

COMPARATOARE CU HISTEREZIS

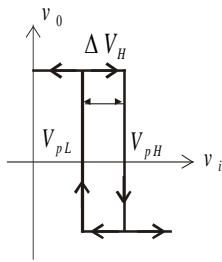


fig. 12.1

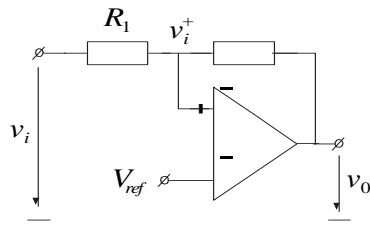


fig. 12.2

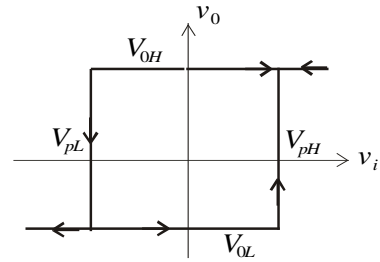


fig. 12.3

Caracteristica de transfer a comparatorului ideal cu histerezis este prezentată în fig.12.1 unde ΔV_H se numește fereastră de histerezis iar circuitul cu buclă de reacție pozitivă ce poate realiza acest comparator este prezentat în fig.12.2.

Considerăm că tensiunea de intrare este suficient de mică astfel încât tensiunea de ieșire are valoarea minimă posibilă $v_0 = V_{0L}$.

Semnalul de ieșire este în fază cu semnalul de intrare ca în fig.12.3

Considerăm factorul de rejecție mare.

-dacă circuitul ar lucra liniar cu amplificarea în buclă infinită $\Rightarrow V_{0L} = 0$

-dacă ieșirea este saturată amplificarea este 0

-dacă $v_0 = V_{0L} \Rightarrow v_i^+ = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_i + \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{0L}$ (s-a calculat prin superpoziție) $\Rightarrow v_i^+ < V_{ref}$.

Notăm V_{pL} tensiunea de intrare v_i pentru care $v_i^+ = V_{ref} \Rightarrow V_{pH} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} V_{ref} - \frac{R_1}{R_2} V_{0L}$.

Dacă $v_i > V_{pH}$ atunci $V_d = v_i^+ - V_{ref} > 0 \Rightarrow$ prin proces regenerativ $v_0 = V_{0H}$.

Apare deci o creștere a semnalului de ieșire până când tensiunea de ieșire ajunge la valoarea maximă posibilă $v_0 = V_{0H}$.

În această situație $v_i^+ = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_i + \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{0H} > V_{ref}$.

Dacă scădem tensiune de intrare $\Rightarrow V_d > 0$

Tensiunea își schimbă valoarea când $v_i^+ < V_{ref}$.

Notăm V_{pL} tensiunea de intrare v_i pentru care $v_i^+ = V_{ref}$ când ieșirea este $v_0 = V_{0H} \Rightarrow$

$$V_{pL} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} V_{ref} - \frac{R_1}{R_2} V_{0H}.$$

Pentru $v_i < V_{pL} \Rightarrow V_d < 0 \Rightarrow v_0 = V_{0L}$.

Deci se obține o caracteristică de transfer cu histerezis

Un comparator realizat cu 2 tranzistori care e folosit în circuitele integrate digitale pentru a realiza o caracteristică cu histerezis este așa numitul circuit basculant Schmitt.

Circuitul basculant Schmitt.

Schema sa este prezentată în fig.12.4. Se poate observa că circuitul are o buclă de reacție pozitivă. Dacă amplificarea pe buclă este supraunitară atunci caracteristica sa este cu histerezis.

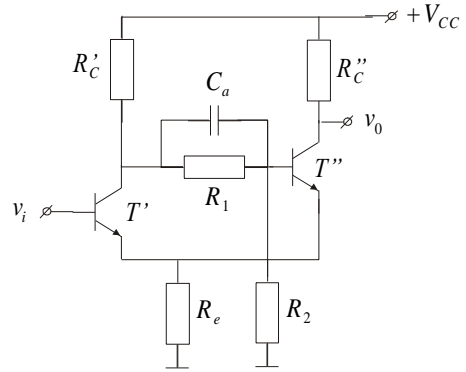


fig. 12.4

Tranzistoarele T' și T'' lucrează în două stări; blocat și în conducție

În conducție tranzistorul poate să lucreze în saturație sau în RAN. Este preferată funcționarea în RAN deoarece scade timpul de comutare

În conducție se află tranzistorul care are potențialul bazei mai ridicat.

Cu cât vi este mai mare T' este în conducție și T'' este blocat.

Dacă vi scade potențialul colectorului tranzistorului T' pentru o anumită valoare a lui vi și T' se blochează.

