



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr

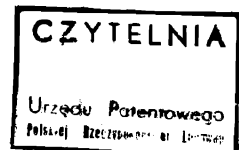
Int. Cl.² G01R 27/26

Zgłoszono: 04.04.79 (P. 214668)

Pierwszeństwo:

Zgłoszenie ogłoszono: 21.04.80

Opis patentowy opublikowano: 30.10.1982



Twórcy wynalazku: Sławoj Gwiazdowski, Wojciech Kaliski

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

Sposób i układ do impulsowego pomiaru pojemności i rezystancji połączonych równolegle

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ do impulsowego pomiaru pojemności i rezystancji połączonych równolegle.

Wynalazek jest szczególnie przydatny w pomiarach wielkości nieelektrycznych realizowanych czujnikiem pojemnościowym, którego pojemność niesie informację pomiarową a rezystancja jest funkcją zakłóceń i szumów.

Znany jest impulsowy układ pomiarowy równolegle połączonej pojemności i rezystancji, pobudzany falą prostokątną. Składa się z dwóch połączonych szeregowo dwójników z których każdy jest równoległym połączeniem pojemności i rezystancji. Od strony ziemi włączona jest pojemność i rezystancja mierzona, a do zacisku generatora fali prostokątnej dołączona jest pojemność i rezystancja wzorcowa. Napięcie w punkcie połączenia obu dwójników ma charakter impulsów eksponentyjalnych, opadających nie do zera, lecz do wartości napięcia będącego funkcją stosunku rezystancji mierzonej do wzorcowej. Natomiast szczytowa wartość impulsu napięcia jest funkcją stosunku pojemności mierzonej do wzorcowej. Wyznaczenie pojemności sprowadza się zatem do pomiaru amplitudy impulsów eksponentyjalnych, a wyznaczenie rezystancji do pomiaru końcowych wartości grzbietu impulsu.

Wadą tego rozwiązania jest błąd pomiaru wynikający ze skończonej wartości czasu narastania impulsu, który nie narasta skokowo, ale stopniowo, przez co obcina wierzchołek impulsu eksponentyjalnego. Powstający błąd pomiarowy jest funkcją mierzonej pojemności i przebiegu narastania impulsu, który zwykle nie jest liniowy, co nie pozwala wyznaczyć poprawki. Zmniejszenie błędu jest możliwe przez zastosowanie generatorów o bardzo stromym zboczu impulsów prostokątnych. Podraża to wykonanie aparatury, nie eliminując całkowicie błędu.

Znany jest również z polskiego opisu zgłoszeniowego nr P. 201 124 impulsowy całkujący miernik pojemności, posiadający generator fali prostokątnej, połączony z układem całkującym RC, gdzie pojemność układu całkującego jest pojemnością mierzoną. Generator fali prostokątnej połączony jest także z wejściem sterującym bramki transmisyjnej. Od wyjścia układu całkującego RC, równolegle do pojemności mierzonej dołączone jest wejście separujące bramki transmisyjnej. Wyjście tej bramki transmisyjnej połączone jest z wejściem komparatora. Do drugiego jego wejścia dołączone jest źródło napięcia odniesienia. Wyjście komparatora połączone jest z układem pomiarowym czasu trwania impulsu.

Istota sposobu według wynalazku polega na tym, że na zaciskach mierzonej pojemności i rezystancji, połączonych równolegle wymusza się napięcie trójkątne, którego wartość chwilowa wynosi:

$$u/t/ = -U_0 + \frac{U_m}{T} \cdot t$$

gdzie: U_m — amplituda napięcia trójkątnego, T — jego okres, a U_0 — składowa początkowa.

Jeśli napięcie to równe jest zero, to prąd płynący przez równoległe połączenie mierzonej pojemności i rezystancji jest równy prądowi I_c płynącemu przez kondensator.

$$I_c = C_x \frac{du/f/}{dt}, \text{ a więc } C_x = \frac{I_c T}{U_m}$$

Dla określonej wartości napięcia trójkątnego w chwili t_1

$$U_1 = U_0 + \frac{U_m}{T} \cdot t_1$$

$$I_R = I - I_0$$

gdzie: I — prąd płynący przez równoległe połączoną mierzoną pojemność i rezystancję. Mierzony opór wynosi:

$$R_x = \frac{-U_0 + \frac{U_m}{T} t_1}{I - I_c}$$

W celu wyznaczenia mierzonej pojemności mierzy się prąd płynący przez połączoną równoległe mierzoną pojemność i rezystancję w chwili gdy napięcie z generatora ma wartość zero. Mierzona pojemność jest proporcjonalna do zmierzonego prądu. W celu wyznaczenia mierzonej rezystancji mierzy się wartość prądu płynącego przez równoległe połączenie mierzonej pojemności i rezystancji w chwili, gdy przyjmuje ona ustaloną wartość U_1 . Mierzona rezystancja jest proporcjonalna do różnicy obu mierzonych prądów.

