

# METODA CUADRIPOULUI ACTIV LA CALCULUL CIRCUITELOR ELECTRICE NELINIARE COMPUSE DE CURENT CONTINUU

**Studentii:** Rotari Andrian , Tatar Andrei  
**Conducător științific:** conf.univ. Arhip Potâng

**Abstract:**

Ideea de bază a acestei lucrari constă în analiza circuitelor electrice neliniare compuse prin metoda cuadripolului activ. Aplicarea metodei cuadripolului activ dă posibilitatea de a transforma circuitul electric neliniar, ce conține elemente neliniare (care nu pot fi legate între ele în serie, în paralel și mixt) la o schemă cu două noduri la care poate fi aplicată metoda grafo-analitică-metoda cu două noduri. Metoda propusă poate fi aplicată la calculul circuitului electric neliniar cu patru elemente neliniare.

Eroarea la calcule este determinată de exactitatea obținerii caracteristicilor rezultante la adăugarea caracteristicilor elementelor neliniare și elementelor liniare.

**Cuvinte cheie:** metoda cuadripolului activ, element neliniar, element liniar, metoda de superpoziție, regim mers în gol, tensiune în regim mers în gol, circuit echivalent de tip "T" sau de tip "II", metoda grafo-analitică (metoda cu două noduri), substituirea elementului neliniar prin element liniar.

Calculul circuitului electric neliniar simplu se reduce la obținerea caracteristicii rezultante ale elementelor neliniare grupate în serie, în paralel și mixt, prin aplicarea teoremelor lui Kirchhoff și deci nu prezintă dificultăți.

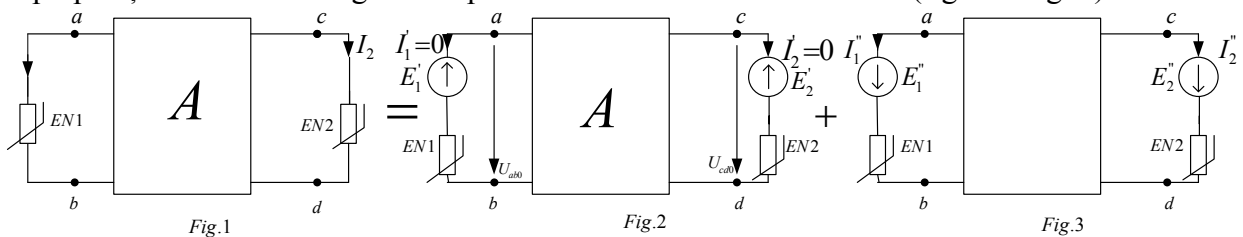
Calculul circuitelor electrice neliniare compuse este foarte complicat. Printre metodele de calcul cele mai frecvent aplicate pot fi enumerate:

- metoda analitică cu aplicarea caracteristicii elementului neliniar ,aproximată printr-o funcție analitică.
- metoda aproximării successive cu aplicarea tehnicii de calcul (metoda iterațiilor)
- metoda grafo-analitică (metoda cu două noduri -caz particular)
- metoda regimurilor mers la gol și scurt circuit .

Metodele enumerate pot fi aplicate în cazuri strict anumite .Problema calculului circuitelor electrice neliniare se complică în cazul cind avem un circuit electric compus constituit din elemente liniare, surse de energie și elemente neliniare care nu pot fi grupate în serie, în paralel sau mixt.

În lucrarea de față se propune metoda cuadripolului activ ce poate fi aplicată la calculul circuitelor electrice neliniare compuse cu două EN, cu trei EN și patru EN conectate izolat.

Ideea de bază a metodei constă în aceea că partea circuitului compus ,constituit din surse de energie și elemente liniare, se prezintă printr-un cuadripol activ, iar elementele neliniare se conectează la bornele (de intrare și de ieșire ) cuadripolului prezentat în fig.1. Aplicând metoda de superpoziție circuitul din fig 1. se reprezintă sub forma a două circuite (fig 2. și fig 3.)



Starea de regim a cuadripolului din fig.2 corespunde regimului mers în gol, deci avem  $E_1' = U_{abo}$  ;  $E_2' = U_{cdo}$ ;

Deoarece circuitul trebuie să se afle în regim normal de funcționare la menținerea acestui regim este necesar de introdus în ramurile respective  $E_1''$  și  $E_2''$  de aceleași valori cu  $E_1'$  și  $E_2'$  ,dar de sens opus ( fig.3).

