
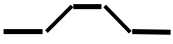





Cap.3. CIRCUITE DE IMPULSURI

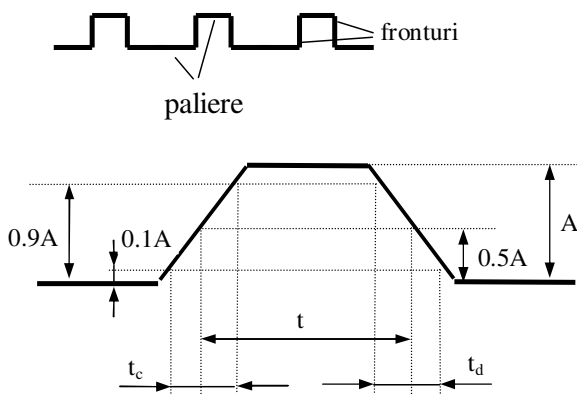
3.1. Generalități

Prin impuls se intelege o variație rapida de tensiune sau de curent care durează un timp scurt in comparație cu perioada de succesiune a acestor variații.

Impulsurile pot avea diferite forme:

- dreptunghiular 
- trapezoidal 
- triunghiular 
- in dinte de ferestru (tensiune liniar variabila) 
- in forma de clopot 

3.2. Mărimi specifice impulsurilor

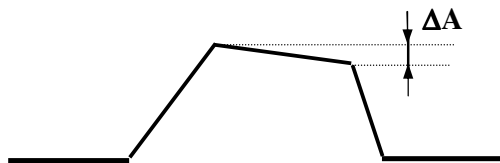


t - durata impulsului - durata dintre momentul in care valoarea impulsului este 0.5A, unde A = amplitudinea;

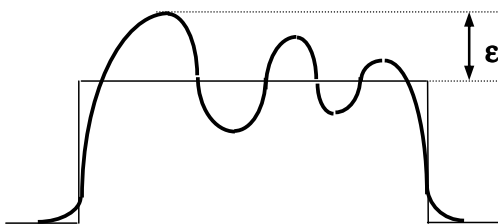
t_c - durata frontului anterior - este timpul in care semnalul creste de la 0.1A la 0.9A;

t_d - durata frontului posterior - este timpul in care semnalul scade de la 0.9A la 0.1A.

Pentru impulsurile cu următoarele forme se definește:



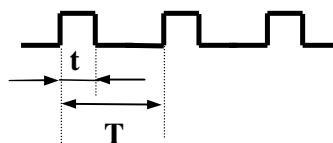
ΔA - descreșterea palierului



ϵ - supracreșterea - este diferența dintre A_{maxim} și A_{mediu}

In cazul impulsurilor periodice se definește:

- durata impulsului..... t
- perioada impulsului... T
- coeficientul de umplere... $Q=t/T$



Impulsurile pot fi obținute prin 2 metode: - prin formare;
- prin generare.

Circuitele pentru formarea impulsurilor sunt:

- circuite de limitare (utilizează la intrare un semnal sinusoidal);
- circuite de derivare;
- circuite de integrare.

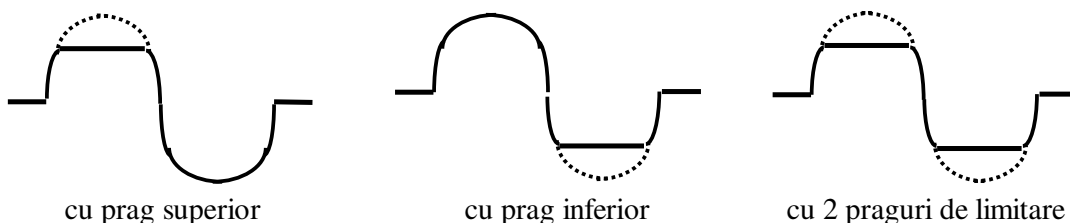
Circuitele pentru generarea impulsurilor sunt circuitele basculante astabile.

3.3. Circuite pentru formarea impulsurilor

3.3.1. Circuite de limitare

Sunt circuite care determina la ieșire o tensiune proporțională cu tensiunea de intrare atunci când aceasta este cuprinsa între anumite limite numite praguri de limitare. Când tensiunea de intrare este în afara acestor praguri, atunci tensiunea de ieșire este constantă. Semnalul aplicat la intrare poate fi de orice formă, însă de obicei se utilizează semnalul sinusoidal.