Istotą układu według wynalazku polega na tym, że drugi, nie połączony z generatorem zacisk mierzonej pojemności i rezystancji połączonych równoległe połączony jest z rezystorem o małej wartości tak, że nie wpływa ona na rozpyły prądów w układzie. Rezystor ten jest uziemiony. Drugie, nie połączone z generatorem wyprowadzenie mierzonej pojemności i rezystancji połączone jest z pierwszym wejściem dwóch bramek transmisyjnych. Pierwsza bramka transmisyjna otwierana jest w chwili, gdy napięcie z generatora ma wartość zero i jej drugie wejście jest połączone z generatorem poprzez pierwszy komparator, którego drugie wejście jest uziemione. Druga bramka transmisyjna otwierana jest w chwili, gdy napięcie z generatora osiągnie ustaloną wartość i jej drugie wejście połączone jest z generatorem poprzez drugi komparator, na którego drugie wejście podawane jest napięcie o ustalonej wartości. Wyjście każdej z obu bramek transmisyjnych połączonych jest korzystnie poprzez prostownik z wejściem układu odejmującego.

W przypadku, gdy pojemność i rezystancja mierzona mają jedno wyprowadzenie uziemione, istota układu według wynalazku polega na tym, że drugie wyprowadzenie pojemności i rezystancji mierzonej połączone jest z generatorem poprzez rezystor o małej wartości. Oba wyprowadzenia tego rezystora połączone są poprzez rezystor z wejściem wzmacniacza operacyjnego, którego wyjście połączone jest z wejściem dwóch bramek transmisyjnych. Pierwsza bramka transmisyjna otwierana jest w chwili, gdy napięcie z generatora ma wartość zero i jej drugie wejście jest połączone z generatorem poprzez pierwszy komparator, którego drugie wejście jest uziemione. Druga bramka transmisyjna otwierana jest w chwili, gdy napięcie z generatora osiągnie ustaloną wartość, a jej drugie wejście połączone jest z generatorem poprzez drugi komparator, na którego drugie wejście podawane jest napięcie o ustalonej wartości. Wyjście każdej z obu bramek transmisyjnych połączonych jest korzystnie poprzez prostownik z wejściem układu.

Wynalazek jest objaśniony przykładowo na podstawie układów przedstawionych na rysunku, na którym fig. 1 pokazuje układ blokowy według przykładu I, umożliwiający pomiar pojemności i rezystancji połączonych równoległe i nie uziemionych, a fig. 2 pokazuje układ blokowy według przykładu II umożliwiający pomiar pojemności i rezystancji połączonych równoległe i uziemionych.

Układ pokazany na fig. 2 składa się z generatora 1 napięcia trójkątnego, do którego wyjścia jest dołączona równoległe połączona mierzona pojemność C_x i rezystancja R_x . Drugie wyprowadzenie pojemności C_x i rezystancji R_x połączone jest z możliwie małym rezystorem R' , którego drugie wyprowadzenie jest uziemione oraz połączone z pierwszym wejściem dwóch bramek transmisyjnych 4, 5. Drugie wejście pierwszej bramki transmisyjnej 4 połączone jest z wyjściem pierwszego komparatora 3. Drugie wejście drugiej bramki transmisyjnej 5 połączone jest z wyjściem drugiego komparatora 2. Pierwsze wejście każdego

z komparatorów 2, 3 połączone jest z wyjściem generatora 1. Drugie wejście pierwszego komparatora 3 jest uziemione, a na drugie wejście drugiego komparatora 2 podawane jest napięcie U_1 o ustalonej wartości. Wyjście każdej z obu bramek transmisyjnych 4, 5 połączone jest poprzez prostownik 7, 8 z układem odejmującym 6.

Pomiar pojemności C_x sprowadza się do pomiaru prądu I płynącego przez równoległe połączenie mierzonej pojemności C_x i rezystancji R_x w chwili, gdy napięcie trójkątne ma wartość zero. Wtedy prąd ten jest równy prądowi I_c płynącemu przez pojemność C_x . W tym celu w szereg z mierzoną pojemnością C_x i rezystancją R_x włączona jest mała rezystancja R , która nie zakłóca rozkładu spadków napięć w układzie. Napięcie na tej rezystancji R jest podawane na bramkę transmisyjną 4, która jest otwierana w momencie, gdy na jej wejście podany zostanie impuls strobujący z wyjścia komparatora 3, w momencie gdy na jego pierwszym wejściu pojawi się napięcie zero. Po otwarciu pierwszej bramki transmisyjnej 4 na jego wejściu pojawi się napięcie impulsowe, którego amplituda jest proporcjonalna do prądu I_c płynącego przez mierzoną pojemność C_x i do wartości tej pojemności C_x . Napięcie to jest mierzone dowolnym miernikiem napięcia po wyprostowaniu w pierwszym prostowniku 7 na wyjściu U_c tego prostownika.

