

Simularea circuitelor electrice



Punctaj:

Laborator – 20 pct

Teste laborator – 20 pct

Colocviu laborator – 10 pct

Test curs – 50 pct

Contact:

Sala EB223

adelina.bordianu@upb.ro

<http://elth.pub.ro/~abordianu/>

Elemente de baza in teoria circuitelor electrice



Semnalele electrice

1. Semnale continue
 2. Semnale de tip treapta
 3. Semnale de tip impuls
 4. Semnale periodice
- 
- rectangulare
 - triunghiulare
 - dinti de fierastrau
 - sinusoidale

Elemente de circuit

- $x(t)$ – semnalul aplicat
- $y(t)$ – raspunsul circuitului la semnalul dat
- Forma generala $y(t)=y(x(t),t)$

1. Elemente liniare de circuit

- invariabile in timp $y(t) = k \cdot x(t), \quad k = ct$
- variabile in timp $y(t) = k(t) \cdot x(t)$

2. Elemente neliniare de circuit

- invariabile in timp $f(x(t), y(t)) = 0$
- variabile in timp $g(x(t), y(t), t) = 0$

Elemente de circuit

$$p(t) = u(t) \cdot i(t)$$

- $p(t) > 0$ pentru toate punctele caracteristicii electrice de circuit \rightarrow elemente pasive de circuit
- $p(t) < 0$ in cel putin un punct al caracteristicii electrice de circuit \rightarrow elemente active de circuit
- Elementele pasive de circuit – disipative (R) sau nedisipative (L sau C)
- Elemente active de circuit – surse independente sau comandate

Rezistorul

1. Liniar si invariabil in timp $u(t) = R \cdot i(t)$ sau $i(t) = G \cdot u(t)$

Caz particular: - conductorul perfect $R=0$ - este controlat in curent
- izolatorul perfect $G=0$ - este controlat in tensiune

2. Neliniar si invariabil in timp

- controlat in curent: $u(t) = u(i(t))$ sau $u = \hat{u}(i)$
- controlat in tensiune: $i(t) = i(u(t))$ sau $i = \hat{i}(u)$



Rezistorul

1. Liniar si variabil in timp $i(t) = G(t) \cdot u(t)$

2. Nelinier si variabil in timp

- controlat in curent: $u = \hat{u}(i, t)$

- controlat in tensiune: $i = \hat{i}(u, t)$



Bobina

1. Liniar si invariabil in timp $\rho(t) = L \cdot i(t)$
2. Neliniar si invariabil in timp
 - controlat in curent: $\rho = \hat{\rho}(i)$
 - controlat in flux magnetic: $i = \hat{i}(\rho)$



Bobina

1. Liniar si variabil in timp $\rho(t) = L(t) \cdot i(t)$
2. Neliniar si variabil in timp
 - controlat in curent $\rho = \hat{\rho}(i, t)$
 - controlat in flux magnetic



Condensator

1. Liniar si invariabil in timp $q(t) = C \cdot u(t)$
2. Nelinier si invariabil in timp
 - controlat in tensiune: $q = \hat{q}(u)$
 - controlat in sarcina: $u = \hat{u}(q)$

Condensator

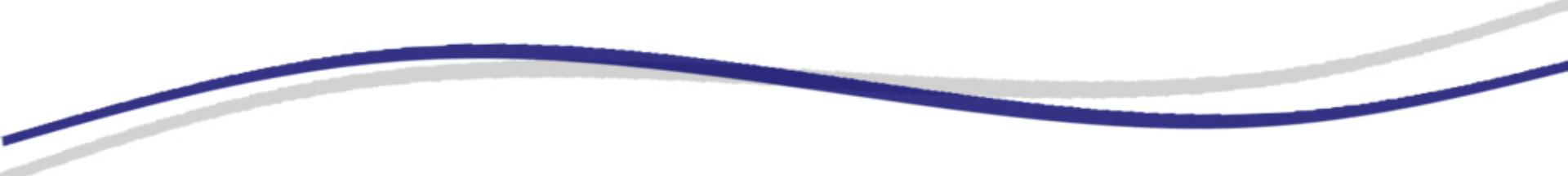
1. Liniar si variabil in timp $q(t) = C(t) \cdot u(t)$
2. Nelinier si variabil in timp
 - controlat in tensiune : $q = \hat{q}(u, t)$
 - controlat in sarcina



