

**O' ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA MAXSUS
TA`LIM VAZIRLIGI
ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT
TEXNIKA UNIVERSITETI**

ELEKTRON ZANJIRLAR VA MIKROXEMOTEXNIKA

fanidan tajriba ishlarini bajarishga oid uslubiy ko`rsatma

(5521700 – «Elektronika va mikroelektronika» bakalavriat ta' lim
yo`nalishi talabalari uchun)

Toshkent 2006

UDK 621.314

«Elektron zanjirlar va mikrosxemotexnika» fanidan tajriba ishlariini bajarishga oid uslubiy qoʻllanma / Tuz.:Xalilova M.R, Aminova D.N. Toshkent, ToshDTU 2006, 35 b

Ushbu koʻrsatmada operatsion kuchaytirgich asosidagi komparator, integrator, trigger, multivibrator va bipolyar tranzistor asosidagi avtotebranuvchi multivibrator, hamda optoelektron bloking – generator sxemalarini oʻrganishga oid 4 ta tajriba ishini bajarish uchun zarur boʻlgan uslubiy koʻrsatmalar berilgan.

5521700 «Elektronika va mikroelektronika» bakalavriat taʼlim yoʻnalishi talabalari uchun moʻljallangan.

«Elektronika va mikroelektronika» kafedrası

22 ta rasm. Adabiyotlar 5 nomda.

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy–uslubiy kengashi qaroriga koʻra chop etildi.

Taqrizchilar: TTYMI dotsenti Karimov R.K.,

ToshDTU dotsenti Umarov F.F.

1 – TAJRIBA ISHI

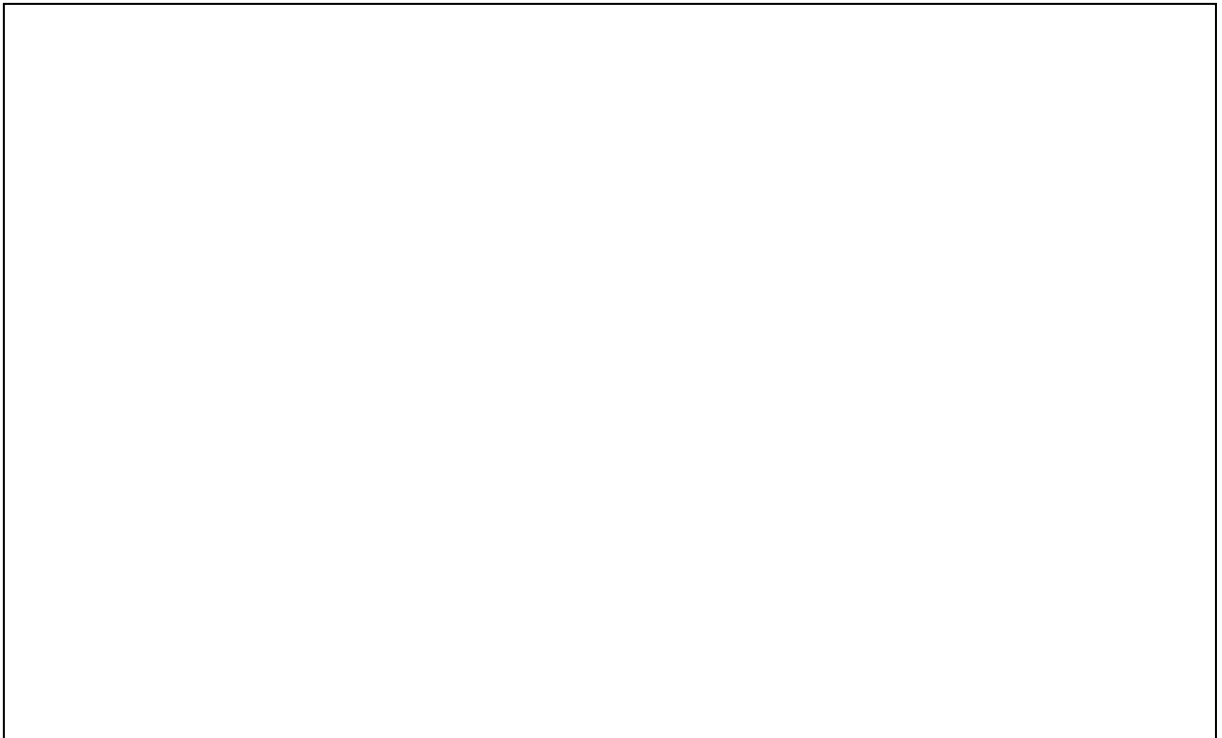
Operatsion kuchaytirgich asosidagi komparator va integrator sxemalarini tekshirish

Ishdan maqsad

1. Operatsion kuchaytirgich asosidagi komparator va integratorning ishlash tamoyilini o`rganish.
2. Impuls signallarning parametrlarini o`lchash ko`nikmalarini hosil qilish.

Tajriba stendining tuzilishi

ЭС – 23 turkumidagi tajriba stendi yordamida operatsion kuchaytirgichning o`zining tavsiflarini, hamda uni qo`llanish sxemalarini o`rganish mumkin (1-rasm).



1- rasm

Stendning old qismida quyidagilar joylashgan: kirish va chiqish signallarini o'lchashga mo'ljallangan o'zgarmas tok voltmetrlari; signalning amplitudasini va ishorasini rostlash imkoniyatiga ega bo'lgan ikkita "Ис1" va "Ис2" kuchlanish manbai; operatsion kuchaytirgichni qo'llash sxemalariga ega bo'lgan almashtiriladigan platalar; raqamli indeksatsiyali sekundomer.

Tekshirilayotgan sxema uchun uzatish koeffitsientini (S_1 yordamida), sig'im qiymatini (C_1, C_2) o' zgartirib, integrallash vaqtini o'zgartirish imkoniyati mavjud. Signalni tashqi qurilmadan berish, hamda chiqish signalini kuzatish uchun uyachalar stendga joylashtirilgan.

O'rganilayotgan u yoki bu sxema maxsus boltlar yordamida mahkamlanadi. O'zgarmas chiqish kuchlanishi voltmetri tekshirilayotgan sxema chiqishiga ulanadi va avtomatik ravishda o'lchanayotgan kuchlanishning ishorasini ko'rsatadi.

Ishni bajarish

Operatsion kuchaytirgich asosidagi komparatorni o'rganish.

1. Operatsion kuchaytirgichni invertorlovchi kirishi bo'yicha $U_{chiq}=f(U_{kir})$ bog'lanishi olinsin.
2. Operatsion kuchaytirgichni noinvertorlovchi kirishi bo'yicha $U_{chiq}=f(U_{kir})$ bog'lanishi aniqlansin.
3. Noinvertorlovchi kirishga sinusoidal signal berib chiqishdagi musbat va manfiy impulslar davomiyligini invertorlovchi kirishdagi kuchlanishga bog'liqligi aniqlansin.

Operatsion kuchaytirgich asosidagi integratorni o'rganish.

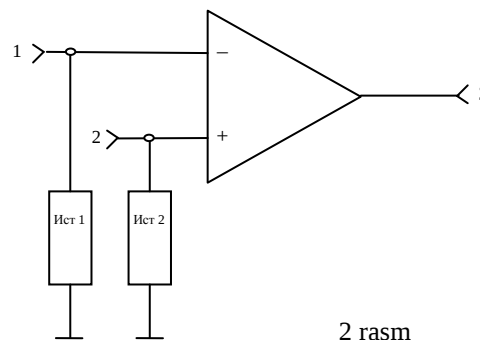
4. C_1 va C_2 sig'imlar uchun $U_{chiq}=f(t)$ bog'lanishi 20 sekundda aniqlansin.

$$U_{kir}=0.8\text{ V}$$

5. Xuddi shu bog`lanish 40 sekundda aniqlansin.
6. Olingan natijalar hisobot natijalari bilan solishtirilsin.
7. Integrator kirishiga bir qutbli va ikki qutbli impulslar berib chiqish impulslarining shakli chizib olinsin. To`g`ri yurish va teskari yurish davomiyligi aniqlansin.

Ishni bajarish bo`yicha uslubiy ko`rsatmalar

1-bandga. 1.1 plata o`rnatilsin (2-rasm)



2 rasm

Stend ozuqa manbaiga ulansin. Invertorlovchi kirish uchun $U_{chiq}=f(U_{kir})$ bog`lanishni olish uchun  $U_{ист1}$  -3 V dan +3 V gacha va teskari yo`nalishda o`zgartiriladi. Bunda

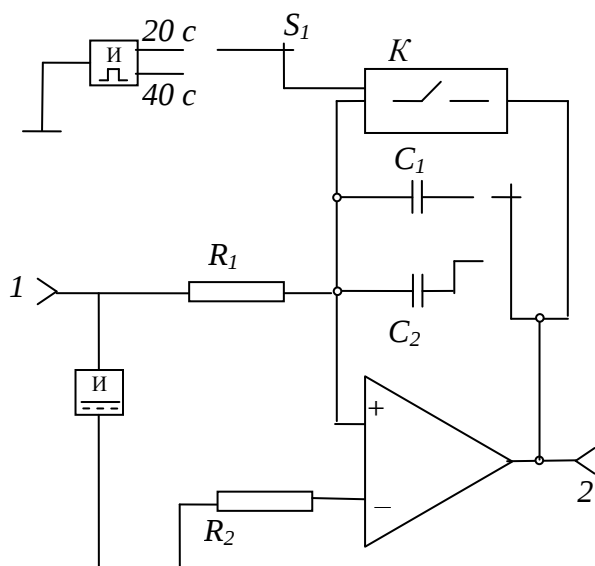
$$U_{ист2}= 0, -1, -2, +1, +2\text{ V} = const$$

2-bandga. Noinvertorlovchi kirish uchun $U_{chiq}=f(U_{kir})$ bog`lanishni olish uchun  $U_{ист2}$  -3 V dan +3 V gacha o`zgartiriladi

$$U_{ист1} = 0, -1, -2, +1, +2\text{ V} = const$$

3-bandga. Impulslar davomiyligi ossillograf yordamida aniqlanadi. Sinusoidal signal amplitudasi $U_{ист2}=0,785\text{ V}$; chastotasi 1000 Gs. $U_{ист1}$ qiymati kirish voltmetri orqali aniqlanadi.

4-bandga. 5.2– plata o`rnatilsin (3 – rasm).



3 – rasm

$C_2 \Rightarrow C_1$ (20 sek.) tugma bosilsin. Sekundomer $C_1=20$ c tugma yordamida ulanadi. U_{chiq} chiqish voltmetri yordamida aniqlanadi, bir vaqtning o'zida sekundomer orqali vaqt qayd etiladi. C_2 kondensatorni ulab xuddi shu bog'lanish yana aniqlanadi.

5-bandga. 4-bandda olingan bog'lanish 40 sekund uchun ham aniqlanadi ($C_1 - 40$ sekund).

6-bandga. U_{chiq} quyidagicha aniqlanadi:

$$U_{chiq} = \frac{1}{RC} \int_0^t U_{kir} dt = \frac{U_{kir} \cdot t}{R \cdot C}$$

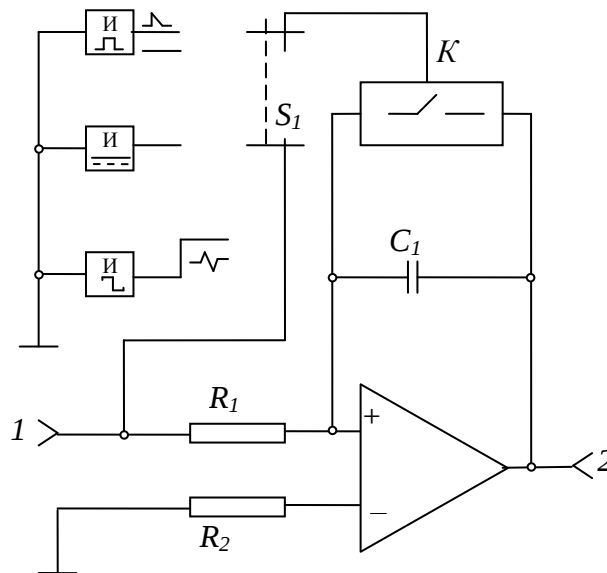
$$U_{kir}=0,82 \text{ V}$$

$$C_1=20 \text{ mkF}$$

$$R=0,82 \text{ Mom}$$

$$C_2=40 \text{ mkF}$$

7-bandga. 5.1 plata o'rnatilsin (4-rasm).



4 – rasm

chiqish kuchlanishi shakli ossillograf yordamida chizib olinsin. Impulslar davomiyligi ossillograf yordamida aniqlanadi.

Hisobot tarkibi

Hisobot quyidagilardan tashkil topgan bo'lishi kerak:

1. Tekshirilayotgan komparator va integratorlar sxemalarini o'z ichiga olgan tajriba ishining bayoni.
2. Komparatorning invertorlovchi va noinvertorlovchi kirishlari uchun $U_{chiq}=f(U_{kir})$ tavsiflari.
3. Sinusoidal kirish kuchlanishi uchun musbat va manfiy impulslar davomiyligini U_{kir} ga bog'liqligini ko'rsatuvchi jadvallar va buni aks ettiruvchi vaqt diagrammalari.
4. Integrator uchun $U_{chiq}=f(t)$ tavsifi.
5. Kirish signalining ikki turi uchun integrator chiqishidagi impulslar ossillogrammalari.

