

## 8-Маъруза

### Mavzu. Elektron voltmetrlar.Raqamli voltmetrlar va ularning xarakteristikalari.

Reja.

1. Raqamli voltmetrlar va ularning xarakteristikalari.
2. O‘lchanadigan kuchlanishning o‘zgarishini voltmetr ko‘rsatishiga ta’siri.

**Tayanch so‘zlar:** O‘zgarmas va sanoat chastotasida o‘zgaruvchan tokni o‘lhash, elektron voltmetrlar, raqamli voltmetrlar.

#### Raqamli voltmetrlar va ularning xarakteristikalari.

Raqamli o‘lhash asbobi deb, o‘lhash borasida uzlusiz o‘lchanayotgan kattalikni natijasi raqamli qayd etish qurilmasida yoki raqamlarni yozib boruvchi qurilmada diskret tarzda o‘zgartirilib, indikasiyalanadigan asboblarga aytildi.

Raqamli o‘lhash asboblarida tavsiya etiladigan ma’lumotni qulayligi va aniqligi sababli raqamli o‘lhash asboblari ilmiy – tekshirish laboratoriyalardan keng o‘rin olgan.

Raqamli o‘lhash asboblar analog o‘lhash asboblariga nisbatan qator afzalliklarga ega:

- yuqori aniqlik;
- keng ish diapazoni;
- tezkorlik;
- o‘lhash natijasining qulay tarzda tavsiya etilishi;
- o‘lhash jarayonini avtomatlashtirish imkoniyatlari mavjudligi va hokazolar.

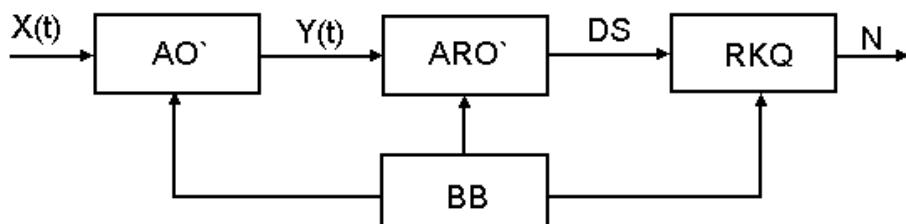
Albatta, boshqa asboblarda bo‘lganidek raqamli asboblari ham kamchiliklardan holi emas, bunga ularning murakkabligi, tan narxini balandligi va nisbatan ishonchliligin pastligi kiradi.

Raqamli o‘lhash asboblarida vaqt bo‘yicha uzlusiz o‘zgaradigan kattalikni uzuq qiymatlariga o‘zgartirish, yoki kodlash ma’lum qoida bo‘yicha, masalan, sanoq tizimi bo‘yicha amalga oshiriladi.

Raqamli o‘lhash asboblarida o‘nlik, ikkilik va birlik sanoq tizimlari ishlatiladi va qaysi sanoq tizimini (kodlash) ishlatilishi ularni aynan qaysi hisoblash, boshqarish yoki boshqa qurilmalarda ishlatilishiga bog‘liqidir.

Raqamli o‘lhash asboblarining funksional sxemasi, turlari.

5.1 – rasmida raqamli o‘lhash asbobining funksional chizmasi ko‘rsatilgan bo‘lib, u yerda



5.1 – rasm.

AO‘ – analog o‘zgartgich; ARO‘ – analog – raqamli o‘zgartgich; RKQ – raqamli kuzatish qurilmasi va BB – boshqarish bloki.

Vaqt bo‘yicha uzlusiz o‘zgaradigan “X(t)” analog signali kirishidagi analog o‘zgartkich AO‘ da keyingi o‘zgartirish uchun qulay formaga o‘zgartiriladi, so‘ngra analog – raqamli o‘zgartkich (ARO‘) yordamida diskretlashtiriladi va kodlanadi va nihoyat, raqamli qayd etish qurilmasi RKQ o‘lchanayotgan kattalik bo‘yicha kodlangan ma’lumotni raqamli qaydnoma tarzida, operatorga qulay formada ko‘rsatadi.

