

CONVERSIA TENSIUNE-FRECVENȚĂ

Scopul lucrării

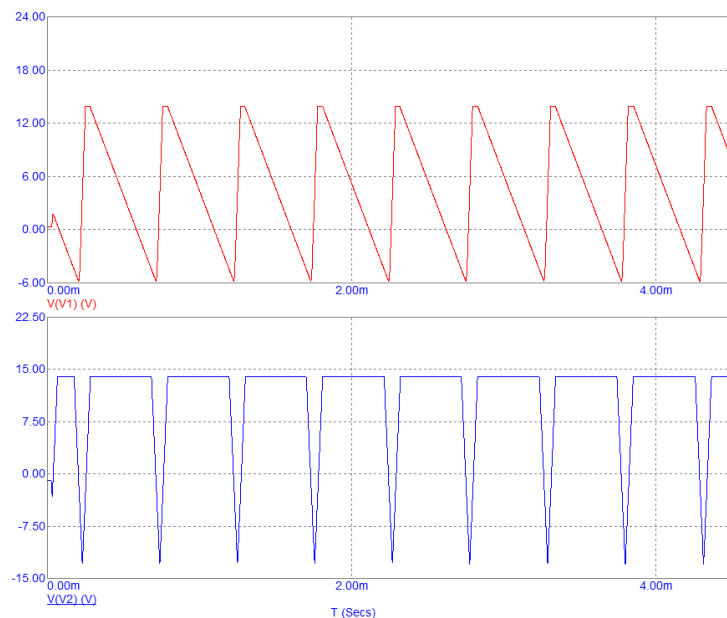
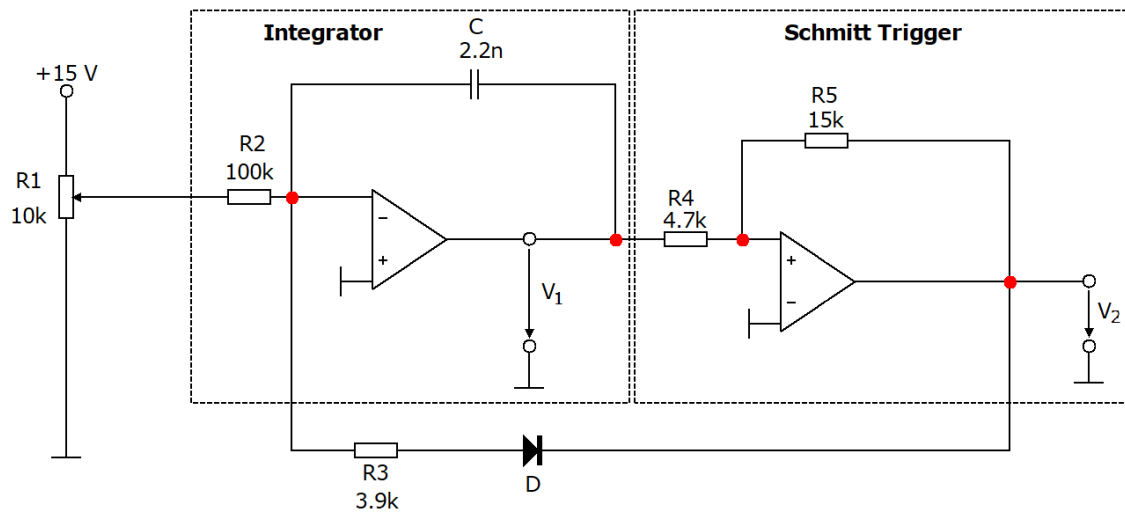
- înțelegerea modului în care un semnal continuu poate fi transformat într-un semnal periodic a cărui frecvență este în corelație directă cu tensiunea semnalului continuu;
- studiul unui circuit de integrare cu amplificator operațional;
- studiul unui trigger Schmitt;
- studiul unui convertor tensiune-frecvență.

Materiale necesare

- echipament Leybold.

Considerații teoretice

Schema de principiu a convertorului tensiune-frecvență este prezentată mai jos. Ea are trei elemente importante: un circuit de integrare, un comparator și un circuit de descărcare a condensatorului din circuitul integrator. Comparatorul este construit pe baza unui amplificator



operațional cu reacție pozitivă (Schmitt trigger). Ieșirea comparatorului se poate afla doar în saturație pozitivă sau negativă. Condensatorul C se încarcă prin rezistorul R_2 și se descarcă rapid prin rezistorul R_3 și dioda D_1 ori de câte ori tensiunea de ieșire a comparatorului este mai mică decât tensiunea de la intrarea inversoare a amplificatorului operațional din circuitul de integrare, sau, altfel spus, de fiecare dată când comparatorul se află în saturație negativă. În figură sunt prezentate calitativ și formele de undă ale semnalelor de la ieșirea circuitului de integrare și de la ieșirea comparatorului.