Deoarece  $E_1'$  , $E_2'$  și sursele cuadripolului activ nu creează curenți în EN,atunci ele pot fi scurtcircuitate. Deci circuitul dat se prezintă sub forma de cuadripol pasiv conectat la ramurile ce conțin sursa de energie și EN , respectiv în ramura "a-b", $E_1'' = U_{abo}$  și EN1, iar în ramura "c-d"  $E_2'' = U_{cdo}$  și EN2.(fig.4)

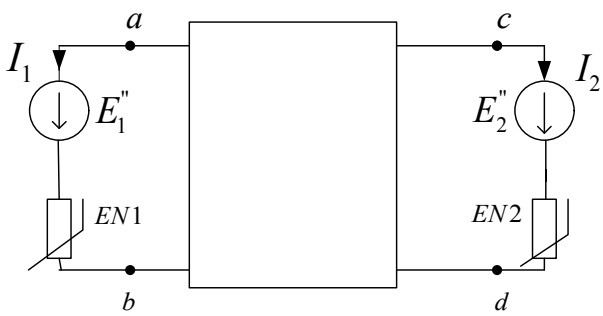


Fig.4

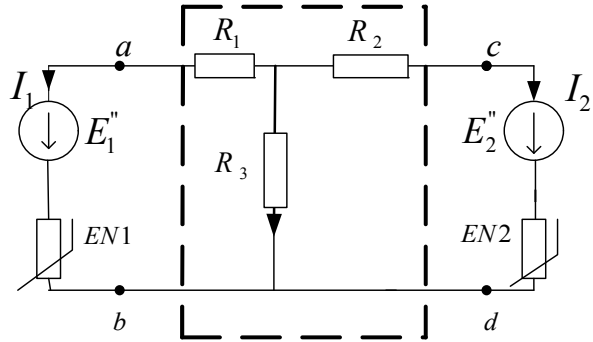


Fig.5

Din punct de vedere a structurii schemei, cuadripolul pasiv reprezintă circuit echivalent de tip “T” sau tip “II”

Circuitul din fig.5 reprezintă un circuit electric neliniar compus cu două noduri .La calculul curenților  $I_1, I_2, I_3$  se aplică metoda grafo-analitică -(metoda cu două noduri)

Conform acestei metode este necesar de construit caracteristicile tensiune-curent ale elementelor neliniare în funcție de unul și același parametru  $U_{21}$ , adică

$$I_1=f(U_{21}'); I_2=f(U_{21}''); I_3=f(U_{21}'''), \text{ unde}$$

$$U_{21}'=E_1 -U_1(I_1); U_{21}''=E_2 -U_2(I_2);$$

Avînd caracteristicile reconstruite și depuse cu luarea în considerație a deplasării cu  $E_1$  și  $E_2$  și aplicînd prima teoremă a lui Kirchoff se construiește caracteristica rezultantă:  $I_1(U_{21}') + I_2(U_{21}'') + I_3(U_{21}''') = f(U_{21})$ .

Punctul de intersecție a caracteristicii rezultante cu axa absciselor și va determina punctul regimului de funcționare a circuitului dat, adică  $U_{21}, I_1, I_2, I_3$ .

Procedura aplicată pentru cazul conectării a două elemente neliniare la cuadripolul activ (fig.1) se aplică și pentru cazul cu trei EN.

Prezintă dificultăți cazul conectării a 4 EN la cuadripolul activ (fig.6)

