

CONVERSIA TENSIUNE-FRECVENŢĂ

Scopul lucrării

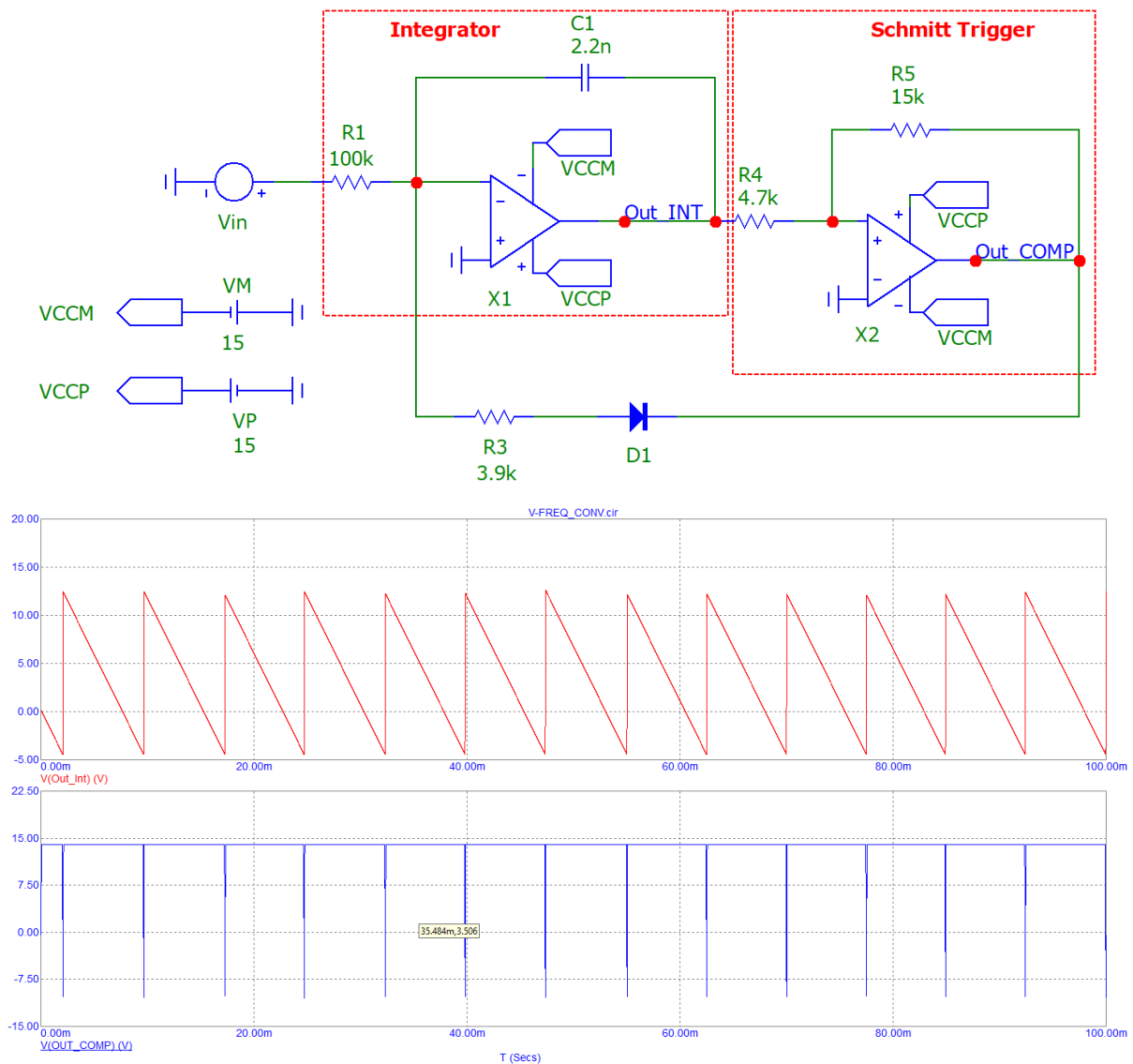
- Înţelegerea modului în care un semnal continuu poate fi transformat într-un semnal periodic a cărui frecvenţă este în corelaţie directă cu tensiunea semnalului continuu
- studiul unui circuit de integrare cu amplificator operaţional
- studiul unui trigger Schmitt
- studiul unui convertor tensiune-frecvenţă

