UNIUNEA EUROPEANĂ

GUVERNUL ROMÂNIEI

Instrumente Structurale
2007-2013

Platformă de e-learning și curriculă e-content pentru învățământul superior tehnic

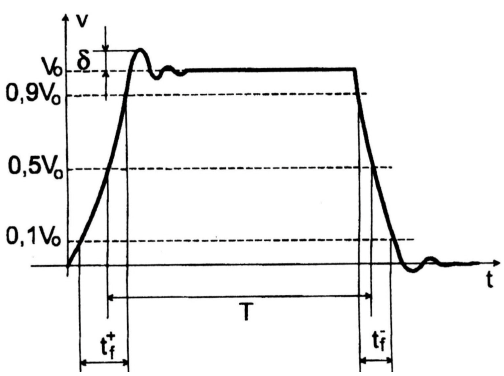
Electronică Digitală

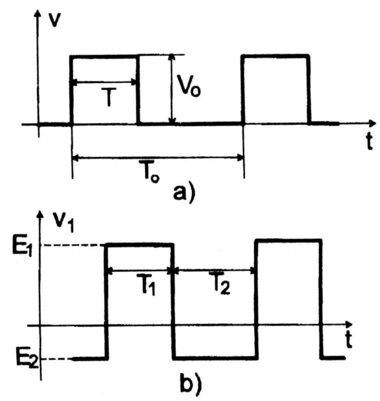
1. Parametrii de comutație ai circuitelor de impulsuri

Circuite elementare de prelucrare a impulsurilor

Impuls electric

- semnal neperiodic de durată finită





- mărimi caracteristice unui impuls:

  - amplitudine, V_0, $(mV \div V)$;
  - durată, T, (la 0,5 din amplitudine); $ns \div 10^2 s$;
  - timp de creştere, front crescător, front anterior, t_{cr}, t_f^+, t_{fLH};
  - timp de cădere, front descrescător, front posterior, t_{cad}, t_f^-, t_{fHL};
  - supracreştere, δ, val. maximă : 0,1;
  - căderea palierului, Δ, val. maximă : 0,1;
  - perioada impulsurilor, T_0, cu valori comparabile cu T;
  - factor de umplere, $\gamma = \dfrac{T}{T_0}$, (probleme dacă $0 \leftarrow \gamma \rightarrow 1$)

Procesul tranzitoriu într-un circuit de ordinul I

- un singur element reactiv (majoritatea cazurilor practice);
- echivalent: circuit cu o funcţie de transfer de ordinul I sau circuit caracterizat printr-o ecuaţie diferenţială liniară de ordinul I.

$$\tau \frac{dx(t)}{dt} + x(t) = z(t)$$

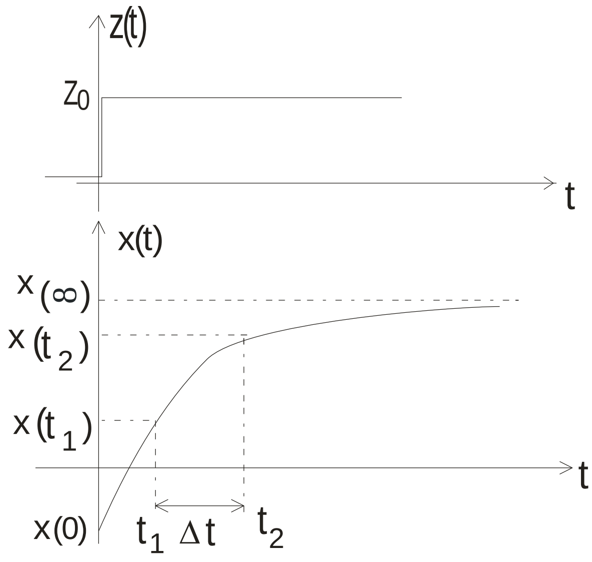
cu:

τ constanta de timp a circuitului (unică);

$x(t)$ mărimea electrică cu valoarea iniţială $x(0)$;

$z(t)$ excitaţia, pentru $t > 0$.

- caz particular (cel mai frecvent): $z(t)$- semnal treaptă, amplitudine z_0:



- la $t \to \infty$, circuitul ajunge la un regim staţionar (echilibru), în care $x(t) \to x(\infty)$, constant, uşor de stabilit prin analiza sumară a circuitului, deci: $z_0 = x(\infty)$.

- soluţia ecuaţiei diferenţiale:

$$x(t) = A + Be^{-\frac{t}{\tau}} \text{ cu condiţiile:}$$

$$\lim_{t\to\infty} x(t) = A = x(\infty)$$

$$x(0) = x(\infty) + B \quad \Rightarrow \quad B = x(0) - x(\infty)$$

rezultă:

$$x(t) = x(\infty) + \left[x(0) - x(\infty)\right]e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ sau:}$$

$$x(t) = x(0) + \left[x(\infty) - x(0)\right](1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

- mărimile $x(0)$, $x(\infty)$ şi τ se deduc prin inspectarea circuitului luând în considerare fenomenele fizice din circuit ce apar la apariţia semnalului treaptă.

