

11-Маъруза

Mavzu. Rezonansli chastotomerlar, ularning turlari.

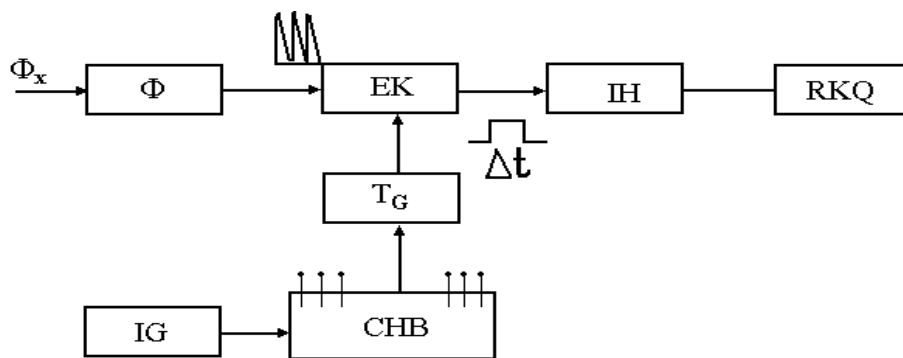
Reja.

1. O'lchash usullari. Rezonans usuli, uni prinsipi, xatoliklari.
2. Rezonansli chastotomerlar, ularning turlari. Ossillografik usulda chastota o'lchash.

Tayanch so'zlar: O'lchash usullari, rezonans usuli, uni prinsipi, xatoliklari, rezonansli chastotomerlar, ularning turlari, ossillografik usulda chastota o'lchash.

1. O'lchash usullari. Rezonans usuli, uning prinsipi va xatoliklari.
- Vaqtli parametrlarni o'lchashda ishlatiladigan raqamli asboblari.

Raqamli chastotomer.



1-rasm.

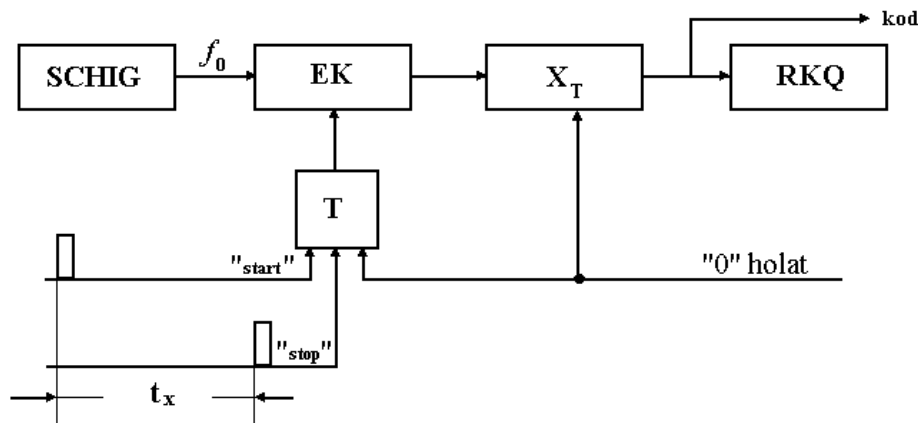
Φ-noma'lum kuchlanishni bir qutbli impulsarga o'zgartiruvchi (shakllanuvchi) qurilma; **EK** - elektron kaliti; **IH** - impulsar hisoblagichi; **TG** - trigger; **IG** - impulsar generatori; **RKQ**-raqamli qayd qiluvchi qurilma; **CHB** - chastota bo'lgichi.

Φ - qurilmaga noma'lum chastotali kuchlanish beriladi va uning chiqishida olinadigan signal kalit orqali hisoblagichga o'tadi. Kalitni holati **TG** ga beriladigan impuls orqali boshqariladi. Bu impulsar davomiyligi esa chastota bo'lgichi orqali belgilanadi va shu Δt vaqt oralig'ida (ichida), ya'ni kalit ochiq xolatida hisoblagichga o'tgan impulsar soni **N** bo'yicha noma'lum chastota quyidagicha aniqlanadi:

$$f_x = N / t$$

Raqamli chastotomerni yaxshi tomoni shundaki, avvalo asbobni ko'rsatishi f_2 ga proporsional va bunday asbob yordamida chastota (10MHz gacha diapazonda); 0,1Hz - 1MHz diapazonda davr va 10 mks dan to 10 s gacha bo'lgan vaqt intervalini o'lchash mumkin.