Oscilații sinusoidale limitate



Pentru realizarea limitatoarelor se utilizează componente neliniare de circuit (diode redresoare, Zener, tranzistoare) și limitarea se realizează prin trecerea acestor componente din stare de conducție în stare de blocare și invers.

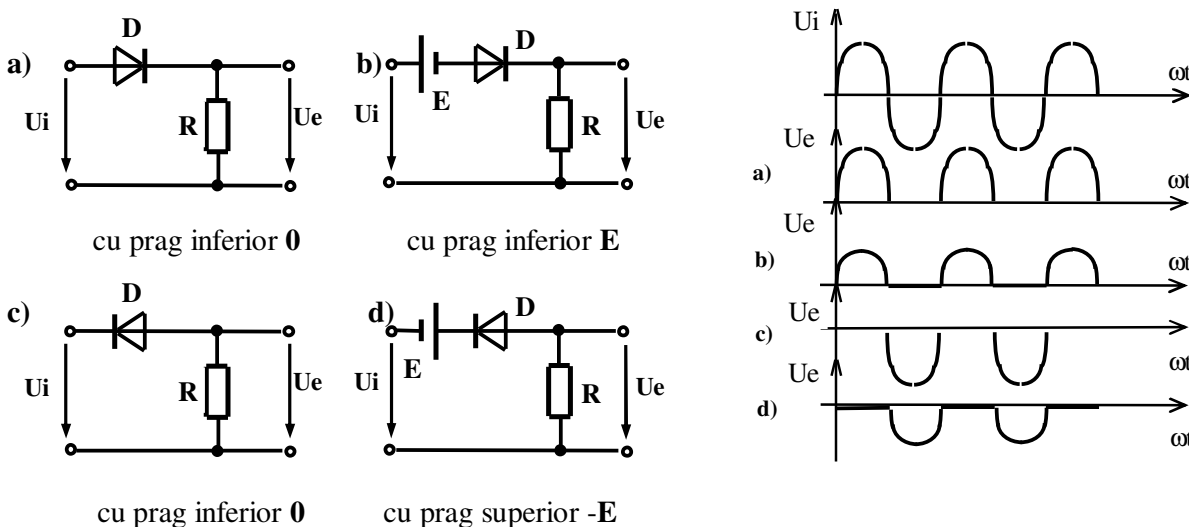
După modul de conectare a elementului neliniar față de consumator, limitatoarele sunt de 2 tipuri: serie și paralel.

În cazul limitatoarelor realizate cu diode redresoare pragul inferior sau superior este:

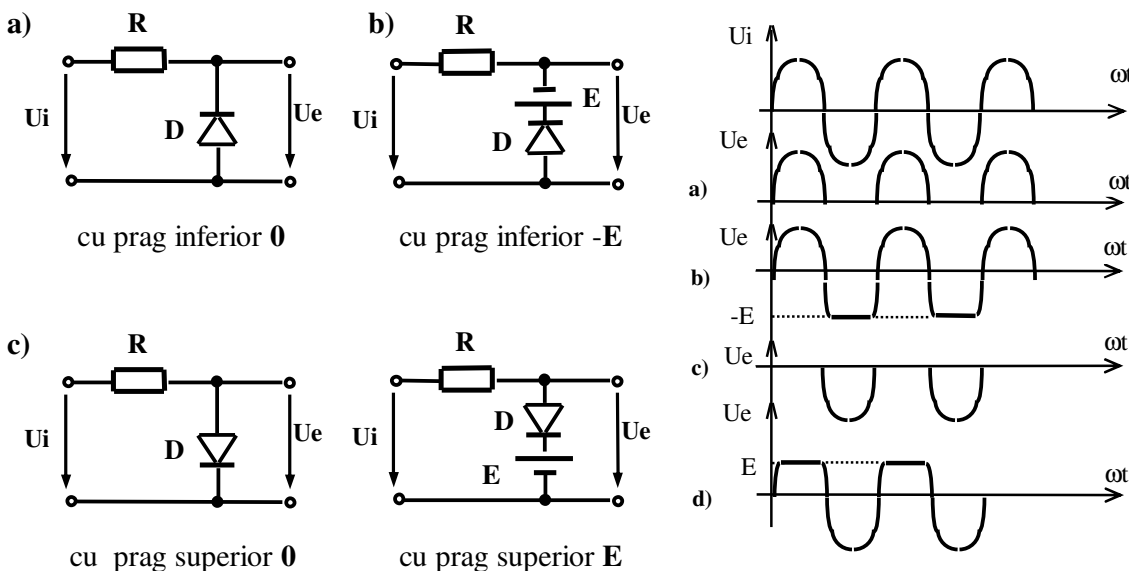
- zero când în circuit nu există sursa de tensiune continuă;
- diferit de zero când în circuit există o sursă de tensiune continuă.