Qisqacha nazariy ma'lumotlar

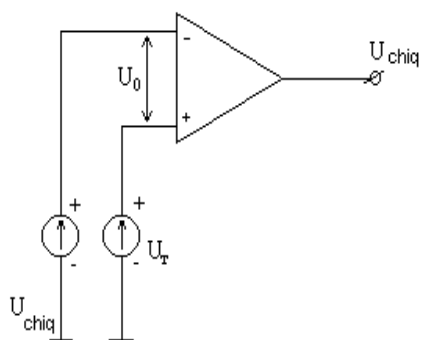
Operatsion kuchaytirgichlar impuls texnikasida ham keng qo'llaniladi. Impuls rejimidagi operatsion kuchaytirgichni chiqish signalining sathi amplituda tavsifining chiziqli hududiga mos keluvchi qiymatlardan oshmaydi. Shunga bog'langan holda operatsion kuchaytirgichning chiqish kuchlanishi ishlash jarayonida $U^{+}_{\text{chiq.max}}$ yoki $U^{-}_{\text{chiq.max}}$ kuchlanishlari bilan aniqlanadi.

Operatsion kuchaytirgichni impuls rejimida ishlashini komparator misolida ko'ramiz. Komparator o'lchanuvchi kirish signalini (U_{kir}) tayanch kuchlanishi bilan solishtiradi. Tayanch kuchlanishi vazifasini qiymati bo'yicha o'zgarmas musbat yoki manfiy qutbli kuchlanish bajaradi. Kirish kuchlanishi vaqt o'qi bo'yicha o'zgarada. Kirish kuchlanishi tayanch kuchlanishi sathiga yetganida operatsion kuchaytirgich chiqishidagi kuchlanishining qutbi o'zgaradi, masalan $U^{+}_{\text{chiq.max}}$ dan $U^{-}_{\text{chiq.max}}$ gacha.

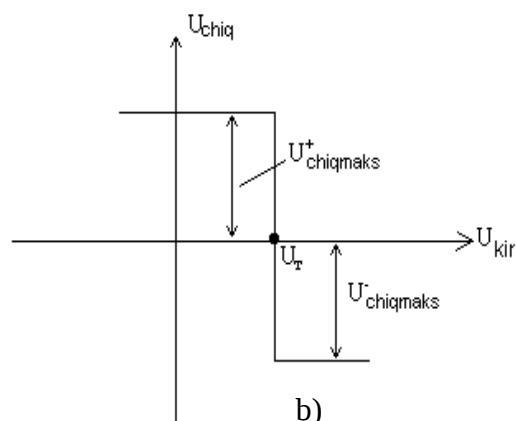
$U_T = 0$ bo'lganida komparator kirish kuchlanishi noldan o'tish vaqtlarini qayd etadi. Komparatorni ko'pincha nol organ ham deb atashadi, chunki u $U_{\text{kir}} - U_t \approx 0$ bo'lganida qayta ulanadi.

Komparatorlar avtomatik boshqarish tizimlarida va hisoblash texnikasida, bundan tashqari impuls va raqamli qurilmalarning (xususan, analog-raqamli va raqam-analogli o'zgartirgichlar) turli tugunlarini qurishda qo'llaniladi.

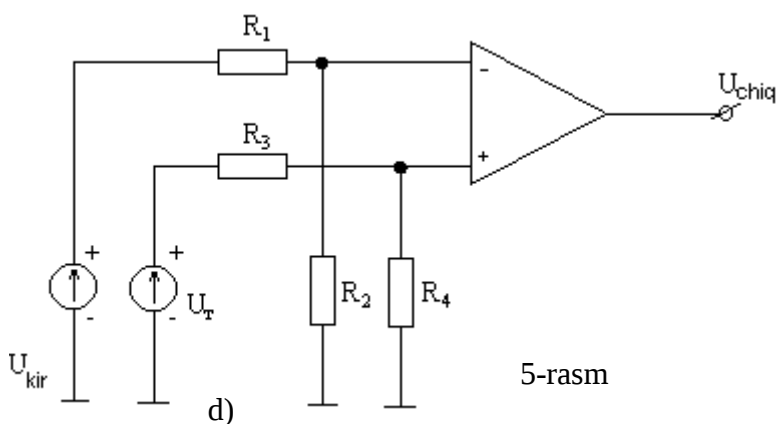
5-rasmda operatsion kuchaytirgich asosidagi komparator keltirilgan.



a)



b)



d)

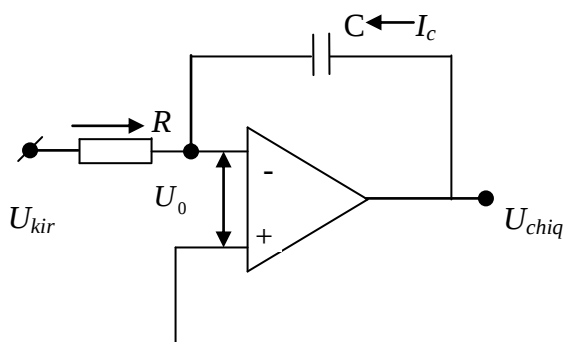
5-rasm

Uni o'lchanuvchi va tayanch kuchlanishini operatsion kuchaytirgich kirishlariga simmetrik ulanishi xarakterlaydi. ($U_{kir} - U_t$) kuchlanishlar ayirmasi operatsion kuchaytirgichni kirish kuchlanish U_o vazifasini bajaradi, bu o'z navbatida komparatorning

o'tish tavsifini aniqlaydi (5-rasm, b). $U_{kir} < U_t$ bo'lganida, $U_o < 0$, bunga bog'liq holda $U_{chiq} = U^+_{chiq,max}$. $U_{kir} > U_t$ bo'lganida, $U_o > 0$ va $U_{chiq} = U^-_{chiq,max}$. chiqish kuchlanishi qutbini o'zgarishi o'lchanuvchi kirish kuchlanishi U_t qiymatidan o'tganida amalga oshadi. Agar 5,a - rasmda ko'rsatilgan kirish va tayanch kuchlanishlarni o'zni almashtirilsa, yoki ularni ulash qutblari o'zgarsa, komparatorning o'tish tavsifi inversiyalanadi.

$U_{kir} < U_t$ shartiga $U_{chiq} = U_{chiq,max}^-$ tenglik javob beradi, $U_{kir} > U_t$ shartiga esa - $U_{chiq} = U_{chiq,max}^+$. Agar o'lchanuvchi va tayanch kuchlanishlar qiymati operatsion kuchaytirgich kirish kuchlanishlarining pasport qiymatlaridan oshmasa 5-rasm, a da ko'rsatilgan sxema qo'llaniladi. Aks holda ular operatsion kuchaytirgichga kuchlanish bo'luvchilari yordamida ulanadilar (5-rasm, d).

Operatsion kuchaytirgich asosidagi integrator sxemasi invertorlovchi kuchaytirgich asosida quriladi (6-rasm). Teskari bog'lanish zanjiriga kondensator C ulanadi.



6 rasm

Ma'lumki,

$$U_C = \frac{1}{C} \int i_c dt$$

Operatsion kuchaytirgich uchun $R_{kir} \approx \infty$ bo'lganligi uchun $i_c = -i_{kir} = -U_{kir} / R$. Operatsion kuchaytirgich kirishlari oralig'idagi kuchlanish $U_0 = 0$. Shuning uchun $U_{chiq} = U_s$, bundan

$$U_{chiq} = -\frac{1}{C} \int \frac{U_{kir}(t)}{R} dt = -\frac{1}{RC} \int U_{kir}(t) dt.$$

Sxema integrallash matematik amaliyotini bajaradi. Noaniq integrallardan, aniqlariga utsak, yuqoridagi bogʻlanish quyidagicha boʻladi,

$$U_{chiq} = U_{chiq}(0) - \frac{1}{RT} \int_0^t U_{kir}(t) dt$$

Chiqish kuchlanishining qiymati boshlangʻich sharoitlarga, yaʼni $t=0$ vaqtda kondensatordagi kuchlanish $U_{chiq}(0)$ ga bogʻliq. Integrator kirishiga oʻzgarmas kuchlanish berilsa, chiqishda chiziqli qonuniyat bilan oʻzgaruvchi kuchlanish hosil boʻladi.

Tajriba ishini bajarish uchun savollar

1. Operatsion kuchaytirgich asosidagi komparator nima? Sxemasini chizib koʻrsating.
2. Komparatorni qoʻllash sohalarini koʻrsating.
3. Operatsion kuchaytirgich asosidagi integrator nima? Sxemasini chizib koʻrsating.
4. Integratorni qoʻllash sohalarini koʻrsating.

Tajriba ishidan olingan bilimlarni sinash uchun savollar

1. Operatsion kuchaytirgichning qaysi xususiyatlari ularni impuls qurilmalarda qoʻllashga imkoniyat beradi?
2. Operatsion kuchaytirgich asosidagi komparatorni ishlash tamoyilini va $U_{chiq}=f(U_{kir})$ tavsifini tushuntiring.
3. Operatsion kuchaytirgich kirishlarining biriga sinusoidal signal berilganda hosil boʻlgan vaqt diagrammalarini tushuntiring.
4. Integratorni ishlash tamoyilini tushuntiring. Kirish signali oʻzgarmas boʻlganida U_{chiq} ni aniqlovchi formulani keltiring.

5. Chiziqli o'zgaruvchan kuchlanish generatorida integratorning ishlashini tushuntiring. Sxema va ishlash diagrammalarini tushuntiring.
6. Uch burchakli impuls generatorida integratorning ishlashining tushuntiring. Sxema va ishlash diagrammalarini keltiring.

Adabiyotlar:

1. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника М. Энергия, 1992 .
2. Алексеенко А.Г., Шатурн И.И. Микросхемотехника – М. Радио и связь`. 1982 .
3. Гершунский Б.С. Основы электроники и микросхемотехники.– Киев Виша ш., 1989
4. Ушаков В.Н.Электротехника и электроника.–М. Радио и связь, 1997.

2 – TAJRIBA ISHI

Operatsion kuchaytirgich asosidagi trigger va multivibrator sxemalarini o'rganish

Ishdan maqsad

1. Operatsion kuchaytirgich asosidagi nosimmetrik trigger sxemasining ishlash tamoyilini o'rganish
2. Operatsion kuchaytirgich asosidagi multivibrator sxemasini o'rganish

Tajriba standining tuzilishi

Tajriba ishi ЭС – 23 turkumidagi tajriba stendi yordamida bajariladi. Stendning tuzilishi 1 – tajriba ishida keltirilgan.

Ishni bajarish

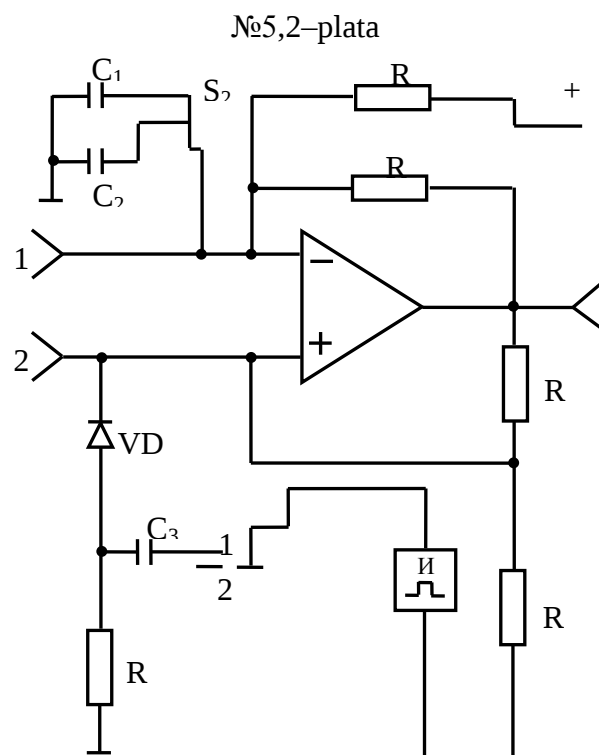
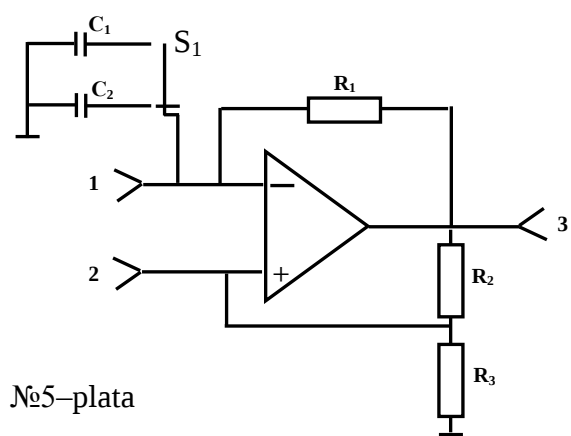
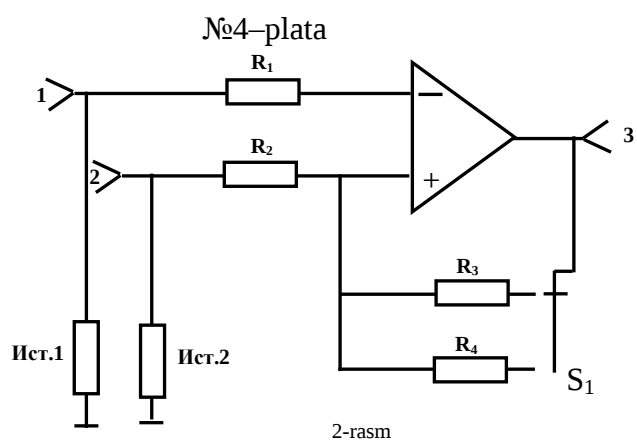
Operatsion kuchaytirgichni trigger sxemasida o`rganish.