Raqamli o'lhash asbobining asosiy qismi ARO' hisoblanadi. Unda ma'lumot diskretlashdiriladi, so'ngra kvantlanib kodlanadi. Diskretlashdirish bu muayyan diskret (juda qisqa) vaqt oralig'ida qaydnomalarni olishdir. Odatda diskretlash qadamini ( $t_1-t_2$ ) doimiy qilishga harakat qilinadi.

Kvantlash esa,  $x(t)$  kattaligining uzlusiz qiymatlarini  $X_k$  diskret qiymatlarning to'plami (nabori) bilan almashtirishdir. O'lchanadigan kattalikning uzlusiz qiymatlari muayyan tartiblar asosida kvantlash darajalarining qiymatlari bilan almashtiriladi. Kodlashtirish esa, muayyan ketma-ketlikda ifodalangan sonli qiymatlarni tavsiya etishdan iborat.

Raqamli o'lhash asboblari ularning eng muhim xarakteristikalaridan biri aniqligi va tezkorligini belgilovchi o'lchanadigan kattalikning turi va o'zgarishi usuli bo'yicha klassifikasiyalanadi. Raqamli o'lhash asboblari o'lchanadigan kattalikning turi bo'yicha quyidagi guruhlarga bo'linadi:

- vaqtli parametrлarni o'lchovchi (chastota, davr, vaqt intervali, faza) asboblar;
- o'zgarmas tok, kuchlanishlarni;
- o'zgaruvchan kuchlanishni;
- elektr zanjir parametrлari ( $R$ ,  $L$ ,  $C$ ) ni;
- siljish, burilish burchagini o'lchovchi asboblar.

O'zgarish usuli bo'yicha: to'g'ridan to'g'ri o'zgartirish va muvozanatlashtirish usuliga asoslangan raqamli asboblar.

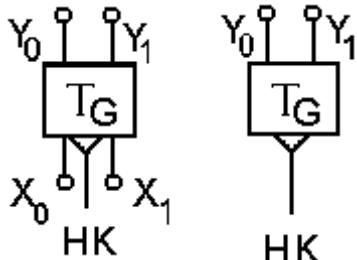
Raqamli o'lhash asboblari kompensasiyalovchi kattalikni vaqt bo'yicha o'zgarishi xarakteriga qarab turlanadi.

Uzlusiz o'zgaruvchan kattalikni uzuq, ya'ni diskret signaliga o'zgartirish usuliga qarab; ketma – ket hisoblovchi, taqqoslovchi (solishtirish) va sanoq raqamli asboblarga bo'linadi.

Raqamli o'lhash asboblarining asosiy qismlari.

Raqamli o'lhash asboblarining asosiy qismlariga triggerlar, qayta hisoblovchi qurilmalar, kalit, impulslar hisoblagichi, indikatorlar, solishtiruvchi qurılma va h. k. kiradi.

Triggerlar yarim o'tkazgichli elementlardan (tranzistor, dioddardan) rezistor, kondensatorlardan, integral mikrosxemalardan ishlanadi. (12.2 - rasm)

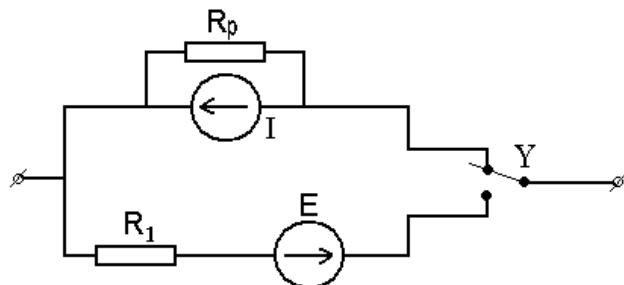


5.2 – rasm.

Trigger ( $T_G$ ) – 2 turg'un muvozanat holatiga ega bo'lib, 1 – holatdan 2 – holatga tashqi signal ta'siridan sakrab o'tuvchan xususiyatiga ega. Trigger yangi holatga o'tganda, to yangi tashqi signal o'zgarmaguncha o'z holatini saqlab qoladi.

