



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 24.XII.1964 (P 106 766)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 20. VI. 1966

Kl. 21 a⁴, 10

MKP H-03h
G 01 r 27/00

UKD

Twórca wynalazku: prof. dr inż. Leszek Filipczyński

Właściciel patentu: Polska Akademia Nauk (Instytut Podstawowych Problemów Techniki), Warszawa (Polska)

Sposób pomiaru parametrów przetworników piezoelektrycznych
i układ do stosowania tego sposobu



1

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru parametrów przetworników piezoelektrycznych, na przykład kwarcowych lub ceramicznych, poprzez pomiar przewodności na zaciskach elektrycznych przetworników w funkcji częstotliwości, i układ do stosowania tego sposobu.

Znane dotychczas sposoby wyznaczania parametrów przetworników piezoelektrycznych polegają na pomiarze punkt po punkcie krzywej elektrycznej przewodności w funkcji częstotliwości. Pomiary takie wymagają jednak specjalnych mostków pomiarowych oraz wymagają dużo czasu ze względu na konieczność kompensacji składowej czynnej i urojonej mierzonej przewodności dla każdego punktu pomiarowego.

Powyższe niedogodności usuwa sposób według wynalazku polegający na szybkim wyznaczeniu charakterystycznych kilku punktów pomiarowych krzywej elektrycznej przewodności przetwornika, za pomocą układu pomiarowego, który zawiera proste, typowe przyrządy laboratoryjne takie jak generator sygnałów wzorcowych oraz miliwoltomierz lampowy.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia układ pomiarowy do stosowania sposobu według wynalazku, fig. 2 — układ zastępczy przetwornika, fig. 3 — krzywą elektrycznej przewodności przetwornika, fig. 4 — krzywą napięcia w funkcji częstotliwości po zestrojeniu pojemności statycznej przet-

2

wornika, fig. 5 — wyznaczone charakterystyczne punkty krzywej przewodności obwodu elektrycznego przetwornika po zestrojeniu jego pojemności statycznej.

W układzie pomiarowym do stosowania sposobu według wynalazku, do zacisków wyjściowych generatora 1 sygnałów wzorcowych włączono opornik 2 w szereg z obwodem 3, który został utworzony przez równoległe połączenie woltomierza lampowego 4, cewki L o zmiennej indukcyjności oraz mierzonego przetwornika piezoelektrycznego 5. Przetwornik 5 może być sprzężony akustycznie z ośrodkiem 6 tak ukształtowanym, by zapobiec powstawaniu w nim ultradźwiękowej fali stojącej, lub też może drgać swobodnie w powietrzu.

Elektryczną przewodność przetwornika (fig. 3) przedstawiono we współrzędnych, z których współrzędna G oznacza czynną składową przewodności, a współrzędna B oznacza bierną składową przewodności. Częstotliwość jest w tym przypadku zmiennym parametrem. Krzywa 7 przedstawia przewodność obwodu elektrycznego układu zastępczego przetwornika (fig. 2).

Pierwszą czynnością pomiarową sposobu według wynalazku jest zestrojenie pojemności statycznej C₀ przetwornika przy pomocy zmiennej indukcyjności cewki L do częstotliwości f₀ rezonansu mechanicznego przetwornika. Przeprowadza się to w układzie pomiarowym (fig. 1) regulując odpowiednio zmienną indukcyjność cewki L. Po zestro-

jeniu krzywa 7 przemieszcza się w dół osi współrzędnej **B** przyjmując kształt krzywej 8, która jest położona symetrycznie względem osi współrzędnej **G**. Wtedy napięcie **U** mierzone woltomierzem 4 w funkcji częstotliwości **f** ma kształt krzywej 15 (fig. 4). Punktom 9, 10 i 11 (fig. 3) odpowiadają punkty 16, 17, 18 (fig. 4). Wartość indukcyjności cewki **L** dobiera się doświadczalnie w ten sposób, by maksima 17 i 18 na krzywej 15 (fig. 4) miały tę samą wysokość.

