

## 7-Маъруза

### Mavzu. Tok va kuchlanishni o'lchash.

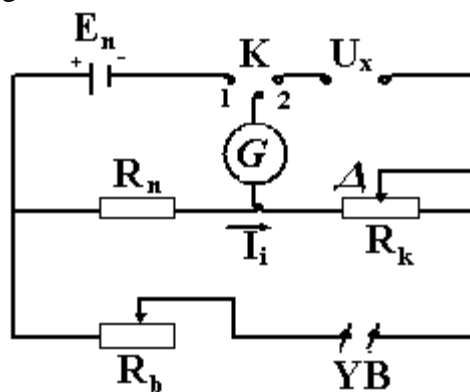
Reja.

1. O'zgarmas va sanoat chastotasida o'zgaruvchan tokni o'lchash..
2. Elektron voltmترلar.

**Tayanch so'zlar:** O'zgarmas va sanoat chastotasida o'zgaruvchan tokni o'lchash, elektron voltmترلar, raqamli voltmترلar.

#### 1. O'zgarmas va sanoat chastotasida o'zgaruvchan tokni o'lchash.

O'zgarmas tok potensiomترلari yordamida noma'lum kuchlanish, EYUK, tok va elektr qarshiliklarni o'lchash hamda namunaviy asboblار ampermetr, voltmטר va vattmetrlarni tekshirish uchun qo'llaniladi. 5.1 rasmda qo'l bilan muvozanatlanuvchi o'zgarmas tok potensiomטרining sxemasi keltirilgan.



5.1 – rasm.

Sxemadagi belgilar:  $E_n$ -normal element EYUK i ;  $R_n$  – namunaviy qarshilik;  $R_k$ - qiymati aniq kompensasiyalovchi qarshilik;  $R_b$ - ish tokini o'rnatishi uchun ishlatiladigan qarshilik;

YOB- yordamchi batareya;  $E_x$ – noma'lum EYUK;

O'zgarmas tok potensiomטרining ish prinsipi o'lchanadigan kattalikni ( $U_x$ ,  $E_x$ ,  $I_x$ ,  $R_x$ ) aniq kuchlanish (kompensasiyalovchi) bilan o'zaro muvozanatlashuviga asoslanadi.

Potensiomטר yordamida noma'lum EYUK ni o'lchash jarayoni 2 qismdan iborat bo'ladi:

1. Har xil potensiomטר turi uchun aniq qiymatga ega bo'lgan ish toki  $I_n$  ni o'rnatish;
2. Noma'lum EYUK  $E_x$  ni o'lchash;

Ish tokini o'rnatish uchun ulagich K "1" holatga qo'yiladi va  $R_b$  qarshiligini o'zgartirib galvanometr ko'rsatgichini nolga keltiriladi. Bunda  $E_n = I_n R_n$  ga ish toki esa,  $I_n = E_n / R_n$  teng bo'ladi.

So'ngra ulagich K "2" holatga qo'yiladi  $R_k$  qarshilikning dastagi D ni surib  $U_k$  ni  $E_x$  ga tenglashtiriladi, yani bu holda ham galvanometr ko'rsatgichi nolga keltiriladi.

$$E_x = U_k = I_n R_k$$

O'zgarmas tok potensiomטר  $E_n$  ni yuqori aniqlik bilan o'lchaydi. Bu aniqlik normal element EYUK qiymatining aniqligi va namunaviy qarshilik  $R_k$  qiymatlarining aniqligiga bog'liq. Potensiomטרda ish tokini aniq o'rnatishi va uni o'lchash davomida o'zgarmas bo'lishi normal element bilan ta'minlanadi. Uning aniqlik klassi 0,005 ga teng.  $R_n$  va  $R_k$  qarshiliklar ham juda yuqori aniqlik (xatoligi 0,01 % dan oshmaydi) bilan ishlanadi. Natijada potensiomטרni o'lchash xatoligi 0,02% dan katta bo'lmaydi.

O'zgarmas tok potensiomترلari ish toki zanjirining qarshiligiga qarab, ikki guruxga bo'linadi: kichik qarshilikli yoki past omli va katta qarshilikli yoki yuqori omli potensiomترلar.

O'zgarmas tok potensiomטרlarining afzalliklari quyidagilardan iborat: 1. Yuqori aniqlik; 2. O'lchanayotgan kuchlanish manbasida hech qanday quvvat sarflanmaydi.

O'zgarmas tok potensiomترلari yordamida kuchlanish, tok va qarshilik o'lchash.