Dacă la intrarea integratorului aplicăm o tensiune continuă, tensiunea de ieșire a acestuia va fi:

$$V_1 = -\frac{V_{in}}{R_2 C} t$$

Triggerul Schmitt este compus dintr-un amplificator operațional cu reacție pozitivă, având R_4 ca rezistență de intrare și R_5 ca rezistență de reacție. În acest caz, amplificatorul operațional lucrează ca un comparator și va comuta fie în saturație pozitivă ($u_+ > u_-$) fie în saturație negativă ($u_+ < u_-$) în funcție de valoarea tensiunii de pe intrarea neinversoare. Uităndu-ne pe schema comparatorului putem observa că valoarea tensiunii de prag la care acesta comută este determinată de valorile rezistențelor R_4 și R_5 și valoarea tensiunii de ieșire V_2 . De exemplu, dacă ieșirea comparatorului este în saturație pozitivă, atunci comparatorul va comuta în saturație negativă atunci când tensiunea sa de intrare scade sub $-V_{sat+} \cdot R_4/R_5$. Dacă ieșirea comparatorului este în saturație negativă, atunci comparatorul va comuta în saturație pozitivă atunci când tensiunea sa de intrare crește peste $V_{sat-} \cdot R_4/R_5$. Tensiunile V_{sat+} și V_{sat-} reprezintă valorile tensiunilor de ieșire ale comparatorului atunci când acesta se află în saturație pozitivă, respectiv negativă.

Frecvența de ieșire a convertorului poate fi calculată cu relația:

$$f = \frac{V_{in}}{R_2 C} \cdot \frac{R_5}{R_4 (V_{sat+} - V_{sat-})}$$

Metodologia efectuării lucrării

a) Studiul circuitului de integrare

- se construiește schema convertorului, **fără conexiunea între ieșirea circuitului de integrare și intrarea neinversoare a comparatorului**;
- aplicați la intrarea circuitului de integrare o tensiune continuă de 0.5 V, reglată cu ajutorul potențiometrului, și măsurați tensiunea continuă de la ieșire;
- repetați operația pentru tensiuni de intrare de 1 V și 1.5 V;
- înlocuiți condensatorul C cu un condensator cu capacitate mai mare (10 μ F sau 47 μ F) și urmăriți pe osciloscop procesul de încărcare-descărcare a lui, prin închiderea-deschiderea comutatorului sursei de alimentare;
- reconectați condensatorul de 2.2 nF;
- comparați rezultatele și justificați valorile obținute, pe baza principiului de funcționare a amplificatorului operațional (*hint: în regim staționar, după ce se încarcă, condensatorul are o impedanță infinită*).

b) Studiul comparatorului (Schmitt trigger)

- la intrarea comparatorului se aplică un semnal sinusoidal cu frecvența de 1 kHz și tensiunea de 10 V_{pk-pk} și se vizualizează pe osciloscop semnalele de la intrarea și ieșirea lui;
- determinați valorile tensiunii de intrare la care ieșirea comparatorului comută din saturație pozitivă în saturație negativă și invers;
- schițați o reprezentare grafică pe hârtie, iar pe baza ei încercați să descrieți funcționarea comparatorului;

- micșorați nivelul tensiunii de intrare și determinați valoarea minimă a tensiunii la care comparatorul mai funcționează; corelați această valoare cu valorile tensiunii de intrare, determinate anterior, la care ieșirea comparatorului comută din saturație pozitivă în saturație negativă și invers.

c) Studiul convertorului tensiune-frecvență

- conectați ieșirea circuitului de integrare la intrarea comparatorului; astfel, circuitul de conversie va fi complet;
- fixați, cu ajutorul potențiometrului, tensiunea de intrare la 1 V;
- vizualizați pe cele două canale ale osciloscopului semnalele de la ieșirea integratorului și a comparatorului (V_1 și V_2); ele ar trebui să arate ca cele din figura de mai sus;
- încercați să explicați formele de undă ale celor două semnale pe baza principiilor de funcționare ale circuitului de integrare și comparatorului, precum și a procesului de încărcare/descărcare a condensatorului;
- pentru a stabili dacă între valoarea tensiunii de intrare și frecvența semnalului de ieșire poate fi stabilită vreă corelație, se măsoară frecvența semnalului de ieșire pentru următoarele valori ale tensiunii de intrare: 0.5 V; 1 V; 2 V; 3 V; 4 V; 5 V; 6 V; 7 V; 8 V; 9 V; 10 V; 12 V;
- se reprezintă grafic frecvența în funcție de valoarea tensiunii de intrare;
- se repetă operațiunea pentru valori ale capacității condensatorului C de 1nF și 10nF;
- se reprezintă dependențele obținute pe același grafic;
- observați și comentați domeniile de liniaritate ale dependențelor precum și sensibilitatea procesului de conversie, în funcție de valoarea capacității condensatorului.