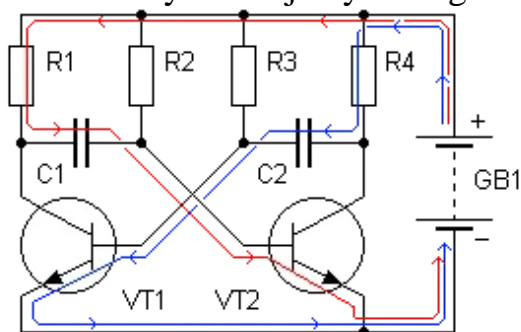


## 11-mavzu. Multivibratorlar. Diskret elementlar, mantiqiy integral sxemalar.

**Multivibrator** (multi... va lot. vibro-tebrataman) — ikki [kuchaytirgich](#) (lampa)li [elektr tebranishlar](#) generatori. Ikkala kuchaytirgich o‘zaro musbat teskari [aloqa](#) bilan bog‘langan.

**Multivibrator** - sinusoidal bo‘lmagan tebranishlarni yaratish qurilmasi. Chiqish sinus to‘lqindan boshqa har qanday to‘lqin shakli. Multivibratorida signal chastotasi induktans va sig‘im emas, qarshilik va sig‘im bilan belgilanadi. Multivibrator ikkita kuchaytirgich bosqichidan iborat bo‘lib, har bir bosqichning chiqishi boshqa bosqichning kirishiga beriladi.

Bir so‘z bilan aytganda multivibrator - bu o‘z-o‘zidan tebranish rejimida ishlaydigan oddiy kvadrat to‘lqinli generator. Uning ishlashi uchun faqat batareya yoki boshqa quvvat manbalaridan quvvat kerak. Nosimmetrik multivibratorning ishlashi rezistorlar bilan birgalikda RC-zanjirni tashkil etuvchi kondansatkichlarning zaryadlash - zaryadlash jarayonlariga asoslanadi.



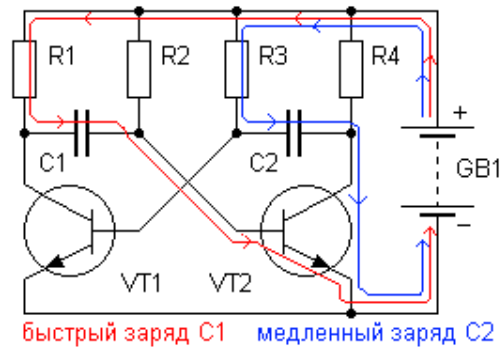
4.2.1 –rasm. Multivibrator 1-ko‘rinishi.

Elektr ta‘minotining dastlabki momentida C1 va C2 kondansatkichlari zaryadsizlanadi, shuning uchun ularning oqimga qarshiligi kichik. Kondensatorlarning past qarshiligi oqim oqimi tufayli tranzistorlarning “tez” ochilishiga olib keladi:

- yo‘l bo‘ylab VT2 (qizil rangda ko‘rsatilgan): “+ quvvat manbai> rezistor R1> zaryadsizlangan C1 ning past qarshiligi> tayanch-emitter aloqasi VT2> - quvvat manbai”;

- VT1 yo‘l bo‘ylab (ko‘k rangda ko‘rsatilgan): “+ quvvat manbai> rezistor R4> zaryadsizlangan C2 ning past qarshiligi> tayanch-emitter aloqasi VT1> - quvvat manbai”.

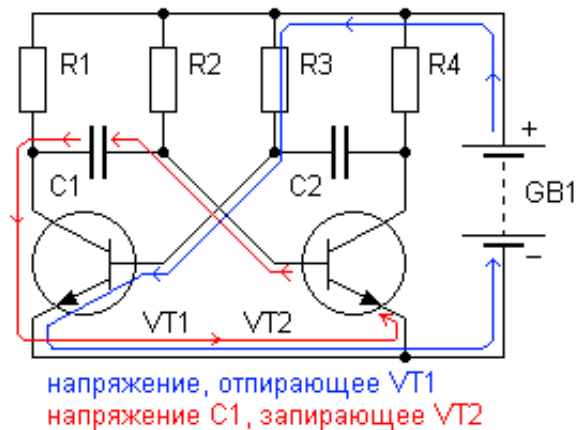
Bu multivibratorning “o‘tkinchi” ish rejimi. U juda qisqa vaqt davom etadi, faqat tranzistorlar tezligi bilan belgilanadi. Va parametrlari bo‘yicha mutlaqo bir xil ikkita tranzistor mavjud emas. Qaysi tranzistor tezroq ochilgan bo‘lsa, ochiq qoladi – “g‘olib”. Faraz qilaylik, bizning diagrammamizda u VT2 bo‘lib chiqdi. Keyin, zaryadsizlangan kondansator C2 ning past qarshiligi va VT2 kollektor-emitter birikmasining past qarshiligi orqali VT1 tranzistorining asosi VT1 emitentiga yopiladi. Natijada, tranzistor VT1 yopilishga majbur bo‘ladi – “mag‘lub bo‘lish”.



4.2.2 –rasm. Multivibrator 2-ko‘rinishi.

VT1 tranzistori yopiq bo‘lganligi sababli, yo‘l bo‘ylab kondansatör C1 ning «tez» zaryadi mavjud: «+ quvvat manbai» rezistor R1» zaryadsizlangan C1 ning past qarshiligi» tayanch-emitter birikmasi VT2» - quvvat manbai». Bu zaryad deyarli quvvat manbai kuchlanishiga qadar sodir bo‘ladi.