Następną czynnością sposobu według wynalazku jest wyznaczenie charakterystycznych punktów krzywej 8, z których każdy odpowiada innej częstotliwości. Po ustawieniu za pomocą generatora 1 odpowiedniej częstotliwości odczytuje się napięcie wskazane przez woltomierz 4. Znając wartość opornika 2, która winna być znacznie większa niż oporność obwodu 3, oraz znając napięcie na zaciskach wyjściowych generatora 1 oblicza się moduł przewodności obwodu 3. Ze środka układu osi współrzędnych **G** i **B** (fig. 3) zakreśla się część okręgu 12 o promieniu odpowiadającym otrzymanej wartości modułu przewodności. Następnie zmienia się wartość indukcyjności cewki **L** tak długo, aż napięcie wskazywane przez woltomierz 4 osiągnie maksymalną wartość. Obliczona na tej podstawie przewodność obwodu 3 jest wartością minimalną, odpowiada więc przy danej częstotliwości czynnej składowej przewodności. Wartość tę odklada się na osi współrzędnej **G** otrzymując punkt 13. Kreśląc z tego punktu równoległą do osi współrzędnej **B** aż do przecięcia się z krzywą 12 otrzymuje się punkt 14 leżący na krzywej 8. Postępując w ten sposób można wyznaczyć poszczególne charakterystyczne punkty poszukiwanej krzywej 8 przewodności.

W większości technicznych przypadków, wystarczy znaleźć za pomocą powyższego sposobu tylko trzy charakterystyczne punkty krzywej 8. Jest to punkt 23 odpowiadający częstotliwości f_0 rezonansu mechanicznego przetwornika, punkt 19 odpowiadający częstotliwości znacznie większej niż częstotliwość f_0 , oraz punkt 20 odpowiadający częstotliwości znacznie mniejszej niż częstotliwość f_0 , które to punkty przedstawiono na fig. 5. Punkty 19 i 20 łączy się ze sobą prostą 21 oraz rysuje się koło 22 przechodzące przez punkt 23 i przez punkt 24 przecięcia prostej 21 z osią współrzędnej **G**.

Prosta 21 odpowiada przewodności układu równoległego **R**, **C**₀, natomiast koło 22 odpowiada przewodności obwodu szeregowego **L**_s, **C**_s, **r**_s przesuniętej w prawo o odcinek zawarty między punktami 24 i 25. Po geometrycznym zsumowaniu wektorów przewodności, których końce leżą na prostej 21 i na kole 22, i po uwzględnieniu wspomnianego przesunięcia otrzymuje się krzywą 8 (fig. 3) w kształcie pętli. Punkty leżące na kole 22 i na krzywej 8 odpowiadające tej samej częstotliwości mają tę samą czynną składową przewodności, ulegając jedynie pionowym przesunięciom. Zatem składowa czynna przewodności odpowiadająca środkowi koła 22 jest taka sama dla punktów kwadrantowych 26 i 27. Stosując podany wyżej sposób pomiaru składowej czynnej przewodności znajduje się te częstotliwości, które odpowiadają punktom kwadrantowym. Na

tej podstawie oblicza się dobroć obwodu szeregowego a następnie (z fig. 5) można wyznaczyć wszystkie parametry elektryczne obwodu zastępczego przetwornika (fig. 2).

Zamiast układu pomiarowego przedstawionego na fig. 1 można zastosować do pomiaru sposobem według wynalazku odmianę tego układu polegającą na połączeniu woltomierza lampowego 4 równolegle do opornika 2, a nie równolegle z indukcyjnością cewki **L**.

W takim przypadku opornik 2 winien mieć wartość małą względem oporności obwodu 3. Wskazania woltomierza lampowego 4 są wtedy proporcjonalne do prądu płynącego przez obwód 3.

Maksimum 17 i 18 na krzywej 15 (fig. 4) odpowiadają wówczas minima prądu płynącego przez obwód 3. W celu zestrojenia pojemności statycznej **C**₀ dobiera się wartość indukcyjności cewki **L** w taki sposób, aby prąd płynący przez obwód miał w funkcji częstotliwości dwie jednakowe wartości minimalne, poniżej i powyżej częstotliwości f_0 rezonansu mechanicznego przetwornika.