Materiale necesare

- computer
- programul Micro-cap 12
- programul Scidavis sau un plotter echivalent

Consideraţii teoretice

Schema de principiu a convertorului tensiune-frecvenţă este prezentată mai jos. Ea are trei elemente importante: un circuit de integrare, un comparator şi 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_1 se încarcă prin rezistorul R_1 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 formulele 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:

$$V_{Out_INT} = -\frac{V_{in}}{R_1 C_1} t$$

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 prag la care acesta comută este determinată de valorile rezistențelor R_4 și R_5 și valoarea tensiunii de ieșire V_{Out_COMP} . De exemplu, dacă ieșirea comparatorului este în saturație pozitivă, atunci comparatorul va comuta în saturație negativă atunci când tensiunea sa de intrare scade sub $-V_{sat+} * R_4 / R_5$. Dacă ieșirea comparatorului este în saturație negativă, atunci comparatorul va comuta în saturație pozitivă atunci când tensiunea sa de intrare crește peste $V_{sat-} * R_4 / R_5$. Tensiunile V_{sat+} și V_{sat-} reprezintă valorile tensiunilor de ieșire ale comparatorului atunci când acesta se află în saturație pozitivă, respectiv negativă.

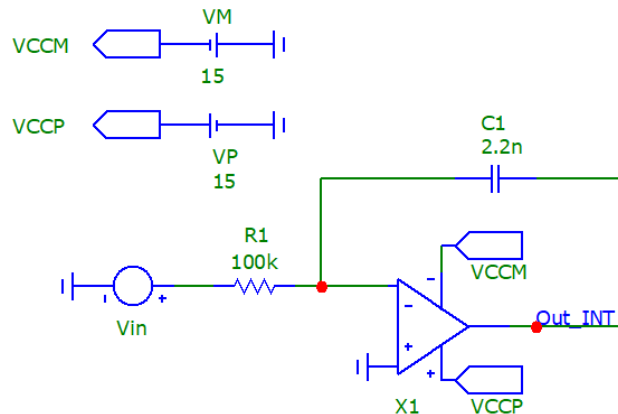
Frecvența de ieșire a convertorului poate fi calculată cu relația:

$$f = \frac{V_{in}}{R_1 C_1} \cdot \frac{R_5}{R_4 (V_{sat+} - V_{sat-})}$$

Metodologia efectuării lucrării

a) Studiul circuitului de integrare

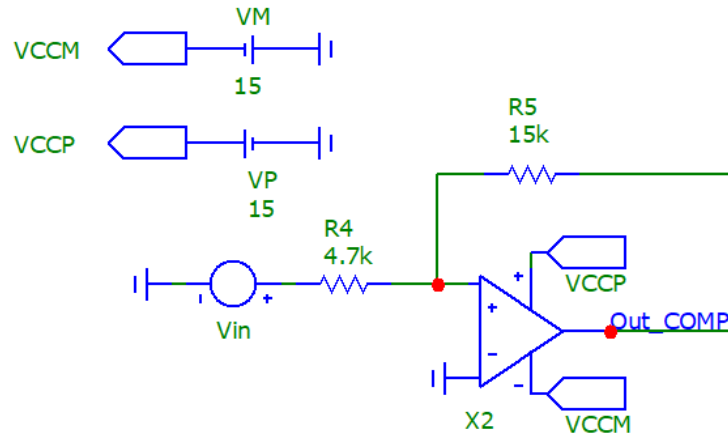
- se realizează montajul de mai jos în Micro-Cap 12, folosind un amplificator operațional LM741 nivel 3 (model Boyle).



- sursa V_{in} se configurează ca o sursă care generează un impuls dreptunghiular cu o amplitudine de 0.5 V, o durată de 50 ms și o întârziere de 1 ms. Perioada pulsului se reglează ca fiind 1 s.
- se realizează analiza în timp a circuitului pentru 100 ms cu un pas de 1 μ s pentru $C_1 = 2.2$ nF, 25 nF și 50 nF.
- se reprezintă grafic V_{in} și V_{Out_INT} în funcție de timp.
- se repetă analiza de mai sus pentru $C_1 = 2.2$ nF, reglând amplitudinea sursei V_{in} la 0.5, 1 și 1.5 V.
- se reprezintă grafic V_{in} și V_{Out_INT} în funcție de timp.
- comparați rezultatele și justificați valorile obținute pe baza principiului de funcționare al amplificatorului operațional.