1. R_{oc} ning ikki qiymati uchun (R_3 va R_4) operatsion kuchaytirgichdagi triggerning invertorlovchi kirishi 1 va o`zgarmas signal uchun uzatish tavsifi $U_{chiq}=f(U_{kir})$ olinsin va qurilsin.
2. R_{oc} ning ikki qiymati va noinvertorlovchi kirish 2 uchun o`zgarmas signalda uzatish tavsifi $U_{chiq}=f(U_{kir})$ olinsin va qurilsin.
3. $R_{oc}=R_4$ bo`lganida va 1 kirishga sinusoidal signal berilganida chiqish signalining fronti o`lchansin.

Operatsion kuchaytirgich asosidagi multivibrator sxemasi o`rganish.

4. C sig`imning ikki qiymati uchun (C_1 va C_2) avtotebranuvchi multivibrator chiqishidagi impulslarning chastotasi aniqlansin.
5. C sig`imning ikki qiymati (C_1 va C_2) va kutuvchi rejim uchun operatsion kuchaytirgich asosidagi multivibrator chiqishidagi impulslarning vaqt davomiyligi aniqlansin.
6. Operatsion kuchaytirgich asosidagi avtotebranuvchi multivibrator uchun chiqish impulslar davri aniqlansin.

$$t_u = CR_{oc} \ln \left(1 + \frac{R_3}{R_4} \right)$$



Ishni bajarish bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar

1-bandga. 4-plata o'rnatilsin (2-rasm). Stend ta'minlash manbaiga ulansin.

a) S_1 tugma yordamida $R_{OC}=R_4$ ulansin, o'zgarmas «ИСТ-1», «----» ulansin. $U_{ИСТ1}$ -3 V dan $+3$ V gacha o'zgartirilsin. Chiqish kuchlanishi stendning chiqish vol'tmetri yordamida kuzatilsin. $U_{ИСТ2}=0V; 1V$.

b) ko'rsatilgan amaliyotlar $R_{OC}=R_3$ uchun qaytarilsin. Bu amaliyotlar ikki kirish bo'yicha amalga oshirilsin. $U_{ИСТ2}=0V; 2V$

2-bandga. Kirish sinusoidal signal $U_{ИСТ1}$ dan berilsin. $U_{ИСТ2}$ signal amplitudasi $U_{ИСТ2}=0V$; $R_{OC}=R_4$ o'rnatilsin. Front vaqti ossillograf yordamida o'lchansin.

3-bandga. 5.2-plata o'rnatilsin (3-rasm). Stend ta'minlash manbaiga ulansin. Chiqish 3 ga ossillograf ulansin, chiqish signalining shakli 3 va 2 nuqtalar uchun chizib olinsin. C_1 yordamida C_1 ulanadi. Ossillograf yordamida impuls va pauza davomiyligi aniqlanadi, keyin xuddi shu amaliyotlar C_2 uchun amalga oshiriladi.

4-bandga. 2.1-plata (4-rasm) o'rnatilsin. Stend ozuqa manbaiga ulansin. Chiqish 3 ga ossillograf ulansin va impuls davomiyligi (musbat va manfiy) sig' mning ikkita qiymati uchun aniqlansin (S_1 tugma) S_2 tugma ichki generatoridan ishga tushiruvchi impulsni olishga xizmat qiladi.

5-bandga. Musbat va manfiy impuls davomiyligi quyidagi hisoblash formulasi yordamida aniqlanadi:

$$t_u = CR_0 \ln \left(1 + \frac{R_4}{R_5} \right)$$

Hisobot tarkibi

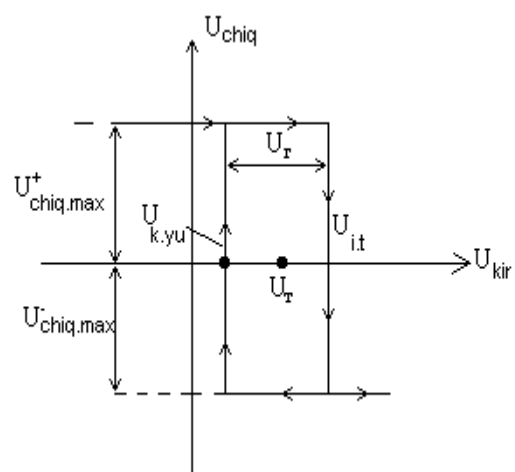
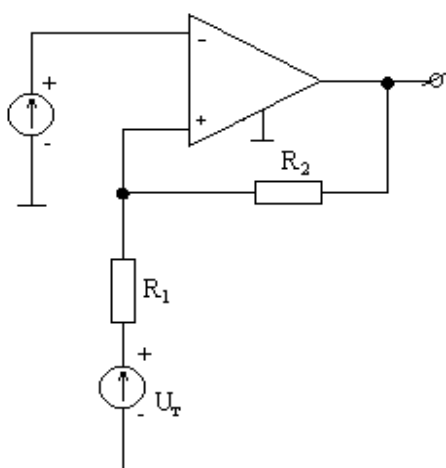
Hisobot quyidagilardan tashkil topgan bo'lishi kerak:

1. O'tkazilgan tajribalar va hisobot natijalari tadqiqot sxemalari.
2. Trigger tavsiflari.
3. Teskari bog'lanish sig'imining ikki qiymati uchun chiqish impulslar davrining hisoboti.
4. Operatsion kuchaytirgich asosidagi trigger va multivibrator sxemalari.

Qisqacha nazariy ma'lumotlar

Operatsion kuchaytirgichga noinvertorlovchi kirishi bo' yicha R_1, R_2 rezistorlar yordamida teskari bog'lanishi kiritilgan komparator keng qo'llaniladi (5-rasm, a)

Bunday komparator gisterezisli o'tish tavsifiga ega (5-rasm b).



a)

b)

5-rasm

Bu sxema Shmitt triggeri yoki pog`ona qurilmasi nomi bilan tarqalgan.

Kirish kuchlanishi U_{kir} ishga tushish $U_{i.t.}$ kiymatiga ega bo`lganida sxema  $U_{chiq.max}^-$  holatiga qayta ulanadi, kirish kuchlanishi qo`yib yuborish kuchlanishi $U_{k.yu.}$ gacha kamayganda sxema boshlang`ich $U_{chiq.max}^+$ holatiga qaytadi.

$U_o = 0$ deb faraz qilib, pog`ona kuchlanishlari aniqlanadi.

$$U_{it} = U_m + \frac{U_{chiq.max}^+ - U_m}{R_1 + R_2} \cdot R_1$$

$$U_{k.yu.} = U_m - \frac{U_{chiq.max}^- + U_m}{R_1 + R_2} \cdot R_1$$

Bundan gisterezis kengligi

$$U_{\Gamma} = U_{i.t} - U_{k.yu.} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (U_{chiq.max}^+ + U_{chiq.max}^-)$$

Agar $U_t = 0$ bo`lsa, trigger sxemasi 6-rasm a, ko`rinishiga ega bo`ladi.

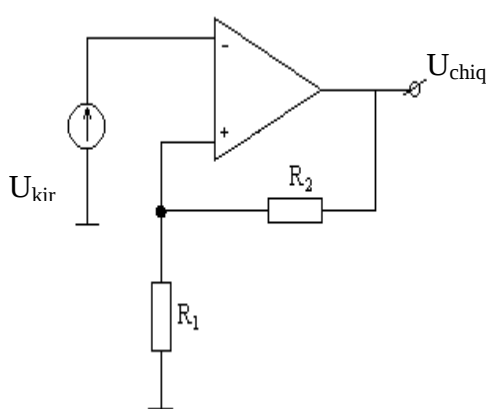
Uning pog`ona kuchlanishlari va gisterezis hududi (6-rasm b) quyidagilarni tashkil etadi:

$$U_{i.t} = \chi U_{chiq.max}^+$$

$$U_{k.yu.} = -\chi U_{chiq.max}^-$$

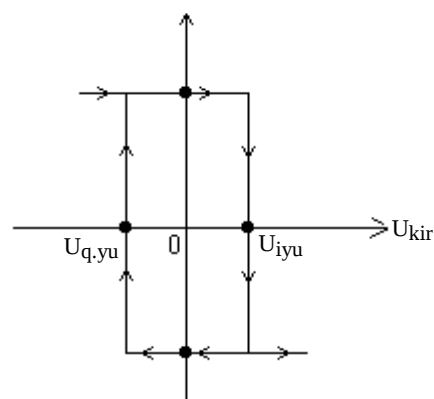
$$U_g = \chi (U_{chiq.max}^+ + U_{chiq.max}^-)$$

Bu yerda $\chi = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ teskari bog`lanish chuqurligi. 6-rasm, a – da ko`rsatilgan sxema operatsion kuchaytirgich asosidagi generatorlarni qurishga asos bo`ladi.



a)

6-rasm



b)

Impuls rejimida ishlovchi operatsion kuchaytirgichning asosiy ko'rsatkichlari – ishga tushishining kechikishi bilan baholanuvchi tezkorlik va chiqish kuchlanishining o'sish vaqti. Ishga tushishning kechikishi (chiqish impulsni kechikishning vaqti) bir necha mikrosekundni tashkil etadi, chiqish kuchlanishining o'sish vakti esa - mikrosekundning bo'laklarini tashkil etadi.

Impuls rejimda ishlashga mo'ljallangan va umumiy «komparator» nomini olgan maxsus operatsion kuchaytirgichlar yaxshiroq tezkorlikka ega. Bunday mikrosxemalarning ishga tushishining kechikishi 1 mks dan kam, chiqish kuchlanishini o'sish vaqti esa mikrosekundning yuzdan bir qismini tashkil etadi.

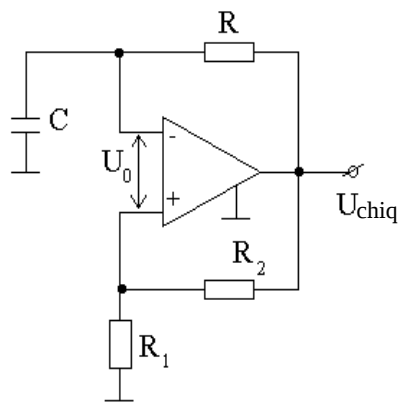
Integral tranzistorlardagi τ_B sini kamaytirish va operatsion kuchaytirgich sxemasida ularni to' yinishining oldini olish hisobiga yuqoriroq tezkorlikka erishiladi.

Operatsion kuchaytirgich asosidagi simmetrik o'z - o'zidan tebranuvchi multivibrator sxemasi 7-rasm, a da keltirilgan. Uning asosini operatsion kuchaytirgich asosidagi komparator tashkil etadi. O'z - o'zidan tebranuvchi rejim invertorlovchi kirishga C kondensator va R rezistorlardan iborat vaqt belgilovchi zanjirni kiritish bilan amalga oshiriladi. Sxemaning ishlash tamoyilini 7-rasm, b da keltirilgan vaqt diagrammalari tushuntiradi.

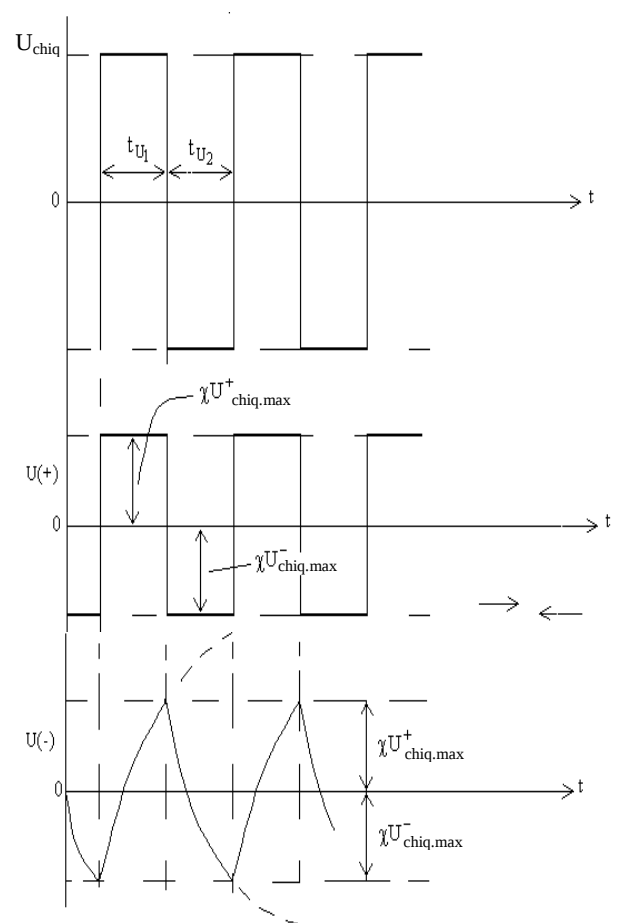
Faraz qilaylik, t_1 vaqtigacha operatsion kuchaytirgich kirishlari o`rtasidagi kuchlanish  $U_o > 0$ . Bunga operatsion kuchaytirgich chiqishidagi kuchlanish  $U_{chiq} = -U_{chiq.max}$  va uning noinvertorlovchi kirishidagi kuchlanish  $U(+) = -\chi U_{chiq.max}$ , bu yerda  $\chi = R_1 / (R_1 + R_2)$ . - musbat teskari bog`lanish zanjirining chuqurligi.