Wszystkie dotychczasowe wartości modułu przewodności elektrycznej oblicza się teraz bezpośrednio z wartości zmierzonego prądu płynącego przez opornik 2 oraz z napięcia generatora 1 sygnałów wzorcowych. Konstrukcję koła 22 z fig. 5, a na tej podstawie wyznaczenie parametrów przetworników piezoelektrycznych, dokonuje się bez zmian w opisanym powyżej sposób.

Sposób pomiaru według wynalazku i układ pomiarowy do stosowania tego sposobu można również zastosować do pomiarów oporności wejściowej przetwornika. W takim przypadku zamiast krzywej 8 przewodności uzyskuje się układ koła z wewnętrzną pętlą stanowiący inwersję tej krzywej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru parametrów przetworników piezoelektrycznych na zaciskach elektrycznych przetwornika w funkcji częstotliwości, **znamienny tym**, że przewodność względnie oporność przetwornika dla częstotliwości jego rezonansu mechanicznego wyznacza się przy zmiennej indukcyjności dobranej do takiej wartości, przy której są sobie równe dwa maksima (17 i 18) występujące w krzywej napięcia mierzonego w funkcji częstotliwości, względnie dwa równe minima występujące w krzywej prądu w funkcji częstotliwości, i położone po obu stronach częstotliwości (f_0) rezonansu mechanicznego.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przewodność względnie oporność przetwornika przy dowolnej częstotliwości wyznacza się poprzez dwukrotny pomiar napięcia lub prądu, raz przy zmiennej indukcyjności zestrojonej z pojemnością (**C**₀) przetwornika do częstotliwości (f_0) rezonansu mechanicznego, a drugi raz przy wartości indukcyjności tak dobranej, że napięcie osiąga wartość maksymalną lub prąd osiąga wartość minimalną.
3. Układ pomiarowy do stosowania sposobu według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do generatora (1) sygnałów wzorcowych włączony jest opornik

(2) w szereg z obwodem złożonym z połączonych równolegle woltomierza lampowego (4), cewki (L) o zmiennej indukcyjności, oraz mierzonego przetwornika (5).

4. Odmiana układu pomiarowego do stosowania sposobu według zastrz. 1, **znamienna tym**, że do generatora (1) sygnałów wzorcowych załączony

jest opornik (2) w szereg z obwodem złożonym z równolegle połączonych cewki (L) o zmiennej indukcyjności oraz mierzonego przetwornika (5), a równolegle do opornika (2) załączony jest woltomierz lampowy (4), w celu wyznaczenia wartości prądu płynącego przez opornik (2) i przez obwód.

