową wyznaczoną na drodze teoretycznej i wyrysowaną na kalce, którą przykładamy do ekranu oscylografu.
4. Sposób realizacji zadanej charakterystyki czasowej czwórnika magnetostrykcyjnego według zastrz. 2, znamieny tym, że polega na dobraniu odpowiedniej liczby zwojów w poszczególnych punktach cewki odbiorczej czwórnika magnetostrykcyjnego tak, by sprowadzić do zera obserwowane na oscylografie napięcie różnicowe w układzie kompensacyjnym, zawierającym czwórnik magnetostrykcyjny oraz czwórnik wzorcowy, kopiując w ten sposób jego własności dynamiczne.
5. Sposób realizacji zadanej charakterystyki czasowej czwórnika magnetostrykcyjnego według zastrz. 2, znamieny tym, że polega na dobraniu odpowiedniej liczby zwojów w poszczególnych punktach cewki odbiorczej czwórnika magnetostrykcyjnego tak, by sprowadzić do zera obserwowane na oscylografie napięcie różnicowe w układzie kompensacyjnym, zawierającym w jednej gałęzi w połączeniu łańcuchowym czwórnik magnetostrykcyjny oraz czwórnik korygowany, w drugiej zaś — tłumik oporowy (lub ogólniej dowolny czwórnik wzorcowy).

Dr inż. Stanisław Bellert



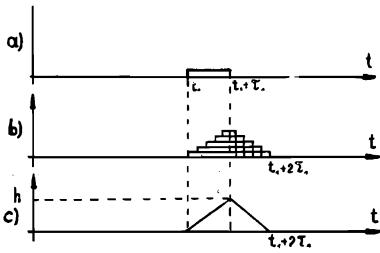


Fig. 4

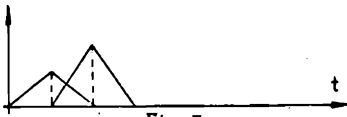


Fig. 5

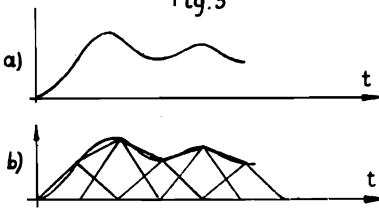


Fig. 6

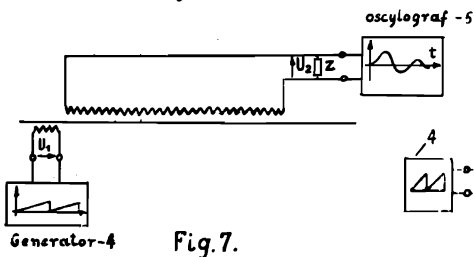


Fig. 7.

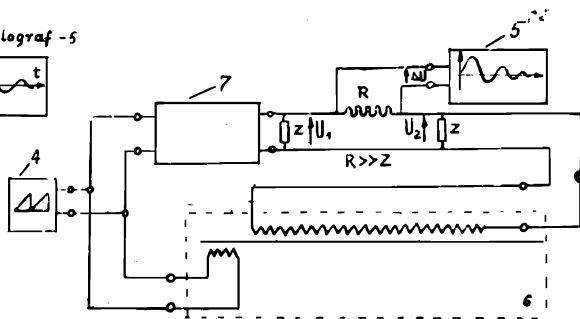


Fig. 8.

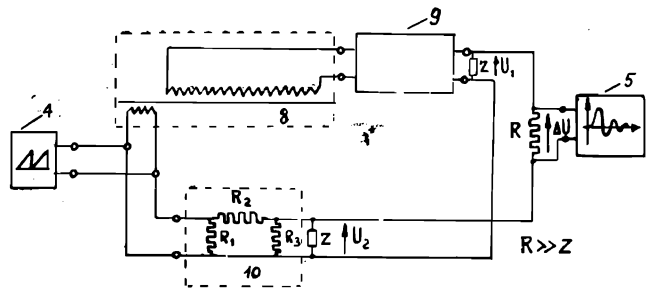


Fig. 9.