Totdeauna sursa este conectată ca să polarizeze invers diodele.

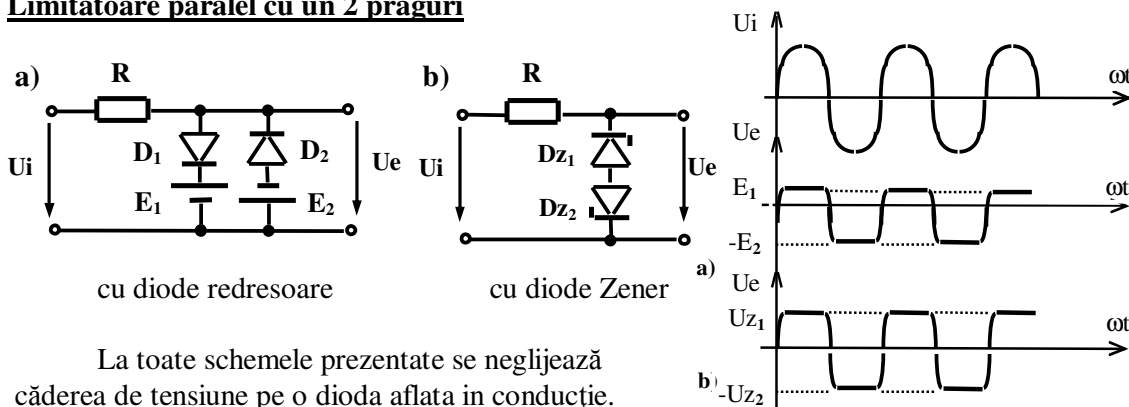
Limitatoare serie cu un singur prag



Limitatoare paralel cu un singur prag



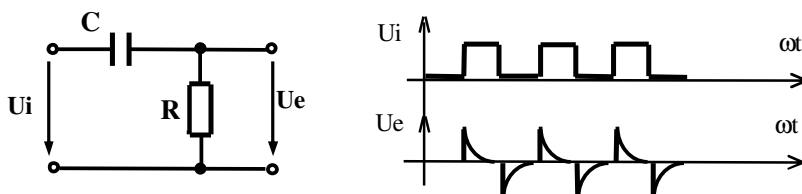
Limitatoare paralel cu un 2 praguri



La toate schemele prezentate se neglijează căderea de tensiune pe o dioda aflata in conducție.

3.3.2. Circuite de derivare

Sunt utilizate pentru obținerea unor impulsuri de scurta durata (filtru trece-sus).



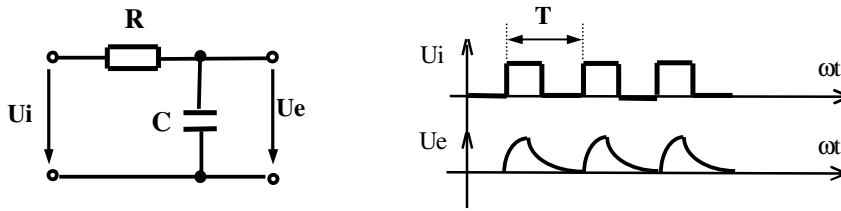
Fronturile tensiunii U_i se regăesc la ieșire deoarece pe durata lor condensatorul este in scurtcircuit. In continuare U_e scade exponențial odată cu încărcarea condensatorului. Pentru un impuls dreptunghiular de intrare la ieșire se obțin 2 impulsuri scurte de polaritati diferite. Pentru a obține impulsuri de durata cat mai mica (U_e sa revină cat mai repede la zero) trebuie ca $\tau \ll T$, unde $\tau = RC$ este constanta de timp a circuitului.

$$\langle \tau \rangle_{SI} = s \quad \langle R \rangle_{SI} = \Omega \quad \langle C \rangle_{SI} = F$$

Circuitul realizează derivarea U_i deoarece pe durata palierului U_i rezulta $U_e = 0$.