Vaqt intervalini o'lchovchi raqamli asbob:



3-rasm.

SCHIG - stabil chastotali impulslar generatori,

EK - elektron kalit

TG - trigger

H - hisoblagich.

3-rasmda ko'rsatilgan asbob ketma-ket hisob metodiga asoslangan siklik rejimda ishlaydigan vaqt intervalini o'lchovchi asbobdir.

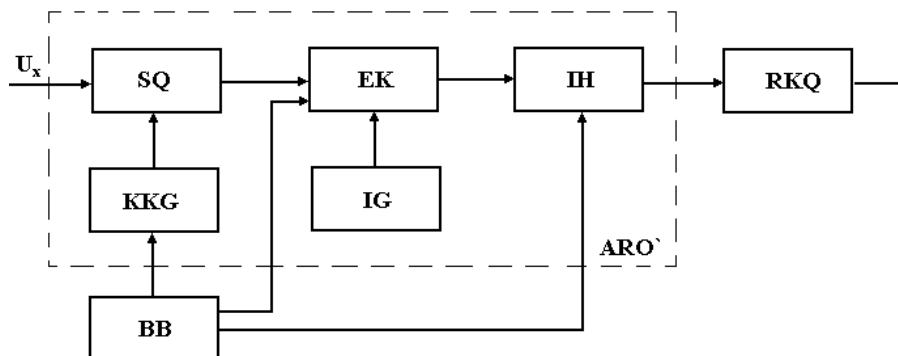
Sxemani ishga tushirish triggerni, hisoblagichni "0" xolatga qo'yishdan boshlanadi. Trigger "start" impulsi berilganda kalit (EK) ochiladi, shu momentdan stabil chastotali impuls generatoridan f_0 - chastotali impuls hisoblagich (IH) ga o'ta boshlaydi. "Stop" impulsi berilishi bilan trigger boshlang'ich holatiga qaytadi va kalit uziladi, ya'ni yoniq xolatiga keladi va hisoblagichga impuls o'tishi to'xtaydi.

Kalit ochiq bo'lgan xolatida undan o'tgan impuls soni $N = t_x / T_0$ ($T_0 = 1/f_0$), yoki $t_x = N/f_0$ ga teng.

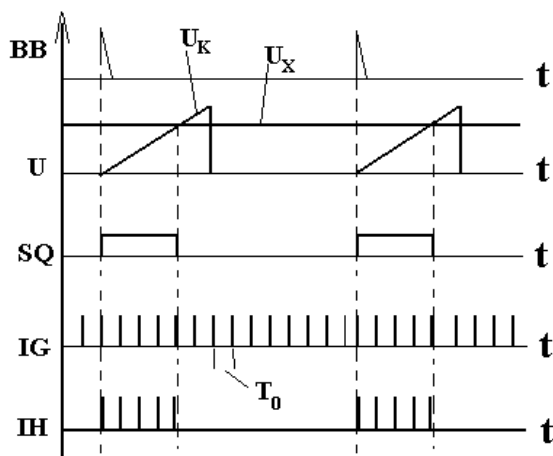
Albatta, bu asbobning o'ziga xos afzallik tomonlari ham bor va kamchiliklardan ham xoli emas. Kamchiligi shundan iboratki, kvantlash xatoligi T_0 va t_x larga bo'lib, T_0 / t_x qanchalik kichik bo'lsa, xatolik ham shunchalik kam bo'ladi. Bundan xatolik f_0 ga bog'liq: "start", "stop" impulslarini aniq berilmasligidan kelib chiqadigan xatolikdir.

Raqamli vaqt-impulsli voltmetrlar:

a)



b)



4-rasm.

O'lchanadigan kuchlanish solishtiruvchi qurilmaning bir uchiga beriladi (4-rasm). Sxemaning ishlashi boshqaruvchi blok (BB) orqali boshqariladi, ya'ni o'lchash siklining boshlang'ich t_0 momentida u kompensatsion kuchlanish generatorini ishga tushiradi, xuddi shu momentda elektron kalit (EK) ochiladi.