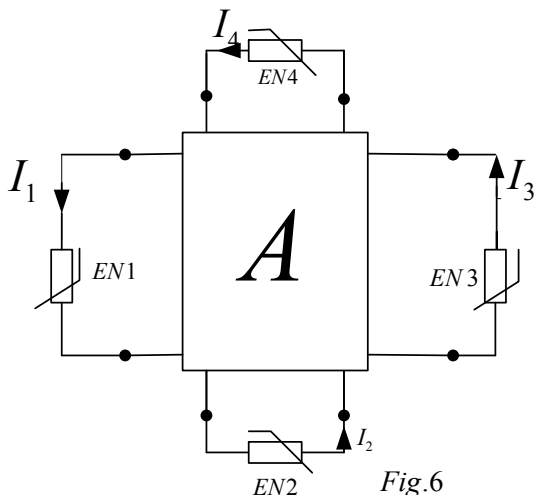


Fig.6

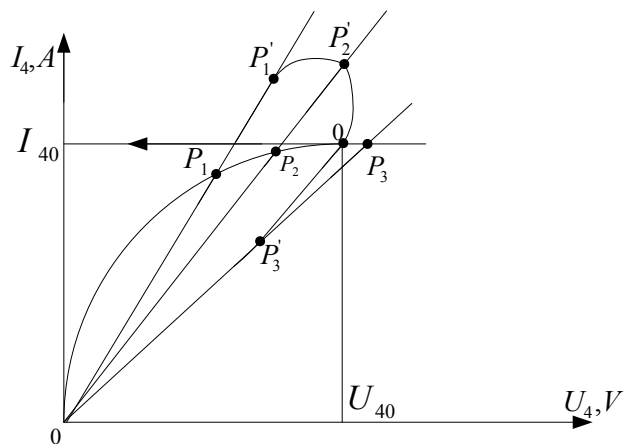


Fig.7

În cazul din fig.6 calculele se efectuează prin aplicarea următoarei proceduri .Elementul neliniar din ramura cu  $EN4$  se substituie printr-un element liniar  $R_4$ , ce corespunde punctului “ $p_1$ ” pe caracteristica  $EN 4$ .(fig.7), prin aplicarea metodei de aproximație .Astfel se obține circuitul cu 3EN ce pot fi calculate conform metodei indicate mai sus.

La prima etapă se calculează curentul și tensiunea în  $EN 4(U_4', I_4')$  ce corespunde punctului “ $p_1$ ” pe caracteristica  $I_4=f(U_4)$  (fig.7). Se efectuează din nou aproximația caracteristicii prin element liniar (punctul “ $p_2$ ”). Se determină “ $p_2$ ” prin aplicarea procedurii de la prima etapă, apoi se

determină punctul „p<sub>3</sub>”. Unind punctele p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub> și p<sub>3</sub> are loc intersecția caracteristicii I<sub>4</sub>=f(U<sub>4</sub>), în punctul „0” ce corespunde R<sub>4</sub>=U<sub>40</sub>/I<sub>40</sub>.

Substituind EN 4 prin element liniar obținem un circuit cu trei elemente neliniare. Având un circuit cu trei EN și aplicând procedura aplicată la calculul circuitului din fig.1 se determină curenții în elementele neliniare.

În lucrarea de față sau efectuat calcule pentru determinarea curenților în EN din fig.9 ce conține 2EN. Pentru circuitul din fig.9 se consideră cunoscute:

E<sub>1</sub>=80,V                      R<sub>1</sub>=6,Ω  
 E<sub>2</sub>=60,V                      R<sub>2</sub>=12, Ω  
 E<sub>3</sub>=180,V                     R<sub>3</sub>=22, Ω

