

MĂSURĂTOR DE ADMITANȚĂ CU REZONANȚA SIMULATĂ ÎN COORDONATE POLARE

Autori: Victor SARANCEANU, Ion CARAMAN

Universitatea Tehnica din Moldova

Abstract: În lucrare este prezentată metoda de măsurare a admitanței prin metoda rezonanței simulate implementată în circuitul paralel. Sunt prezentate circuitul cu rezonanță simulată paralelă, simulatorul de admitanță, măsurătorul de admitanță, precum și rezultatele cercetării măsurătorului prin metoda simulării în programul MULTSIM. Rezultatele analizei sunt prezentate în formă de oscilograme în vecinătatea punctului de echilibru.

Cuvinte cheie: admitanță, impedanță, rezonanță, simulator de mărimi pasive, conectare paralelă.

1. Introducere

Utilizarea simulatoarelor metrologice pentru măsurarea elementelor pasive și utilizarea lor în calitate de elemente de referință la măsurarea impedanței și admitanței deschide mari perspective pentru îmbunătățirea caracteristicilor tehnice ale dispozitivelor. Cele mai importante avantaje, care rezultă din aceasta sunt:

- Excluderea elementelor reactive reglabile și cutiilor de reactanță;
- Excluderea comutatoarelor în circuitele de măsurare, determinată de variația tipului și caracterului mărimii măsurate;
- Simplificarea algoritmului de echilibrare a circuitului de măsurare până la două operațiuni în cazul măsurării ambelor componente ale componentelor pasive;
- Măsurarea componentelor cu orice caracter (activ, reactiv sau complex), precum și cu orice circuit echivalent de substituție (serie, paralel) fără modificarea structurii circuitului de măsurare;
- Măsurarea componentelor cu caracter de rezistență negativă;
- Controlul digital și automatizarea completă a procesului de măsurare;
- Posibilitatea realizării elementelor de referință pe bază de circuite integrate;
- Reducerea prețului, dimensiunii și greutateii dispozitivelor.

2. Circuitul cu rezonanță simulată paralelă

Una din formele de implementare a metodei rezonanței simulate [1] este posibilă în circuitul cu rezonanță simulată paralelă (Fig. 1). Circuitul poate fi utilizat pentru măsurarea componentelor admitanței în coordonate polare sau Carteziene. În continuare vor fi analizate elemente ale unui măsurător de admitanță în coordonate polare.

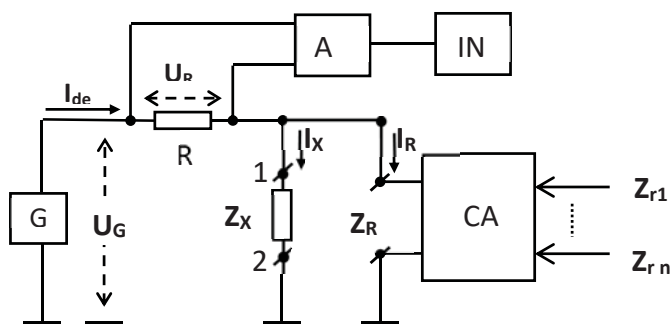


Figura 1. Circuitul cu rezonanță simulată paralelă pentru măsurarea componentelor admitanței

Circuitul [2] conține un generator de semnal de măsurare G, un rezistor R, două clemene pentru conectarea obiectului măsurat 1, 2 și un convertor de impedanță negativă CA conectate în circuit paralel. Pentru

formarea semnalului de dezechilibru se utilizează un amplificator diferențial A și un indicator de nul IN, conectate paralel rezistorului R.

2. Simulatorul de admitanță.

Simulatorul de admitanță [3] poate fi utilizat pentru reproducerea admitanțelor virtuale cu reglare independentă a modului și fazei. Structura convertorului este prezentată în figura 2.

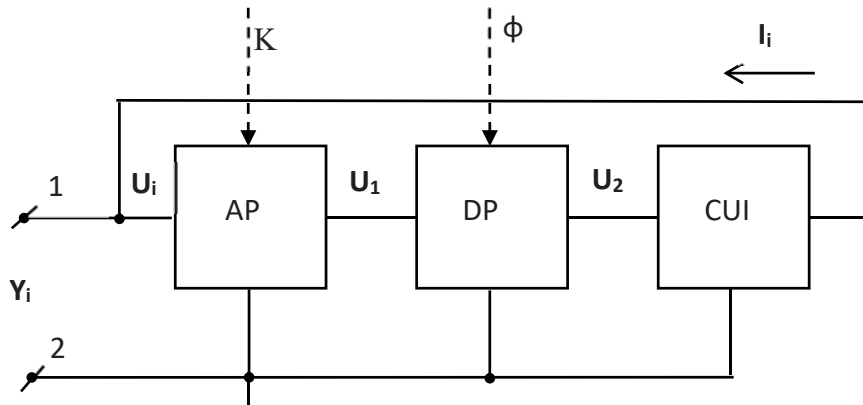


Fig.ura 2 Simulatorul de admitanță în coordonate polare comandat în tensiune

Simulatorul conține, conectate în cascadă, amplificatorul programabil AP cu impedența înaltă de intrare, defazorul programabil DP și convertorul de tensiune în curent CUI, conectat cu ieșirea la intrarea AP. Clemele 1 și 2 servesc pentru conectarea simulatorului în circuitul de măsurare.