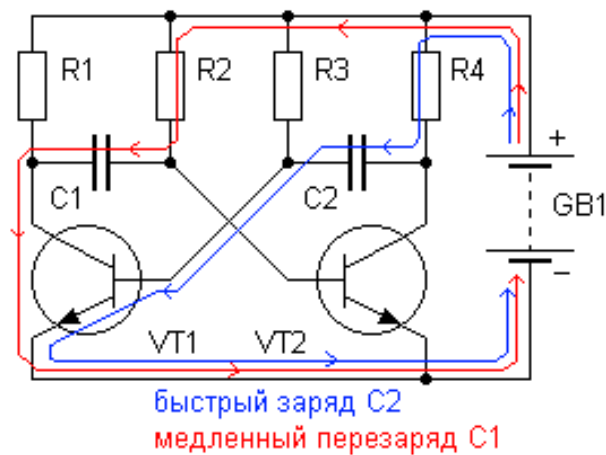
Shu bilan birga, kondansatör C2 yo‘l bo‘ylab teskari qutbli oqim bilan zaryadlanadi: «+ quvvat manbai» rezistor R3» zaryadsizlangan C2 ning past qarshiligi» kollektor-emitter birikmasi VT2» - quvvat manbai». To‘lovning davomiyligi R3 va C2 reytinglari bilan belgilanadi. Ular VT1 yopiq holatda bo‘lgan vaqttni aniqlaydilar.



4.2.3 –rasm. Multivibrator 3-ko‘rinishi.

Kondensator C2 taxminan 0,7-1,0 volt kuchlanishga teng kuchlanish bilan zaryadlanganda, uning qarshiligi kuchayadi va tranzistor VT1 yo‘l bo‘ylab qo‘llaniladigan kuchlanish bilan ochiladi: «+ quvvat manbai» rezistor R3» tayanch-emitter birikmasi. VT1» - quvvat manbai». Bunday holda, VT1 ochiq kollektor-emitter birikmasi orqali zaryadlangan C1 kondansatichning kuchlanishi teskari polariteli VT2 tranzistorining emitent-bazasi ulanishiga qo‘llaniladi. Natijada VT2 yopiladi va VT2 ochiq kollektor-emitter birikmasidan ilgari o‘tgan oqim sxema bo‘ylab ishlaydi: «+ quvvat manbai» rezistor R4» past qarshilik C2» tayanch-emitter aloqasi VT1» - quvvat manbai». Ushbu sxema bo‘ylab kondansator C2 ni tez zaryadlash sodir bo‘ladi. Shu paytdan boshlab “barqaror” avtogeneratsiya rejimi boshlanadi.

Nosimmetrik multivibratorning “statsionar holat” ishlab chiqarish rejimida ishlashi multivibratorning birinchi yarim ishlash davri (tebranishi) boshlanadi.

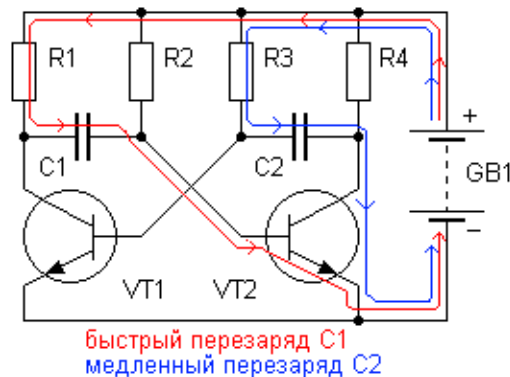


4.2.4 –rasm. Multivibrator 4-ko‘rinishi.

Ochiq tranzistorli VT1 va yopiq VT2 bilan, men yozganimdek, C2 kondansatörü tez zaryadlanadi (bitta polaritning 0,7 ... 1,0 volt kuchlanishidan, qarama-qarshi qutbli quvvat manbai kuchlanishiga qadar) sxema bo‘ylab: «+ quvvat manbai» rezistor R4> past qarshilik C2> tayanch-emitter birikmasi VT1> - quvvat manbai». Bunga qo‘shimcha ravishda, kontaktlarning zanglashiga olib boradigan kondansatkich C1 (bir kutupli quvvat manbai kuchlanishidan 0,7 ... 1,0 volt qarama-qarshi qutbli kuchlanishgacha) sekin zaryadlash mavjud: «+ quvvat manbai» rezistor R2> o‘ng plastinka C1> chap plastinka C1> kollektor- tranzistor VT1 ning emitent birikmasi> - quvvat manbai».

C1 ortiqcha zaryadlanishi natijasida VT2 bazasidagi kuchlanish VT2 emitentiga nisbatan +0,6 voltga yetganda, tranzistor ochiladi. Shuning uchun, VT2 ochiq kollektor-emitter birikmasi orqali zaryadlangan C2 kondansatkichning kuchlanishi teskari polariteli VT1 tranzistorining emitent-bazli birikmasiga qo‘llaniladi. VT1 yopiladi.

Multivibratorning ishlashning ikkinchi yarim davri (tebranish) boshlanadi.



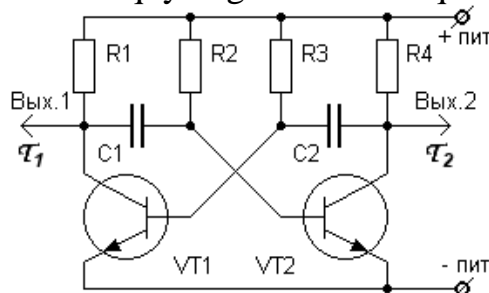
4.2.5 –rasm. Multivibrator 5-ko‘rinishi.

VT2 tranzistori ochiq va VT1 yopilganda, kondansatkich C1 tez zaryadlanadi (bir kutuplulugun 0,7 ... 1,0 volt kuchlanishidan, qarama-qarshi kutuplulukdagi quvvat manbai kuchlanishiga qadar): «+ quvvat manbai» rezistor R1> past qarshilik C1> tayanch-emitter ulanishi VT2> - quvvat manbai». Bunga qo‘shimcha ravishda, kontaktlarning zanglashiga olib boradigan kondansatkich C2 (bir polaritning quvvat manbai kuchlanishidan, 0,7 ... 1,0 voltli qarama-qarshi polariteli kuchlanishgacha) sekin zaryadlash mavjud: «o‘ng plita C2> kollektor-emitter. tranzistor VT2 birlashmasi> - quvvat manbai» + manba quvvat manbai> rezistor R3> chap plastinka C2». VT1 bazasidagi kuchlanish VT1 emitentiga nisbatan +0,6 voltga yetganda, tranzistor ochiladi. Shuning uchun, zaryadlangan kondansatör C1

kuchlanishi, ochiq kollektor-emitter birikmasi orqali VT1 teskari polariteli tranzistor VT2 ning emitent-tayanch birikmasiga qoʻllaniladi. VT2 yopiladi. Bunda multivibrator tebranishining ikkinchi yarim davri tugaydi va birinchi yarim tsikl yana boshlanadi.