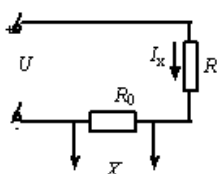
Kuchlanishni o'lchash o'zgarmas tok potensiomטרlarida  $E_x$  va  $U_x$  larni to'g'ridan to'g'ri o'lchash mumkin.

Past omli potensimetrlar taxminan 0,1 voltgacha bo'lgan kichik EYUKlarni o'lchashda qo'llaniladi.

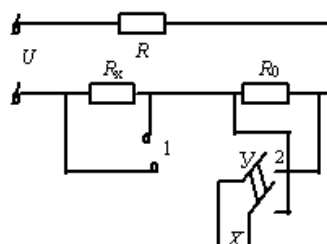
Ularning ish toki 1-10-25 mA ga teng bo'lib, ish toki zanjirining qarshiligi esa bir necha un omlar atrofida bo'ladi. YUqori omli potensimetrlarida ish toki zanjirining qarshiligi 1V ga 10000Ω to'g'ri keladi. Ish toki 0,1 mA ga teng. Bunday potensimetrlarining yuqori o'lchash chegarasi 1,2÷2,5 V bo'ladi.

Qiymati 2 V dan katta bo'lgan kuchlanishlarni o'lchash uchun potensimetrlarning yuqori o'lchash chegaralarini kengaytirish maqsadida kuchlanish bo'lgichlari ishlatiladi.

**Tok o'lchash.** Potensimetr bilan tokni quyidagi sxema yordamida o'lchanadi.



5.2 – rasm



5.3 – rasm

Noma'lum tok  $I_x$  o'tayotgan zanjirga ma'lum namunaviy  $R_0$  qarshilik ulanadi va potensimetr bilan bu qarshilikdagi kuchlanish pasayishi o'lchanadi. Tokning qiymati esa quyidagi ifodadan hioblash yo'li bilan topiladi.

$I_x = U_0/R_0$ , bu erda  $U_0$  –potensimetr shkalasidan olingan qiymat, voltda;  $R_0$  –namunaviy qarshilik qiymati.

Qarshilikni o'lchash- Noma'lum qarshilik  $R_x$  ni namunaviy qarshilik  $R_0$  bilan ketma-ket ulanadi va ulardan  $I$  toki o'tkaziladi.(10.3)

Potensimetr yordamida  $R_0$  va  $R_x$  qarshiliklardagi kuchlanish pasayishi  $U_0$  va  $U_x$  lar o'lchanadi.

$U_0 = IR_0$  va  $U_x = IR_x$  bular orqali  $R_x$  ni hisoblash uchun quyidagi ifodadan foydalanamiz:

$$R_x = R_0 \frac{U_x}{U_0}$$

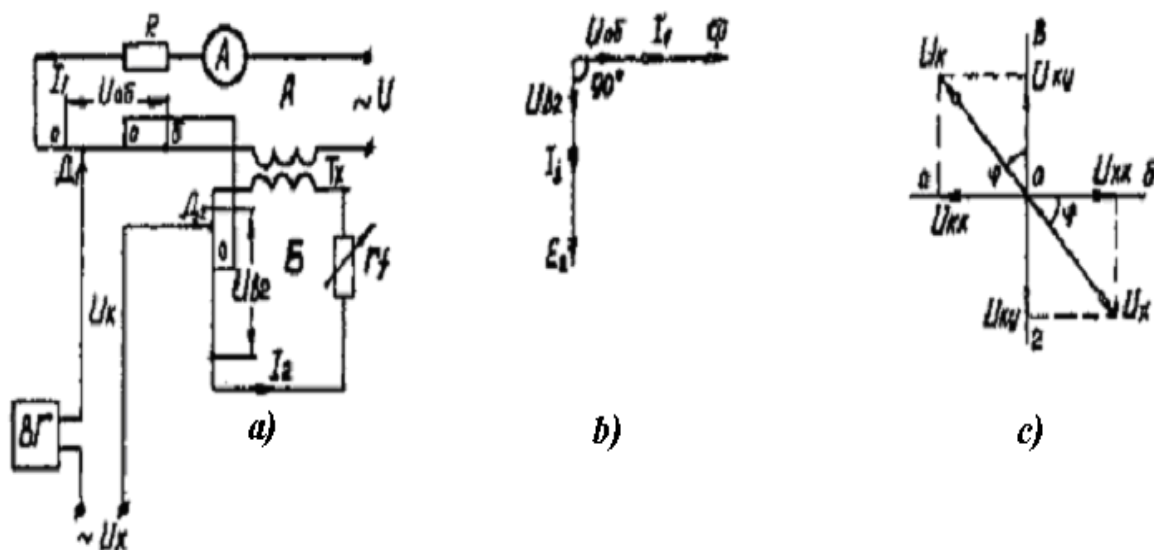
To'g'ri – burchak koordinat tizimli o'zgaruvchan tok potensimetri