3.3.2. Circuite de integrare

Sunt circuite utilizate pentru obținerea de impulsuri cu fronturi modificate fata de cele ale semnalului de intrare. Ele realizează integrarea semnalului de intrare (filtru trece-jos).



$U_e = U_c$ și U_c are o variație exponențială în timp.

U_e variază pe durata palierului U_i .

Pentru implementarea acestei condiții trebuie ca $\tau \gg T$, unde $\tau = RC$ este constanta de timp a circuitului.

3.4. Filtre pasive

Filtrele sunt proiectate să separe anumite părți dintr-o bandă dată de frecvențe. Ideal, un filtru ar trebui să transmită toate frecvențele utile, fără atenuare și defazaj, eliminând în același timp celelalte componente de frecvență inutile. În realitate însă este imposibil de obținut un astfel de filtru și se admite până la urmă compromisul dintre caracteristicile impuse de aplicația dată și posibilitățile de realizare. Imperfecțiunile ce caracterizează un filtru sunt explicate prin faptul că atenuarea în banda de trecere nu este de fapt nulă, iar în afara benzii de trecere nu poate fi infinită; totodată tranziția între banda de trecere și restul de frecvențe nu se face brusc, ci lent.

Este necesară definirea principalelor caracteristici ale unui filtru.

Examinând figurile 3.1 și 3.2 se poate constata că un filtru (trece-jos sau trece-sus) poate fi definit prin patru parametri: A_{max} , A_{min} , f_a și f_p . Parametrul A_{max} reprezintă atenuarea maximă în interiorul benzii de trecere; A_{min} este atenuarea minimă în afara benzii de trecere, în timp ce frecvențele f_p și f_a delimitează banda de atenuare. Între cele două frecvențe există o bandă de tranziție marcată chiar de cele două frecvențe f_a respectiv f_p .

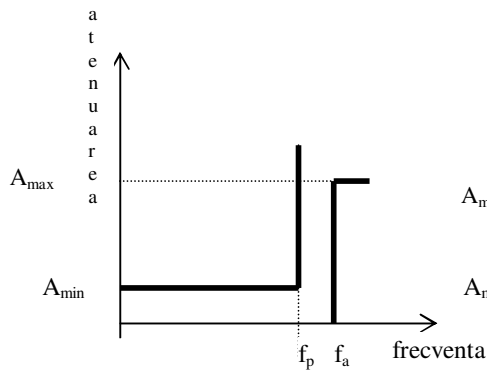


Figura 3.1

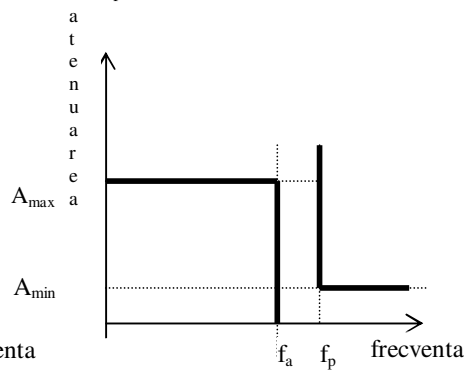


Figura 3.2

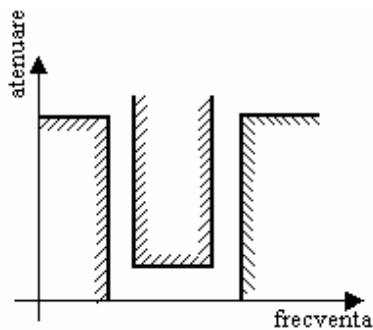


Figura 3.3

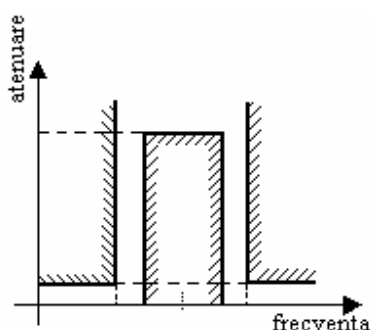


Figura 3.4

O altă mărime caracteristică este selectivitatea, care se definește ca fiind:

$$k = \frac{f_p}{f_a} \text{ (sau } k = \frac{f_a}{f_p} \text{)} \quad (3.1)$$

Selectivitatea da o informație utila cu privire la panta de taiere a filtrului: cu cat k se apropie mai mult de unitate, cu atât filtrul tinde spre un filtru ideal.