Kompensatsiyalovchi kuchlanish generatori (KKG)dan chiziqli o'zgaruvchan kuchlanish solishtiruvchi qurilmaning ikkinchi uchiga beriladi. Qachonki, chiziqli o'zgaruvchan kuchlanish U_K o'lchanadigan kuchlanish U_X ga tenglashsa kalit uziladi va hisoblagichga impulsar generatori orqali (aniq T_0 chastotali) impulsar o'tishi to'xtaydi. Kalit ochiq vaqt mobaynida, ya'ni t_x vaqt ichida (18.4.b-rasm) hisoblagichdan olingan impulsar soni bo'yicha noma'lum (o'lchanadigan) kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$U_X = kt_x = kNT_0,$$

bu yerda K -chiziqli o'zgaruvchan kuchlanishning o'zgarishini xarakterlovchi koeffitsient; T_0 – impulsar generatori (IG) ishlab beruvchi impulsar.

Elektron analogli o'lchash asboblari va o'zgartirgichlari bu shunday vositalarki, ulardan chiqish signali o'lchanayotgan kattalikning uzluksiz funktsiyasidir. Bu turdagi o'lchash asboblari kuchlanish U , tok I , chastota f , quvvat R , qarshilik Z va boshqa kattaliklarni o'lchashga muljallab chiqarilgan bo'lishi mumkin. Elektron analogli asboblarga elektron nurli ostsilloqraflar, elektron volptmetrlar, ommetr, spektr analizatorlari, chastotometr, fazometrlar kirishi mumkin.

Elektron asboblarning qo'llanilishi o'lchash asbobining imkoniyatini kengaytiradi, sezgirlikni oshiradi, o'lchanayotgan zanjirdan kam quvvat isteomol qilinadi, o'lchash chegarasi va kirish qarshiligini oshiradi.

Elektron o'zgartirgichlar o'lchash asboblariida eki avtomatik qurilmalarda qo'llanilishi mumkin. Ular xar qanday birlamchi kattalikni elektr analogli chiqish signaliga aylantirib beradi. Tagin bu chiqish signalini faqat maolom o'zgarish oralgiga joylab, unifikatsiyalab beradi.

Unifikatsiyalangan chiqish signali 010 v oraligidagi o'zgaras kuchlanish eki 05 mA oraligidagi o'zgaras tok sifatida bo'lishi mumkin.

Elektr signallarining faza siljishida amplituda va chastota parametrlari muhim rol o'ynaydi. Faza siljishi parametrlari signalning garmonik tebranma harakatini fikrlashga olib keladi. Faza har doim tebranma harakatning holatini aniqlab beradi. Faza garmonik signalning funksiya argumenti hisoblanadi.

$$U(t) = U_m \cos(\omega t + \theta),$$

Bu erda U_m amplituda qimati, burchak chastotasi va signalning boshlang'ich fazasi. $\Psi = \omega t + \theta$ shuning uchun signalning faza siljishi vaqtga bog'lanish funksiyasida chiziqli o'zgarish deb qaraladi. Umuman olganda amaliyotda faza siljishi qiymati unchalik rol o'ynamaydi, amplituda qiymati va chastota hisobga olinadi. Agar chastotasi birxil bo'lgan ikkita va undan ortiq garmonik signallarga ega bo'lsak,

$$U_1(t) = U_{m_1} \cos(\omega t + \theta_1);$$

$$U_2(t) = U_{m_2} \cos(\omega t + \theta_2),$$

u xolda faza doimiy kattalik bo'lib hisoblanadi. $\Psi_1 - \Psi_2 = \theta_1 - \theta_2$

$$\varphi = |\Psi_1 - \Psi_2| = |\theta_1 - \theta_2|,$$

Amalda fazalar farqining modulini bilish etarli hisoblanadi va fazalar farqi faza siljishi deb nomlanadi. Faza siljishini amalda faza o'lchash deb qaraladi, fazalar farqini fazometr hisoblab beradi. Faza siljishi garmonik signallarning davriy holatini aniqlab berishda muhim hisoblanadi deb qaraladi.