O'zgaruvchan tok potensimetrining ish prinsipi ham xuddi o'zgarmas tok potensimetrlaridek  $U_x$  (yoki EYUK.  $E_x$ ) ni kompensasion (aniq) kuchlanish  $U_k$  bilan o'zaro kompensiyalanishiga asoslanib, kompensasiya momenti nol-indekator yordamida aniqlanadi.

O'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatiladigan potensimetrlar ikki turli bo'ladi:

- qutb koordinatli;
- to'g'ri burchak koordinat tizimli

10.4 a rasmda to'g'ri –burchak koordinat tizimli o'zgaruchan tok potensimetrining elektr sxemasi keltirilgan.



5.4 –rasm.

Noma'lum kuchlanish ( $U_x$ ) ni kompensasion kuchlanish bilan to'la muvozanatlash uchun quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

1.  $U_x$  va  $U_k$  kuchlanishlarning modullari o'zaro teng bo'lishi;
2.  $U_x$  va  $U_k$  kuchlanishlari fazalari bo'yicha bir-biriga teskari bo'lishi (ya'ni  $180^\circ$ );
3.  $U_x$  va  $U_k$  kuchlanishlarning chastotalari o'zaro teng bo'lishi;
4.  $U_x$  va  $U_k$  kuchlanishlarning shakli (vaqt bo'yicha o'zgarishi) bir xil bo'lishi kerak.

O'zgaruvchan tok potensimetrida ish toki (A zanjirida) oddiy ampermetrda o'rnatiladi, ikkinchi B zanjirda hosil bo'lgan  $I_2$  toki unga nisbatan  $90^\circ$  farq qiladi va bu tokni quyidagicha yozishimiz mumkin :

$$I_2 = \frac{E_2}{Z_2} = \frac{\omega M}{R_2} I_1,$$

bu yerda  $R_2$  - B zanjirining aktiv qarshiligi ( $Z_2 \approx R_2$ )

B zanjirning reaktiv qarshiligi aktiv qarshiligiga nisbatan juda kichik ( $r_2 \gg \omega L_2$ ), shu sababli  $I_2$  toki EYUK  $E_2$  bilan bir fazada bo'lib,  $I_1$  tokiga nisbatan  $90^\circ$  ga burilgan.  $U_{ab}$  va  $U_{bg}$  kuchlanishlar ham bir – biriga nisbatan  $90^\circ$  ga surilgandir.

YUqoridagi ifodaga binoan  $I_2$  tokining qiymati chastotaga bog'liq. CHastotaning o'zgarishi natijasida "bg" qarshiligining darajalanishi buzilishi mumkin.  $I_2 = \text{const}$  bo'lishi uchun B zanjirga  $R_f$  qarshiliga ulangan.

$U_x$  kuchlanishini o'lchash uchun  $D_1$  va  $D_2$  dastaklarini surib, vibrasion galvanometrqa qarab kompensasiya momenti aniqlanadi va  $U_k$  kuchlanishlarning tashkil etuvchilari  $U_{kx}$  va  $U_{ky}$  lar  $D_1$  va  $D_2$  dastaklarining xolatlari bo'yicha kuzatilib, yozib olinadi. Noma'lum kuchlanish  $U_k$  ning qiymati va fazasi quyidagi ifodalardan hisoblab topiladi:

$$U_x = \sqrt{U_{kx}^2 + U_{ky}^2}, \quad \text{tg} \varphi = \frac{U_{ky}}{U_{kx}}$$

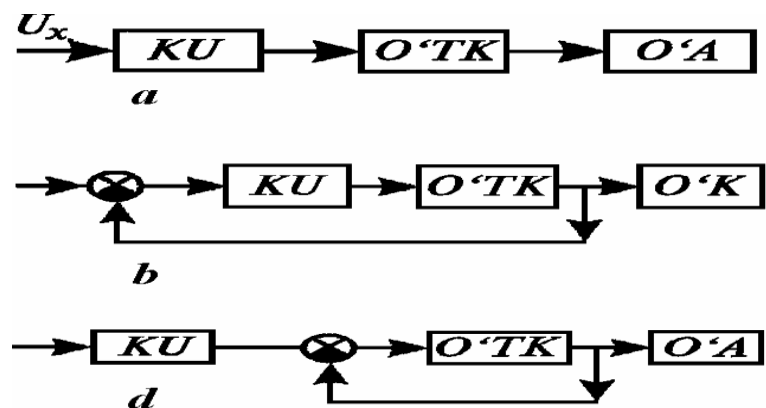
$U_{kx}$  va  $U_{ky}$  lar potansiometrning x va y o'qi shkalasidan olinadi.

