

LUCRAREA NR.22

GENERATOARE DE TENSIUNE LINIAR VARIABILA

1. Scopul lucrării este studiul experimental al unor circuite de generare a tensiunii liniar variabile : cu generator de curent, de tip bootstrap și de tip Miller (integrator cu amplificator operațional).

2. O tensiune liniar variabilă se poate obține prin încărcarea unei capacități cu un curent constant. Un exemplu este dat în fig. 22.1, unde tranzistorul T_2 împreună cu dioda stabilizatoare de tensiune, DZ , și rezistențele R_Z și R , formează un generator de curent constant, de valoare :

$$I = \frac{V_Z - V_{EB2}}{R} \quad (22.1)$$

iar tranzistorul T_1 este un comutator deschis (cînd permite încărcarea capacității C) respectiv închis (cînd asigură descărcarea capacității și inițializarea schemei).

Durata tensiunii liniar variabile se obține sub forma :

$$T = CR \frac{V_{oc} - V_Z + V_{EB2}}{V_Z - V_{EB2}} \quad (22.2)$$

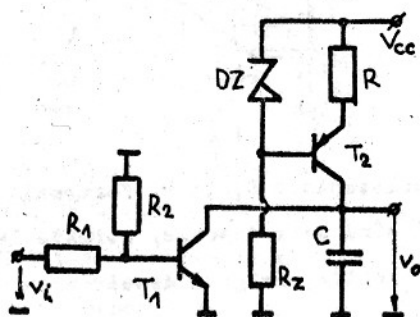


Fig. 22.1

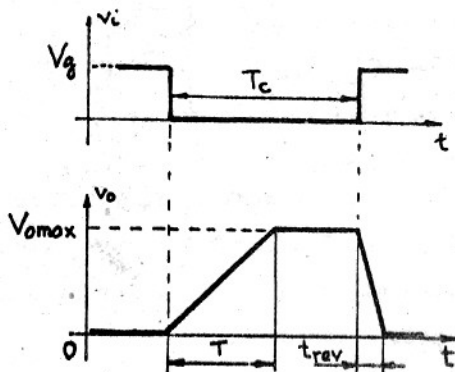


Fig. 22.2.

limitarea tensiunii de ieșire obținându-se atunci când se saturează tranzistorul generatorului de curent.

Timpul de revenire este determinat, în special, de curentul de colector al tranzistorului T_1 și se poate calcula cu relația :

$$t_{rev} = \frac{V_{cc} - V_Z + V_{EB2}}{\beta_1 \left(\frac{R}{R_1} - \frac{R_{BE1}}{R_1 \parallel R_2} \right) - \frac{V_Z - V_{EB2}}{R}} \quad (22.3)$$

Amplitudinea tensiunii linear variabile va fi :

$$V_{omax} = V_{cc} - V_Z + V_{EB2} \quad (22.4)$$

Forma de undă a tensiunii de la ieșirea circuitului este desenată în fig.22.2.

În cazul în care mărimea T , calculată cu relația (22.2) este mai mare decât durata impulsului de comandă, T_0 , durata tensiunii linear variabile generate va fi $T = T_0$, amplitudinea sa micșorându-se în mod proporțional.

3. Schema generatorului de tensiune linear variabilă de tip bootstrap este reprezentată în fig.22.3.

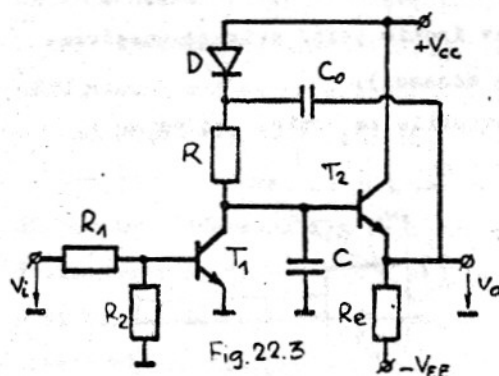


Fig. 22.3

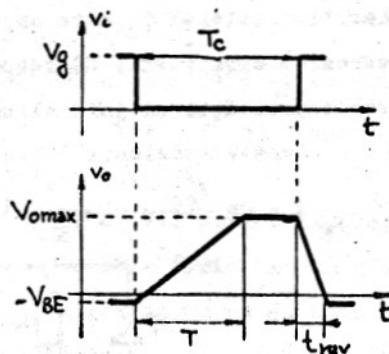


Fig. 22.4

Tranzistorul T_1 împreună cu rezistențele R_1 și R_2 formează comutatorul circuitului care, atunci când este deschis, permite încărcarea capacității C , iar când se închide, asigură descărcarea rapidă a acesteia.