Surse independente

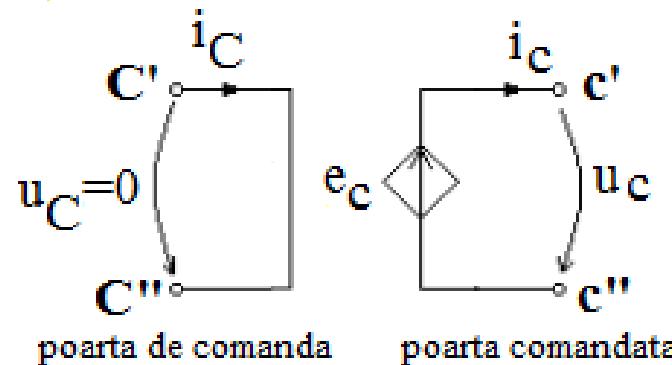
1. De tensiune – ideale
– reale

2. De curent – ideale
– reale



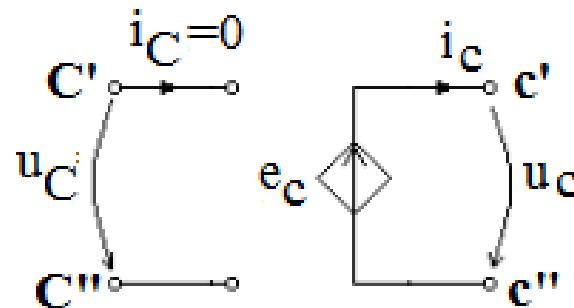
Surse comandate

- sunt surse de tensiune sau curent ale caror valori depend de alte marimi electrice din circuit
- **STCC $e_c(i_c)$**
- $u_C = 0$
- $u_c = e_c = R_{cC} i_c$