$$U_n(t) = U_{m_n} \cos(n\omega t + \theta_n);$$

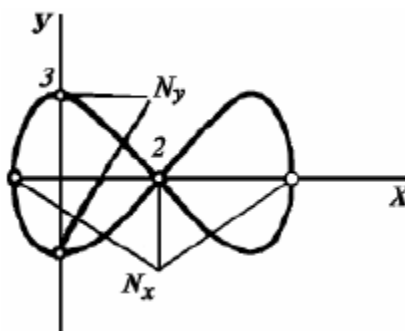
$$U_k(t) = U_{m_k} \cos(k\omega t + \theta_k).$$

Elektr tebranma harakatlar signallari past chastotali va yuqori chastotali diapozonda ishlaydi. 20 Gs dan 300 kGs gacha diapozondagi chastotalar past chastotalar deyiladi. 30 kGs dan 300 MGs gacha yuqori chastotali deyiladi.

Chastotani o'lchash:

Elektroenergetika, radiotexnika, televideniye, aloqa teleo'lchash tizimida chastotani o'lchash katta ahamiyatga ega. *Chastotani o'lchash usuli va asbobni tanlash talab qilinayotgan o'lchash aniqligiga, signal manbaining quvvatiga va boshqa omillarga bog'liq bo'ladi.* Chastotani o'lchashda taqqoslash usulidan foydalanilganda, katta diapazonda yuqori aniqlikka erishish mumkin. Chastotani elektron nurli ossillograf yordamida o'lchash usuli amaliyotda keng qo'llaniladi. Bunda chiziqli, aylanali yoyish usullari hamda Lissaju shakllaridan foydalaniladi. Biroq, Lissaju shakllari yordamida faqat sinusoidal kuchlanishlar chastota-sini o'lchash mumkin. Ossillograf gorizonta kanalining kuchaytirgichiga chastotasi noma'lum bo'lgan kuchlanish beriladi. Vertikal kanal qismala-riga esa chastotasi ma'lum kuchlanish beriladi. Natijada ossillograf ekranida Lissaju shakllaridan biri hosil bo'ladi. Chastota quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$f_x = f_0 (N_x / N_y)$, bu yerda: N_x, N_y – mos ravishda Lissaju shaklini x va y o‘qlari bilan kesishgan nuqtalar soni (5 - rasmda $N_x = 2$; $N_y = 3$); f_0 – ma’lum bo‘lgan chastota.

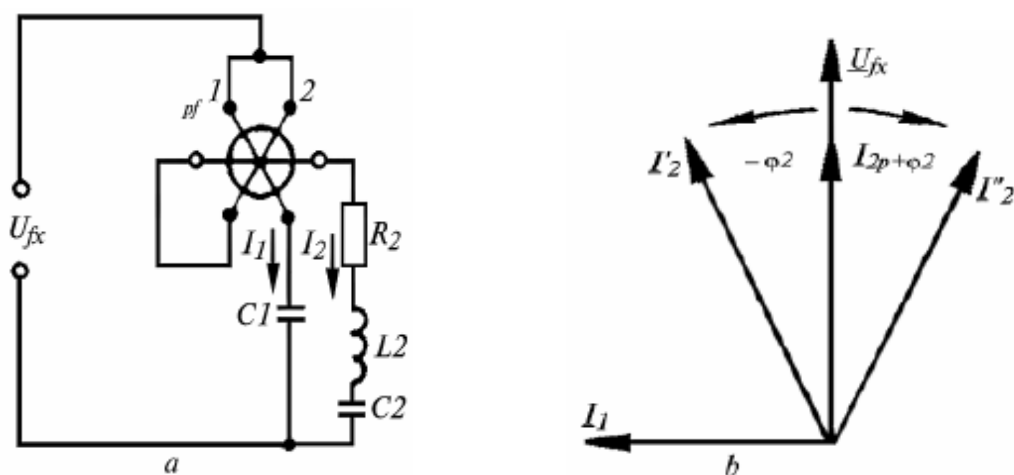


5- rasm.