Aşa cum se vede şi din fig.22.4, în care sînt reprezentate diagramele de impulsuri, la blocarea tranzistorului T_1 , capacitatea C începe să se încarce prin rezistenţa R , creşterea tensiunii pe emitorul tranzistorului T_2 fiind transmisă prin capacitatea C_0 (de valoare foarte mare) la catodul diodei D , blocînd-o. La bornele rezistenţei R se menţine o cădere de tensiune constantă, de valoare $V_{cc} - V_D$, care asigură curent constant de încărcare a capacităţii ; aceasta se poate încărca pînă la saturarea tranzistorului T_2 , astfel încît tensiunea maximă la ieşire va fi :

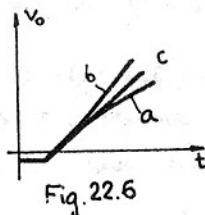
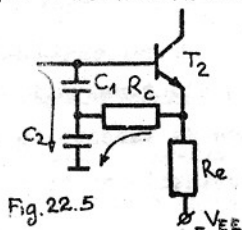
$$V_{omax} = V_{cc} \quad (22.5)$$

Se pot calcula :

$$T = CR \frac{V_{cc} + V_{BE}}{V_{cc} - V_D} \quad (22.6)$$

$$t_{rev} = C \frac{V_{cc} + V_{BE}}{\beta_1 \left(\frac{V_E}{R_1} - \frac{V_{BE1}}{R_1 \parallel R_2} \right) - \frac{V_{cc} - V_D}{R}} \quad (22.7)$$

Sarcina cu care se încarcă capacitatea C pe durata tensiunii liniar variabile este cedată de capacitatea C_0 , care, astfel, se descarcă, micşorîndu-şi tensiunea la borne. Pentru a liniariza forma de undă pe durata tensiunii liniar variabile (mai sînt şi alte cauze care determină o încărcare de tip exponenţial a capacităţii), se foloseşte o schemă cu dublă bootstrapare, ca în fig.22.5. Se



observă că tensiunea de la intrarea tranzistorului T_2 este formată din tensiunea de pe capacitatea C_1 încărcată prin curentul constant debitat de capacitatea C_0 prin rezistenţa R , însumată cu tensiunea de pe capacitatea C_2 , încărcată atât de curentul constant ce cir-

culă prin capacitatea C_1 oit și de un curent suplimentar, de compensare, obținut prin rezistența R_0 chiar de la ieșirea circuitului. În funcție de curentul de compensare (deci de rezistența R_0), se pot obține situațiile din fig.22.6, corespunzând circuitului subcompensat (a), supracompensat (b) și, respectiv compensat (c).

4. Schema unui generator de tensiune liniar variabilă de tip Miller, cu amplificator operațional, este desenată în fig.22.7.

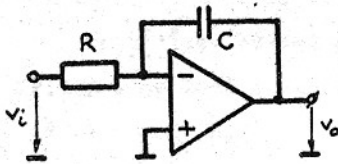


Fig.22.7

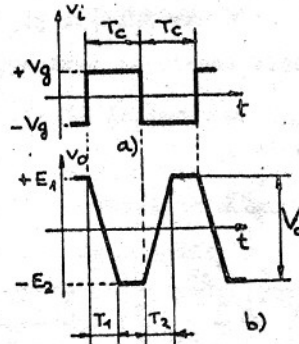


Fig.22.8

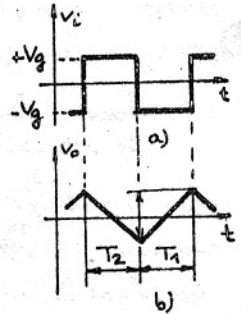


Fig.22.9

Tensiunea ce se obține la ieșirea integratorului depinde de forma de undă dreptunghiulară de comandă. Pentru o tensiune de comandă ca în fig.22.8.a se obține forma de undă cu porțiuni liniar variabile, din fig.22.8.b, ale căror durate sînt :

$$T_1 = T_2 = T = OR \frac{E_1 + E_2}{V_g} \quad (22.8)$$

unde E_1 și E_2 sînt limitele de variație ale tensiunii de ieșire a amplificatorului operațional (dependente de tensiunile de alimentare). Amplitudinea tensiunii liniar variabile va fi :

$$V_{omax} = E_1 + E_2 \quad (22.9)$$

$$\text{In cazul în care : } T > T_0 \quad (22.10)$$

se obține forma de undă din fig.22.9.b, în care amplitudinea tensiunii triunghiulare obținute va fi :

T III 35366

$$V_o = V_g \frac{T_g}{RC} \quad (22.11)$$

Condiția (22.10) poate fi îndeplinită prin modificarea uneia dintre mărimile V_g , R , T_g sau a tensiunilor de alimentare ale amplificatorului operațional.