Caracteristicile EN prezentate în fig. 8

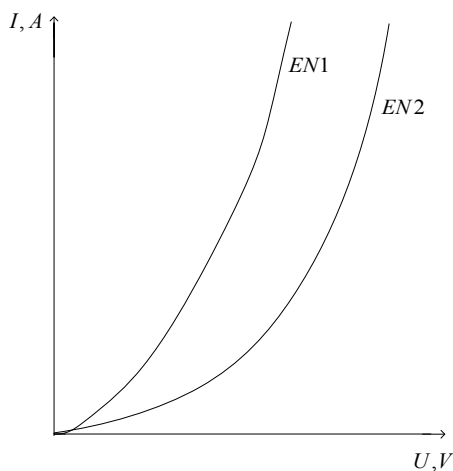


Fig.8

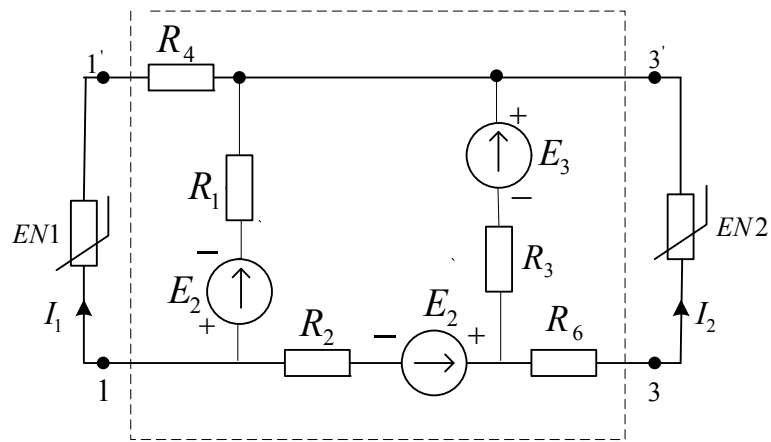


Fig.9

Pentru circuitul din fig.9 se cere de determinat I<sub>1</sub> și I<sub>2</sub> prin aplicarea metodei cuadripolului activ.

Prealabil construim caracteristicile rezultante pentru ramura (EN1+r<sub>1</sub>)-fig.10, ramura (EN2+r<sub>2</sub>) – fig.11 prin adăugarea caracteristicii EN cu element liniar (fig.11).

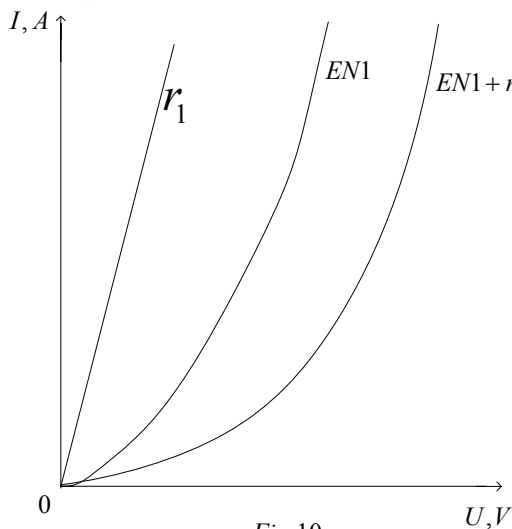


Fig.10

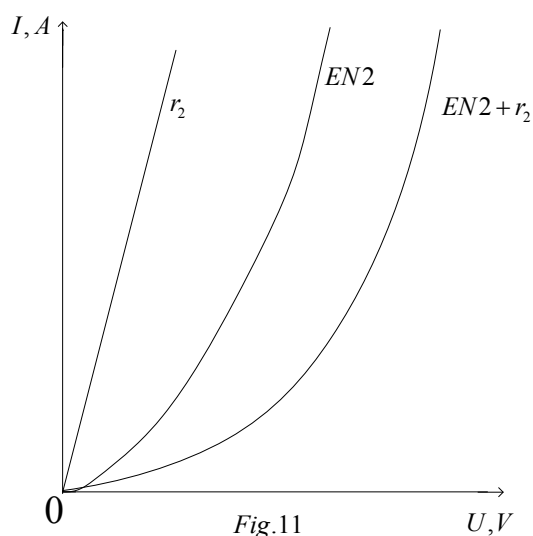


Fig.11

Având caracteristicile rezultante reconstruim caracteristicile cu aplicarea relației pentru curenții din ramurile „1’ și „2’ în funcție de unul și același parametru „ U<sub>ab</sub>’ „I<sub>1</sub>=f(U<sub>ab</sub>’); I<sub>2</sub>=f(U<sub>ab</sub>’); I<sub>3</sub>=f(U<sub>ab</sub>’); unde U<sub>ab</sub>’= E<sub>1</sub> -U<sub>1</sub>(I<sub>1</sub>);

$$U_{ab}'' = E_2' - U_2(I_2);$$

$$U_{ab}''' = I_3 * r_3;$$

$$E_1' = 56, V; E_2' = 92, V.$$

Caracteristicile sunt prezentate în fig.12.