Pentru filtrele trece-banda (fig. 3.3), parametrii caracteristici sunt: A_{\max} , A_{\min} , f_{p1} , f_{p2} , f_{a1} si f_{a2} . Mai trebuie menționat ca, in general, forma acestor filtre permite scrierea relației:

$$f_{a1} \cdot f_{a2} = f_{p1} \cdot f_{p2} = f_0 \quad (3.2)$$

unde f este frecventa centrala a filtrului. In cazul acestor tipuri de filtre k se definește ca fiind raportul dintre:

$$k = \frac{f_{p2} - f_{p1}}{f_{a2} - f_{a1}} = \frac{\Delta f_p}{\Delta f_a} \quad (3.3)$$

Este evident ca pentru k tinzând la unu, forma filtrului se apropie de cea ideala.

O alta mărime caracteristica pentru un filtru trece-banda simetric este lărgimea de banda relativa, definita ca:

$$B = \frac{f_{p2} - f_{p1}}{f_0} = \frac{\Delta f_p}{f_0} \quad (3.4)$$

La valori mici ale lui B (sub 0,1) se spune ca filtrul este de banda îngusta, iar când B are valori mai mari (peste 0,5) filtrul este considerat de banda larga.

Parametrii caracteristici ai unui filtru trece-banda sunt figurați in figura 3.3.

Pentru un filtru oprește-banda (fig. 3.4), expresiile benzii relative si ale selectivitatii sunt:

$$B = \frac{f_{a2} - f_{a1}}{f_0} = \frac{\Delta f_a}{f_0} \quad (3.5)$$

si respectiv:

$$k = \frac{f_{a2} - f_{a1}}{f_{p2} - f_{p1}} = \frac{\Delta f_a}{\Delta f_p} \quad (3.6)$$

Gabaritul unui filtru trece-jos sau trece-sus este complet definit daca sunt cunoscuți cei patru parametri. In practica, se utilizează in mod frecvent atenuările A_{\max} si A_{\min} , frecventa de taiere, f_p , si selectivitatea k . In cazul filtrelor trece-banda sau oprește-banda simetrice este definit in întregime de cinci parametri. In proiectare se folosesc uzual atenuările A_{\max} si A_{\min} , frecventa centrala f_0 , selectivitatea k si lărgimea de banda relativa, B .

La proiectarea filtrelor de orice tip nu interesează numai atenuarea, ci si modul in care filtrul actioneaza asupra fazei diferitelor componente spectrale, deoarece, deși este posibil ca forma caracteristicii de atenuare sa se apropie de cea ideala, existenta unor defazaje diferite pentru diverse componente spectrale deformează semnalul. Pentru o transmisie nedeformata a unui semnal întârzierea produsa de filtru trebuie sa fie constanta ($\tau \geq 0$).

In cazul unei componente spectrale de pulsație ω , întârzierea τ , este echivalenta cu un defazaj:

$$\varphi = \omega \cdot \tau \left(\frac{\varphi}{\omega} = \tau = \text{const} \right) \quad (3.7)$$

La un filtru trece-banda condiția aceasta este mai puțin restrictiva si devine:

$$\varphi = \omega \cdot \tau + \text{const.} \quad (3.8)$$

Pentru ca semnalul trecut prin filtru sa nu fie deformat va trebui îndeplinita condiția:

$$\frac{d\varphi}{d\omega} = \text{const.} \quad (3.9)$$

Aceasta constanta reprezintă timpul de propagare de grup. Regularitatea timpului de întârziere de grup reflecta capacitatea sa de a transmite semnale tranzitorii nedeformate. Obținerea unui filtru care sa satisfacă ambele deziderate in ceea ce privește forma caracteristicii, atât de atenuare cat si de amplitudine, este o chestiune dificila, deoarece filtrele cu caracteristica de atenuare

buna nu au o comportare corespunzătoare in ceea ce privește timpul de întârziere de grup si invers, filtrele cu o caracteristica de timp de întârziere regulata, nu prezintă o caracteristica de atenuare prea buna.