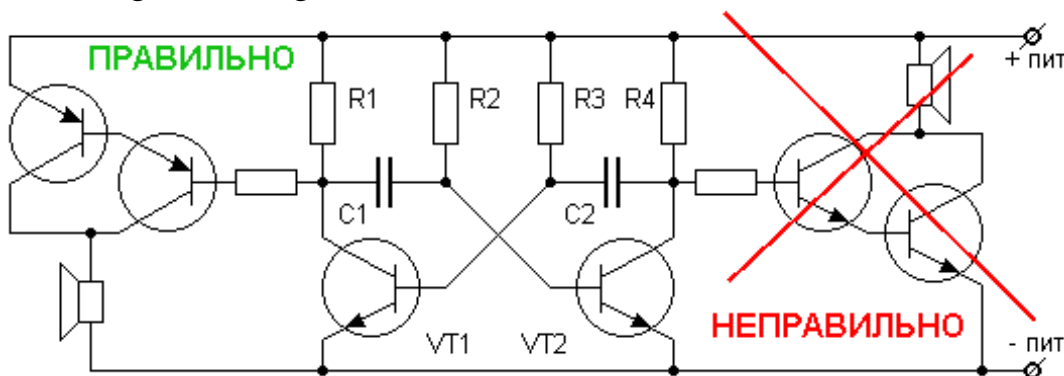
Jarayon multivibrator quvvat manbaidan uzilgunga qadar takrorlanadi.

Yukni nosimmetrik multivibratorga ulash usullari. Toʻrtburchak impulslar nosimmetrik multivibrator - tranzistorli kollektorlarning ikkita nuqtasidan olinadi. Bir kollektorda “yuqori” potentsial mavjud boʻlsa, boshqa kollektorda “past” potentsial mavjud (u yoʻq) va aksincha - bir chiqishda potentsial “past” boʻlsa, ikkinchisida u “yuqori”. Bu quyidagi rasmda aniq koʻrsatilgan.



4.2.6 –rasm. Yukni nosimmetrik multivibratorga ulash.

Multivibrator yuki kollektor rezistorlaridan biriga parallel ravishda ulanishi kerak, lekin hech qanday holatda kollektor-emitter tranzistorli birikmasiga parallel boʻlishi kerak. Transistorni yuk bilan oʻtkazmang. Agar bu shart bajarilmasa, u holda hech boʻlmaganda pulsning davomiyligi oʻzgaradi va maksimal darajada multivibrator ishlamaydi. Quyidagi rasmda yukni qanday qilib toʻgʻri ulash va buni qilmaslik kerakligi koʻrsatilgan.

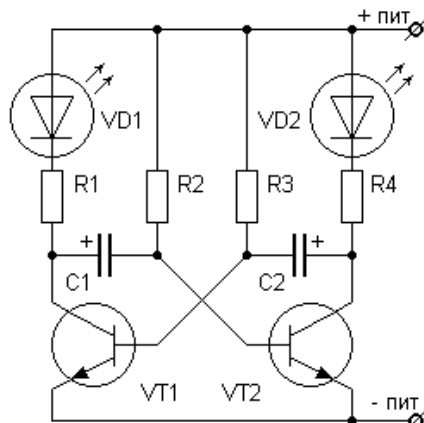


4.2.7 –rasm. Yukni qanday qilib toʻgʻri ulash.

Yuk multivibratorning oʻziga taʼsir qilmasligi uchun u etarli kirish empedansiga ega boʻlishi kerak. Buning uchun odatda bufer tranzistor bosqichlari qoʻllaniladi.

Misolda past empedansli dinamik boshning multivibratorga ulanishi koʻrsatilgan. Qoʻshimcha qarshilik bufer bosqichining kirish qarshiligini oshiradi va shu bilan bufer bosqichining multivibrator tranzistoriga taʼsirini yoʻq qiladi. Uning qiymati kollektor rezistorining qiymatidan kamida 10 barobar koʻp boʻlishi kerak. Ikki tranzistorni “kompozit transistor” sxemasida ulash chiqish oqimini sezilarli darajada oshiradi. Bunday holda, multivibrator tranzistorining kollektor-emitter birikmasiga parallel emas, balki multivibratorning kollektor rezistoriga parallel ravishda bufer bosqichining tayanch-emitter sxemasini ulash toʻgʻri boʻladi.

Yuqori impedansli dinamik boshni multivibratorga ulash uchun bufer bosqichi kerak emas. Kollektor rezistorlaridan birining o'rniga bosh ulanadi. Faqatgina shart bajarilishi kerak - dinamik bosh orqali oqadigan oqim tranzistorning maksimal kollektor oqimidan oshmasligi kerak.



4.2.8 –rasm. Yuqori impedansli dinamik boshni multivibratorga ulash.