## 2. Elektron voltmetrilar.

O'lchash texnikasini mukammallashtirish istiqboli – asboblarni hozirgi zamon elektronikasi va mikroprotsessorlar asosida yaratilishidir. Elektron o'zgartkichlar asosida tuzilgan o'lchash asboblari elektron o'lchash asboblari (EO'A) deb ataladi. Chiqish o'zgartkichi sifatida ko'pincha magnitoelektrik asboblari, ossillograflarda elektron nurli trubkalar ishlatiladi.

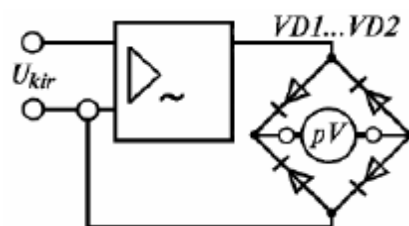
*EO'A elektromexanik asboblari singari analog asboblari turkumiga kiradi. Ular tezkorligi, o'lchash diapazonining kengligi, aniqligining yuqoriligi bilan elektromexanik asboblardan ustun turadi. EO'A elektrik kattaliklar (voltmetrlar, chastota o'lchagichlar va boshqalar) ni o'lchovchi; elektr zanjir parametrlari (qarshilik, sig'im, induktivlik va boshqalar) ni o'lchovchi; shuningdek, har xil elektr signallar manbalarini o'lchovchi (o'lchash generatori) guruhlariga bo'linadi. O'lchanayotgan kattalik turiga qarab EO'A asboblarning nom belgisidagi harflariga ko'ra klasslarga bo'linadi: B – kuchlanishni o'lchovchi EO'A; G – o'lchash generatorlari va kuchaytirgichlari; E – elektr zanjirining taqsimlangan anparametrlarini o'lchovchi EO'A; S – signallar shaklini kuzatuvchi va tadqiq etuvchi EO'A; Ch – chastota o'lchagichlar va hokazo.*

Elektron voltmetrlar (EV) o'zgaruvchan va o'zgarmas tok zanjirlarida keng qo'llaniladigan EO'A bo'lib, vazifasiga ko'ra o'zgarmas, o'zgaruvchan va universal voltmetrlarga bo'linadi. O'lchanayotgan kuchlanishni o'zgartirish usuliga ko'ra EV to'g'ridan-to'g'ri, muvozanatlanuvchi va aralash o'zgartiruvchilarga bo'linadi (1 – rasm, a, b, d).



To'g'ridan-to'g'ri (bevosita) o'zgartirishga asoslangan voltmetrlarda o'lchanayotgan kuchlanish ( $U_x$ ) bir yo'nalishda, kirishdan chiqishga tomon, o'zgartkichlar yordamida o'zgartiriladi (1 - a rasm). Bu struktura bo'yicha qurilma voltmetrning asosiy qismi *kirish uskunasi (KU)*, *o'zgarmas tok kuchaytirgichi (O'TK)* va *magnitoelektrik sistemali o'lchash asbobidan (O'A)* iboratdir. Muvozanatlanuvchi usuliga asoslangan EV ikkita – to'g'ridan-to'g'ri o'zgartirish va teskari bog'lanuvchi zanjirlardan iborat bo'ladi. Agar teskari bog'lanuvchi zanjir to'g'ri zanjirning bir qismini o'rab olsa, u holda *aralash o'zgartirishga asoslangan voltmetr* hosil bo'ladi (1 -d rasm).