Sxema chiqishida - $U_{chiq.max}$ mavjudligi C kondensator R rezistor orqali zaryadlanishini ta`minlaydi.

t_1 vaqtida operatsion kuchaytirgichning invertorlovchi kirishidagi eksponensial o`zgaruvchi kuchlanishi noinvertorlovchi kirishdagi kuchlanish sathi -  $\chi U_{chiq.max}$  ga yetadi.  $U_o$  kuchlanish nolga teng bo`ladi, bu o`z navbatida operatsion kuchaytirgich chiqishdagi kuchlanishning qutbini o`zgartiradi: $U_{chiq} = U_{chiq.max}^+$. $U(+)$ kuchlanishi ishorasini o`zgartiradi va  $\chi U_{chiq.max}^+$  qiymatiga ega bo`ladi, bu $U_o < 0$ va $U_{chiq} = U_{chiq.max}^+$ ga mos keladi.



a)



7-rasm

t_1 vaqtidan boshlab kondensator - $\chi U_{\text{chiq,max}}^-$ kuchlanish sathidan qayta zaryadlanadi. Kondensator R rezistorli zanjirda $+U_{\text{chiq,max}}^+$ sathgacha zaryadlanishga intiladi. t_2 vaqtida kondensator kuchlanishi $\chi U_{\text{chiq,max}}^+$ qiymatga yetadi. U_0 kuchlanishi nolga teng bo' ladi, bu operatsion kuchaytirgichni qarama - qarshi holatga qayta ulaydi. Keyin sxemadagi jarayon qaytariladi.

Simmetrik multivibrator chastotasi

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{t_{u1} + t_{u2}}$$

$$t_u = \tau \ln \frac{\chi U_{\text{chiq,max}}^- + U_{\text{chiq,max}}^+}{U_{\text{chiq,max}}^+ - \chi U_{\text{chiq,max}}^-} \text{ va}$$

$$f = \frac{1}{2\tau \ln \frac{\chi U_{\text{chiq,max}}^- + U_{\text{chiq,max}}^+}{U_{\text{chiq,max}}^+ - \chi U_{\text{chiq,max}}^-}};$$

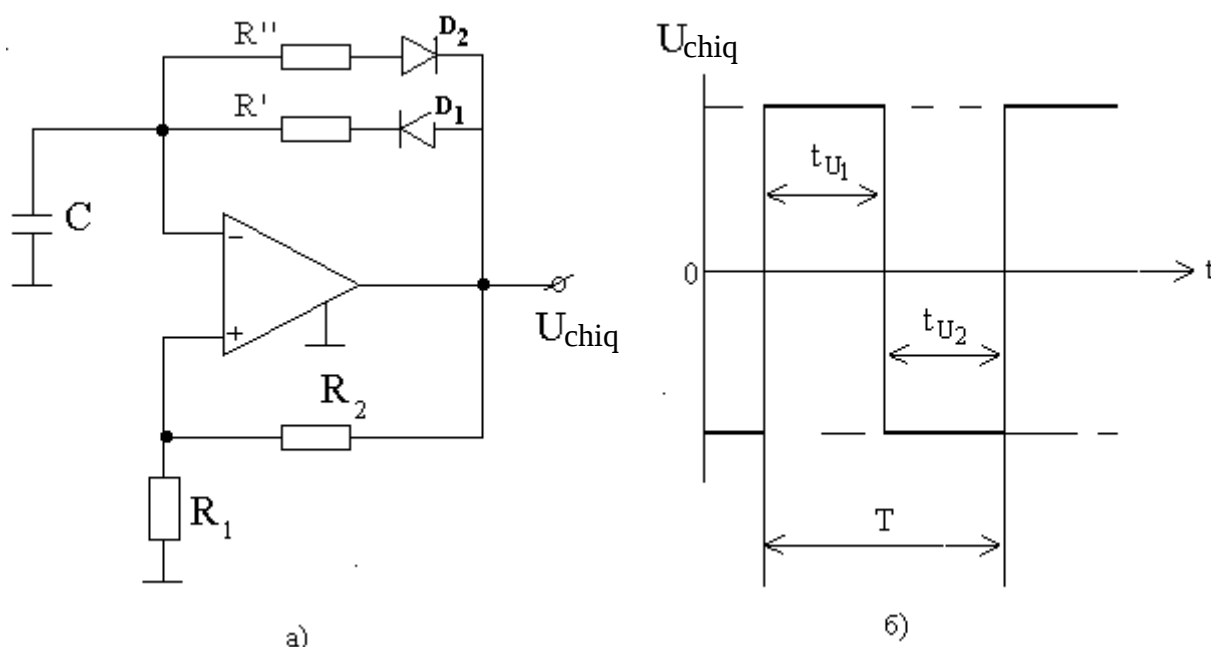
$U_{\text{chiq,max}}^+ = U_{\text{chiq,max}}^-$ deb qabul qilinsa

$$t_u = \tau \ln \left(1 + \frac{2R_1}{R_2} \right)$$

$$f = \frac{1}{2\tau \ln \left(1 + \frac{2R_1}{R_2} \right)}$$

Operatsion kuchaytirgich asosidagi nosimmetrik multivibrator sxemasi

8-rasmda keltirilgan.



8-
rasm

Keltirilgan sxema uchun $t_{u1} \neq t_{u2}$

Nosimmetrik ishlash rejimini yarim davrlar bo'yicha vaqt belgilovchi zanjirlarning bir xil bo'lmagan vaqt doimiyliklari ta'minlaydi.

Sxemada bu R rezistor o'rniga ikkita rezistor va dioddan iborat bo'lgan parallel tarmoqlarni ulash bilan erishiladi. D₁ diodi chiqish kuchlanishining musbat yarim to'lig'ida ochiq, D₂ esa - manfiy yarim to'lig'ida. Birinchi holatda $\tau_1 = CR'$, ikkinchi holatda $\tau_2 = CR''$. Impulslar vaqti davomiyligi

$$t_{i1} = \tau_1 \ln(1 + 2R_1 / R_2)$$

$$t_{i2} = \tau_2 \ln(1 + 2R_1 / R_2)$$

Uzatish koeffitsenti va qarshiliklar qiymatlarini tanlashga operatsion kuchaytirgichning chegaraviy mumkin bo'lgan ishlash

rejimlari cheklash kiritadi. Masalan, χ ni tanlashda operatsion kuchaytirgichning differensial kirishi bo' yicha mumkin bo' lgan maksimal kuchlanish qiymati $U_{o \max}$ inobatga olinadi. Operatsion kuchaytirgichning invertorlovchi va noinvertorlovchi kirishlaridagi kuchlanish $\chi U^{\pm}_{\text{chiq.max}}$ bo' lgan vaqtda, differensial kirish bo' yicha maksimal kuchlanish $U_{o \max}$ qiymati $2U^{\pm}_{\text{chiq.max}}$ ga mos keladi. Bundan kelib chiqqan holda

$$\chi \leq U_{o \max} / (2U^{\pm}_{\text{chiq.max}}).$$

Agar operatsion kuchaytirgichni ta'minlash kuchlanishi $E_{k1} = E_{k2} = E_k$ va

$U^{+}_{\text{chiq.max}} = U^{-}_{\text{chiq.max}} = E_k$ bo' lsa, χ quyidagi shartdan kelib chiqqan holda tanlanadi.

$$\chi \leq \frac{U_{0MAX}}{2E_k}$$

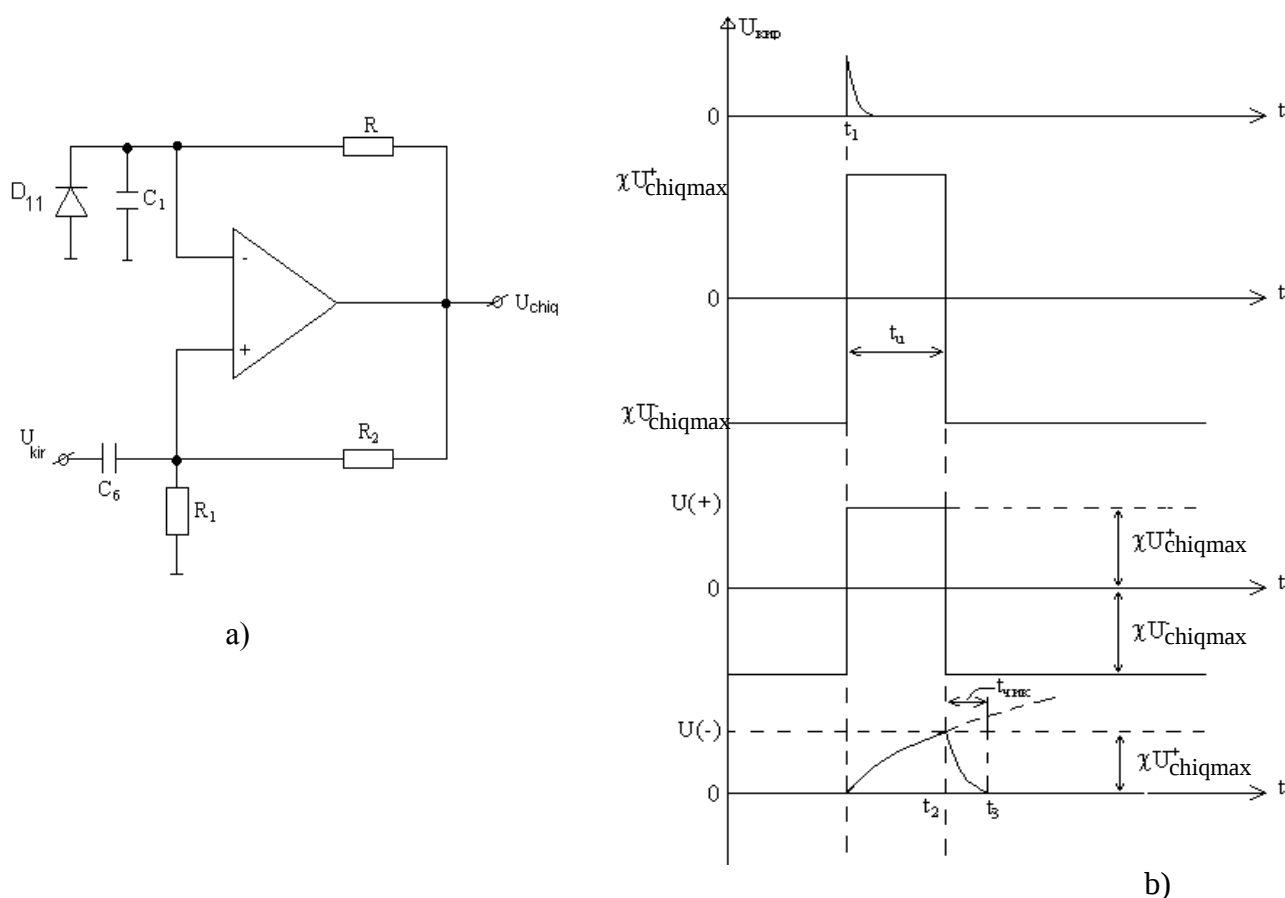
R, R_1, R_2 qarshiliklar maksimal mumkin bo'lgan $I_{\text{chiq.max}}$ tok hisobiga olgan holda tanlanadi. Operatsion kuchaytirgichning chiqish toki uchta tashkil etuvchilardan hosil bo'ladi: yuklama toki U_{chiq}/R_{yu} , noinvertorlovchi kirish bo'yicha teskari bog'lanish toki $U_{\text{chiq}} / (R_1 + R_2)$ va invertorlovchi kirish bo'yicha teskari bog'lanish toki $(U_{\text{chiq}} - U_s) / R$

$$E_k \left(\frac{1}{R_{yu}} + \frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1 + \chi}{R} \right) \leq I_{\text{chiqmax}}$$

R, R_1 qarshiliklarning maksimal qiymati bo'yicha cheklash operatsion kuchaytirgich R_{kir} kirish qarshiligi nostabilligini chiqish impulsar davomiyligiga va multivibrator chastotasiga ta'sirini kamaytirish uchun kiritiladi. Bundan kelib chiqqan holda R va R_1 qarshiliklar operatsion kuchaytirgichning kirish qarshiligidan 3-5 marotaba kam qilib tanlanadi.

Generatsiyalanayotgan impulsar fronti davomiyligi kirish signalining yuqori sathi bilan boshqarilgandagi operatsion kuchaytirgichning qayta ulanish vaqti bilan aniqlanadi. Erishilayotgan

frontlar davomiyligi qo'llanilayotgan operatsion kuchaytirgich turiga



9-rasm

bog'liq va 0.5 mksekdan katta bo'lmaydi.

Hozirgi vaqtda kutuvchi multivibrator sxemasini yaratish uchun asosan integral operatsion kuchaytirgichlar qo'llaniladi.

Boshlang'ich holatda bir vibrator chiqishidagi kuchlanish $U_{chiqmax}^-$ ga teng, buning natijasida operatsion kuchaytirgichning noinvertorlovchi kirishidagi kuchlanish $U(+) = \chi U_{chiqmax}^-$ invertorlovchi kirishdagi kuchlanish D_1 dioddagi kuchlanish tushuviga teng. D_1 - ochiq, shuning uchun $U(-) \approx 0$. t_1 lahzasida noinvertorlovchi kirishga berilgan kirish impulsi operatsion kuchaytirgichni $U_{chiqmax}^+$ holatga o'tqazadi.