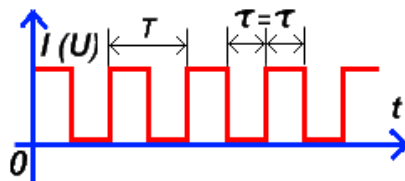
Agar siz oddiy LEDlarni multivibratorga ulashni istasangiz - «miltillovchi» qiling, buning uchun bufer bosqichlari talab qilinmaydi. Ular kollektor rezistorlar bilan ketma-ket ulanishi mumkin. Buning sababi, LED oqimining kichikligi va ish paytida uning ustidagi kuchlanishning pasayishi bir voltdan oshmaydi. Shuning uchun ular multivibratorning ishlashiga ta'sir qilmaydi. To'g'ri, bu juda yorqin LEDlarga ta'lluqli emas, ularda ham ish oqimi yuqori, ham kuchlanish pasayishi 3,5 dan 10 voltgacha bo'lishi mumkin. Ammo bu holda chiqish yo'li bor - ta'minot kuchlanishini oshirish va etarli kollektor oqimini ta'minlaydigan yuqori quvvatga ega tranzistorlardan foydalanish.

E'tibor bering, oksid (elektrolitik) kondensatorlar tranzistorlar kollektorlariga plyuslar bilan bog'langan. Buning sababi, bipolyar tranzistorlar bazalarida kuchlanish emitentga nisbatan 0,7 voltdan oshmaydi va bizning holatlarimizda emitentlar minus ta'minot hisoblanadi. Ammo tranzistorlar kollektorlarida kuchlanish deyarli noldan quvvat manbai kuchlanishiga o'zgaradi. Oksid kondansatkichlari teskari polarit bilan ulanganda o'z vazifalarini bajara olmaydi. Tabiiyki, agar siz boshqa tuzilishdagi tranzistorlardan foydalansangiz (NPN emas, balki PNP tuzilmalari), unda quvvat manbai polaritesini o'zgartirishga qo'shimcha ravishda, LEDlarni katodlar bilan «sxema bo'ylab» va kondansatkichlar (kondensatorlar)ni burish kerak. Tranzistorlar asoslariga plyuslar bilan.

Keling, multivibrator elementlarining qaysi parametrlari chiqish oqimlarini va multivibratorni yaratish chastotasini belgilashini aniqlaylik?

Kollektor rezistorlarining qiymatlari nimaga ta'sir qiladi? Ba'zi o'rtacha Internet maqolalarida men kollektor rezistorlarining qiymatlari ahamiyatsiz ekanligini ko'rdim, ammo ular multivibratorning chastotasiga ta'sir qiladi. Bularning barchasi mutlaqo bema'nilik! Multivibratorni to'g'ri hisoblash bilan, ushbu rezistorlar qiymatlarining hisoblanganidan besh baravar ko'proq og'ishi multivibratorning chastotasini o'zgartirmaydi. Asosiysi, ularning qarshiligi asosiy rezistorlardan kamroq, chunki kollektor rezistorlari kondansatorlarning tez zaryadini ta'minlaydi. Ammo boshqa tomondan, kollektor rezistorlarining qiymatlari quvvat manбайдan quvvat sarfini hisoblash uchun asosiy hisoblanadi, ularning qiymati tranzistorlar kuchidan oshmasligi kerak. Agar siz unga qarasangiz,

unda to'g'ri ulanish bilan ular hatto multivibratorning chiqish quvvatiga bevosita ta'sir qilmaydi. Ammo kommutatsiya (multivibrator chastotasi) orasidagi vaqt kondansatorlarning "sekin" zaryadlanishi bilan belgilanadi. Zaryadlash vaqti RC davrlarining reytinglari - asosiy rezistorlar va kondansatorlar ( $R_2C_1$  va  $R_3C_2$ ) bilan belgilanadi.



4.2.9 –rasm. Multivibratorning chastotasi. (puls orasidagi pauzalar)

Multivibrator, garchi u nosimmetrik deb ataladigan bo'lsa-da, bu faqat uning konstruksiyasining sxemasiga ta'luqlidir va u simmetrik va nosimmetrik chiqish impulslerini davom ettirishi mumkin. VT1 kollektoridagi impulsning davomiyligi (yuqori daraja)  $R_3$  va  $C_2$  qiymatlari bilan, VT2 kollektoridagi pulsning davomiyligi (yuqori daraja) esa  $R_2$  va  $C_1$  qiymatlari bilan belgilanadi.

Kondensatorlarni qayta zaryadlash davomiyligi oddiy formula bilan aniqlanadi, bu erda  $\tau$  - soniyalardagi impulsning davomiyligi,  $R$  - Ohmdagi rezistorning qarshiligi,  $C$  - Faraddagi kondansatkichning sig'imi:

$$\tau_u = RC \quad (4.2.1)$$

Shunday qilib, agar siz ushbu maqolada bir necha xatboshida nima yozilganligini hali unutmagan bo'lsangiz:

$$\tau_1 = R_3 C_2 \quad \tau_2 = R_2 C_1 \quad (4.2.2)$$

Agar  $R_2 = R_3$  va  $C_1 = C_2$  bo'lsa, multivibratorning chiqishlarida «meander» 4.2.9 – rasmda ko'rgan pulslar orasidagi pauzalarga teng bo'lgan to'rtburchaklar impuls bo'ladi.

Multivibratorning to'liq tebranish davri -  $T$  puls va pauza davomiyligi yig'indisiga teng:

$$T = \tau_1 + \tau_2 \quad (4.2.3)$$

Tebranish chastotasi  $F$  (Hz) nisbati orqali  $T$  (sek) davriga bog'liq:

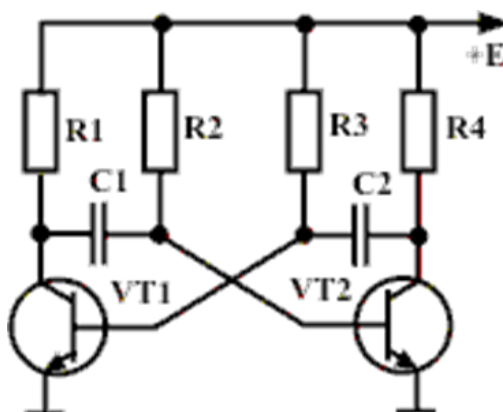
$$F = 1 / T \quad (4.2.4)$$

Qoida tariqasida, agar internetda radio sxemalari bo'yicha hisob-kitoblar mavjud bo'lsa, unda ular kam. Shuning uchun biz misol yordamida nosimmetrik multivibratorning elementlarini hisoblaymiz.