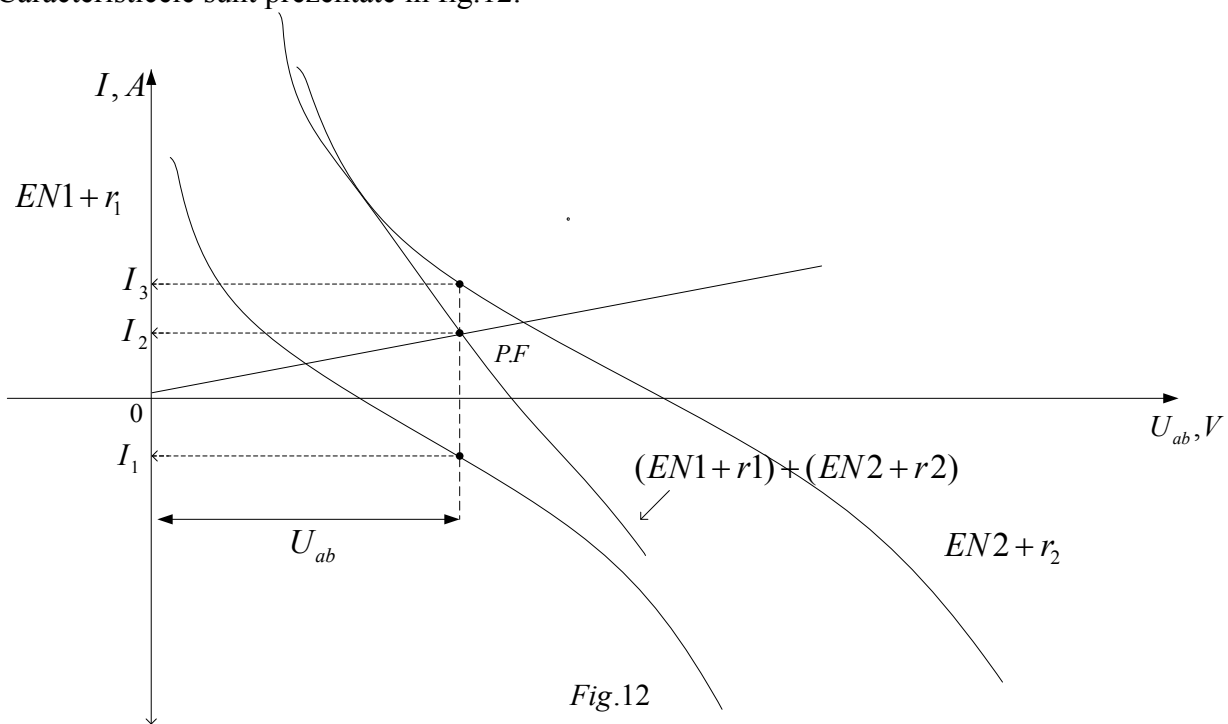


Fig.12

Avînd caracteristicile reconstruite în funcție de unul și acelaș parametru „ $U_{ab}$ ” și aplicînd prima teoremă a lui Kirchoff obținem punctul regimului de funcționare ce corespunde intersecției caracteristicii rezultante pentru ramurile „1” și „2” cu caracteristica ramurei cu  $r_3 = 1.8\Omega$ , adică  $I_1(U_{ab}') + I_2(U_{ab}'') = I_3(U_{ab}''')$ ; În punctul de intersecție, avem.:  $U_{ab} = 67,5V$   
 $I_1 = -1.7, A; I_2 = 3.3, A; I_3 = 1.6A.$

### Concluzii:

1. La calculul circuitelor electrice neliniare compuse se aplică diferite metode de calcul ce se caracterizează prin avantajele și dezavantajele lor în cazul concret de aplicație.
2. Cu creșterea complexității structurii circuitului, cresc și dificultățile legate de aplicarea metodei respective.
3. Metoda cuadripolului activ propusă în lucrare, permite de a reduce circuitul complicat la aplicarea metodei grafo-analitică (metoda cu două noduri)
4. Metoda cuadripolului activ este o metodă laborioasă și se aplică pentru circuitul electric neliniar compus cu un număr de elemente neliniare cu  $2EN$ , cu  $3EN$ , cu  $4EN$  legate între ele izolat.

### Bibliografie

1. A. Bessonov. Nelineinâe âlectriceschie țepi M 1986.
2. B. Juhovițchii, I. Negnevițchii. Teoreticeschie osnovî âlectrotehnichi, „Ănerghia”, 1987.
3. K. Șimoni. Teoreticescaia âlectrotehnica, izd. „Mir”, M.
4. E. Filippov. Nelineinaia âlectrotehnica „Ănerghia”, 1965.