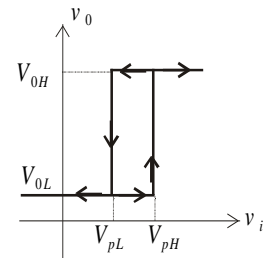


fig. 12.5

Cele două nivele de la ieșire sunt:

- dacă T' e blocat și T'' în conducție $\Rightarrow V_{0L} = V_{CC} - \alpha_0'' R_C \frac{\frac{R_2}{R_C + R_1 + R_C} V_{CC} - V_{BE}''}{R_e} =$

$V_{CC} - \alpha_0'' R_C \frac{kV_{CC} - V_{BE}''}{R_e}$, unde $kV_{CC} - V_{BE}''$ este curentul de emitor al lui T''.

- dacă T' în conducție și T'' e blocat $\Rightarrow V_{0H} = V_{CC}$.

Notăm $V_{pH} = kV_{CC}$ tensiunea pentru baza lui T'' când T' e blocat și cu V_{pL} tensiunea la care T'' trece din blocare în conducție. V_{pL} se obține din condiția

$V_{pH} = k(V_{CC} - \alpha_0' \frac{R_C}{R_e} (V_{pL} - V_{BE}'))$.

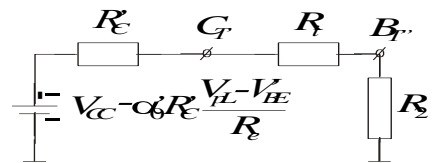


fig 12.6

Circuitul se echivalează cu cel din fig.12.6 Pentru caracteristica cu histerezis trebuie să avem $V_{pH} > V_{pL}$. Se definește și C_a - capacitatea acceleratoare - care intervine în procesul de comutare a tranzistorului T' de al deschidere la blocare.

CIRCUITE BASCULANTE BISTABILE

Circuite regenerative

Sunt circuite numerice la care trecerea dintr-o stare în alta se realizează prin proces regenerativ (odată declanșată acțiunea într-un anumit sens ea continuată datorită buclei de reacție pozitivă supraunitară)

Circuitele basculante fac parte din clasa circuitelor regenerative.

La circuitul basculant există un semnal care comandă schimbarea stării circuitului. Acest semnal, după schimbarea stării poate să dispară fără a mai afecta în continuare funcționarea circuitului.

Circuitele basculante sunt circuite cu memorie (cercuite secvențiale)

În funcție de timpul în care se aplică în cele 2 stări avem:

- circuite basculante bistabile (simetrice) - trecerea dintr-o stare în alta se realizează în urma unui impuls de declanșare, comutarea efectivă făcându-se după un proces regenerativ, iar timpul cât stă într-o stare e nedeterminat (el stă în starea respectivă până când primește un nou impuls);
- circuite basculante monostabile – au o stare stabilă în care circuitul stă atât timp cât nu există impuls extern de comandă a schimbării stării și o stare cvasistabilă (temporal stabilă) în care circuitul trece, în urma unei comenzi de declanșare externă și în care stă un timp determinat de valoarea unor elemente de temporizare interne circuitului (trecerea din starea temporal stabilă în cea stabilă se realizează în urma îndeplinirii unor condiții interne circuitului);
- circuite basculante astabile – au două stări temporal stabile sau cvasistabile, circuitul trecând alternativ dintr-o stare în alta în urma îndeplinirii unor condiții interne ale circuitului, neîndeplinite de condițiile externe. Aceste circuite creează la ieșire o formă de undă periodică și armonică;
- circuite basculante asimetrice.

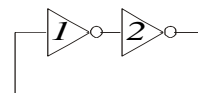


fig 127

Schema principală a unui circuit basculant bistabil este cea din *fig.12.7* unde se conectează în inel două inversoare. Acest circuit are două stări stabile

Cele două inversoare sunt conectate în cascadă și avem o reacție de la ieșirea lui 2 la intrarea lui 1 \Rightarrow se obține un amplificator (*fig.12.8*) cu amplificare pozitivă aproximativ egal cu produsul amplificărilor celor două inversoare