Har qanday tranzistor bosqichlari singari, hisoblash oxiridan - chiqishdan amalga oshirilishi kerak. Va chiqishda bizda bufer bosqichi bor, keyin kollektor rezistorlar mavjud.  $R_1$  va  $R_4$  kollektor rezistorlari tranzistorlar uchun yuk bo'lib xizmat qiladi. Kollektor rezistorlar ishlab chiqarish chastotasiga ta'sir qilmaydi. Ular tanlangan tranzistorlar parametrlari asosida hisoblab chiqiladi. Shunday qilib, biz birinchi navbatda kollektor rezistorlarini, so'ngra asosiy rezistorlarni, keyin kondansatkichlarni va keyin bufer bosqichini hisoblaymiz.

O'z-o'zidan tebranish rejimida multivibrator. 4.2.10–rasmda sig'imli kollektor-tayanch ulanishlari bo'lgan tranzistorlarda eng keng tarqalgan multivibrator sxemasi ko'rsatilgan, 4.2.11–rasm - uning ishlash printsipini tushuntiruvchi grafiklar.

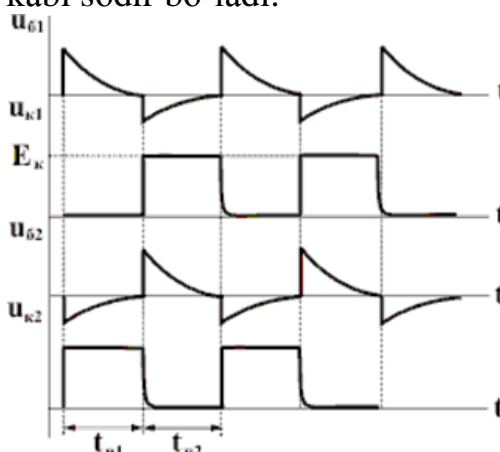
Multivibrator qarshiliklarda ikkita kuchaytiruvchi bosqichdan iborat. Har bir bosqichning chiqishi C1 va C2 o'tkazgichlari orqali boshqa bosqichning kirishiga ulanadi.



4.2.10–rasm. Sig‘imli kollektor-tayanch ulanishlari bo‘lgan tranzistorlardagi multivibrator.

Transistorlar bir xil bo‘lgan va simmetrik elementlarning parametrlari bir xil bo‘lgan multivibrator simmetrik deyiladi. Uning tebranish davrining ikkala qismi teng va ish aylanishi 2 ga teng. Agar kimdir ish aylanishi nima ekanligini unutgan bo‘lsa, sizga eslatib o‘taman: ish aylanishi - bu takrorlanish davrining puls davomiyligi  $Q = T_{i1}/T_{i2}$  ga nisbati. Ish aylanishining o‘zaro aylanishi vazifa aylanishi deb ataladi. Shunday qilib, agar parametrlarda farqlar mavjud bo‘lsa, unda multivibrator assimetrik bo‘ladi.

O‘z-o‘zidan tebranish rejimida multivibrator ikki kvazi-muvozanat holatiga ega, tranzistorlardan biri to‘yinganlik holatida, ikkinchisi kesish rejimida va aksincha. Bu shartlar barqaror emas. Sxemaning bir holatdan ikkinchisiga o‘tishi chuqur PIC tufayli ko‘chki kabi sodir bo‘ladi.



4.2.11–rasm. Nosimmetrik multivibratorning ishlashini tushuntiruvchi grafiklar.

Aytaylik, quvvat yoqilganda, VT1 tranzistori ochiq va R3 rezistoridan o‘tadigan oqim bilan to‘yingan. Uning kollektoridagi kuchlanish minimaldir. Kondensator C1 zaryadsizlanadi. VT2 tranzistori yopiq va C2 kondensatori zaryadlanmoqda. C1 o‘tkazgichdagi kuchlanish nolga intiladi va VT2 tranzistorining bazasida potentsial asta-sekin ijobiy bo‘ladi va VT2 ochila boshlaydi. Uning kollektoridagi kuchlanish pasayadi va C2 kondensatori zaryadsizlana boshlaydi, VT1 tranzistori yopiladi. Keyin jarayon cheksiz takrorlanadi.



Sxemaning parametrlari quyidagicha bo'lishi kerak:  $R1 = R4$ ,  $R2 = R3$ ,  $C1 = C2$ . Impulslarning davomiyligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$t_{u1} = 0,7R3C2 \quad (4.2.5)$$

$$t_{u2} = 0,7R2C1 \quad (4.2.6)$$

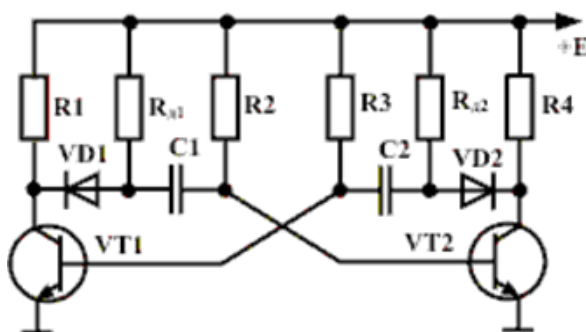
Impulslar davri quyidagilar bilan belgilanadi:

$$T = t_{u1} + t_{u2} = 0,7R3C2 + 0,7R2C1 = 0,7(R3C2 + R2C1) \quad (4.2.7)$$

Xo'sh, chastotani aniqlash uchun siz bu yerda birlikni bu natijaga bo'lishingiz kerak (bir oz yuqoriga qarang).

Chiqish impulslari tranzistorlardan birining kollektoridan chiqariladi va qaysi biri muhim emas. Boshqacha qilib aytganda, sxema ikkita chiqishga ega.