Qayta hisoblovchi qurılma – raqamli o'lhash asboblarida impuls chastotalarini bo'lish, son – impulsli kodlarni ikkilik kodlarga o'zgartirish kabi maqsadlarda ishlatiladi. Agar  $n$  – ta trigger ketma – ket qilib va qayta hisoblash koeffitsienti 2 ga teng qilib ulansa, hisoblovchi qurılma sifatida ishlatiladi ( $N = 2^n$ ).

Elektron kalit. Tranzistorli elektron kaliti. (12.3 – rasm) ni ekvivalent sxemasi.

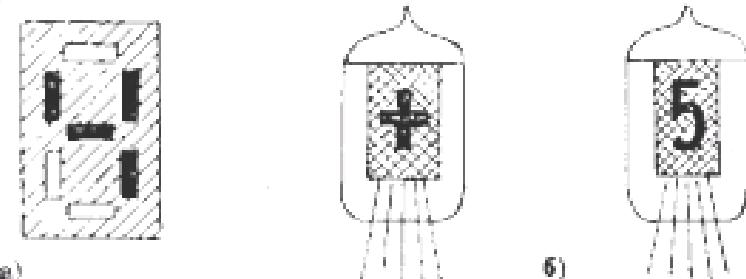


5.3 - rasm.

Kalit bir necha o'n Omlardagi  $R_1$  qarshiligidan, bir necha yuz millivoltlardagi kuchlanish generatoridan ( $E$ ),  $I$  – mikroamperlardagi tok generatoridan,  $R_p$  – bir necha yuz megaomdagi qarshilikli qilib ishlangan. Ulagich past holatga ulansa, kalit yopiq va yuqori holatga ulansa, u ochiq holatda bo'ldi.

Indikatorlar. Raqamli o'lchanayotgan kattalikni raqam shaklida ko'rsatilishi uchun maxsus belgili, segmentli va gazorazryadli indikatorlar ishlatiladi.

Segmentli indikatorlarda 0, 1, 2, ..., 9 raqamlarni hosil bo'lishi uchun boshqaruvchi kuchlanish berilganda yoritiladigan 7, 8, 9 va undan ko'p sonli elementlar elektroluminafor tasmalaridan, svetodiodlardan, suyuq kristallardan ishlanadi. 12.4.a – rasmda etti elementli indikator ko'rsatilgan.

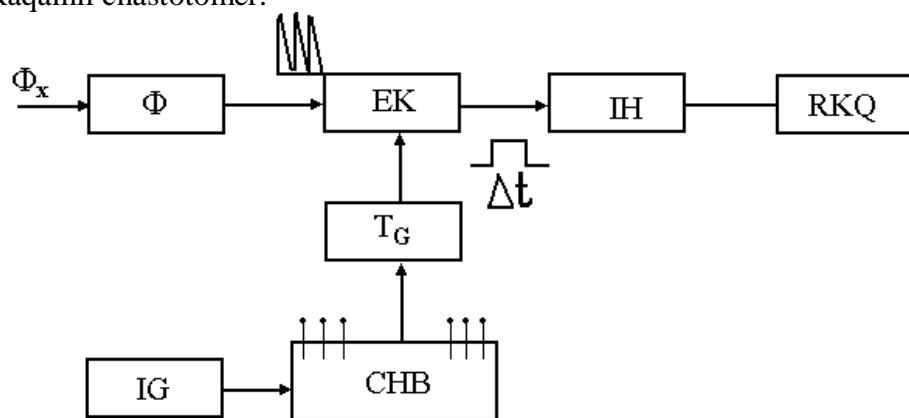


5.4 – rasm.

5.4 – rasmda gazorazaryad lampali indikator ko'rsatilgan. Lampa anodi, odatda, to'r shaklida, katodi esa ketma – ket joylahgan 0 dan 9 gacha raqam shaklida va (+,-,V, A, va h.k.) belgilarni hosil qiluvchi yupqa o'tkazgich (sim)dan ishlanadi. Lampa balloni neon bilan to'ldirilgan bo'lib, kuchlanish berilganda, katod atrofi yoritilib, indikatorda yorqin biron belgi, yorqin raqam hosil bo'ldi.