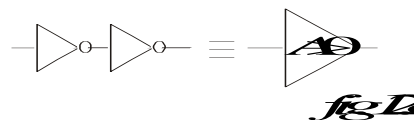
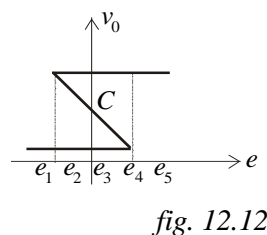
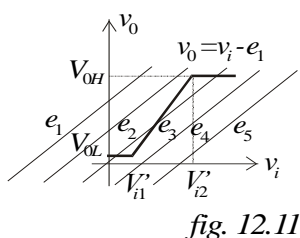
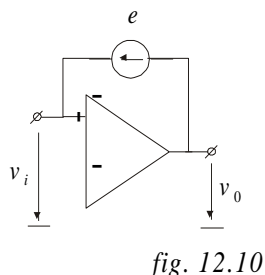
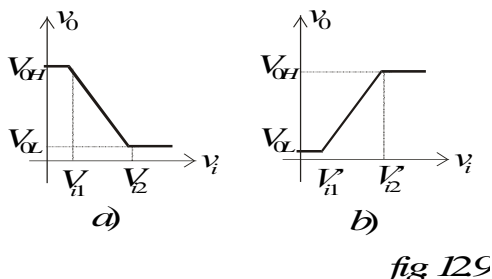


fig 128

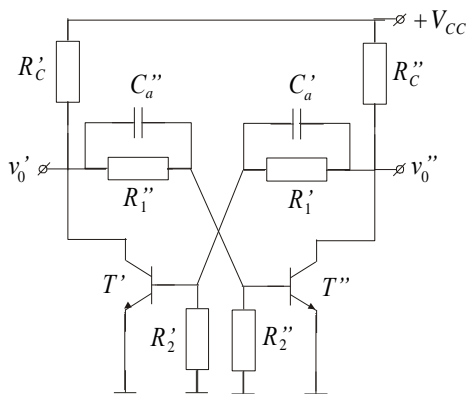
Caracteristica circuitului este cea din *fig.12.b* și poate fi comparată cu cea a inversorului din *fig.12.9.a*. Se consideră că se închide bucla de reacție a amplificatorului cu $A > 0$ cu o sursă de tensiune e (*fig.12.10*)

Se determină dependența tensiunii de ieșire de e prin metoda grafică (fig.12.11) . Se reprezintă grafic dreptele $v_0 = v_i - e$ pentru diverse valori ale lui e . Se construiește apoi dependența v_0 de e (fig.12.12).

Punctul C este un punct situat în panta negativă. Toate punctele de pe acea pantă sunt stări instabile.



Circuite basculante bistabile cu tranzistoare bipolare



Schema de principiu este prezentată în fig.12.13 unde rezistențele R_1 și R_2 pot să lipsească. Se folosesc și C_a' și C_a'' capacitățile de accelerare a comutării

Se presupune că T' și T'' ajung după alimentare în RAN unde e activă bucla de reacție pozitivă \Rightarrow atunci orice variație a unei mărimi va duce circuitul într-o stare în care un tranzistor e blocat iar celălalt saturat.

Presupunem că T' este saturat \Rightarrow tensiunea

$$V_{BE}'' = \frac{R_2''}{R_1'' + R_2''} V_{CEsat}'' < V_{BE0}'' \Rightarrow T'' \text{ blocat}$$

În mod analog dacă presupunem că T'' saturat $\Rightarrow T'$ blocat și circuitul stă în starea respectivă. Circuitul trebuie dimensionat astfel încât tranzistoarele în conducție să fie saturate.

Pentru T' saturat trebuie ca $i_B' = \frac{V_{CC} - V_{BE}'}{R_1' + R_C'} - \frac{V_{BE}'}{R_2'} \geq i_{BSI}' = \frac{1}{\beta_0} \frac{V_{CC}}{R_C'}$, unde i_{BSI}' este curentul de bază la saturație incipientă.

R_1 și R_2 se folosesc pentru a asigura o blocare mai sigură a tranzistoarelor.

Tensiunile de ieșire sunt $V_{0L} = V_{CE_{sat}} \approx 0$ și $V_{0H} = V_{BE}'' + \frac{R_1''}{R_1'' + R_C'} (V_{CC} - V_{BE})$ (pentru plajă maximă $R_C' \ll R_1''$) $\Rightarrow V_{0H} \approx V_{CC}$.

Circuitele care comută dintr-o stare în alta pot fi circuite RS sau de tip T.

Circuitul de tip T - are o singură stare și la fiecare comandă își completează satrea. Comanda se dă pe frontul scăzător al semnalului. Schema acestui circuit este cea din fig.12.14.

