

## 8-Маъруза

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

Reja.

1. Raqamli voltmetrlar va ularning xarakteristikalar.
2. O'lgan kuchlanishning o'zgarishini voltmetr ko'rsatishiga ta'siri.

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

#### Raqamli voltmetrlar va ularning xarakteristikalar.

Raqamli o'lchash asbobi deb, o'lchash borasida uzluksiz o'lchanayotgan kattalikni natijasi raqamli qayd etish qurilmasida yoki raqamlarni yozib boruvchi qurilmada diskret tarzda o'zgartirilib, indikasiyalanadigan asboblarga aytiladi.

Raqamli o'lchash asboblari tavsia etiladigan ma'lumotni qulayligi va aniqligi sababli raqamli o'lchash asboblari ilmiy – tekshirish laboratoriyalaridan keng o'rin olgan.

Raqamli o'lchash asboblari analog o'lchash asboblari nisbatan qator afzalliklarga ega:

- yuqori aniqlik;
- keng ish diapazoni;
- tezkorlik;
- o'lchash natijasining qulay tarzda tavsia etilishi;
- o'lchash jarayonini avtomatlashtirish imkoniyatlari mavjudligi va hokazolar.

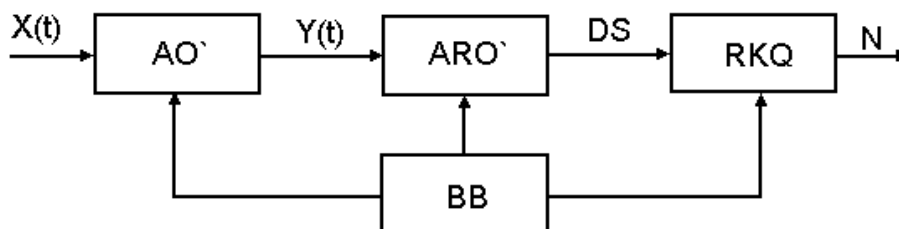
Albatta, boshqa asboblarda bo'lganidek raqamli asboblari ham kamchiliklardan holi emas, bunga ularning murakkabligi, tan narxini balandligi va nisbatan ishonchliligini pastligi kiradi.

Raqamli o'lchash asboblari vaqt bo'yicha uzluksiz o'zgaradigan kattalikni uzoq qiymatlariga o'zgartirish, yoki kodlash ma'lum qoida bo'yicha, masalan, sanoq tizimi bo'yicha amalga oshiriladi.

Raqamli o'lchash asboblari o'nlik, ikkilik va birlik sanoq tizimlari ishlatiladi va qaysi sanoq tizimini (kodlash) ishlatilishi ularni aynan qaysi hisoblash, boshqarish yoki boshqa qurilmalarda ishlatilishiga bog'liqdir.

Raqamli o'lchash asboblari funksional sxemasi, turlari.

5.1 – rasmda raqamli o'lchash asbobining funksional chizmasi ko'rsatilgan bo'lib, u yerda



5.1 – rasm.

$AO'$  – analog o'zgartirgich;  $ARO'$  – analog – raqamli o'zgartirgich;  $RKQ$  – raqamli kuzatish qurilmasi va  $BB$  – boshqarish bloki.

Vaqt bo'yicha uzluksiz o'zgaradigan " $X(t)$ " analog signali kirishidagi analog o'zgartirgich  $AO'$  da keyingi o'zgartirish uchun qulay formaga o'zgartiriladi, so'ngra analog – raqamli o'zgartirgich ( $ARO'$ ) 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'lchash asbobining asosiy qismi ARO' hisoblanadi. Unda ma'lumot diskretlashtiriladi, so'ngra kvantlanib kodlanadi. Diskretlashtirish 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 uzluksiz qiymatlarini  $X_k$  diskret qiymatlarning to'plami (nabori) bilan almashtirishdir. O'lchanadigan kattalikning uzluksiz qiymatlari muayyan tartiblar asosida kvantlash darajalarining qiymatlari bilan almashtiriladi. Kodlashtirish esa, muayyan ketma- ketlikda ifodalangan sonli qiymatlarni tavsia etishdan iborat.

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

- vaqtli parametrlarni o'lchovchi (chastota, davr, vaqt intervali, faza) asboblari;
- o'zgarish tok, kuchlanishlarni;
- o'zgaruvchan kuchlanishni;
- elektr zanjir parametrlari (R, L, C) ni;
- siljish, burilish burchagini o'lchovchi asboblari.