Vaqtli parametrlarni o'lchanada ishlatiladigan raqamli asboblar.

Raqamli chastotomer.



5.5-rasm.

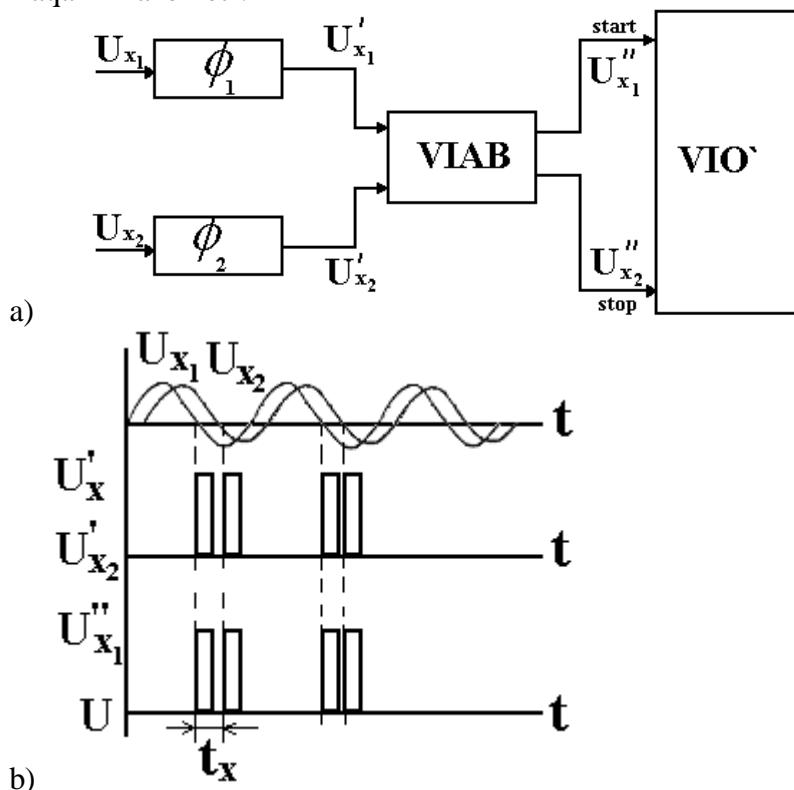
F - noma'lum kuchlanishni bir qutbli impuls larga o'zgartiruvchi (shakllanuvchi) qurilma; EK - elektron kaliti; IH - impulslar hisoblagichi; TG - trigger; IG - impulslar generatori; RKQ - raqamli qayd qiluvchi qurilma; CHB - chastota bo'lgichi.

F - 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 impulslar davomiyligi esa chastota bo'lgichi orqali belgilanadi va shu  $\Delta t$  vaqt oralig'ida (ichida), ya'ni kalit ochiq xolatida hisoblagichga o'tgan impulslar 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 (10MGs gacha diapazonda); 0,1Hz - 1MHz diapazonda davr va 10 mks dan to 10 s gacha bo'lgan vaqt intervalini o'lhash mumkin.

Raqamli fazometr.



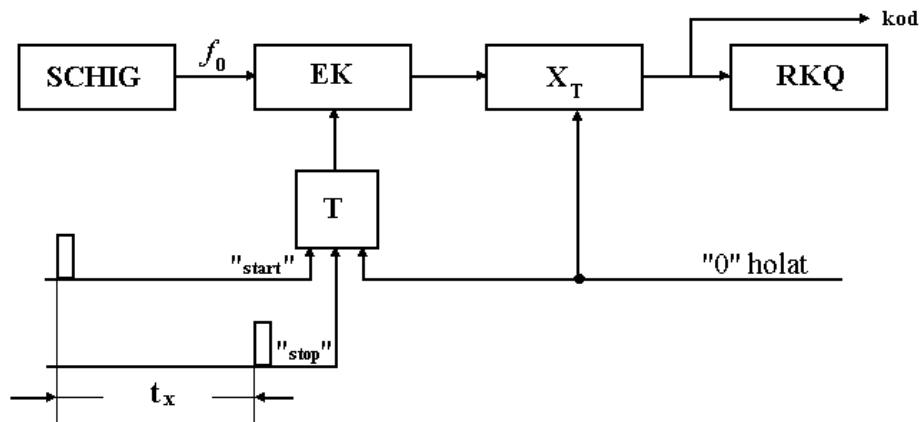
5.6-rasm.

