

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

51883

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 08.IV.1965 (P 108 321)

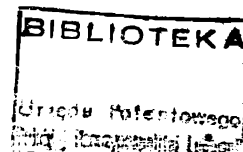
Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 10.VIII.1966

Kl. 42i, 19/04

MKP G 01 Km 25/56

UKD



Współtwórcy wynalazku: inż. Fabian Żrudelny, mgr inż. Jerzy Iwiński
Właściciel patentu: Instytut Badań Jądrowych, Warszawa (Polska)

Układ do pomiaru impedancji, w szczególności przy pomiarze wilgotności

1

Przedmiotem wynalazku jest układ do mierzenia impedancji, w szczególności przy pomiarze wilgotności. Przyrząd ten wyposażony w czujnik pojemnościowy lub indukcyjny, przeznaczony jest do określania wartości lub zmiany wartości wielkości nieelektrycznej metodą elektryczną, poprzez pomiar wartości impedancji czujnika poddanego działaniu tej wielkości. Przyrząd może być zastosowany do pomiaru wartości wielkości nieelektrycznej lub tylko sygnalizacji jej zmian, jako przekaźnik jednopunktowy do pomiarów czarno-białych: tak, nie. Typowy przykład zastosowania stanowi — pomiar wilgotności metodą pojemnościową, oparty na wykorzystaniu związku między zawartością wilgoci w badanym materiale a jego stałą dielektryczną, gdzie układ elektryczny musi zapewnić możliwość dokładnego pomiaru bardzo małych zmian pojemności.

Istnieje szereg rozwiązań mierników impedancji, służących do wyżej opisanych celów. Układy klasyczne zawierające stabilny generator i różnego typu mostki pomiarowe, a szczególnie pracujące na wielkiej częstotliwości są z reguły skomplikowane, rozbudowane i kosztowne.

W grupie rezonansowych wyróżnić można czułe, ale złożone i niewygodne w przemysłowym zastosowaniu układy oraz konstrukcje proste, których czułość i stabilność są niewystarczające dla dokładnych i ciągłych pomiarów przemysłowych.

2

Układ będący przedmiotem wynalazku charakteryzuje się tym, że jest oparty na układzie generatora sinusoidalnego, w którym mierzona impedancja wnosi się do jednego z dwu rezonansowych obwodów (pomiarowego), należących do jego sieci elektrycznej i powoduje zmianę, tj. obniżenie częstotliwości generacji przy jednoczesnym przestrojeniu obwodu pomiarowego w dół. Ponieważ początkowy punkt pracy na skutek dobrania pojemności sprzęgających leżał na środku lewego zbocza krzywych rezonansu obydwu obwodów (punkt równowagi), to przy obniżeniu częstotliwości generacji i jednoczesnym obniżeniu częstotliwości własnej obwodu pomiarowego punkt na krzywej obwodu pomiarowego znajdzie się bliżej wierzchołka dając wzrost jego impedancji, a obwód odniesienia zareaguje odpowiadając obniżeniem impedancji. Zróżnicowanie impedancji w obwodzie siatek lampy przy wspólnym oporniku wpływowym siatek, powoduje zmianę poziomów napięcia wielkiej częstotliwości na siatkach, którym towarzyszy zmiana prądów siatkowych, a poprzez ich udział w prądach katodowych lampy odejście od stanu równowagi proporcjonalnie do wartości mierzonej impedancji. Warunkiem przedstawionego działania i osiągnięcia maksimum czułości pomiaru impedancji jest zastosowanie kondensatora odsprzęgającego C_6 z uwagi na wspólny opór wpływowy siatek R_1 .