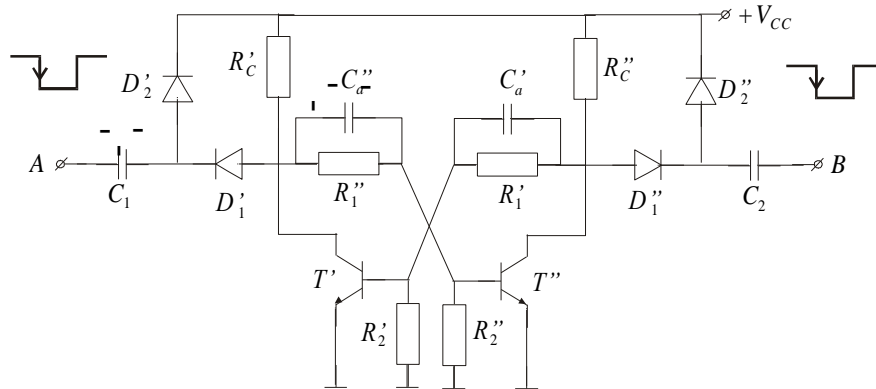


fig. 12.14

În mod normal tensiunea pe intrare a A și B se află la nivel ridicat („1”). Presupunem că semnalul la intrarea A trece din starea „1” în starea „0”. Dacă T' e saturat tensiunea în colectorul său e la nivel coborât și când tensiunea de intrare devine „0” circuitul nu e afectat (semnalul nu ajunge în bistabil). Presupunem că circuitul se află în starea în care T' este blocat și T'' saturat. Atunci când semnalul de intrare devine „0”, deoarece C_1 este descărcat $\Rightarrow D_1'$ în conducție și coboară la valoare mică potențialul din colectorul lui T' . C_a este încărcat cu polaritatea din figură la o tensiune $V_{CC} \Rightarrow$ în baza lui T'' apare un potențial negativ care duce la blocarea acestuia $\Rightarrow T'$ saturat. C_1 se va încărca până la V_{CC} . D_2' este necesară pentru a reinițializa tensiunea pe C_1 când semnalul de la intrarea A trece la valoare ridicată.

În mod analog se realizează comanda pe intrarea B. Circuitul din fig.12.15 se comportă în mod analog cu cel discutat până acum

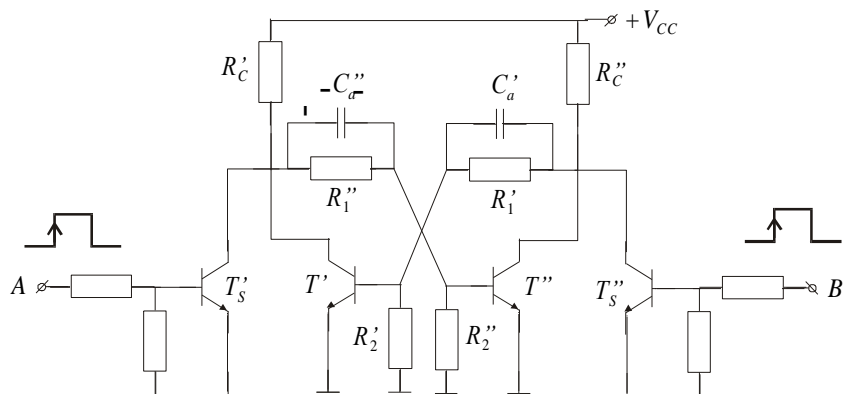


fig. 12.15

Comanda pe o singură intrare (circuit bistabil de tip T)

Schema acestuia este prezentată în *fig.12.16* .

Semnala unui tranzistor va fi dirijat prin diodele D' și D'' spre baza tranzistorului ce se află în conducție, comanda fiind în sensul de blocare a acestuia.

Presupunem T' saturat și T'' blocat . Condensatorul C se descarcă prin dioda D . Dacă semnalul tranzistorului trece la nivel coborât va intra în conducție dioda D'' care are potențial ridicat iar D' rămâne blocată \Rightarrow potențialul în colectorul lui T'' coboară la aproximativ U_D iar tensiunea din baza lui T' e negativă din cauza tensiunii de pe condensatorul $C'_a \Rightarrow T'$ se blochează și T'' se saturează. Următoarea comandă se va orienta prin dioda D' in baza lui T'' .

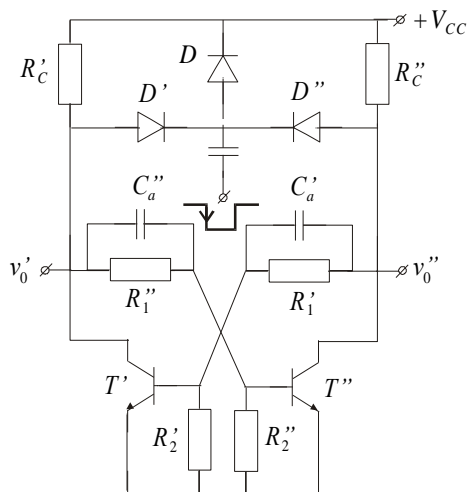


fig. 12.16

Circuitul funcționează și fără capacități acceleratoare.