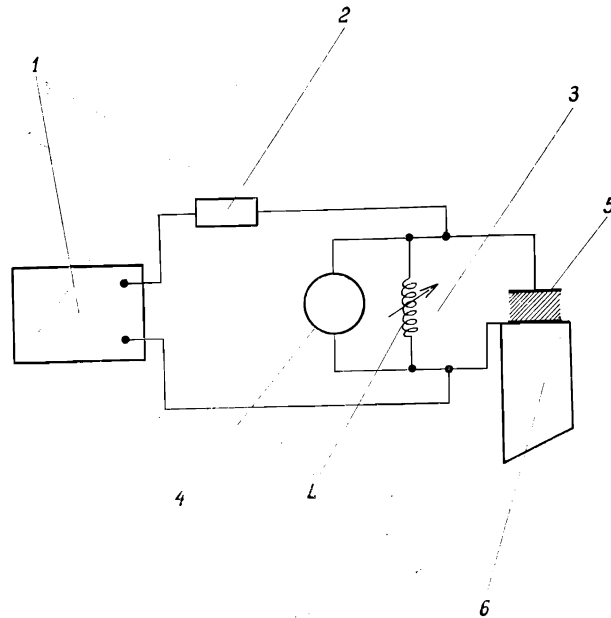


Fig. 1

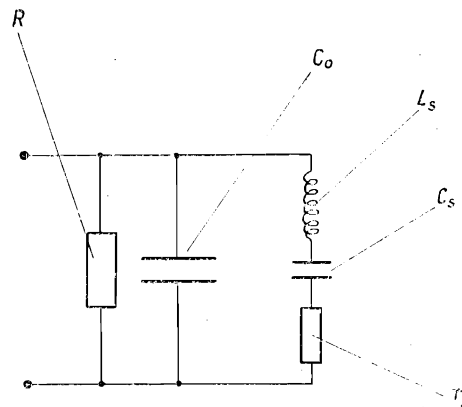


Fig. 2

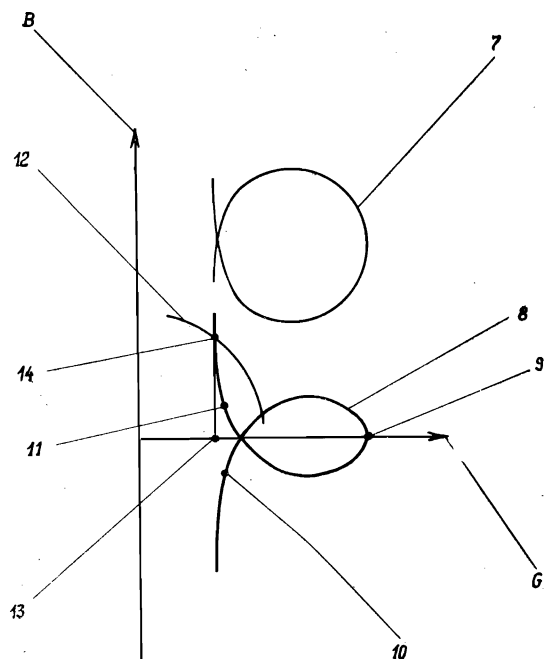


Fig. 3

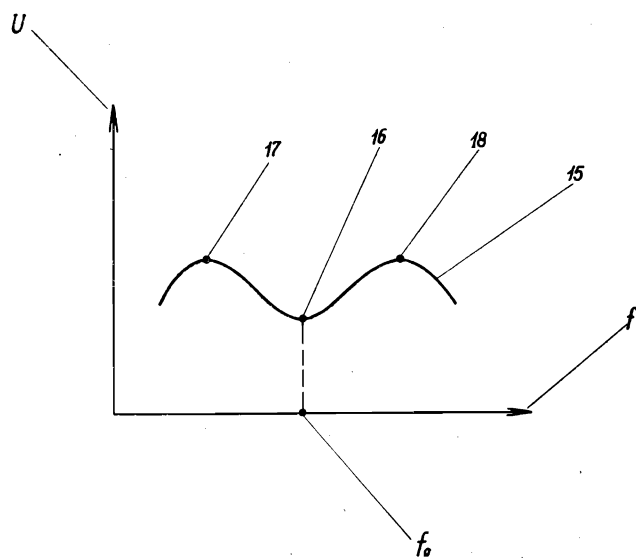


Fig. 4

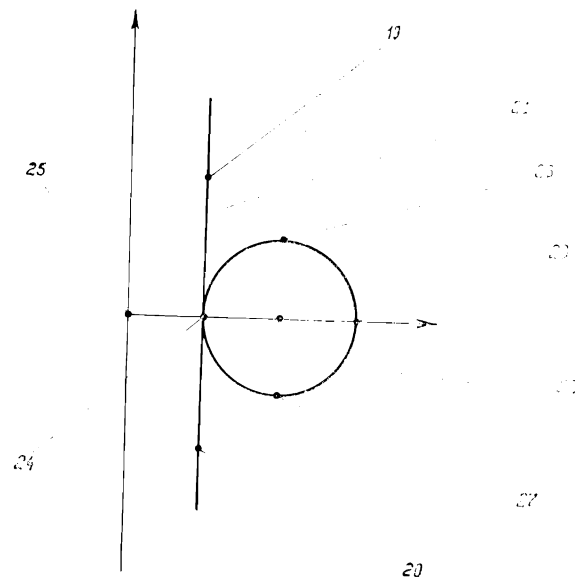


Fig. 5