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, gdzie fig. 1 przedstawia schemat ideowy głowicy pomiarowej miernika wilgotności papieru, a fig. 2 charakterystyki obwodów rezonansowych. Podstawę układu stanowi symetryczny generator wielkiej częstotliwości $f = 5$ MHz pracujący w klasie C, zbudowany na jednej lampie elektronowej V_1 , podwójnej triodzie. Układ zawiera dwa niezależne, strojone obwody LC, obwód odniesienia, składający się z cewki o indukcyjności L_1 i kondensatora C_1 , oraz pomiarowy, złożony z cewki L_2 , kondensatora C_2 , pojemności czujnika C_3 , trymera C_4 oraz kondensatora kompensacji termicznej C_5 . Opornik R_1 blokowany kondensatorem C_6 , stanowi wspólny opór upływowy dla obydwu siatek lampy V_1 . Gałęzie złożone z elementów R_2C_7 oraz R_3C_8 przedstawiają obciążenie obwodów katodowych. W obwodach anodowych pracują oporniki R_4 i R_5 blokowane od strony zasilania przez kondensatory C_9 i C_{10} . Kondensatory C_{11} i C_{12} zamykają pętle sprzężenia zwrotnego. Pojemności oznaczone przez C_r reprezentują pojemności rozproszone na anodach Lampy V_1 . Potencjometr P_1 służy do zrównoważenia układu w reżimie wzmacniacza prądu stałego, przy wyeliminowaniu oscylacji. Sygnał wyjściowy z głowicy, powstały ze spadków napięcia na opornikach R_2 i R_3 , występuje między punktami A—B. Za stan równowagi przyjmuje się stan, kiedy różnica potencjałów między punktami A—B wynosi zero.

Przy założeniu pewnych uproszczeń, jak np. nie uwzględnienie wpływu tłumienia obwodów rezonansowych przez wielkość mierzoną można przedstawić działanie układu głowicy pomiarowej posługując się szkicem charakterystyk obwodów rezonansowych podanym na fig. 2.

Przy nastrojeniu obydwu obwodów na wspólną częstotliwość generator będzie oscylował na częstotliwości f_1 , odpowiadającej stanowi równowagi. Częstotliwość oscylacji f_1 jest niższa od częstotliwości rezonansowej f_0 , na skutek dodatkowego przesunięcia fazy, które wystąpiłoby między pierwszą harmoniczną prądu anodowego a napięciem na obwodzie rezonansowym w wyniku działania pojemności C_r i C_{11} , gdyby generator oscylował na częstotliwości f_0 , przy założeniu zgodności faz między pierwszą harmoniczną prądu anodowego a napięciem siatki. Impedancje obydwu obwodów na częstotliwości f_1 , są równe.

Natomiast przy rozstrojeniu jednego obwodu zwiększeniem pojemności częstotliwość generacji ulegnie obniżeniu do f_2 , gdyż częstotliwość generacji jest funkcją nastrojenia obydwu obwodów. Krzywa rezonansu tego obwodu przesunie się w

lewo. W związku z tym impedancja przestrojonego obwodu (krzywa I) na częstotliwości f_2 wzrośnie (punkt A_1), natomiast drugiego obwodu zmaleje (punkt A_2). Amplitudy napięcia wielkiej częstotliwości na siatkach lampy są odpowiednio proporcjonalne do impedancji obwodów rezonansowych. Stałe przedpięcie równe dla obydwu lamp, powstaje na wspólnym oporniku siatkowym R_1 . W wyniku detekcji anodowej i diodowej powstają na katodach lampy V_1 napięcia stałe, proporcjonalne do amplitud napięć wielkiej częstotliwości na siatkach. W rezultacie między punktami A i B uzyskuje się napięcie stałe proporcjonalne do różnicy impedancji obwodów rezonansowych.

Duża stromość krzywej rezonansu w wybranych początkowym punkcie pracy A_0 powoduje powstawanie dużych różnic impedancji przy bardzo małych zmianach pojemności, prowadząc do dużej czułości układu pomiarowego. W opisywanym przykładzie, w krytycznych warunkach pomiaru, na 1% wilgotności papieru, zmiana pojemności czujnika wynosi kilka setnych pikofarada. Należy podkreślić, że koniecznym warunkiem opisanego działania układu jest odsprężenie obydwu obwodów rezonansowych.

Układ stanowiący przedmiot wynalazku charakteryzuje się dużą czułością i stabilnością, prostą konstrukcją oraz małym kosztem budowy. Podstawową zaletą, dużą czułość uzyskano wykorzystując właściwości dwu zastosowanych w układzie obwodów rezonansowych przy całkowicie zlikwidowanym ich sprzężeniu wzajemnym. W rezultacie osiągnięta czułość jest rząd lepsza, niż innych układów w tej grupie.