O‘lchash xatoligi f_0 xatoligi bilan aniqlanadi. *Chastotani ossillograf usulida o‘lchash sodda bo‘lsa-da, chastotasi aniq ma’lum bo‘lgan kuchlanish generatori kerak bo‘ladi.* Eng oddiy elektromexanik chastota o‘lchagich elektromagnit rezonansli o‘lchagichdir. Chastotasi noma’lum kuchlanish elektromagnit chulg‘amga beriladi. Elektromagnit maydonida bir tomoni mahkamlangan po‘lat plastinalar joylashtirilgan. Plastinalarning bo‘sh uchi egilgan va bo‘yalgan. O‘zgaruvchan maydon ta’sirida plastinalar tebranma harakat qiladi. Xususiyl tebranish chastotasi kuchlanish chastotasining ikkilanganiga teng bo‘lgan plastina rezonans hodisasi tufayli katta amplituda bilan tebranadi. Bu chastota o‘lchagichlarning diapazoni tor (45-55 yoki 450-550 Gs), nisbiy xatoligi 1,0-2,5%.

Chastotani *logometr* bilan o‘lchashda elektrodinamik o‘lchagichning parallel shoxobchalaridan biriga kondensator (C_1) ulanadi. Bu kondensator chastotasi o‘lchanayotgan kuchlanish va faza siljish burchagi $\pi/2$ bo‘lgan tok orasidagi burchakni hosil qiladi. Ikkinchi shoxobchani ketma-ket ulangan zanjiriga rezonans kontur hosil qiladigan g‘altak (L_2), kondensator (C_2) va rezistor (R_2) ulangan (6 – rasm, a). Uning rezonans chastotasi asbob o‘lchaydigan chastotasining o‘rtacha qiymatiga teng qilib tanlangan. Shu sababdan rezonans holatida asbobning harakatlanuvchi qismi shkalaning o‘rtasida turadi.

O‘rtacha $f_{o'r}$ chastota quyidagi ifodadan topiladi: $f_{o'r} = (f_b + f_{ox}) / 2$, bu yerda: f_b, f_{ox} – asbob shkalasidagi boshlang‘ich va oxirgi chastotalar. O‘lchanayotgan chastota rezonans qiymatidan og‘sa, tok I_2 vektori ham o‘zgaradi (6 – rasm, b).



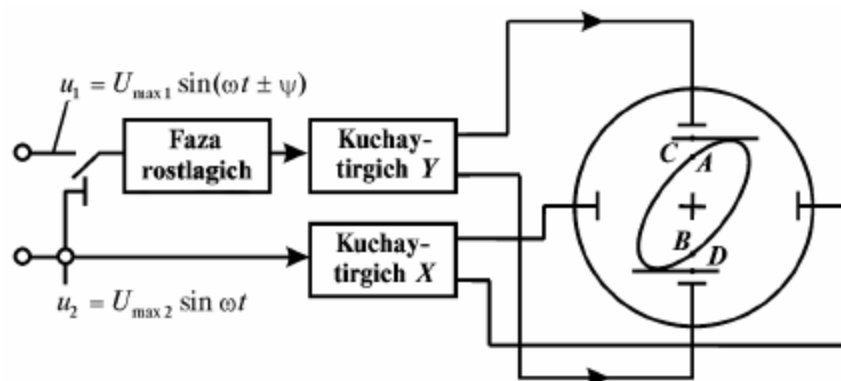
6 – rasm.

Elektromagnit va elektrodinamik chastotomerlardan asosan sanoat chastotalarini o'lchashda foydalaniladi. Ular juda tor o'lchash diapazoniga ega: ± 10 foiz $f_{o'r}$, nisbiy xatoligi 0,5 foizdan 2,5 foizgacha, quvvat iste'moli 10 Vt gacha.