Principiul de funcționare al simulatorului este bazat pe conversia tensiunii de intrare în curent cu introducerea ulterioară a acestuia în circuitul de intrare.

La ieșirea amplificatorului se obține un semnal U_1 care constituie:

$$U_1 = K \cdot U_i \quad (1)$$

unde: K este coeficientul de amplificare al amplificatorului.

Funcția de transfer a defazorului DP, K_ϕ poate fi reprezentată:

$$K_\phi = U_2/U_1 = M \cdot e^{j\phi} \quad (2)$$

unde: M – modulul funcției de transfer, ϕ – faza funcției de transfer.

Tensiunea U_2 la ieșirea defazorului DP constituie:

$$U_2 = K_\phi \cdot U_1 = K \cdot M \cdot e^{j\phi} \cdot U_i \quad (3)$$

La ieșirea convertorului tensiune – curent CUI se produce un curent I_i :

$$I_i = Y_i \cdot U_2 = Y_c \cdot K \cdot M \cdot e^{j\phi} \cdot U_i \quad (4)$$

unde: Y_c – admitanța de transfer a CO.

Admitanța Y_i reprodusă de convertor la clemenele 1 și 2 se determină:

$$Y_i = I_i/U_i = Y_c \cdot K \cdot M \cdot e^{j\phi} \quad (5)$$

Din (5) rezultă că modulul admitanței Y_i reproduse de convertor la contactele 1 și 2 depinde de coeficientul de amplificare K al AP, iar fază admitanței este egală cu unghiul de fază ϕ , introdus de DP. Reglarea coeficientului de amplificare K al AP rezultă în variația modului admitanței simulate Y_i , iar reglarea unghiului de fază ϕ rezultă în variația argumentului admitanței reproduse.

4. Măsurătorul de admitanță în coordonate polare.

În baza circuitului cu rezonanță simulată paralelă (Fig. 1) și a simulatorului de admitanță prezentat mai sus (Fig. 2) a fost realizat măsurătorul de admitanță cu rezonanță simulată paralelă în coordonate polare (Fig.3) [4]. Acest măsurător poate fi utilizat pentru măsurarea automată cu precizie înaltă a componentelor admitanței și impedanței.

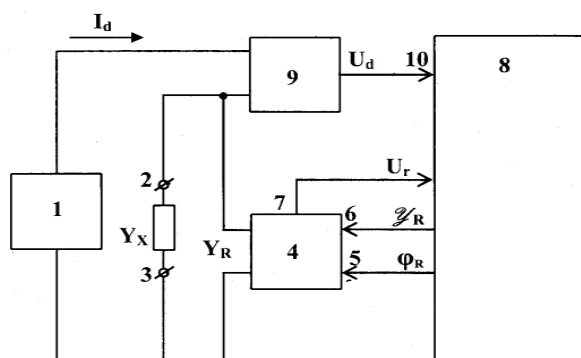


Fig.ura 3 Măsurătorul automat de admitanță în coordonate polare

Măsurătorul de admitanță funcționează în modul următor.

Obiectul măsurat cu admitanța Y_X se conectează la clemele 2 și 3. Convertorul de admitanță 4 (Brevet MD 2462) reproduce la clemele de ieșire o admitanță de referință Y_R , care împreună cu impedanța măsurată Y_X formează un circuit rezonant paralel alimentat cu tensiune de către generatorul 1. Convertorul de curent în tensiune 9 transformă curentul I_d consumat de circuitul rezonant în tensiunea U_d aplicată la intrarea de semnal 10 a blocului de comandă 8. Tensiunea U_r la contactul de referință 7 al convertorului de admitanță 4, care are aceeași fază cu curentul prin admitanța de referință Y_R reproducă de convertor, constituie semnalul de referință pentru blocul de comandă 8, care efectuează prin ieșirile de comandă 5 și 6 echilibrarea circuitului rezonant prin reglarea fazei φ_R și a modului Y_R admitanței Y_R reproduce de convertorul 4.