DESPASURAREA LUCRĂRII

1. Se identifică montajul din fig.22.10, în care tranzistorul T_1 este de tipul npn (de exemplu, BC 172 A) iar tranzistorul T_2 este de tip pnp (de exemplu, BC 256 A).

Cu valorile elementelor din montaj, se calculează durata tensiunii liniar variabile, timpul de revenire și amplitudinea cu relațiile (22.2), (22.3) și (22.4), pentru valorile extreme ale potențiometrului P . Se vor considera $V_{cc} = 20$ V, $V_Z = 5,1$ V și $V_g = 5$ V; valoarea factorului de curent β_1 se va lua din anexă pentru tranzistorul respectiv.

Se calculează frecvența maximă posibilă a impulsurilor de intrare, care asigură durata maximă pentru tensiunea liniar variabilă :

$$f_o = 1/(T_{max} + t_{revmax})$$

2. Se alimentează circuitul cu $V_{cc} = 20$ V și se aplică impulsuri de comandă cu amplitudinea $V_g = 5$ V avînd durata $T_o > T_{max}$ și frecvența $f < f_o$. Se vizualizează formele de undă la intrare și la ieșire și se măsoară T , t_{rev} și V_{omax} pentru cele două valori extreme ale potențiometrului P .

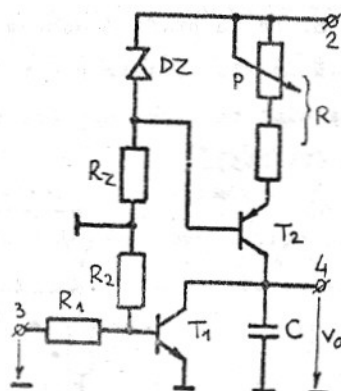


Fig.22.10

4. Se menține frecvența impulsurilor de comandă constantă și se modifică durata T_0 a impulsurilor. Se desenează formele de undă ale tensiunii de ieșire în următoarele cazuri : $T_0 = T_{\max}$, $T_0 = 0,5 T_{\max}$ și $T_0 = 2 T_{\max}$ (cu potențiometrul P la valoarea minimă), precizând mărimile : T (durata tensiunii liniar variabile), $V_{\max}$ (amplitudinea acesteia) și t_{rev} (timpul de revenire).

5. Se repetă punctul 2 pentru $V_{cc} = 15 \text{ V}$ și pentru $V_g = 5 \text{ V}$. Să se interpreteze rezultatele obținute.

În condițiile normale de polarizare, se modifică amplitudinea impulsurilor de comandă și se constată influența acesteia asupra timpului de revenire, verificându-se relația (22.3) pentru $V_g = 2 \text{ V}$; 3 V ; 4 V și 5 V .

6. Se identifică schema generatorului de tensiune liniar variabilă de tip bootstrap din fig.22.11, în care tranzistoarele folosite sînt de tipul npn (de exemplu, BC 172 A), iar dioda din siliciu (BA 243).

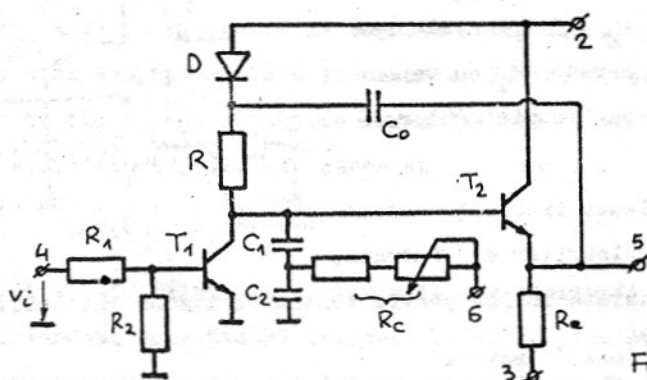


Fig.22.11

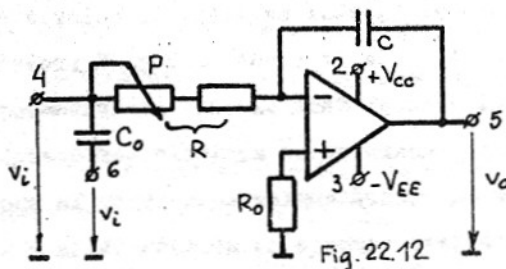
Pentru $V_{cc} = 20 \text{ V}$ și $V_g = 5 \text{ V}$, se calculează durata tensiunii liniar variabile, T , amplitudinea, $V_{\max}$, și timpul de revenire, t_{rev} , cu relațiile (22.5), (22.6) și (22.7) și apoi se determină frecvența $f_0 = 1/(T + t_{\text{rev}})$. În calcule se ia $C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$.