Faza siljish burchagini o'lchash:

Belgilangan vaqtga nisbatan elektromagnit jarayonining asosiy parametrdan biri fazadir. Garmonik tebranish $u = U_m \sin(\omega t + f)$ uchun faza sinusoidal funksiyaning argumenti $\omega t + f$ bilan aniqlanadi, bunda f – boshlang'ich faza. Agar chastotalari ω_1 va ω_2 bo'lgan ikkita sinusoidal tebranishlarning boshlang'ich fazalarini φ_1 va φ_2 bilan belgilasak, ular orasidagi fazalarning siljish burchagi $\varphi_1 - \varphi_2$ ga teng bo'ladi. Binobarin, bir xil chastotalarda fazalar siljishi vaqtga bog'liq bo'lmaydi. *Faza siljishi radian yoki gradusda o'lchanadi.* Ba'zi hollarda sinusoidal signal zanjirlardan yoki muhit orqali o'tganda uning kechikish vaqtini aniqlash lozim bo'ladi. Kechikish chiqish signalining kirish signaliga nisbatan siljishiga olib keladi. Elektrotexnik qurilmalarda radiotexnika va televideniya faza siljishlarini katta aniqlikda o'lchash zarur. Faza siljishini laboratoriya sharoitida o'lchashning eng sodda usuli – elektron ossillografdan foydalanishdir. Bu usulda faza ossillogrammalar xarakteri vashakliga ko'ra aniqlanadi. O'lchash natijalariga ossillografning vertikal va gorizontall plastinalariga kuchlanish beruvchi kuchaytirgichlar-ning fazaviy va amplitudaviy xarakteristikalarini ta'sir etadi. Nochiziqli buzilishlari va yoyish generatorining sifati chiziqli yoyish usuli bo'yicha ossillograf ekranida faza siljishi o'lchanayotgan ikkala kuchlanish kuzatiladi. Ikki nurli ossillografda ikkala kuchlanishni bir yo'la kuzatish mumkin, har bir kuchlanish nurli ossillografning vertikal plastinalar kuchaytirgichiga elektron kommutator yordamida navbatmanavbat o'lchanayotgan kuchlanishlar beriladi. Ossillografning yoyish tezligi o'lchanayotgan signalning butun davri sig'adigan qilib tanlanadi hamda o'lchanayotgan signal yordamida yoyish generatori sinxronizatsiyalanadi. Ossillograf yordamida faza siljishi o'lchanishining yana bir keng tarqalgan usuli ellips usulidir. Bu usulning mohiyatini 3.35 - rasmda keltirilgan struktura sxema ko'rsatib turibdi. Fazani o'lchash uchun vertikal og'ish plastinalarga birinchi kuchlanish, gorizontall og'ish plastinalariga esa ikkinchi kuchlanish beriladi. Vertikal og'ish kuchaytirgich

kirishiga fazaviy rostla-gich ulangan. U kanallarni faza jihatidan simmetriyalash uchun xizmat qiladi. Kanallarning amplitude jihatidan simmetriyalash kuchaytirgich ko'effitsiyentlarini rostlash orqali bajariladi. O'lchanadigan faza siljishi ekrandagi AB va SD kesmalar nisbati orqali aniqlanadi (7– rasm).



7– rasm.

$$\sin f = AB / CD .$$

Ossillografik usullardan tashqari faza siljishini amaliy hollarda bevosita o'lchash uchun elektron usullar va vositalar mavjud. Bularga kuchlanishning yig'indi va ayirmasini o'lchash, faza siljishining vaqt intervaliga aylantirish, solishtirish va kompensatsiyalash hamda chastotani o'zgartirish usullari kiradi. Shu usullar asosida F2-16, FK 2-12, FK 2-14 rusumli fazometrlar ishlab chiqilgan.

Ular mos ravishda 20 Gs–20 MGs; 1–1000 MGs; 110–7000 MGs chastota oralig'ida kuchlanishi 0,001...100 Volt, $0 \pm 180^\circ$ burchak siljishini o'lchaydi. Aniqligi 0,2 – 2,5 . Massasi 17,5 kg.

Quvvat ko'effitsiyentini o'lchash:

Quvvat ko'effitsiyenti cos f turli xil asboblarda yordamida bilvosita yoki fazometr bilan bevosita o'lchanadi.

Bir fazali sinusoidal tok zanjirlarida cosf bilvosita vattmetr, ampermetr va voltmetr ko'rsatkichlari yordamida hisoblanadi:

Takrorlash uchun savollar.

1. O'lchash usullari. Rezonans usuli, uni prinsipi, xatoliklari.
2. Rezonansli chastotomerlar, ularning turlari. Ossillografik usulda chastota o'lchash.