Operatsion kuchaytirgichning invertorlovchi kirishiga $\chi U_{chiqmax}^+$ kuchlanishi uzatiladi va uning o'zgargan holatini ushlab turadi. Operatsion kuchaytirgich chiqishidagi musbat kuchlanish ta'sirida S

kondensator rezistor R orqali zaryadlanadi. Kondensator $U^{+}_{\text{chiq max}}$ kuchlanishigacha zaryadlanishga harakat qiladi. Zaryadlanish jarayonining tavsifi quyidagicha bo'ladi.

$$U_c = U^{+}_{\text{chiq max}} (1 - e^{-t/\tau})$$

Ammo zaryadlanish jarayonida kondensatordagi kuchlanish $U^{+}_{\text{chiq max}}$ qiymatiga yetmaydi, chunki t_2 lahzasida $U(-) = U_c = \chi U^{+}_{\text{chiq max}}$ va operatsion kuchaytirgich boshlang'ich holatga qaytadi. $U_c(t_u) = \chi U^{+}_{\text{chiq max}}$ deb qabul qilib impuls davomiyligi aniqlanadi.

$$t_u = \tau \ln \frac{1}{1 - \chi} = \tau \ln \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right)$$

t_2 lahzadan keyin sxemada boshlang'ich holat ($U_c = 0$) tiklana boshlaydi. Bu operatsion kuchaytirgich chiqishidagi kuchlanishning qutbi o'zgarganligi bilan aniqlanadi. Kondensatorni R rezistordan iborat bo'lgan zanjirda qayta zaryadlanishi quyidagi bog'lanish bilan aniqlanadi.

$$U_c(t) = (\chi U^{+}_{\text{chiq max}} + U^{-}_{\text{chiq max}}) e^{t/\tau} - U^{-}_{\text{chiq max}}$$

Kondensator kuchlanishi D diod ochilish kuchlanishiga teng bo'lganida qayta tiklanish jarayoni boshlanadi. Bu kuchlanishni nolga teng qilib qabul qilish mumkin. $t = t_{\text{tikl}}$ bo'lganida $U_c = 0$ deb qabul qilib, tiklanish vaqtini aniqlaymiz.

$$t_{\text{tikl}} = \tau \ln \frac{\chi U^{+}_{\text{chiq max}} + U^{-}_{\text{chiq max}}}{U^{-}_{\text{chiq max}}}$$

$$U^{+}_{\text{chiq max}} = U^{-}_{\text{chiq max}} \text{ bo'lganida}$$

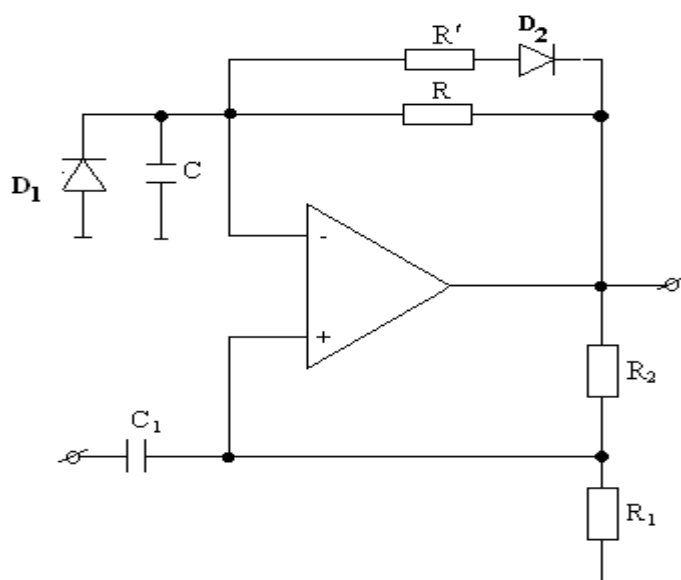
$$t_{\text{tikl}} = \tau \ln(1 + \chi) = \tau \ln \frac{2R_1 + R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\chi > 1 \text{ va } \frac{1}{(1 - \chi)} > 1 + \chi$$

bo'lganligi uchun $t_u > t_{\text{tikl}}$. Keyingi ishga tushiruvchi impuls kelgunicha qayta tiklanish jarayoni tugashi kerak. chiqish impulsining vaqt davomiyligi ishga tushiruvchi impulslar takrorlanish davriga yaqin bo'lsa, qayta tiklanish vaqtini kamaytirish masalasi vujudga

keladi. Bu maqsadda R rezistoriga parallel D_2 diod va R rezistordan iborat bo'lgan tarmoq ulanadi (10-rasm).

Natijada qayta ushlanish vaqti kamayadi. Bunda τ vaqt davomiyligi t_{tikl} aniqlanadigan bog'lanishda $C \cdot (R \parallel R')$ bo'ladi, t_u uchun esa o'zgarmaydi.



10-rasm

Tajriba ishini bajarish uchun savollar

1. Operatsion kuchaytirgich nima? Trigger nima?
2. Operatsion kuchaytirgich asosidagi trigger sxemasi chizilsin.
3. Multivibrator nima?
4. Operatsion kuchaytirgich asosidagi multivibrator sxemasi chizilsin.

5. Operatsion kuchaytirgich asosidagi kutuvchi multivibrator sxemasi chizilsin.

Tajriba ishidan olingan bilimlarni sinash uchun savollar

1. Operatsion kuchaytirgichni impuls qurilmalarida qo'llanilish sabablari.
2. Operatsion kuchaytirgich asosidagi triggerning ishlash tamoyili, uning o'tish tavsifi tushuntirilsin.
3. Operatsion kuchaytirgich asosidagi multivibratorning ishlash tamoyili, uning ishlashining vaqt diagrammalari tushuntirilsin.
4. Multivibratorning chiqish impulslari uchun Q qanday o'zgartiriladi.
5. Operatsion kuchaytirgich asosidagi kutuvchi multivibrator sxemasining ishlash tamoyili tushuntirilsin. Vaqt diagrammasi tushuntirilsin.
6. Avtotebranuvchi multivibratorni kutuvchi rejimga o'tkazishni boshqa usullari keltirilsin.

Adabiyotlar

1. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника М. Энергия, 1992 .
2. Алексеенко А.Г., Шатурн И.И. Микросхемотехника.– М. Радио и связь`. 1982 .
3. Гершунский Б.С. Основы электроники и микросхемотехники.– Киев Виша ш., 1989
4. Ушаков В.Н. Электротехника и электроника.– М. Радио и связь, 1997.

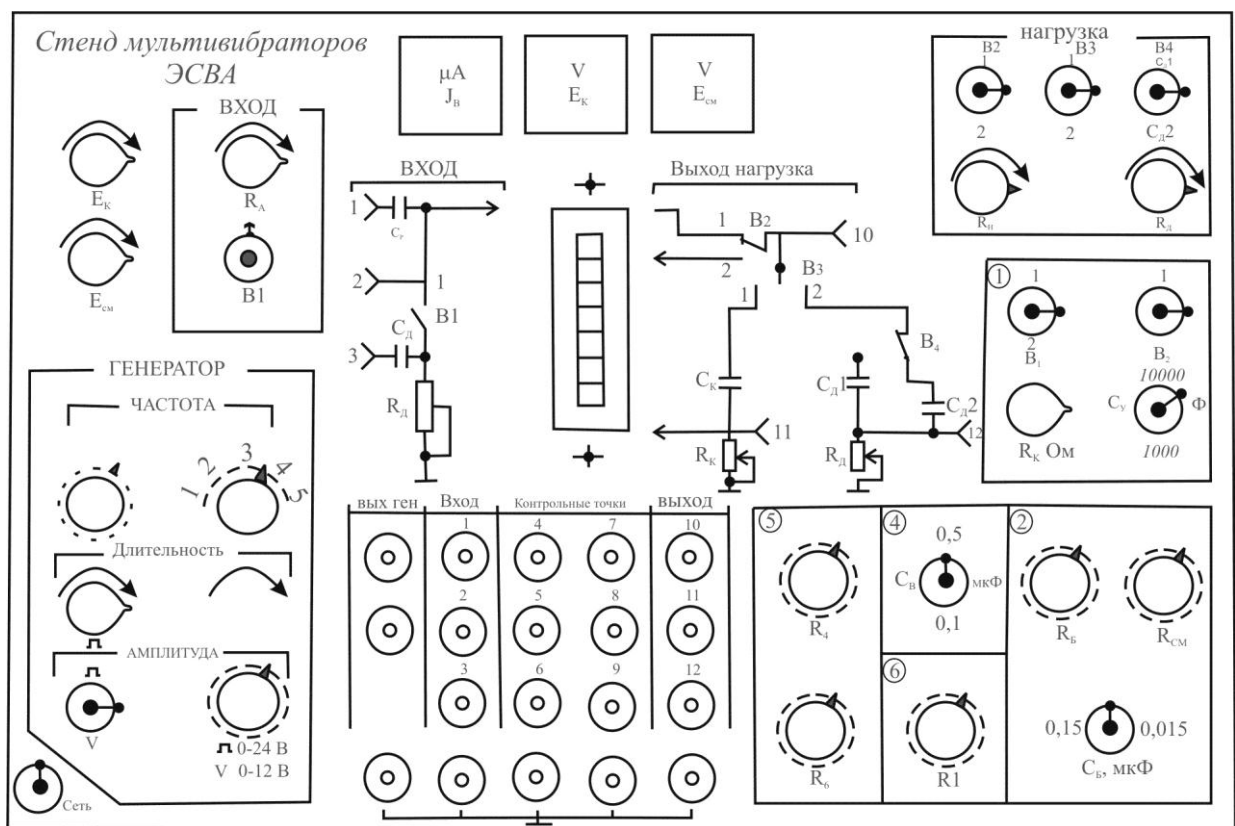
3 – TAJRIBA ISHI

Avtotebranuvchi multivibrator sxemasini tekshirish

Ishdan maqsad

1. Bipolyar tranzistor asosidagi avtotebranuvchi multivibratorning ishlash tamoyilini o'rganish.
2. Multivibrator chiqishidagi impulslarning parametrlarini yaxshilash usullari bilan tanishish

Tajriba standining tuzilishi



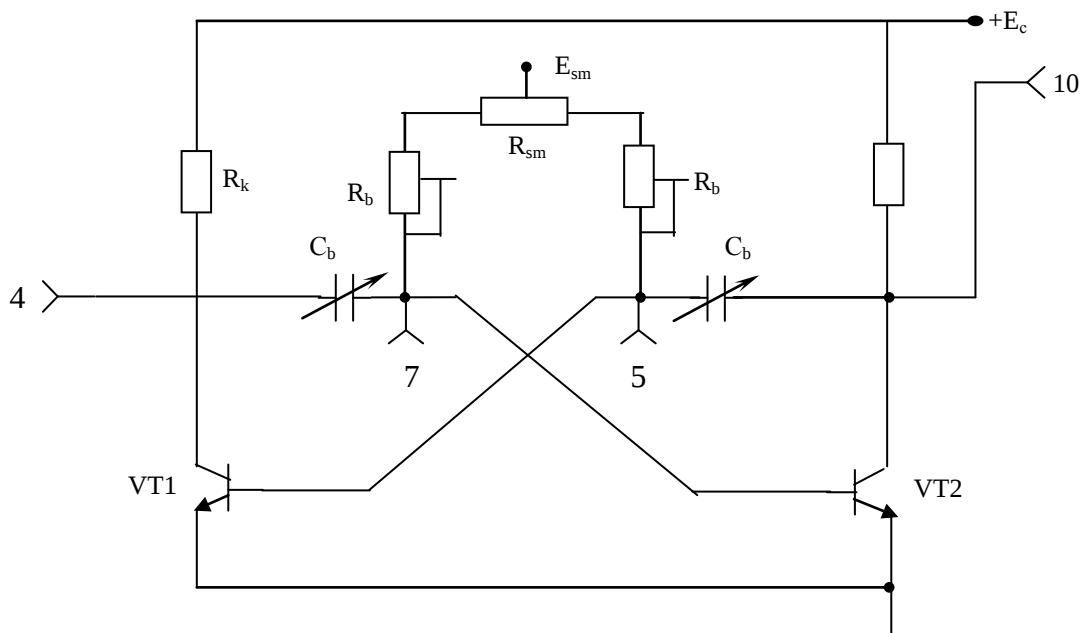
1-rasm

ЭСВА tajriba stendi multivibratorning turli sxemalarini o'rganishga mo'ljallangan. O'rganilayotgan multivibrator sxemasi stendning old qismiga maxsus boltlar yordamida mahkamlanadi (1-rasm). Bu yerda quyidagilar joylashgan:

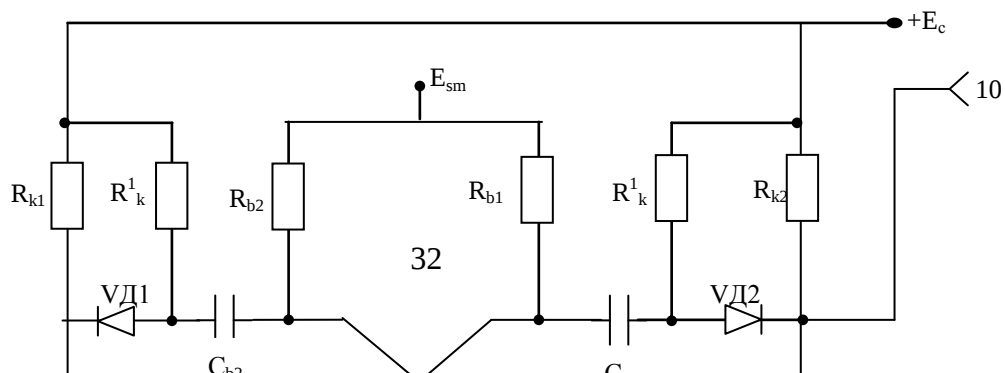
1. Stendni ta'minlash manbaiga ulaydigan tumbler («Сеть»).