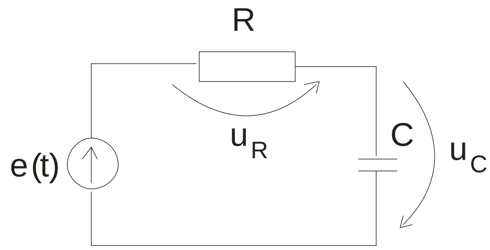
- intervalul de timp dintre două valori ale mărimii electrice:

$$x(t_1) = x(\infty) + \left[x(0) - x(\infty)\right]e^{-\frac{t_1}{\tau}};$$

$$x(t_2) = x(\infty) + \left[x(0) - x(\infty)\right]e^{-\frac{t_2}{\tau}};$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \tau \ln \frac{x(\infty) - x(t_1)}{x(\infty) - x(t_2)}.$$

Circuitul RC serie



- răspuns pe capacitate şi pe rezistenţă

a) excitaţie salt treaptă de tensiune de valoarea E:

$$u_R(t) = u_R(\infty) + \left[u_R(0) - u_R(\infty)\right] e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$u_C(t) = u_C(\infty) + \left[u_C(0) - u_C(\infty)\right] e^{-\frac{t}{\tau}}$$

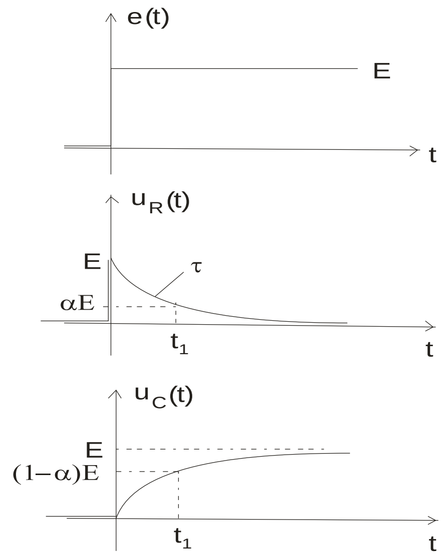
- la saltul de tensiune capacitatea se comportă ca un scurtcircuit şi se încarcă în timp, astfel:

$$u_C(0_+) = 0; \quad u_R(0_+) = E; \quad u_C(\infty) = E; \quad u_R(\infty) = 0.$$

rezultă:

$$u_R(t) = E\, e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$u_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$



- durata impulsului la amplitudinea αE (pe rezistenţă):

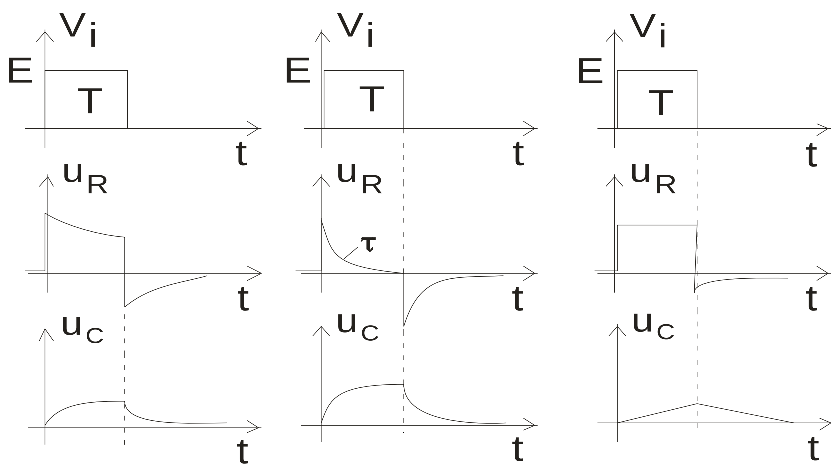
$$\alpha E = Ee^{-\frac{t_1}{\tau}}; \quad (1-\alpha)E = E(1-e^{-\frac{t_1}{\tau}}) \quad \Rightarrow \quad t_1 = \tau \ln\frac{1}{\alpha}$$

Numeric:

$$\alpha = 0{,}1 \quad \Rightarrow \quad t_1 = 2{,}3\tau \quad \Rightarrow \quad u_C(t_1) = 0{,}9E;$$
$$\alpha = 0{,}01 \quad \Rightarrow \quad t_1 = 4{,}6\tau \quad \Rightarrow \quad u_C(t_1) = 0{,}99E;$$

Concluzie: *o capacitate se încarcă, practic complet, în 3-4 constante de timp*.