Umumiy holda EV ning struktura sxemasi ketma-ket ulangan masshtab o'zgartkichi yoki kuchlanish bo'lgichi, kuchaytirgich va ko'rsatish asbobi qurilmalaridan tashkil topgan. Masshtab o'zgartkichlari o'lchanayotgan kuchlanish kattaligini o'zgartirish uchun xizmat qiladi va *aktiv* (kuchaytirgich) hamda *passiv* (bo'lgich) turlariga bo'linadi. EV da kuchaytirgichlar kuchlanishni oshirish va voltmetr kirish qismini uning boshqa qismlari bilan moslash uchun xizmat qiladi. O'zgaruvchan tok EV da o'lchanayotgan kuchlanish passiv masshtab o'zgartkichi orqali o'zgaruvchan tok kuchaytirgichiga beriladi va undan kuchlanishning o'rtacha ta'sir etuvchi yoki amplituda, qiymat o'zgartkichiga uzatiladi. Bunday EV da kuchlanish bo'lgichlari sifatida ketma-ket ulangan bir necha R va C dan iborat zanjir xizmat qiladi.

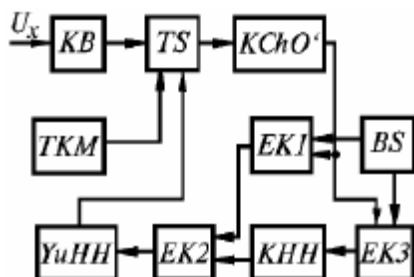


2- rasmi. O'rtacha qiymatni o'lchovchi voltmetr blok-sxemasi.

EV da o'rtacha qiymatni o'zgartkich vazifasini ikki yarim davrli to'g'rilagich sxemasi bajaradi (2- rasm). Amplituda qiymat o'zgartkichlari diod va kondensatordan iborat bo'lib, u EV

o'lchash qurilmasining kirish qismasiga ulanadi. Umuman olganda, *EV yuqori aniqlikka ega, kam quvvat iste'mol qiladi, chastota diapazoni juda keng* – o'zgarmas tokdan to 1 GGs gacha. *EV* o'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjirlarida qo'llanilishi mumkin.

O'zgarmas tokli raqamli voltmetrlar *RO'A* ning eng ko'p tarqalgan turiga kiradi. Ular o'z navbatida ikki turga: *hadma-had taqqoslovchi* va *ikki marta integrallovchi* o'zgartkichli *RO'A* ga bo'linadi. 3- rasmda hadma-had taqqoslovchi o'zgartkich asosida ishlaydigan raqamli voltmetrning sxemasi keltirilgan.



3- rasmda.

O'lchanayotgan kuchlanish ( $U_x$ ) o'lchash diapazonini belgilovchi *kuchlanish bo'lgichi* (*KB*) orqali *taqqoslash sxemasi* (*TS*) ga beriladi. *Tayanch kuchlanish manbai* (*TKM*) chiqishida tegishli kuchlanish paydo bo'lguncha va *yuqori hadli hisoblagich* (*YuHH*) holatiga ko'ra, boshqarish sxemasi kuchlanishni chastotaga o'zgartiradi (*KChO'*). Agar *boshqaruvchi sxema* (*BS*) *elektron kalit* (*EK1*) va (*EK2*) ni ochsa, *YuHH* chiqishida kirish kuchlanishga yaqin bo'lgan son paydo bo'ladi. Ya'ni, kuchlanish chastotaga o'zgartirilgandan so'ng boshqarish sxemasi impulslarni hisoblagich orqali (*YuHH*) *raqamli indikator* (*RI*) ga uzatadi va u tegishli raqamni ko'rsatadi. Asbobning nol ko'rsatkichini korreksiya qilish uchun o'zgaruvchan rezistor yordamida taqqoslash sxemasining chiqishidagi kuchlanish sozlanadi. Buning uchun normal elementga ega bo'lgan chiquvchi signali (*TKM*) dan foydalaniladi. *TS* da mazkur son (*kuchlanish*) o'lchanayotgan kuchlanishdan ayiriladi va hosil bo'lgan ayirma ikkilamchi ishlovga beriladi. Bunda *elektron kalit* (*EK3*) ochiladi va *kichik hadli hisoblagich* (*KHH*) ishga tushadi, uning natijasi *YuHH* dagi son bilan qo'shiladi. *Raqamli voltmetrlar* (*o'zgarmas tokda*) *1 mkV dan 1000 V gacha kuchlanishlarni 0,1 foiz xatolik bilan o'lchash imkoniga ega*. Yuqori aniqlikka ega o'zgarmas tok raqamli voltmetrlarning V7–28 rusumi va boshqa turlari ma'lum.

#### **Takrorlash uchun savollar.**

1. O'zgarmas va sanoat chastotasida o'zgaruvchan tokni o'lchash..
2. Elektron voltmetrlar.