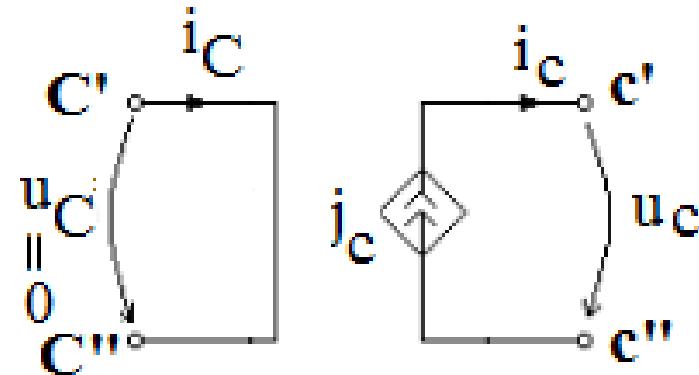


Surse comandate

- STCT $e_c(u_c)$
- $i_c = 0$
- $u_c = e_c = A_{cc} u_c$

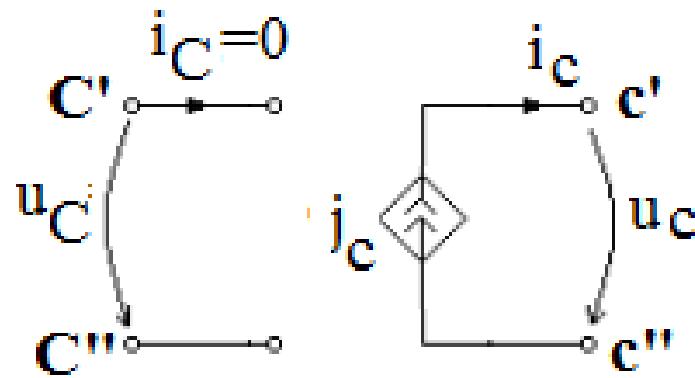


- SCCC $j_c(i_c)$
- $u_c = 0$
- $i_c = j_c = B_{cc} i_c$

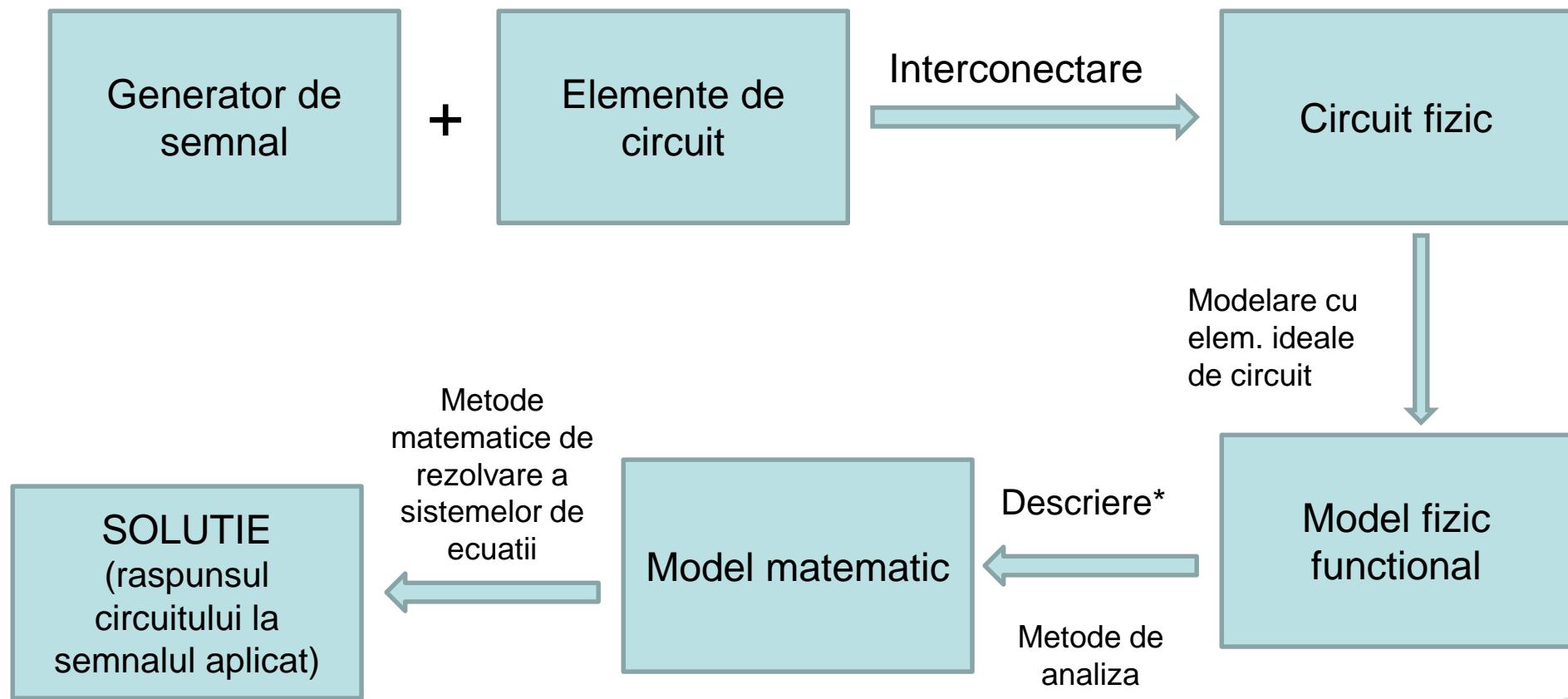


Surse comandate

- SCCT $j_c(u_c)$
- $i_c = 0$
- $i_c = j_c = G_{cc} u_c$



1.3.Circuite electrice



1.4. Tipuri de analiza

- Analiza in domeniul timp
- Analiza in domeniul frecventa
- Analiza mixta



Analiza in domeniul timp

- Se aplica atat pentru circuite liniare cat si neliniare, atat in regimuri periodice cat si neperiodice
- Pentru a fi elocventa trebuie sa se desfasoare pe o perioada de timp Δt suficient de mare pentru a permite componentelor tranzitorii ale solutiei $x_t(t) = A \cdot e^{-(t/\zeta_{\max})}$ sa se amortizeze
- Obligatoriu perioada de timp Δt trebuie sa fie mai mare decat cea mai mare perioada a semnalului aplicat



Analiza in domeniul frecventa

- Se aplica pentru circuitele liniare ce functioneaza in regimuri periodice permanente
- Se bazeaza pe descompunerea in serie Fourier

$$f(t) = \frac{1}{2}a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(\omega_n t) + b_n \sin(\omega_n t)]$$



Analiza mixta

- Circuitul este descompus intr-o parte liniara care este analizata in frecventa si o parte neliniara analizata in timp
- Metoda combinata se numeste Metoda Balantei Armonice (Aplac, Spectre, Microwave Harmonica)

Conditii de existenta si unicitate a solutiilor circuitelor rezistive liniare

Criteriul general (de consistenta)

- Un circuit are solutie unica daca ecuatiile acestuia sunt satisfacute simultan de o multime unica de tensiuni si curenti. Exista circuite simple care nu au solutie sau au un numar infinit de solutii.
- Orice circuit trebuie sa satisfaca Teoremele Kirchhoff 1 si 2 si ecuatiile constitutive ale elementelor

Conditii de existenta si unicitate a solutiilor circuitelor rezistive liniare

Criteriu matematic

- Conditia de existenta si unicitate a solutiei unui sistem liniar de n ecuatii algebrice $Ax=B$ este $\det A \neq 0$. Aceasta conditie exprima faptul ca ecuatiile sistemului sunt liniar independente intre ele.
- A este o matrice patratica nesingulara

Conditii de existenta si unicitate a solutiilor circuitelor rezistive liniare

Criteriul topologic

Un circuit rezistiv liniar are o solutie unica pentru orice valori ale tensiunilor electromotoare si ale surselor de curent daca si numai daca sunt satisfacute urmatoarele conditii:

- nu exista nici o bucla formata numai din surse de tensiune (se invalideaza TK2);
- nu exista nici o sectiune formata numai din surse de curent (se invalideaza TK1).