W celu pomiaru rezystancji R_x mierzy się prąd I płynący przez równoległe połączenie mierzonej pojemności C i rezystancji R_x w chwili t_1 , gdy napięcie trójkątne przyjmuje wartość ustaloną U_1 . Napięcie z rezystora R jest podawane na bramkę transmisyjną 5, która jest otwierana w momencie, gdy na jej wejście podany zostanie impuls strobujący z wyjścia komparatora 2, w chwili t_1 , gdy na jego pierwszym wejściu pojawi się napięcie o ustalonej wartości U_1 . Po otwarciu drugiej bramki transmisyjnej 5, na jej wyjściu pojawi się napięcie impulsowe, którego amplituda jest proporcjonalna do prądu I płynącego przez równoległe połączenie mierzonej pojemności C_x i rezystancji R_x , który jest sumą prądu I_c płynącego przez pojemność C_x i prądu I_R płynącego przez rezystancję R_x . Napięcie z wyjścia drugiej bramki transmisyjnej 5, po wyprostowaniu w drugim prostowniku 8, odejmowane jest od napięcia proporcjonalnego do prądu I_c płynącego przez pojemność C_x w układzie odejmującym 6. Napięcie otrzymane na wyjściu tego układu jest proporcjonalne do prądu I_R płynącego przez rezystancję R_x .

Znając wartość prądu I_R płynącego przez rezystancję R_x oraz prąd I_c płynący przez pojemność C_x wylicza się wartość pojemności C_x i rezystancji R_x na podstawie odpowiednich wzorów.

Gdy zachodzi konieczność pomiaru równoległe połączonych pojemności C_x i rezystancji R_x , które mają uziemione jedno wyprowadzenie, jak to ma miejsce na przykład przy czujnikach pojemnościowych, nie można zastosować rezystora R pokazanego na fig. 1. W celu usunięcia tej niedogodności opracowano układ według przykładu II przedstawiony na fig. 2, w którym do wyjścia generatora napięcia trójkątnego dołączony jest szeregowo mały rezystor R' , zaś do jego przeciwnego wyprowadzenia dołączone są równoległe połączone mierzona pojemność C_x i rezystancja R_x , których przeciwnego wyprowadzenie jest uziemione. Równoległe do rezystora R' , poprzez dwa rezystory R_a i R_b dołączone jest wejście wzmacniacza operacyjnego WO, do którego wyjścia dołączone są wejścia obu bramek transmisyjnych 4 i 5. Podłączenie tych bramek do układu jest analogiczne jak w przykładzie I. Wzmacniacz operacyjny WO wzmacnia i sprawdza sygnał proporcjonalny do prądu $I = I_p + I_c$ oraz sprowadza go do potencjału ziemi, gdzie dalej jest przetwarzany w pozostałych blokach układu analogicznego jak w układzie przedstawionym na fig. 1.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób impulsowego pomiaru pojemności i rezystancji połączonych równoległe przez pomiar parametrów impulsów wymuszanych na tym równoległym połączeniu pojemności i rezystancji, **znamienny tym**, że wymusza się napięcie trójkątne i mierzy się prąd płynący przez połączenie równoległe pojemności i rezystancji (C_x , R_x) w chwili, gdy napięcie wymuszające z generatora ma wartość zero, przy czym wylicza się pojemność mierzoną, proporcjonalną do tego prądu, oraz mierzy się prąd połączenia równoległego pojemności i rezystancji (C_x , R_x) w chwili (t_1), gdy napięcie wymuszające z generatora przyjmuje określoną wartość (U_1) i wylicza się rezystancję mierzoną, która jest proporcjonalna do różnicy obu prądów.