2. Ta'minlash manbai kuchlanishi E_K va tranzistorlar bazalaridagi siljitish kuchlanishi E_{sm} ni rostlashga mo'ljallangan dastaklar.
3. Kirishdagi boshqarish impulsining davomiyligini rostlagichi. Bu impulsar differensiallovchi zanjir chiqishidan R_r rezistorlardan beriladi. Bu zanjir V_1 tumbler yordamida ulanadi.
4. «Генератор» deb nomlangan multivibrator sxemalarini boshqarish guruhi. Boshqarish impulslarining chastotasini 1, 2, 3, 4, 5 diapazonlarida sakrab va asta-sekin o'zgartirilishi mumkin.
Musbat «П» va manfiy «-» boshqarish impulslarining davomiyligi «Длительность» dastagi yordamida o'zgartiriladi. Boshqarish impulslarining amplitudasi «Амплитуда» dastagi yordamida o'zgartiriladi, bunda musbat «П» impulsar amplitudasi 0 dan 24 V gacha manfiy impulsar amplitudasi 0 dan 12 V gacha o'zgartirilishi mumkin.
5. Baza tokini I_B , kollektor kuchlanishini E_K va siljitish kuchlanishini o'lchashga mo'ljallangan o'lchov asboblari.
6. O'rganilayotgan multivibratorlarning yuklamalari guruhi. «Нарпызка» Uning tarkibiga V_2 qayta ulagich, yuklama ko'rinishini aniqlovchi ($R_H C_H$ yoki $R_g C_g$) V_3 qayta ulagich kirgan. V_4 qayta ulagich yordamida differensiallovchi zanjirning sig'imi tanlanadi. R_H rezistori yordamida yuklama qarshiligi asta-sekin rostlanadi, R_r yordamida differensiallovchi zanjirning vaqt doimiyligi rostlanadi.
7. Avtotebranuvchi multivibrator sxemasini tekshirish uchun boshqarish guruhi xizmat qiladi. Uning tarkibiga o'zgaruvchan R_b , R_{cm} rezistorlari, hamda S_b qayta ulagichi kiradi. Bular yordamida multivibrator chiqishidagi signallarning chastotasini o'zgartirish mumkin.

8. O`rganilayotgan sxemalardagi jarayonlarni ossillograf yordamida kuzatish uchun «Контрольные точки» deb nomlangan uyachalar xizmat qiladi.



2-rasm. Avtotebranuvchi multivibrator sxemasi



3-rasm. Korrektsiyalovchi diodli avtotebranuvchi multivibrator sxemasi

Ishga topshiriq

Avtotebranuvchi multivibrator sxemasini tekshirish

1. $C_b=0,15$ mkf va R_6 qarshiligining bir nechta qiymati uchun impuls davomiyligi t_u , pauza davomiyligi t_p , front davomiyligi t_f , impuls amplitudasi U_m aniqlansin.
2. R_b qarshiligining ikkita qiymati uchun chiqish impulslarining chastotasi F aniqlansin.
3. chiqish impulsining aniqlangan davomiyligidan foydalanib R_b qarshiligining qiymati aniqlansin.
4. 1, 2, 3 bandlardagi tajribalar $C_b=0,015$ mkf qiymat uchun takrorlansin.
5. R_b qarshiligining bitta qiymati va $C_b=0,15$ mkf uchun chiqish impulsining davomiyligi t_u siljitish kuchlanishi E_{sm} qiymatiga bog'liqligi aniqlansin.

$$t_u = f(E_{sm})$$

6. $E_k=10$ V, $E_{sm}=5$ V, $C_b=0,15$ mkf va R_b qarshiligining ikkita qiymati uchun ikkala tranzistor uchun U_{ke} va U_{be} kuchlanishlarining ossillogrammalari chizib olinsin.

Korreksiyalovchi diodli avtotebranuvchi multivibrator sxemasini tekshirish

7. Multivibrator chiqishidagi kuchlanish shakli chizib olinsin.
8. 7 – bandda olingan ossilogrammalar 6–band natijalari bilan solishtirilsin.

Ishni bajarish bo' yicha uslubiy ko' rsatmalar

- 1 – bandga.** 2 – plata o' rnatilsin (2-rasm). V_2 qayta ulagich 1 holatda bo' lsin. R_{CM} qarshiligi o' rta qiymatga o' rnatilsin. $E_k=10\text{ V}$, $E_{sm}=5\text{V}$ qilib tanlansin. Multivibrator chiqishiga (10 va 13 – 17 uyachalar oralig'iga) ossillograf ulansin.
- 2 – bandga.** Chiqish impulslarning chastotasi $F=1/T$ bog'lanish yordamida aniqlanadi.
- 3 – bandga.** Chiqish impulslarining davomiyligi $t_u=0,7 R_b \cdot C_b$ bog'lanish yordamida aniqlanadi.
- 4 – bandga.** C_6 qayta ulagich $C_6=0,015\text{ mkf}$ holatiga o' rnatiladi.
- 5 – bandga.** R_b qarshiligi ixtiyoriy holatda bo' ladi. C_b qayta ulagich $C_b=0,15\text{ mkf}$ holatiga o' rnatiladi.
- 6 – bandga.** U_{ke} kuchlanishining ossilogrammasini chizib olish uchun ossillograf 10-(13-17) yoki 4-(13-17) uyachalar oralig'iga, U_{be} kuchlanishning ossilogrammasini chizib olish uchun ossillograf 5-(13-17) yoki 7-(13-17) uyachalar oralig'iga ulanadi.
- 7 – bandga.** 3 – plata o' rnatilsin (3-rasm). Ossillograf 10-(13-17) yoki 4-(13-17) uyachalar oralig'iga ulanadi.

Hisobot tarkibi

Hisobot quidagilardan tashkil topgan bo'lishi kerak.

1. Tekshirilayotgan multivibrator sxemalarini o'z ichiga olgan tajriba ishining bayoni.
2. Tajriba ishining bayoni bo'yicha olingan hisobot natijalari.
3. $t_u = f(E_{CM})$ tavsifi.
4. Avtotebranuvchi va korrektsiyalovchi diodli multivibratorlarning chiqishidagi signallarning ossillogrammalari

Tajriba ishini bajarish uchun savollar

1. Multivibrator nima?
2. Multivibratorning qanday turlarini bilasiz?
3. Tajriba ishida qanday sxemalar tekshiriladi?
4. Multivibrator chiqishidagi signallarning parametrlari nimalarga bog'liq bo'ladi?

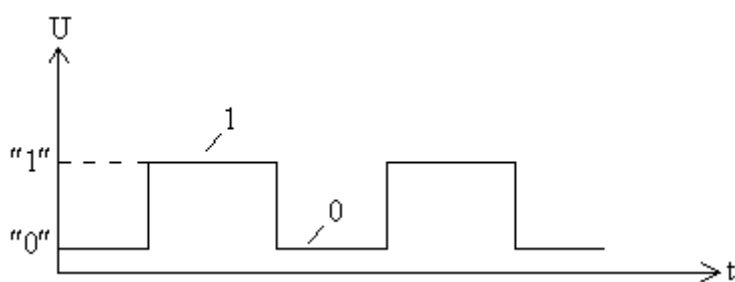
Tajriba ishidan olingan bilimlarni sinash uchun savollar

1. Avtotebranuvchi multivibratorning ishlash tamoyilini tushuntiring.
2. C_{b1} va C_{b2} kondensatorlarning zaryadlanish va razryadlanish konturolarini qo'rsating.
3. T_1 va T_2 tranzistorlar baza va kollektorlarida kuchlanishning vaqt diagrammalarini chizing.
4. Avtotebranuvchi multivibrator chiqishidagi impulslarning chastotasi sxemaning qaysi parametrlariga bog'liq bo'ladi?
5. Korrektsiyalovchi diodli multivibrator sxemasi nima uchun ishlatiladi?

Qisqacha nazariy ma'lumotlar

Impuls generatori deb o'zgarmas kuchlanish manbai kuchlanishini elektr impulslari energiyasiga aylantiruvchi qurilmaga aytiladi. Hosil qilinayotgan impulslar shakliga bog'langan holda to'g'ri burchakli impulslar generatorlarini, maxsus shaklli impulslar generatorlarini ajratish mumkin.

To'g'ri burchakli impuls generatorlari shakli to'g'ri burchakka yaqin bo'lgan impulslarni shakllantiradi. Bunday generatorlarning chiqish signallari kuchlanishning o'zgarish tezligi bir - biridan keskin farq qiluvchi hududlarga ega: juda kichik ("0" va "1" sathlar 4-rasmda) va juda katta (kuchlanishni "0" sathdan "1" sathga o'tishi va "1" sathdan "0" sathga o'tishi).



4-rasm

Turg'un holatlarning xarakteriga qarab to'g'riburchakli impulslar generatorlari bistabil, monostabil va astabillarga bo'linadilar.

Bistabil generatorlar ikkala muvozanat holatlarning har biri uzoq vaqt ichida turg'unligi bilan xarakterlanadi.

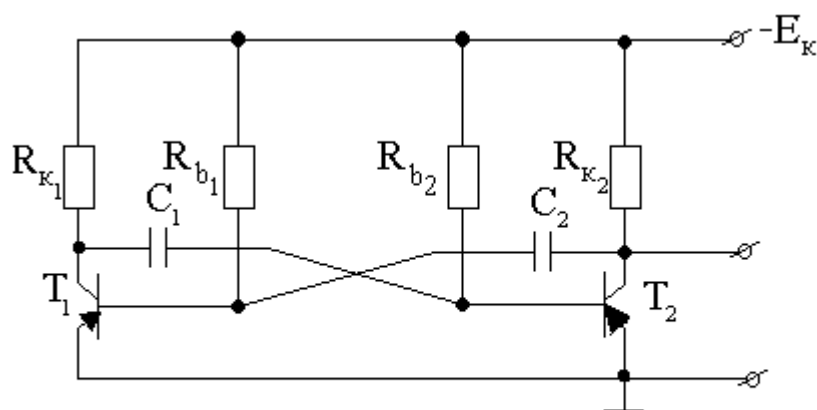
Ta'minlash manbai ulanganidan keyin bunday generator bir xil ehtimollik bilan ikkala mumkin bo'lgan muvozanat holarlarning biriga tushib qolishi mumkin.

Bitta generatorning bitta uzoq davom etuvchi turg'un muvozanat holati kvaziturg'unidir. Monostabil generatorlarning boshqa nomi - "kutuvchi" yoki "tormozlangan".

Astabil generator uzoq davom etuvchi turg'un holatga ega emas. Ikkala mumkin bo'lgan holatlarning har biri kvaziturg'un. Ta'minlash manbai ulanganidan keyin bu holatlar davriy ravishda almashinib turadi. Bunday generator avtotebranuvchi generator deyiladi. Uning ishi uchun tashqaridan ishga tushiruvchi impulslarning berilishi talab qilinmaydi. Tashqi impulslar faqat maxsus, sinxronizatsiya rejimi deb ataluvchi rejimda berilishi mumkin. Bunda ishga tushiruvchi impuls har gal muddatidan oldin to'ntarilishiga olib keladi.

To'g'ri burchakli impuls generatorlarida, xuddi boshqa turdagi generatorlardek musbat teskari bog'lanish mavjud.

Avtotebranuvchi multivibratorning sxemasi 5-rasmda keltirilgan. Multivibrator sxemasi ikki kaskadli qurilma bo'lib, birinchi kaskadning chiqishi CR_b zanjir orqali ikkinchi kaskad kirishi bilan bog'langan, ikkinchi kaskad chiqishi esa - huddi shu tarzda birinchi kaskad kirishi bilan ulangan.



5-rasm.

Ikkala sxemaning tranzistorlari kondensatorlari va rezistorlari bir xil bo'lsa, multivibrator simmetrik bo'ladi.

Faraz qilaylik - ki, ta'minlash manbai ulanganidan keyin, sxemada shunday rejim o'rnatildiki, ikkala tranzistor aktiv rejimda bo'lsin, va ularning kollektor toklari, elektrodlardagi kuchlanishlar va bog'lanish kondensatorlardagi kuchlanishlar bir xil qiymatga ega bo'lsinlar.

$$i_{k1} = i_{k2}; U_{k1} = U_{k2}; U_{b1} = U_{b2}; U_{s1} = U_{s2};$$

Bunday holat turg'un emas. Qandaydir sababga ko'ra birdaniga i_{k1} toki kamaysin. Bunda R_{k1} qarshilikdagi kuchlanish tushuvi kamayadi va natijada kollektor potentsiali ($U_{k1} = -E_k + i_{k1} \cdot R_{k1}$) ΔU_{k1} qiymatga kamayadi. C_1 kondensatordagi kuchlanish birdaniga o'zgara olmaydi, va birinchi onda kuchlanishning manfiy sakrashi ΔU_{k1} butunlay T_2 tranzistorning baza va emitter oralig'iga qo'yiladi va natijada i_{k2} toki ortadi. Shu sababli T_2 kollektori potentsiali ($U_{k2} = -E_k + i_{k2} \cdot R_{k2}$) ortadi. Bu T_2 tranzistor kollektori kuchlanishning o'zgarishi C_2 kondensator orqali T_1 tranzistorning kirishiga beriladi va uning kollektor tokining yanada kamayishiga olib keladi va xakozo. Tranzistor bazasidagi kuchlanishning xar bir keyingi sakrashi oldingisidan katta bo'lganligi uchun (tranzistorni kuchaytirish xususiyatlari xisobiga) bu jarayon ko'chkisimon bo'ladi va juda kichiq

vaqt o'tganidan keyin T_1 tranzistor berk holatda bo'lib qoladi. Shu ondan musbat teskari bog'lanish zanjiri uziladi va ko'chkisimon jarayon tugaydi. Sxema parametrlari shunday tanlanadiki, ochilgan T_2 tranzistor to'yinish rejimida buladi.