In funcție de compromisul ce trebuie realizat între caracteristica de atenuare si caracteristica de timp de întârziere de grup, exista filtre de tipul Butterworth, Cebisev, Bessel, filtre trece-banda simplu acordate si multiplu acordate, filtre dublu T si T podit precum si filtre ce îndeplinesc anumite cerințe speciale.

In continuare, se prezintă câteva tipuri de filtre. Tipul filtrului se determina simplu considerând condensatorul scurtcircuit la frecvențe înalte.

Filtru pasiv trece-jos:

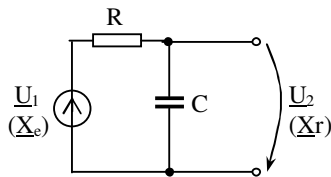


Fig. 3.5

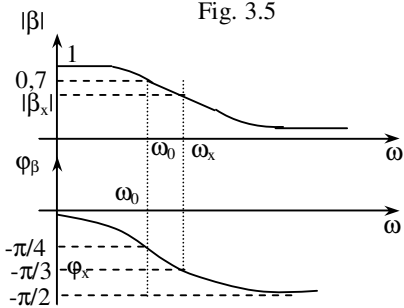


Fig. 3.6

Circuitele de integrare sunt utilizate ca filtre trece-jos (fig.3.5), alimentate de la un generator de tensiune (ieșirea în gol):

$$\underline{\beta} = \frac{X_r}{X_e} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{1 + j\omega RC}; \quad |\underline{\beta}| = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 R^2 C^2}}$$

frecvența de tăiere $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$ (trec numai frecvențele joase)

$$\omega_0 = \frac{1}{RC}; \quad \varphi_\beta = -\arctg(\omega \cdot RC); \quad |\underline{\beta}|_{\omega=\omega_0} = \frac{1}{\sqrt{1+1}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,707$$

\underline{U}_2 este defazată în urma lui \underline{U}_1 cu φ_β . Cu o singură celulă se poate realiza un defazaj negativ cuprins între 0° și 90°.

Filtru pasiv trece-sus:

Circuitele de derivare sunt utilizate ca filtre trece-sus (fig. 3.7), alimentate de la un generator de U:

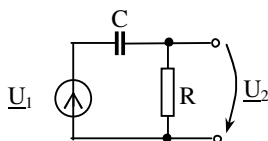


Fig. 3.7

$$\underline{\beta} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC} \quad f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

f(superioară) > f_0 de tăiere; (trec numai frecvențele înalte)

$$\varphi_\beta = \arctg \frac{1}{\omega RC}, \quad U_2 \text{ este defazată înaintea lui } U_1.$$

Filtre pasive trece-banda sau oprește-banda:

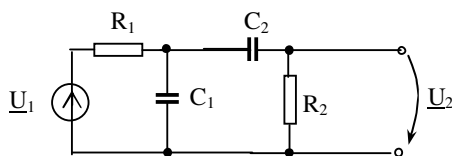


Fig.3.8

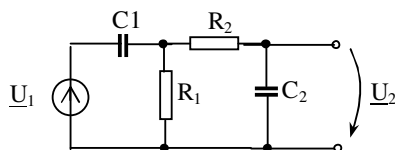


Fig. 3.9

Se pot folosi combinații între o celulă trece-jos (R1C1) cu una trece-jos (R2C2) - fig. 3.8, sau invers (fig. 3.9).

Se mai folosesc filtre dublu T (fig.3.10) sau T podit sau rețele Wien. Sunt filtre foarte selective.

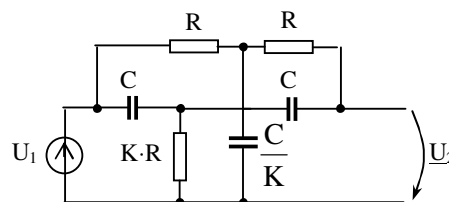


Fig. 3.10