b) excitaţie sub formă de impuls ideal de tensiune:

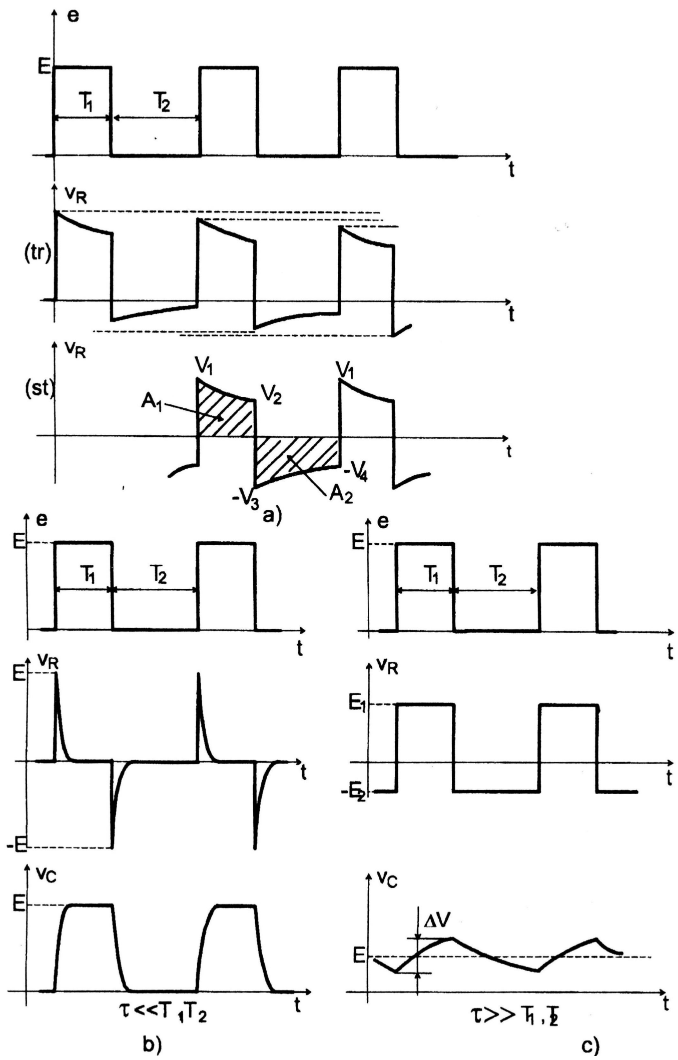


- forme de undă pentru cazurile: T şi τ comparabile, $T >> \tau$ şi $T << \tau$;
- circuit de derivare, circuit de integrare, circuit de trecere, circuit care deformează impulsurile

c) excitaţie cu o succesiune de impulsuri ideale de tensiune

- condiţii iniţiale nule;

- tensiunea de pe rezistenţă şi de pe capacitate pentru diferite rapoarte între constanta de timp şi duratele ce caracaterizează impulsurile de comandă;



- deducerea tensiunilor:

$$Q_{inc} = Q_{desc} \quad \Rightarrow \quad \int_0^{T_1} \frac{V_1 e^{-\frac{t}{\tau}}}{R} dt = \int_0^{T_2} \frac{V_3 e^{-\frac{t}{\tau}}}{R} dt$$

$$V_2 = V_1 e^{-\frac{T_1}{\tau}}; \quad V_4 = V_3 e^{-\frac{T_2}{\tau}}$$
$$V_2 + V_3 = V_4 + V_1 = E$$

Se rezolvă ultimele patru ecuaţii, se deduc tensiunile V_1, V_2, V_3 şi V_4 şi se verifică prima relaţie (care arată şi faptul că tensiunea continuă pe rezistenţă, în regim permanent, este nulă, componenta continuă a impulsurilor de comandă regăsindu-se pe capacitate).

- pentru circuitul de trecere, mărimile caracteristice se pot deduce din expresiile tensiunilor V_1, V_2, V_3 şi V_4, dar se pot deduce mai simplu din relaţiile:

$$E_1 + E_2 = E; \quad T_1 E_1 = T_2 E_2$$

$$E_1 = E\frac{T_2}{T_1 + T_2}; \quad E_2 = E\frac{T_1}{T_1 + T_2}.$$

- pentru circuitul de integrare, mărimile caracteristice se pot deduce:

  - componenta continuă:

$$E_0 = E\frac{T_1}{T_1 + T_2};$$

  - ondulaţia:

$$\Delta E = \frac{I_{desc} T_2}{C} = \frac{E_0}{R}\frac{T_2}{C} = E\frac{T_1 T_2}{RC(T_1 + T_2)}.$$

Sursa: Nicolae Cupcea, *Structura circuitelor digitale*, Editura Matrix Rom, Bucureşti.