Transistorning kollektoridan olingan multivibratorning chiqish impulslarining shaklini yaxshilash, quyida rasmda ko'rsatilganidek, kollektor pallasida izolyatsiyalash (o'chirish) diodlarini yoqish orqali erishish mumkin.  $R_{d1}$  va  $R_{d2}$  qo'shimcha rezistorlar orqali ulanadi. bu diodlar kollektor yuklariga parallel ravishda.

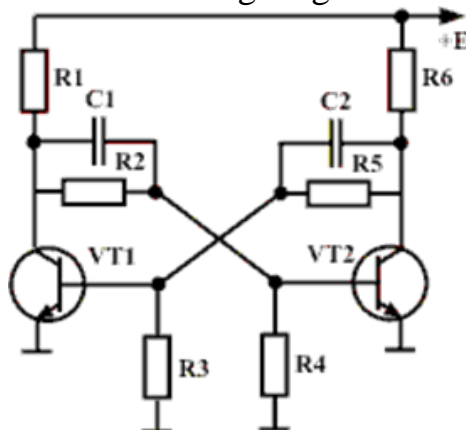


4.2.12–rasm. Takomillashtirilgan chiqish puls shakliga ega multivibrator.

Ushbu sxemada tranzistorlardan birini yopib, kollektor potentsialini pasaytirgandan so'ng, uning kollektoriga ulangan diod ham yopiladi, konderni kollektor pallasidan ajratadi. Kondensator kollektor pallasida rezistor orqali emas, balki qo'shimcha  $R_d$  rezistor orqali zaryadlanadi va qulflash tranzistorining kollektor potentsiali deyarli birdan  $E_k$  ga teng bo'ladi. Kollektor davrlarida impuls jabhalarining maksimal davomiyligi asosan tranzistorlarning chastotali xususiyatlari bilan belgilanadi.

Ushbu sxema deyarli to'rtburchak impulslarni olish imkonini beradi, ammo uning kamchiliklari pastroq maksimal ish aylanishi va tebranish davrini silliq sozlashning mumkin emasligi.

4.2.13–rasmda o'z-o'zidan tebranishlarning yuqori chastotasini ta'minlaydigan yuqori tezlikda ishlaydigan multivibratorning diagrammasi ko'rsatilgan.



4.2.13–rasm. Tez multivibrator.



Ushbu sxemada R2, R4 rezistorlari C1 va C2 kondensatorlariga parallel ravishda ulanadi va R1, R3, R4, R6 ochiq tranzistorning asosiy potentsialini barqarorlashtiradigan (asosiy oqimdan kattaroq bo'linuvchi oqim bilan) shakldagi kuchlanish bo'luvchilariga qarshilik ko'rsatadi. Multivibrator o'zgartirilganda, to'yingan tranzistorning asosiy oqimi ilgari ko'rib chiqilgan sxemalarga qaraganda keskin o'zgaradi, bu bazadagi zaryadlarning yutilish vaqtini qisqartiradi va tranzistorning to'yinganlikdan chiqishini tezlashtiradi.

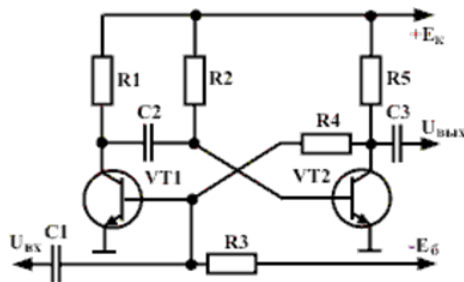
#### Kutish multivibrator

O'z-o'zidan tebranish rejimida ishlaydigan va barqaror muvozanat holatiga ega bo'lmagan multivibratorni bitta barqaror va bitta barqaror holatga ega bo'lmagan multivibratorga aylantirish mumkin.

Bunday sxemalar kutish rejimidagi multivibratorlar yoki bitta vibratorlar, bir impulsli multivibratorlar, gevşeme relesi yoki kipp-rele deb ataladi. Sxemaning barqaror holatdan beqaror holatga o'tishi tashqi tetiklantiruvchi impuls ta'sirida sodir bo'ladi.

Sxema o'z parametrlariga qarab bir muncha vaqt beqaror holatda bo'ladi va keyin avtomatik ravishda, birdaniga dastlabki barqaror holatiga qaytadi.

Diagrammasi rasmda ko'rsatilgan multivibratorda kutish rejimini olish uchun 4.2.14–rasmda ko'rsatilganidek, siz bir nechta qismlarni tashlashingiz va ularni almashtirishingiz kerak.



4.2.14-rasm. Kutish multivibratori.

Dastlabki barqaror holatda tranzistor VT1 yopiladi. Etarli amplitudali musbat tetik pulsi kontaktlarning zanglashiga olib kirishiga kelganda, kollektor oqimi tranzistor orqali oqib chiqa boshlaydi. VT1 tranzistorining kollektoridagi kuchlanishning o'zgarishi C2 kondansatörü orqali VT2 tranzistorining bazasiga uzatiladi. PIC (R4 to'sar orqali) tufayli ko'chkiga o'xshash jarayon o'sib bormoqda, bu VT2 tranzistorining yopilishiga va VT1 tranzistorining ochilishiga olib keladi. C2 kondensatori R2 rezistori va VT1 o'tkazuvchi tranzistor orqali zaryadsizlanguncha sxema beqaror muvozanat holatida bo'ladi. Kondensator zaryadsizlangandan so'ng, tranzistor VT2 ochiladi va VT1 yopiladi va kontaktlarning zanglashiga olib, asl holatiga qaytadi.

Multivibrator ikkita omilga bog'liq holda deyarli har qanday shakldagi to'liqinni yaratishi mumkin: har ikki kuchaytirgich bosqichining qarshiligi va sig'imi va chiqish sxemasidan chiqadigan joy.