b) Studiul comparatorului (Schmitt trigger)

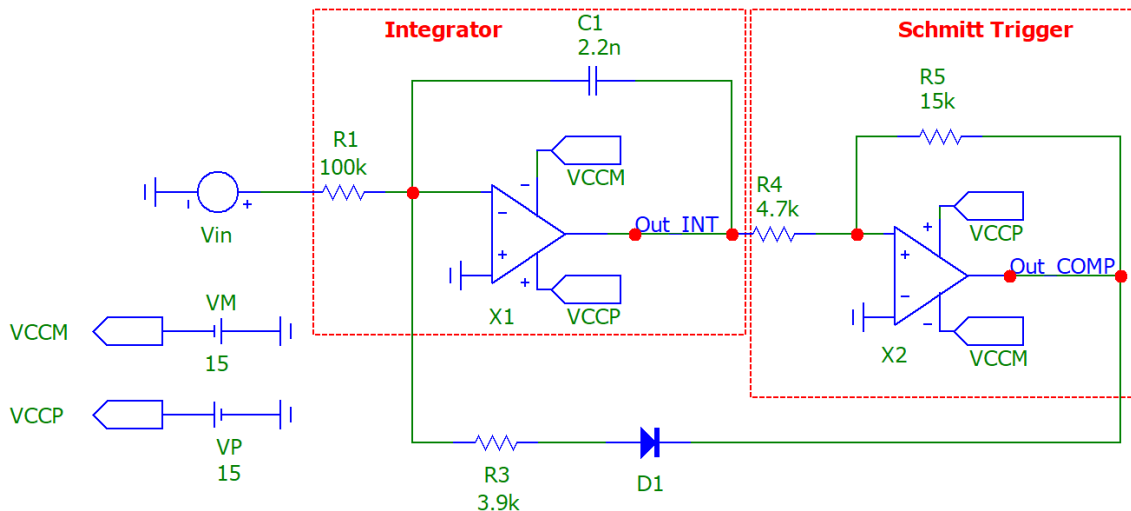
- se realizează montajul de mai jos în Micro-Cap 12 folosind un amplificator operațional LM741 nivel 3 (model Boyle).



- sursa V_{in} se configurează ca o sursă de semnal sinusoidal cu o frecvență de 1 KHz și o amplitudine de 5 V.
- se realizează analiza în timp a circuitului pentru 10 ms cu un pas de 1 μ s și se reprezintă grafic V_{in} și V_{Out_COMP} în funcție de timp.
- determinați valorile lui V_{in} pentru care ieșirea comparatorului comută din saturație pozitivă în saturație negativă și invers. Comparați valorile obținute cu cele teoretice.
- micșorați valoarea amplitudinii lui V_{in} și determinați valoarea minimă a acesteia (cu o precizie de 0.1 V) pentru care comparatorul încă mai comută. Corelați această valoare cu valorile tensiunilor de prag determinate anterior.

c) Studiul convertorului tensiune-frecvență

- se realizează montajul de mai jos în Micro-Cap 12 folosind două amplificatoare operaționale LM741 nivel 3 (model Boyle). Dioda este de tip 1N4148.



- se reglează sursa V_{in} ca o sursă DC cu tensiunea de ieșire de 1 V.
- se realizează analiza în timp a circuitului pentru 10 ms cu un pas de 1 μ s și se reprezintă grafic V_{Out_INT} și V_{Out_COMP} în funcție de timp.
- încercați să explicați formele de undă ale celor două semnale pe baza principiilor de funcționare ale integratorului și comparatorului, precum și pe baza procesului de încărcare/descărcare a condensatorului.

- se repetă analiza de mai sus variind V_{in} între 1 și 12 V cu pas de 1 V și se determină frecvența semnalului de ieșire V_{Out_COMP} pentru fiecare valoare a lui V_{in} .
- se reprezintă grafic dependența frecvenței semnalului de ieșire V_{Out_COMP} de valoarea lui V_{in} .
- se repetă operațiunile de mai sus pentru $C_1 = 1$ nF și 10 nF.
- observați și comentați asupra domeniilor de liniaritate ale dependențelor precum și sensibilitatea procesului de conversie în funcție de valoarea lui C_1 .