Zastrzeżenie patentowe

Układ do pomiaru impedancji, w szczególności przy pomiarze wilgotności, oparty na układzie generatora sinusoidalnego, do obwodu którego wnosi się mierzoną impedancję, mogący służyć jako miernik lub wskaźnik wielkości elektrycznych lub nieelektrycznych, **znamienny tym**, że jego dwa obwody rezonansowe (L_1C_2 , L_2C_1) wzajemnie odsprężone są włączone odpowiednio między siatki sterujące lamp elektronowych (V_1 , V_2), a opornik upływowy siatek (R_1), przy czym opornik ten jest odblokowany kondensatorem (C_6), a kondensatory sprzęgające (C_{11} , C_{12}) powodujące początkowe przesunięcie fazy i ustalające punkt pracy na żądanym odcinku zbieżności krzywej rezonansu włączone są odpowiednio pomiędzy siatkę sterującą jedną z lamp, a anodę lampy drugiej.

Fig. 1

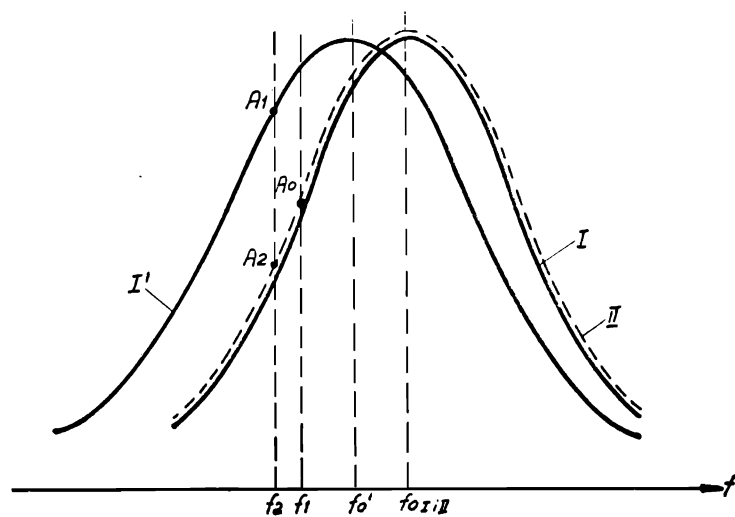
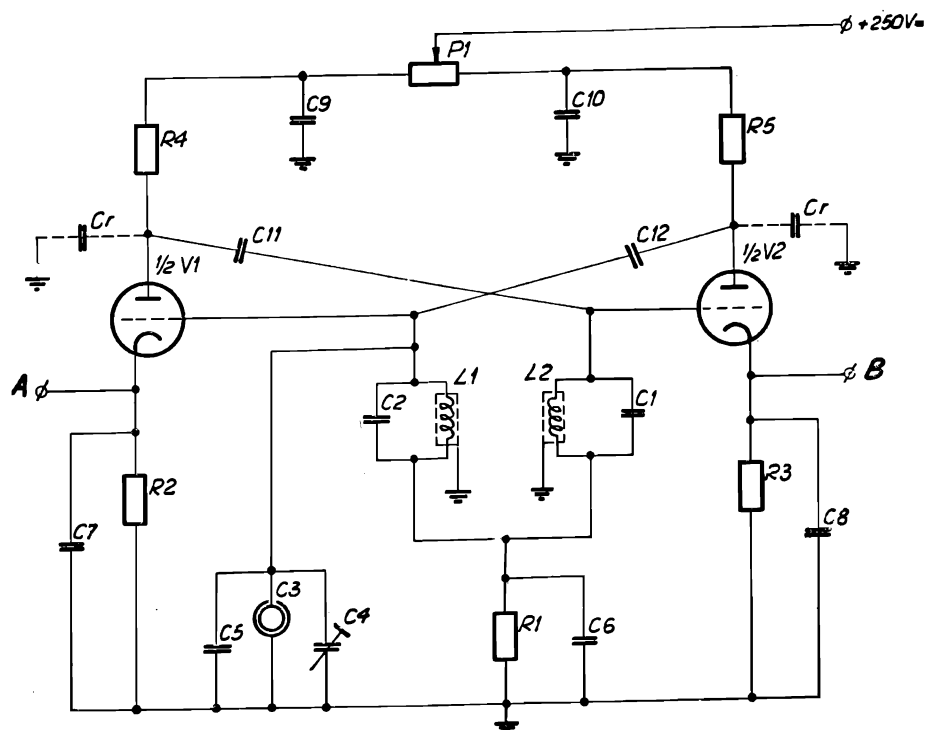


Fig. 2