Misol uchun, agar ikki bosqichning qarshiligi va sig'imi teng bo'lsa, bir bosqich 50% vaqt sarflaydi, ikkinchisi esa 50% vaqt sarflaydi. Ushbu bo'limda multivibratorlarni muhokama qilish uchun ikkala bosqichning qarshiligi va sig'imi teng deb taxmin qilinadi. Bu shartlar mavjud bo'lganda, chiqish kvadrat to'liqin bo'ladi. 4.2.15-rasm.

Bistable multivibratorlar (yoki "flip-floplar") ikkita barqaror holatga ega. Turg'un holatda, kuchaytirgichning ikki bosqichidan biri o'tkazuvchanlik holatida, ikkinchisi esa o'tkazuvchan emas. Bir turg'un holatdan ikkinchisiga o'tish uchun bistable multivibrator tashqi signalni olishi kerak.

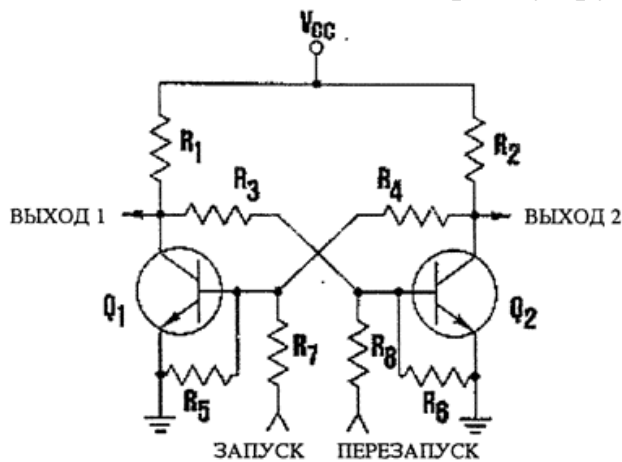
Bu tashqi signal tashqi tetik puls deb ataladi. U multivibratorning bir holatdan ikkinchisiga o'tishini boshlaydi. Zanjirni unga qaytarish uchun yana bir tetik puls kerak. [Boshlang'ich holat](#) - bu turtki impulslari "start" va "restart" deb ataladi.

Bistable multivibratordan tashqari, faqat bitta turg'un holatga ega bo'lgan monostabil multivibrator va barqaror holatga ega bo'lmagan barqaror multivibrator ham mavjud.

Multivibrator oddiy kvadrat to'lqinli generator bo'lib, u osilator rejimida ishlaydi. Ishlash uchun unga faqat batareyadan yoki boshqa quvvat manbaidan quvvat kerak. Eng oddiy nosimmetrik tranzistorli multivibratorni ko'rib chiqing. Uning diagrammasi rasmda ko'rsatilgan. Multivibrator bajarilishi kerak bo'lgan funktsiyalarga qarab murakkab bo'lishi mumkin, lekin rasmda ko'rsatilgan barcha elementlar majburiydir, ularsiz multivibrator ishlamaydi.

### Komparatorning ishlash printsipti

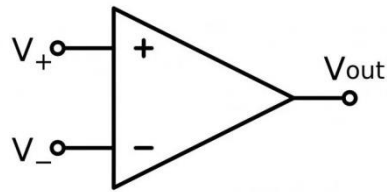
**Komparator** - bu har qanday qiymatlarni solishtirish uchun mo'ljallangan qurilma (lotincha "solishtirish" – "taqqoslash"). 4.2.16-rasm.



Bu katta ko'paytirish omiliga ega bo'lgan operatsion kuchaytirgich. Kirishlar mavjud: to'g'ridan-to'g'ri va teskari. Agar kerak bo'lsa, mos yozuvlar signali ularning har qandayiga ulanishi mumkin. Kirishlardan biriga doimiy signal qo'llaniladi, bu mos yozuvlar signali deb ataladi.

U taqqoslash uchun ma'lumotnoma sifatida ishlatiladi. Sinov signali ikkinchisiga keladi. Chiqishda shartlarga qarab o'z holatini o'zgartiradigan tranzistor mavjud: To'g'ridan-to'g'ri kirish kuchlanishi teskari kuchlanishdan yuqori - tranzistor ochiq.

Teskari kirishning kuchlanishi to'g'ridan-to'g'ri kuchlanishdan yuqori - u yopiq. Shunga ko'ra, chiqish voltaji keskin ravishda minimaldan maksimalgacha o'zgaradi yoki aksincha. Taqqoslovchi ilova ular elektr signallarini o'lchash uchun sxemalarda va analog - raqamli konvertorlarda qo'llaniladi. Mantiqiy sxemalarda "yoki" va "not" elementlari ishlaydi, ular ham taqqoslashdir. Shunga ko'ra, ushbu komponentdan foydalanish aniq misollar bilan cheklanmaydi, chunki u butun davomida qo'llaniladi. Ta'kidlash joizki, taqqoslash moslamasi har qanday operatsion kuchaytirgichdan tayyorlanishi mumkin, lekin aksincha emas. Taqqoslovchining daromadi etarlicha yuqori. Shunga ko'ra, uning kirishlari ular orasidagi kuchlanish farqlariga juda sezgir. Bir necha millivoltlik nomuvofiqlik chiqish kuchlanishini sezilarli darajada o'zgartiradi.



4.2.16-rasm. Komparator sxematik ko‘rinishi.

Shunday qilib, komparator kirish kuchlanish darajalarida minimal o‘zgarishlarni kuzatish imkonini beradi.

Bu uni taqqoslash sxemalari va yuqori aniqlikdagi o‘lchash asboblarning ajralmas elementiga aylantiradi:

- kirish signali darajasi ko‘rsatkichlari;
- metall detektorlari;
- mikro-va millivoltmetrlar;
- elektromagnit nurlanish detektorlari;
- laboratoriya sensorlari;
- massa komparatorlari;
- gaz analizatorlari.

**Analog komparator qanday ishlaydi.** Analog komparator uzluksiz signallarni solishtiradi - kirish o‘lchovi va kirish ma’lumotnomasi.

Kirish signalining sekin o‘zgarishi bilan komparator qisqa vaqt ichida qayta-qayta o‘zgaradi.