2. Układ do impulsowego pomiaru pojemności i rezystancji połączonych równoległe, w którym do wyjścia generatora wymuszającego napięcie impulsowe dołączona jest mierzona pojemność i rezystancja, zawierający komparatory, bramki transmisyjne i źródła napięcia odniesienia, **znamienny tym**, że drugi zacisk połączonych równoległe pojemności i rezystancji połączony jest z rezystorem (R), którego drugi zacisk jest uziemiony oraz z pierwszą bramką transmisyjną (4), której drugie wejście jest połączone z generatorem (1) poprzez komparator (3), którego drugie wejście jest uziemione, a także drugie wejście jest uziemione, a także drugie wyprowadzenie równoległego połączenia (C_x , R_x) mierzonej pojemności i rezystancji połączone jest z drugą bramką transmisyjną (5), której drugie wejście jest połączone z generatorem (1) poprzez komparator (2), na którego drugie wejście jest podawane ustalone napięcie (U_1), natomiast wyjście każdej z bramek transmisyjnych (4, 5) jest połączone z układem odejmującym (6) korzystnie poprzez prostownik (7, 8).

3. Układ do impulsowego pomiaru pojemności i rezystancji połączonych równolegle, w którym do wyjścia generatora wymuszającego napięcie impulsowe dołączona jest mierzona pojemność i rezystancja, których drugie wyprowadzenie jest uziemione, zawierający komparatory, bramki transmisyjne i źródła napięcia odniesienia. **znamienny** tym, że wyjście tego generatora (1) połączone jest z mierzoną pojemnością i rezystancją poprzez rezystor (R') o małej wartości rezystancji, którego każde z wyprowadzeń połączone jest ponadto poprzez rezystor (R_a , R_b) z wejściami wzmacniacza operacyjnego (WO), którego wyjście połączone jest z pierwszą bramką transmisyjną (4), a drugie wejście tej bramki transmisyjnej (4) jest połączone z generatorem (1) poprzez komparator (3), którego drugie wejście jest uziemione, a także wyjście wzmacniacza operacyjnego (WO) połączone jest z drugą bramką transmisyjną (5), a drugie wejście tej bramki transmisyjnej (5) połączone jest z generatorem (1) poprzez komparator (2), na którego drugie wejście podawane jest ustalone napięcie (U_1), natomiast wyjście każdej z bramek transmisyjnych (4, 5) połączone jest z układem odejmującym (6), korzystnie poprzez prostownik (7, 8).

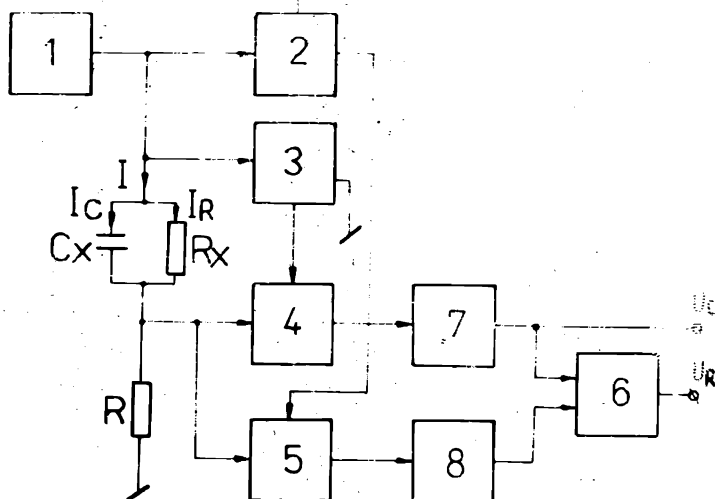


FIG. 1

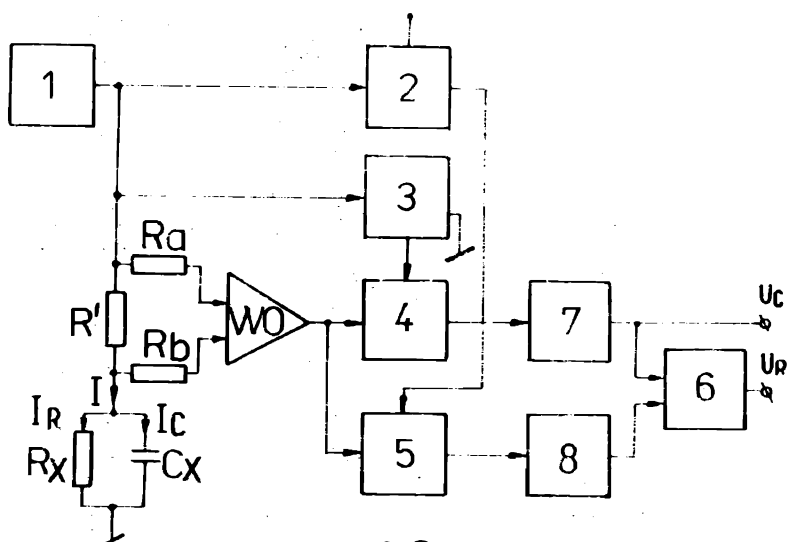


FIG. 2