$U_{x_1}$  va  $U_{x_2}$  kuchlanishlari orasidagi faza farqi vaqt intervali  $t_x$  ga o'zgartiriladi.  $\Phi_1$  va  $\Phi_2$  lar yordamida  $U_{x_1}$  va  $U_{x_2}$  lar noldan o'tgan momentida "start" va "stop" impulslarini ishlab beradi, hamda VIAB (vaqt intervalini ajratuvchi qurilma(bloki)) impulslar seriyasidan faqat ikkita impuls ajratadi. Mana shu impulslar orasidagi vaqt intervali o'lchanadi va asbobning ko'rsatishi quyidagicha ifodalanadi

$$N = t_x / T_0 = t_x f_0 = \varphi_x (T_x / 2\pi)^* f_0 = \varphi_x (1/2\pi)^* (f_0/f_0)$$

Bu yerda  $T_x = 1/f_0$  -  $U_{x_1}$  va  $U_{x_2}$  kuchlanishlarning davri

Vaqt intervalini o'lchovchi raqamli asbob.



5.7-rasm.

SCHIG - stabil chastotali impulslar generatori,

EK - elektron kalit

TG - trigger

H - hisoblagich.

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

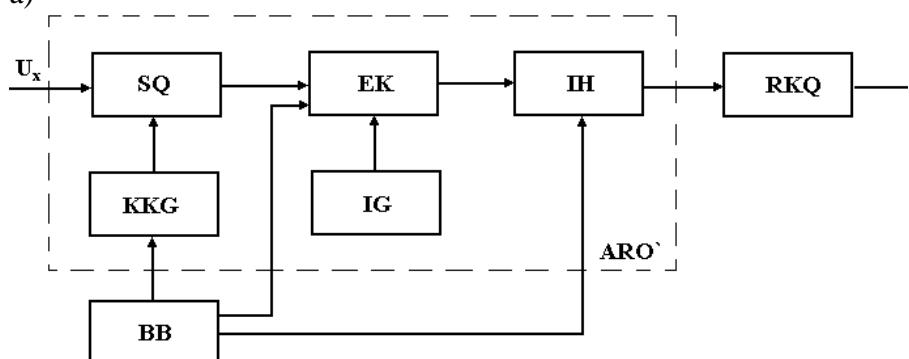
Sxemani ishga tushirish triggerni, hisoblagichni “0” xolatga qo‘yishdan boshlanadi. Trigger “start” impulsi berilganda kalit (EK) ochiladi, shu momentdan stabil chastotali impulslar generatoridan  $f_0$  - chastotali impulslar hisoblagich (IH) ga o‘ta boshlaydi. “Stop” impulsi berilishi bilan trigger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

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

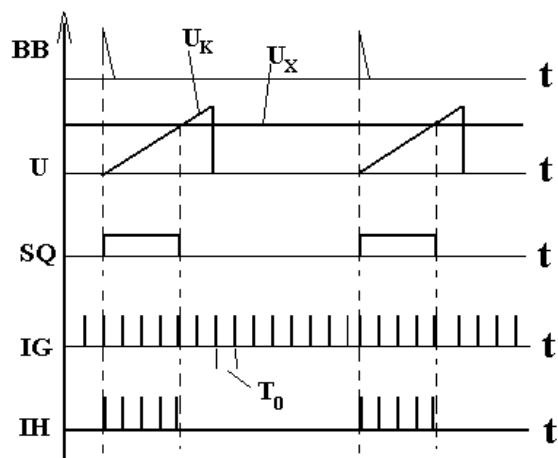
Albatta, bu asbobning o‘ziga xos afzallik tomonlari ham bor va kamchiliklardan ham xoli emas. Kamchiligi shundan iboratki, kvantlash xatoligi  $T_0$  va  $t_x$  larga bo‘lib,  $T_0/t_x$  qanchalik kichik bo‘lsa, xatolik ham shunchalik kam bo‘ladi. Bundan xatolik  $f_0$  ga bog‘liq: “start”, “stop” impulslarini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