Bu hodisa “elektron sakrash” deb ataladi. Uning mavjudligi taqqoslash samaradorligini sezilarli darajada kamaytiradi. Chiqish holatida tez-tez takrorlanadigan o‘zgarishlar tufayli terminal tranzistori to‘yinganlik holatiga o‘tkaziladi.



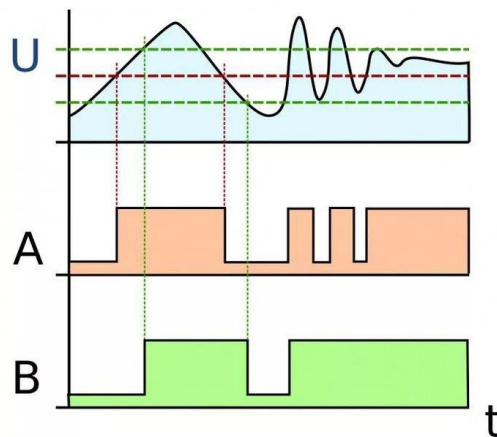
«Elektron sakrash» ta’sirini kamaytirish uchun kontaktlarning zanglashiga PIC kiritiladi - ijobiy teskari aloqa.

Bu histerezisni ta’minlaydi - o‘chirish va o‘chirish kuchlanish darajalari o‘rtasidagi kichik farq.

Ba’zi komparatorlar o‘rnatilgan PICga ega, bu esa qo‘shimcha strukturaviy elementlarning sonini kamaytiradi.

**Raqamli komparatorning xususiyatlari.** Raqamli komparator bir bitli analogdan raqamliga o‘zgartiruvchidir. Chiqish kuchlanishi mantiqiy “0” yoki “1” ni ifodalaydi. Kirish analog yoki raqamli bo‘lishi mumkin.

Qurilma sensor sxemalari va displey qurilmalari interfeysi uchun impulsni shakllantiruvchi sifatida ishlatiladi. U tovush yoki yorug‘lik signalining spektrini tahlil qilish uchun ishlatilishi mumkin. Komparator, shuningdek, hisoblashda qo‘llaniladigan “yoki” va “not” mantiqiy elementlari.



4.2.17-rasm. Display qurilmalari interfeysi uchun impulsni ko‘rinishi.

Nazariy jihatdan, kirish signali darajasidagi arizas darajada kichik tebranishlar bilan chiqish noaniqlik holati yuzaga kelishi mumkin. Amalda, o‘lchangan va mos yozuvlar kuchlanishlari teng emas. Taqqoslovchi cheklangan daromad yoki ijobiy fikrga ega bo‘lgani uchun.

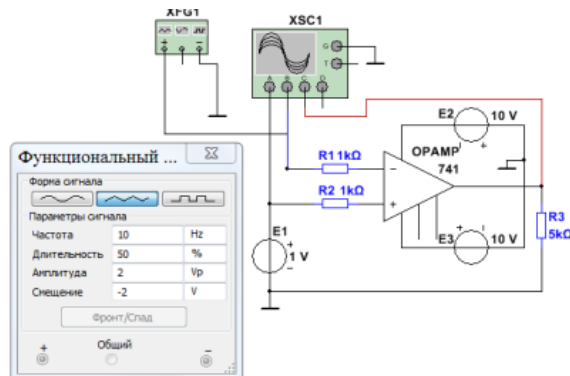
Komparator-mikrosxema. Sanoat komparatorlarni integral sxemalar shaklida ishlab chiqaradi. Ulardan foydalanish minimal osilgan elementlarga ega ixcham qurilmalarni yaratishga imkon beradi. Shuningdek, kichik qismlarning afzalligi-ulanish o‘tkazgichlarining qisqa uzunligi. Elektromagnit nurlanishning kuchayishi sharoitida ular barcha turdagi elektr shovqinlari uchun antennalarni olishadi.

Operatsion kuchaytirgich komparatori. Komparatorlar operatsion kuchaytirgichlarga juda ko‘p o‘xshashliklarga ega:

- daromad olish;
- kirish empedansi;
- kirish oqimlarining qiymati;
- to‘yinganlik holati.

Komparatorning amaliy qo‘llanilishiga misol:

Agar, komparator kirish kuchlanishini tayanch kuchlanish bilan taqqoslashga mo‘ljallangan bo‘lsa, unda o‘rganilayotgan  $U_{kir}$  kuchlanish invertorlamaydigan kirishga va invertorlovchi kirishga – E1 generatoridan  $U_{op}$  tayanch (doimiy) kuchlanish uzatiladi va aksincha (4.2.18-rasm). Komparator chiqishida  $U_{kir}=U_{op}=E1$  bo‘lganda o‘z qutblanishini o‘zgartirib turuvchi to‘g‘ri burchakli impuls shakllanadi. Xususiyl holda, qachon  $E1=0$  bo‘lganda, bunday komparator nol-indikator deb ataladi.



4.2.18-rasm. Nol-indikator komparator.

Massa komparatori - bu massa va vazn me'yorlarini nazorat qilishda, shuningdek, aniq tortish uchun og'irliklar massasi qiymatlaridagi farqni aniqlash uchun mo'ljallangan qurilma. Eng aniq massa komparatorlari har qanday namunani tortish va uni shunga o'xshash boshqasi bilan solishtirishga qodir. Bu atom darajasida sodir bo'ladi. Bunday qurilmalarga bo'lgan ehtiyoj suyuqlikning og'irligi va hajmi o'lchovlarining mos yozuvlar namunalarining nomukammalligi tufayli yuzaga keladi.

#### MUHOKAMA UCHUN SAVOLLAR.

1. Multivibratorni tushuntiring.
2. Multivibrator nimalarga asosan belgilanadi?
3. Multivibrator vazifasi nimalardan iborat bo'ladi?
4. Komparator qanday tuzilgan?
5. Analog komparator qanday ishlaydi?