Faraz qilaylikki ikkala tranzistor ochiq bo'lgan muvozanat holati qanchadir vaqt davom etadi va bu vaqt ichida ikkala kondensator bir xil qiymatgacha zaryadlanadi (xar biri $+E_k$ - ochiq tranzistorning emitter o'tishi - $C - R_k - (-E_k)$ zanjiri buyicha).

Tez kechuvchi to'ntarilish vaqtida kondensatorlardagi kuchlanishlar deyarli o'zgarishga ulgurmaydi. Bu o'zgarishlar ko'chkisimon jarayon tugaganidan keyin sezilarli bo'ladi.

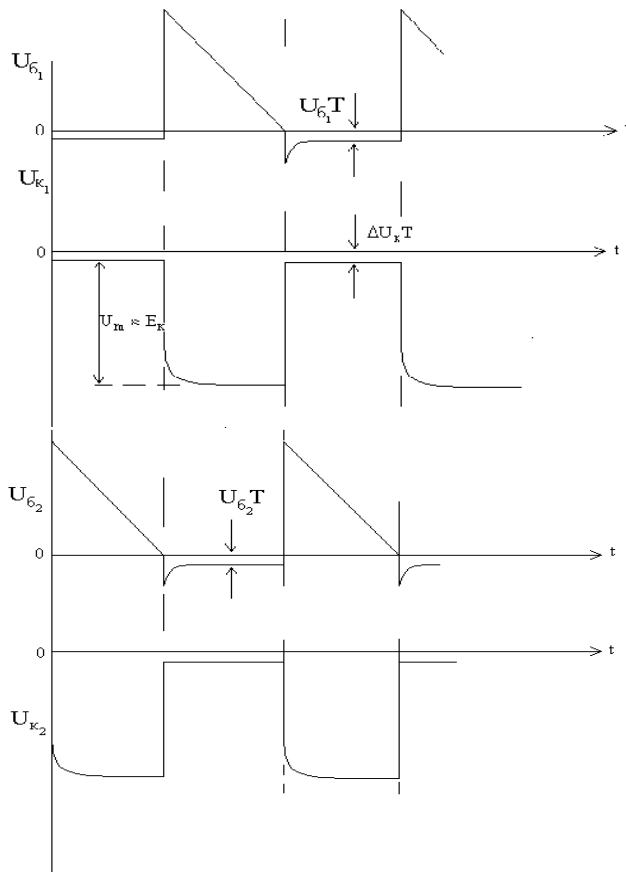
Masalan, tranzistor T_1 berkilganidan keyin (U_{k1} kollektor potentsiali manfiyroq qiymatga ega bo'lganida), C_1 kondensatori T_2 ning emitter o'tishi va R_{k1} orqali $\tau_{1-} = C_1 R_{k1}$ vaqt doimiyligi bilan taxminan E_k kuchlanishigacha zaryadlanishni davom etadi. Zaryad toki R_{k1} qarshiligida kuchlanish tushuvini hosil qiladi, shuning uchun zaryad oxiriga kelib $U_{k1} = -E_k$.

C_2 kondensatori to'yingan T_2 tranzistorning kichik qarshiligi orqali T_1 ning baza - emitter oralig'iga ulangan bo'lib qolada va uni berk holatda ushlab turadi. T_1 berk bo'lganligi uchun C_2 kondensator zaryadlanishni davom ettira olmaydi: C_2 ni T_1 orqali $+E_k$ qisqich bilan bog'lovchi zanjir uzilgan. Endi C_2 orqali tok boshqa zanjir bo'yicha oqadi: $+E_2$ - ochiq $T_2 - C_2 - R_{b1} - (-E_k)$, ya'ni oldingiga qarama - qarshi, $C_2 \tau_1 = C_2 R_{b1}$ vaqt doimiyligi bilan razryadlanadi. Bu jarayon uzilmagan bo'lganida edi kondensator qayta zaryadlanib, undagi kuchlanish qutbini o'zgartirib E_k ga yaqin qiymatga ega bo'lar edi. Ammo razryadlanish davomida C_2 kondensatordagi kuchlanish ($U_{c2} \approx U_{b1}$) nolga yaqin bo'lganda, T_1 tranzistor ochiladi. Shu ondan boshlab, sxemada yangi ko'chkisimon jarayon kechadi. Bu jarayon

vaqtida i_{k1} ortadi, i_{k2} esa kamayadi. Jarayon T_2 berkilishi bilan tugaydi, ya'ni musbat teskari bog'lanish zanjiri uziladi.

Endi T_2 - berk, T_1 esa to'yingan - ya'ni to'ntarilish sodir bo'ladi. Endi C_2 kondensator ochiq T_1 tranzistori orqali $+E_k - T_1 - C_2 - R_{k2} - (-E_k)$ zanjiri orqali zaryadlanadi, C_1 kondensatori esa $+E_k - T_1 - C_1 - R_{b2} - (-E_k)$ zanjiri orqali qayta zaryadlanadi. Ta'rif etilgan jarayonlar qaytarilib turadi va multivibrator barqaror tebranishlarni generatsiyalaydi.

Ko'rilgan sxemada bo'lib o'tuvchi jarayonlarning vaqt diagrammasini ko'rib chiqamiz: (6-rasm)



6-rasm

t_1 vaqtgacha tranzistor T_2 berk, tranzistor T_1 esa ochiq va to'yingan.

Bu holatga tranzistorlar kollektor va bazalarining kuchlanishlari quyidagi qiymatlari mos keladi:

$$U_{bn1} \approx 0; U_{kn1} \approx 0; U_{b2} > 0; U_{k2} \approx -E_k.$$

To'yingan tranzistor T_1 orqali T_2 ning kirishiga ulangan C_1 kondensatorning razryadlanishi natijasida U_{b2} kamayadi. $t = t_1$ vaqtida T_2 tranzistor ochiladi va sxemada ko'chkisimon jarayon rivojlanadi. Bunda tranzistorlarning hamma elektrodlarining kuchlanishi sakrashsimon o'zgaradi. T_2 tranzistorning kollektorining potentsiali U_{k2} deyarli nolgacha o'sadi. Bunga mos ravishda T_1 tranzistorning baza potentsiali o'sadi va u berkiladi. Berkilgan T_1 tranzistorning kollektori potentsiali sakrashsimon ravishda manfiyroq bo'ladi, xuddi shu qiymatga T_2 tranzistorining baza potentsiali U_{b2} kamayadi.

Sakrashlardan keyin sekin kechuvchi jarayonlar boshlanadi. Berkilgan tranzistor kollektor kuchlanishi maksimal qiymatga birdaniga erishmaydi, chunki R_{k1} rezistor orqali bir qancha vaqt ichida kamayuvchi C_1 kondensatorning razryad toki oqadi. To'yingan T_2 tranzistor orqali C_2 kondensator razryadlanadi, natijadi T_1 tranzistorning baza potentsiali U_{b1} kamayadi. t_2 vaqtga kelib, U_{b1} potentsiali nol sathga yetadi va T_1 tranzistor ochiladi. Shu ondan

boshlab sxemadagi jarayonlar takrorlanadi. U_{k1} va U_{k2} kuchlanishlari, U_{b1} va U_{b2} kuchlanishlardek yarim davrga siljigan va bir xil shaklga ega.

To'yingan T_1 tranzistorning baza potentsiali katta bo'lmagan nolga yaqin manfiy qiymatga ega.

$$U_{bn_1} = i_b \cdot r_{be} = -\frac{E_k \cdot R_{be}}{R_{b_1} + R_{be}} \approx 0,$$

chunki $R_{b1} \gg r_{be}$

To'yingan T_1 tranzistorning kollektor potentsiali nolga yaqin bo'lgan kichik manfiy qiymatga ega.

$$U_{kt1} = -(E_k - i_{kt1} \cdot R_{k1}) \approx 0$$

Chunki to'yingan tranzistorning qarshiligi R_k dan ancha kichik.

Yopilgan tranzistorning kollektor potentsiali maksimal manfiy qiymatga ega.

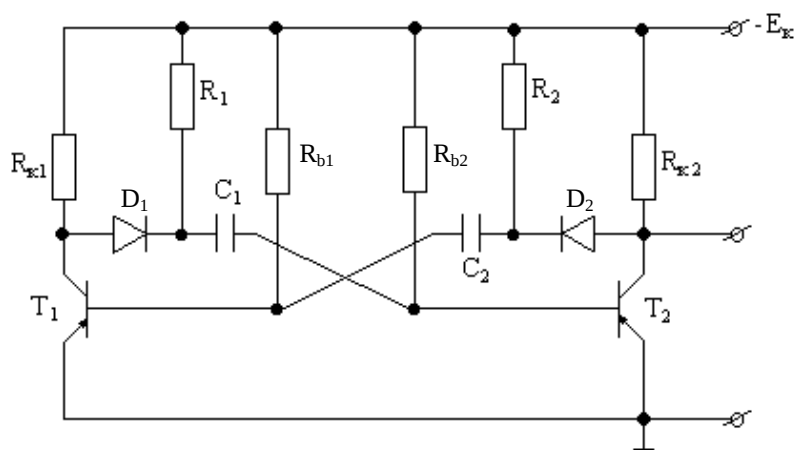
$$U_{kt2} = -(E_k - i_{k0} \cdot R_{k2}) \approx -E_k$$

Berk T_2 tranzistor potentsiali ochiq T_1 tranzistorning kollektoriga ulangan S_1 kodensatordagi kuchlanish bilan aniqlanadi. Bu kondensatordagi boshlang'ich (maksimal) kuchlanish E_k ga teng.

5-rasmda keltirilgan multivibrator sxemasi shakli to'g'ri burchaklikdan farq qiluvchi impulslar shakllantiradi: manfiy impulsning old fronti yassi bo'ladi.

Bunday buzilishning sababi C kondensator R_k qarshilik orqali zaryadlanishida, shuning uchun kollektor potentsiali asta - sekinlik bilan $U_k \approx -E_k$ qiymatga yaqinlashadi. Old frontining vaqt davomiyligi

$$t_q \approx 3CR_k.$$



7-rasm.

Impuls shaklini yaxshilash uchun C va R_k qiymatlarini kamaytirish kerak. Ammo sig'im C kamayishi bilan chiqish impulsining vaqt davomiyligi ham kamayadi, chunki $t_u \approx 0.7CR_b$.

Uni saqlab qolish uchun R_b qarshiligini kamaytirish kerak, bu o'z navbatida sxemaning termostabilligining yomonlashuviga olib keladi. R_k qarshiligini kamaytirish tranzistorning to'yinish tokining oshishiga olib keladi va kollektordagi kuchlanishning farqining kamaytiradi, bu o'z - o'zidan qo'zg'atish shartining buzilishiga olib keladi.

Chiqish impulsining shaklini sezilarli yaxshilash uchun multivibrator sxemasiga o'zgartirish kiritish kerak. Korrektsiyalovchi diodli multivibrator sxemasi 7-rasmda keltirilgan.

$D_1(D_2)$ diodlarning ulanishi bog'lovchi $C_1(C_2)$ kondensatorning zaryad tokini kollektor rezistori $R_{k1}(R_{k2})$ orqali emas, balki $R_1(R_2)$ qarshilik orqali tutashishi ta'minlanadi.

Kuchlanish sakrashlari bitta tranzistor kollektoridan ikkinchisining bazasiga uzatilganda D_1 va D_2 diodlar ochiq, chunki ularning katodlarining potentsiali anodlarinikidan manfiyroq bo' ladi.

Haqiqattan, to'ntarilish vaqtida to'yingan tranzistor (masalan T_1) orqali D_1 anodiga korpusning nol potentsiali, katodiga esa (rezistor R_1 orqali) $(-E_k)$ potentsiali beriladi. To'ntarilish vaqtida T_1 ning kollektor

potensial U_{k1} ($-E_k$) sathgacha tushmaydi, shuning uchun diod D_1 ochiq va u orqali T_1 kollektoridan sakrashlar qarshiliksiz T_2 bazasiga uzatiladi.

Diod D_2 to'ntarilish vaqtiga xiyol ochiq, chunki berk tranzistorlarning potensial $U_{k2} = -(E_k - I_{k0} \cdot R_{k2})$ ($-E_k$) dan birmuncha yuqori. To'ntarilish jarayonida U_{k2} manfiy potensial kamayadi, demak D_2 diodi sakrashlarni T_2 kollektoridan T_1 bazasiga uzatilishiga xalaqit bermaydi.