Procesul de măsurare se efectuează conform metodei de măsurare cunoscute (Brevet MD nr. 2509) și decurge în modul următor. La prima etapă blocul de comandă 8 instalează valoarea maximală a modului Y_R și faza $\varphi_R = 180^\circ$ pentru admitanța reproducă de convertorul 4 și reglează în trepte modulul Y_R până la trecerea valorii defazajului între semnalele U_d și U_r prin 90° . La etapa a doua blocul 8 reglează faza φ_R până la obținerea defazajului între semnalele U_d și U_r egal cu 180° . La ultima etapă blocul 8 reglează lin modulul Y_R până la trecerea valorii defazajului între semnalele U_d și U_r prin 180° , ceea ce corespunde stării de echilibru al circuitului de măsurare.

La terminarea procesului de măsurare blocul de comandă 8 deține informația despre valorile modului Y_R și fazei φ_R admitanței de referință, din care se determină valorile modului $Y_X = Y_R$ și fazei $\varphi_X = \varphi_R + 180^\circ$ a admitanței măsurate Y_X . Valorile obținute ale componentelor admitanței Y_X la necesitate pot fi recalculat în valorile componentelor impedanței Z_X a obiectului măsurat după relațiile cunoscute.

4. Modelarea procesului de măsurare în programul MULTISIM

Pentru studierea funcționării circuitului de măsurare a fost utilizat programul MULTISIM. Circuitul modelat este reprezentat în figura 4.

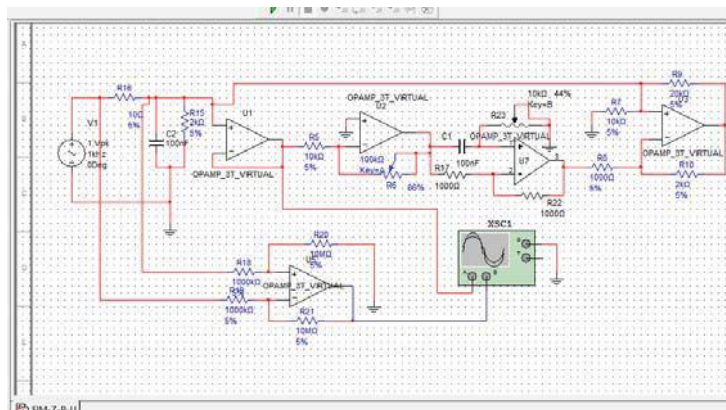


Figura 4 Circuitul cu rezonanță paralelă modelat în programul MULTISIM

În procesul măsurării se echilibrează circuitul de măsurare. Prin reglarea rezistenței R6 la prima etapă se obține un defazaj egal cu zero între semnale, iar la etapa a doua, prin reglarea rezistenței R23, se obține valoarea zero a semnalului de dezechilibru (Fig. 5).

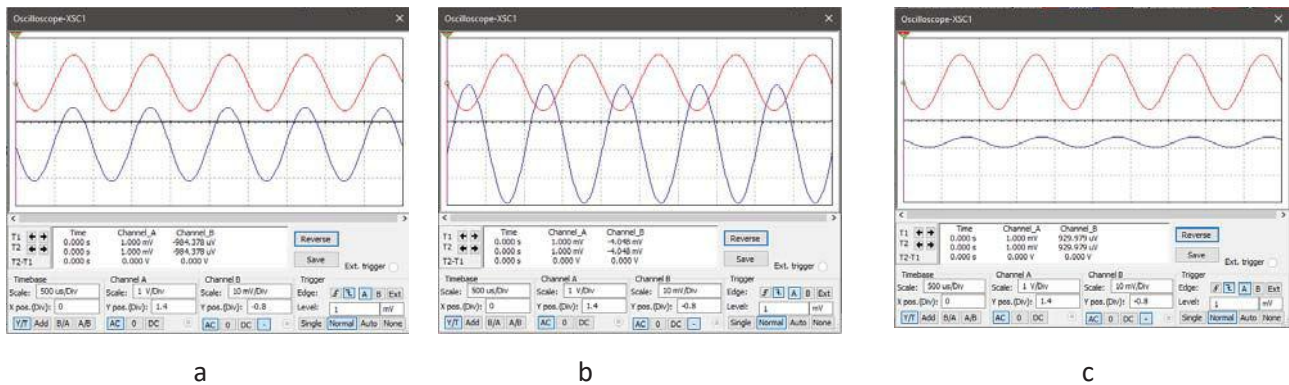


Figura 5. Procesul de echilibrare a circuitului de măsurare

Bibliografie

1. Brevet de invenție MD 628 Z. Metodă de măsurare a componentelor impedanței. Autor V. Nastas Chishinău, 2012
2. Brevet de invenție MD 2463. Dispozitiv pentru măsurarea componentelor impedanței. Autor V. Nastas. Chishinău, 2003
3. Brevet de invenție MD 446 Z. Convertor de admitanță. Autor V. Nastas Chishinău, 2011
4. Brevet de invenție MD 3462. Dispozitiv de măsurarea admitanței. Autor V. Nastas. Chishinău, 2006.