Raqamli vaqt-impulslar voltmetrlar.

a)



b)



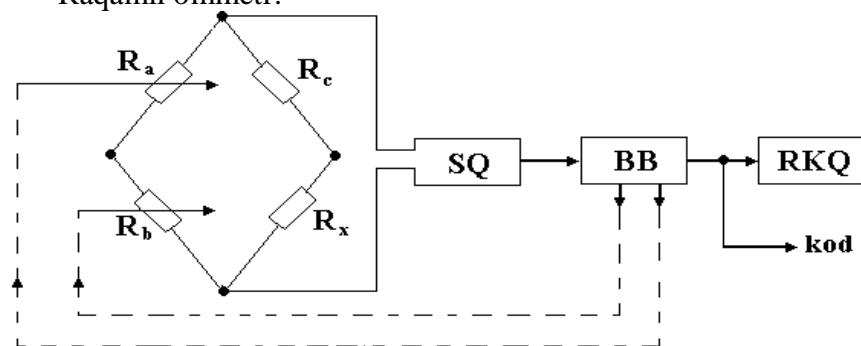
5.8 -rasm.

O‘lchanadigan kuchlanish solishtiruvchi qurilmaning bir uchiga beriladi (12.8 -rasm). Sxemaning ishlashi boshqaruvchi blok (BB) orqali boshqariladi, ya’ni o‘lchash siklining boshlang‘ich  $t_0$  momentida u kompensasision kuchlanish generatorini ishga tushiradi, xuddi shu momentda elektron kalit (EK) ochiladi. Kompensasiyalovchi 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 impulslar generatori orqali (aniq  $T_0$  chastotali) impulslar o‘tishi to‘xtaydi. Kalit ochiq vaqt mobaynida, ya’ni  $t_x$  vaqt ichida (12.8 b-rasm) hisoblagichdan olingan impulslar soni bo‘yicha noma’lum (o‘lchanadigan) kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$U_x = kt_x = kNT_0,$$

bu erda K-chiziqli o‘zgaruvchan kuchlanishning o‘zgarishini xarakterlovchi koefitsient;  $T_0$  – impulslar generatori (IG) ishlab beruvchi impulslar.

Raqamli ommetr.



5.9 -rasm.

5.9 – rasmida ko‘priklı sxema bo‘yicha ishlangan raqamli ommetr ko‘rsatilgan. Ommetrda boshqarish bloki (BB) yordamida solishtirish qurilmasidan olinadigan signal  $R_a$ ,  $R_b$  qarshiligi orqali ko‘prik muvozanat xolatiga keltiriladi va kodga o‘zgartiriladi. Bundan tashqari BB ko‘prikning o‘lchash chegarasini  $R_b$ - qarshiligi orqali avtomatik tarzda boshqaradi.

Ko‘priklı ommetrning xatoligi rezistorlarning qarshiligiga, solishtirish qurilmasining sezgirligiga va diskretlash momentiga bog‘liq. Ko‘priklı sxema bo‘yicha ishlangan ommetrlarning aniqligi  $0,01\%$  ga teng bo‘lib, yo‘l qo‘yilishi mumkin bo‘lgan asosiy xatolik  $\pm[0,02 \div 0,05((R_K/R_x - 1)]$  dan to  $\pm[0,5 \div 0,1(R_K/R_x - 1)]$  gacha bo‘lib, ulash vaqt 1s ni tashkil etadi.

### Takrorlash uchun savollar.

1. Raqamli voltmetrlar va ularning xarakteristikalari.
2. O‘lchanadigan kuchlanishning o‘zgarishini voltmetr ko‘rsatishiga ta’siri