7. Se alimentează circuitul cu $V_{cc} = 20\text{ V}$, $V_{EE} = 5\text{ V}$ și se aplică impulsuri cu amplitudinea $V_g = 5\text{ V}$, cu durata $T_0 \gg T$ și de frecvență $f < f_0$, așa cum se vede în fig.22.4. Se măsoară, cu osciloscopul, V_{omax} , T și t_{rev} . Se va desena forma de undă a tensiunii de la ieșire, precizînd și nivelul de la care începe variația liniară. Se vor vizualiza și tensiunile pe baza tranzistorului T_2 și pe catodul diodei D.

8. Se repetă punctul 7 pentru $V_{EE} = 0$ și $V_{cc} = 20\text{ V}$, pentru $V_{EE} = 0$ și $V_{cc} = 15\text{ V}$ și apoi, în condiții nominale de polarizare, pentru $V_g = 1\text{ V}$; 2 V ; 3 V ; 4 V și 5 V . Se notează influența acestor tensiuni asupra formei de undă de la ieșirea circuitului.

9. În condițiile de alimentare de la punctul 7, se conectează circuitul de compensare (bornele 5 și 6 se conectează împreună) și se desenează forma de undă a tensiunii de la ieșire pentru pozițiile extreme ale potențiometrului.

10. Se identifică montajul din fig.22.12 realizat cu amplificatorul operațional $\mu A 741$. Dacă generatorul de impulsuri nu generează undă dreptunghiulară simetrică față de zero, impulsurile se vor aplica la borna 6, avînd grijă să fie îndeplinită condiția: $C_0 \gg 2 T_0 / R_{min}$. Pentru tensiunile de alimentare ale amplificatorului operațional de $\pm 12\text{ V}$, se calculează V_{omax} , T_{min} și T_{max} , pentru cele două poziții extreme ale potențiometrului P_1 (se va folosi anexa pentru parametri și caracteristicile amplificatorului operațional).



11. Se alimentează schema 8u tensiunile +12 V la borna 2 și -12 V la borna 3, borna comună a celor două surse de alimentare fiind cuplată la masă. Se aplică impulsuri cu amplitudinea $2 V_g = 5V$ și de perioadă $2T_o = 4T_{max}$, la borna 4 (sau la 6). Se vizualizează formele de undă și se măsoară V_{omax} , T_1 și T_2 pentru cele două valori extreme ale potențiometrului P.

12. Cu potențiometrul P la minim, se modifică frecvența impulsurilor pînă cînd $T_1 = T_2 = T_o$; se compară valoarea acestei frecvențe cu valoarea teoretică $f_o = 0,5/T_{min}$. Se vor desena formele de undă pentru $f=f_o$, $f=2f_o$ și $f=0,5f_o$, măsurînd, în fiecare caz, mărimile caracteristice ale formei de undă (V_{omax} , T_1 și T_2).

13. Cu $R = R_{min}$ și cu $2 T_o = 4 T_{min}$, se modifică amplitudinea impulsurilor de comandă între 0 și $2 V_g = 5 V$. Se măsoară formele de undă pentru $V_g = 1 V$; $2 V$; $3 V$; $4 V$ și $5 V$.

14. Referatul va conține :

- schema electrică a generatorului de tensiune liniar variabilă cu generator de curent cu valorile componentelor folosite ;
- tabel cu rezultatele calculelor și măsurărilor pentru T_{min} , T_{max} , timpii de revenire, V_{omax} , f_o ;
- dependența timpului de revenire de V_g , tabel și grafic ;
- formele de undă pentru cele trei cazuri de la punctul 4 ;
- rezultatele măsurărilor de la punctul 5 și explicarea lor;
- schema electrică a generatorului de tensiune liniar variabilă de tip bootstrap și tabelul cu valorile calculate și măsurate pentru T , V_{omax} și t_{rev} de la punctele 7 și 8 precum și formele de undă de la punctul 9 cu și fără circuit de compensare ;
- schema integratorului cu amplificator operațional cu rezultatele calculelor și măsurărilor solicitate la punctele 11, 12 și 13;
- să se precizeze sursele de neliniaritate a tensiunii liniar variabile pentru fiecare din cele trei circuite studiate.