To'ntarilish sakrashsimon tugaganidan keyin (T_1 berkildi, T_2 - ochildi) T_2 emitter o'tishi orqali zaryadlangan C_1 kondensatoriga va R_1 qarshiligiga R_1 qarshiligida ajraluvchi, deyarli E_k kuchlanishi qo'yiladi. Bunda D_1 katodi (korpusga nisbatan) potensial ($U = U_{R1} - E_k$) ga teng bo'ladi va nolga yaqin bo'ladi, shu vaqtda anod potensial manfiy va ($\approx -E_k$) - diod D_1 berk va C_1 kondensatori $+E_k$ - ochiq T_2 ning emitter o'tishi - $C_1 - R_1 - (-E_k)$ konturi bo'yicha zaryadlanadi.

Buning natijasida to'ntarilishdan keyin berk tranzistor kollektoridagi kuchlanish asosiy sxemadan ancha oldinroq ($-E_k$) ga yaqin bo'ladi.

Zaryad toki i_z kamayishi bilan U_{R1} kuchlanishi kamayadi va D_1 katodi manfiyroq potensialga ega bo'ladi. C_1 kondensator butunlay zaryadlanib bo'lganidan keyin ($i_z \approx 0$) diod D_1 ochila boshlaydi. To'ntarilishdan keyin C_2 kondensatori $+E_k - T_2 - D_2 - C_2 - R_{b1} - (-E_k)$ kontur bo'yicha qayta zaryadlanadi.

Adabiyotlar

1. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника М. Энергия, 1992 .
2. Алексеенко А.Г., Шатурн И.И. Микросхемотехника М. Радио и связь . 1982 .

3. Гершунский Б.С. Основы электроники и микросхемотехники. Киев Виша ш., 1989
4. Ушаков В.Н. Электротехника и электроника. М. Радио и связь, 1997.

4 – TAJRIBA ISHI

Optoelektron bloking - generator sxemasini tekshirish

Ishdan maqsad

1. Optoelektron bloking - generatorning ishlash tamoyilini o`rganish.
2. Uning tavsiflarini va parametrlarini tekshirish.
3. Sxema parametrlarining o`zgarishini bloking-generator ishiga ta`sirini aniqlash.
4. Tajribada aniqlangan natijalarni hisoblash natijalari bilan solishtirish.

Tajriba stendining tuzilish.

Tajriba stendining sxemasi 1-rasmda keltirilgan. Barcha tutqichlar va boshqarish a`zolari stendning old paneliga joylashgan. Shu yerga optoelektron bloking-generator sxemasi tushirilgan.

Stend kuchlanishi 220 V, chastotasi 50 Gs bo`lgan bir fazali o`zgaruvchan kuchlanish manbaidan oziqlantiriladi.

Tajriba ishini bajarish uchun tekshirilayotgan bloking-generator stendidan tashqari ossillograf ham kerak.

Tekshirilayotgan bloking-generator KT 315 bipolyar tranzistor va AOD 301 yuqori chastotali diodli optron asosida yig`ilgan.  $P_1$  qayta ulagich yordamida  $R$  qarshiligi o`zgartiriladi. P_2 qayta ulagich

yordamida S kondensator sig'imi o' zgartiriladi. Kollektor yuklamasining qarshiligi 510 Om

Ishni bajarish

1. Tranzistorning baza tokining o' zgarishi asosida chiqish impulsi davomiyligi quyidagi bog'lanish yordamida aniqlanadi.

$$t_u = \frac{K \frac{E - U_{SID}}{R_K} - \frac{E - U_E}{R_1}}{\frac{E - U_{SID}}{\beta R_K} - I_{KO} - \frac{E - U_E}{R_1}} \quad (1)$$

Bu yerda:

E - ta'minlash manbaining kuchlanishi $E \approx 15B$

U_E - ochiq tranzistorning kuchlanishi

U_{SID} - svetodioddagi kuchlanish tushuvi.

I_{KO} - tanlangan tranzistorning issiqlik toki

$K=0,2$ - optronning uzatish koeffitsienti

$E \gg U_{SID}$ bo' lganda quyidagi bog'lanish o'rinli:

$$t_U = RC \ln \frac{\beta K R_1 - \beta R_K}{R_1 - \beta R_K} \quad (2)$$

R_1 qarshiligining qiymati katta bo' lganda quyidagi bog'lanishdan foydalanish mumkin:

$$t_U = RC \ln \beta K \quad (3)$$

Pauza davomiyligi:

$$t_{II} = (R + R_1) \cdot C \ln \left[1 + \frac{R}{\beta R_K} (\beta K - 1) \right] \quad (4)$$

bogʻlanishdan aniqlanadi.

1-rasmda keltirilgan sxema uchun sodda (2) va (4) bogʻlanishlardan foydalanish mumkin.

2. Yuklamadagi impuls davomiyligini optronning teskari bogʻlanish zanjiridagi sigʻimining qiymatiga bogʻliqligi grafigi $t_U = f(C)$ olinsin va qurilsin.

3. Yuklamadagi impuls davomiyligini R_1 qarshiligi qiymatiga bogʻliqligi grafigi $t_U = f(R_1)$ olinsin va qurilsin.

4. Quyidagi nuqtalardagi ossillogrammalar chizib olinsin: yuklama qarshiligida tranzistorning kollektor - emitter, baza - emitter oʻtishlarida va kondensatordagi tok shakli.

Ishni bajarish boʻyicha uslubiy koʻrsatmalar

1-bandga. Chiqish impulsi va pauza davomiyliklarini hisoblash uchun (2) va (4) bogʻlanishlardan foydalanilsin. Hisobot natijasini eksperimentda olingan natija bilan solishtirish uchun P_1 va P_2 qayta ulagichlar yordamida oʻqituvchi tomonidan berilgan qarshilikni va sigʻimning qiymatlari oʻrnatiladi. Ossillograf yordamida impuls va pauza davomiyliklari aniqlanadi.

2-bandga. Impuls davomiyligining sigʻim qiymatiga bogʻliqligi grafigini aniqlash uchun P_1 qayta ulagich yordamida qarshilikning oʻqituvchi tomonidan berilgan qiymati oʻrnatilsin. P_2 qayta ulagich yordamida sigʻim oʻzgartirilib, ossillograf yordamida chiqish impulsi davomiyligi aniqlanadi.

3-bandga. Impuls davomiyligini qarshilik qiymatiga bog'liqligi grafigini aniqlash uchun P_2 qayta ulagich yordamida sig'imning o'qituvchi tomonidan berilgan qiymati o'rnatiladi. P_2 qayta ulagich yordamida qarshilik qiymati o'zgartirilib ossillograf yordamida chiqish impulsi davomiyligi aniqlanadi.

4-bandga. Kondensatordagi tok shaklini aniqlash uchun ossillograf kondensator bilan ketma-ket ulangan 1 Om qarshilikka ulanadi.

Hisobot tarkibi

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak

1. Tekshirilayotgan bloking-generator sxemasini o'z tarkibiga olgan tajriba ishining bayoni;
2. Chiqish impulsi va pauza davomiyligining hisoblangan qiymatlari.
3. Olingan bog'lanishlarning grafigi.
4. Hisoblash natijalari va xulosalar.
5. Ko'rsatilgan nuqtalardagi kuchlanishlarning ossillogrammalari.

Tajriba ishini bajarish uchun savollar

1. Qanday qurilma bloking-generator deb nomlanadi?
2. Nima uchun o'rganilayotgan sxemada impuls transformatori o'rniga optron ishlatiladi?
3. Optron nima va uning qanday turlarini bilasiz?

Tajriba ishidan olingan bilimlarni sinash uchun savollar

1. Optoelektron bloking-generatorning asosiy elementlarini ko'rsating.
2. Optoelektron bloking-generator chiqishdagi impulslarning davomiyligi va pauza davomiyliklari sxemaning qaysi parametrlariga bog'liq?
3. Fotodiodli optronning sxemadagi vazifasi nimadan iborat?
4. Tekshirilayotgan bloking-genertorning ishlash tamoyilini tushuntiring.
5. Bloking-generator sxemasidagi kondensatorning vazifasi nimadan iborat?
6. Bloking-generator qo'llanishi sohalari to'g'risida ma'lumot bering.

Qisqacha nazariy ma'lumotlar

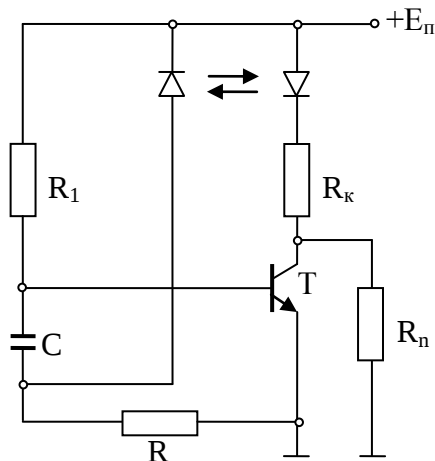
Optronlarning yaratilishi va keng ko'lamda ishlab chiqarilishi ular asosida qurilmalar yaratishga imkoniyat beradi.

Optronlarning o'lchamlari kichik va kirish hamda chiqish o'rtasida galvanik bog'lanish mavjud emas. Ularning bu xususiyatlari an'anaviy galvanik ajratish uchun impuls transformatorlari qo'llangan qurilmalarda qo'llash imkoniyatini yaratadi. Bunda bloking – generatorning quyidagi asosiy afzalliklari saqlanib qoladi: soddaligi; tezkorligi va katta foydali ish koeffitsienti; yuklamaga kam quvvat berish imkoniyati.

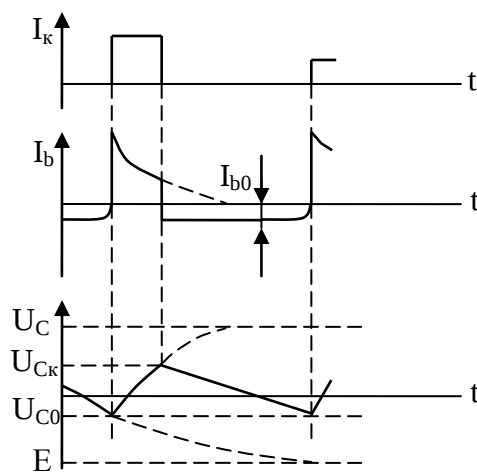
Optoelektron bloking-generator – bu musbat teskari bog'lanish bilan qamralgan bir kaskadli kuchaytirgich. Musbat teskari bog'lanish diodli optron yordamida hosil qilinadi. Agar tranzistor bazasining potensialining ishorasi tranzistorning ochiq holatiga mos kelsa, bloking-generator o'z-o'zidan qo'zg'alish rejimida ishlaydi, qolgan hollarda – kutuvchi rejimida ishlaydi.

Musbat teskari bogʻlanish tranzistorga ham ochilishi, ham yopilishi vaqtida taʼsir koʻrsatadi, bu esa chiqish impulsleri frontlarining kichik qiymatini taʼminlaydi.

Taʼminlash manbai kuchlanish ulanganda va R_1 qarshilikdagi kuchlanish tushuvi hosil qiluvchi siljish kuchlanishi taʼsirida T tranzistor ochila boshlaydi. Uning kollektor tokining ortishi fotodiod orqali oʻtuvchi tokni hosil qiladi; bu tokning bir qismi kondensator orqali tranzistor bazasi zanjiriga tushadi va uni yanada koʻproq ochadi. Bu oʻsuvchi tezlikka ega boʻlgan regenerativ jarayon T tranzistorni butunlay ochadi va u chuqur toʻyinish rejimiga oʻtadi. Endi impulsning choʻqqisi shakllana boshlaydi.



1-rasm



2-rasm

2-rasmda keltirilgan vaqt diagrammalaridan koʻrinib turibdiki, kondensator zaryadlangani sari tranzistorlarning baza toki kamayadi, kollektor toki esa oʻzgarmas boʻlib turadi, chunki tranzistor toʻyinish holatida boʻladi.

Kondensator zaryadlangani sari, u orqali oʻtuvchi tok, demak baza toki ham kamayadi va shunday vaqt keladiki bu tok tranzistorni toʻyinishda ushlab tura olmaydi. U aktiv rejimga oʻtadi va berkila boshlaydi. Shu vaqtda impuls choʻqqisining shakllanishi tugaydi.

Kollektor tokining kamayishi fotodiod tokini va demak tranzistor oʻzining tokini kamaytiradi, yaʼni tranzistor berkilish vaqtida ham

diodli optron orqali musbat teskari bogʻlanishni taʼsiri namoyon boʻladi va tranzistor tez berkiladi. Keyin koʻchkisimon jarayonlar yana takrorlanadi. chiqish impulslarining chastotasi va davomiyligini oʻzgartirish uchun taʼminlash manbai kuchlanishini va sxema elementlarining parametrlarini oʻzgartirish kerak.

Adabiyotlar:

1. Чурбаков А.В. Импульсные устройства с диодными оптронами.–М. Радио и связь. 1980.
2. Информация с сервера www.referats.aha.ru, изд. INTERNET
3. Информация с сервера <http://www.orcad.com/odn>, изд. INTERNET

MUNDARIJA

1 – tajriba ishi. Operatsion kuchaytirgich asosidagi komparator va integrator	sxemalarini
tekshirish.....	3

2 – tajriba ishi. Operatsion kuchaytirgich asosidagi trigger va
multivibrator sxemalarini
o`rganish.....9.

3 – tajriba ishi. Avtotebranuvchi multivibrator sxemasini
tekshirish.....19

4 – tajriba ishi. Optoelektron bloking-generator sxemasini
tekshirish.....

29

Muharrir M.M. Botirbekova