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

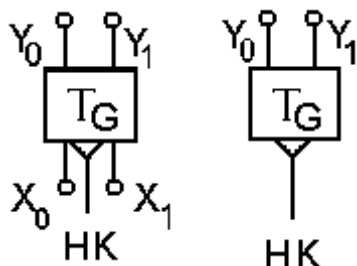
Raqamli o'lchash asboblari kompensatsiyalovchi kattalikni vaqt bo'yicha o'zgarishi xarakteriga qarab turlanadi.

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

Raqamli o'lchash asboblarining asosiy qismlari.

Raqamli o'lchash asboblarining asosiy qismlariga triggerlar, qayta hisoblovchi qurilmalar, kalit, impuls hisoblagichi, indikatorlar, solishtiruvchi qurilma va h. k. kiradi.

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

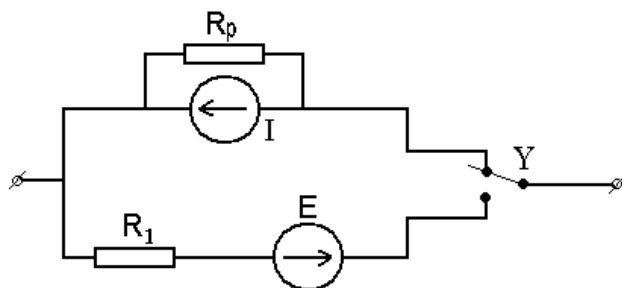


5.2 – rasm.

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 qurilma – raqamli o'lchash asboblari 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 qurilma sifatida ishlatiladi ( $N = 2^n$ ).

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

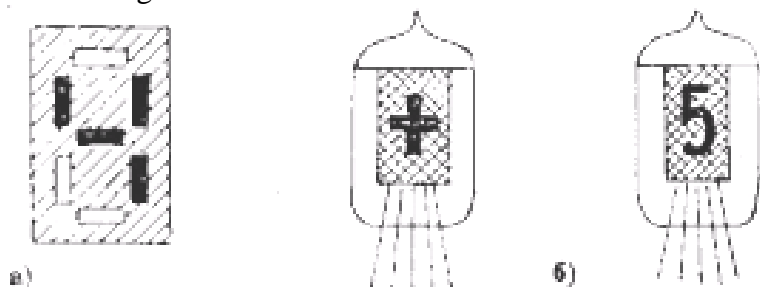


5.3 - rasm.

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'ladi.

Indikatorlar. Raqamli o'lchash asboblarda o'lchanayotgan kattalikni raqam shaklida ko'rsatilishi uchun maxsus belgisi, 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.

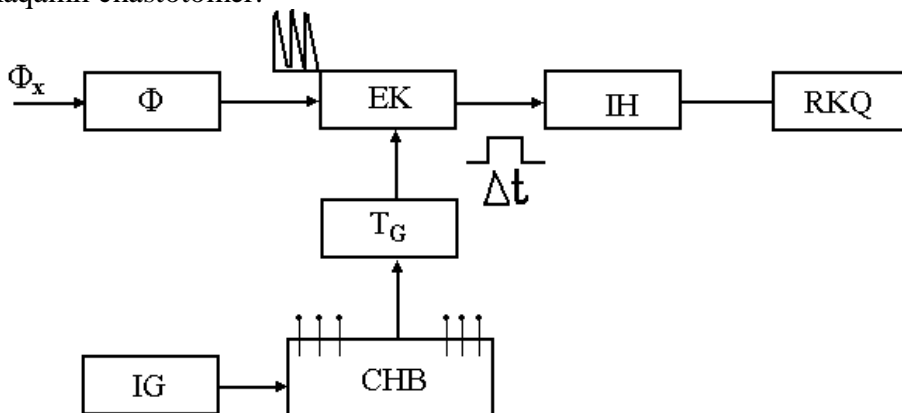


5.4 – rasm.

5.4 – rasmda gazorazryad lampali indikator ko'rsatilgan. Lampa anodi, odatda, to'r shaklida, katodi esa ketma – ket joylashgan 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'ladi.

Vaqtli parametrlarni o'lchashda ishlatiladigan raqamli asboblari.

Raqamli chastotomer.



5.5-rasm.

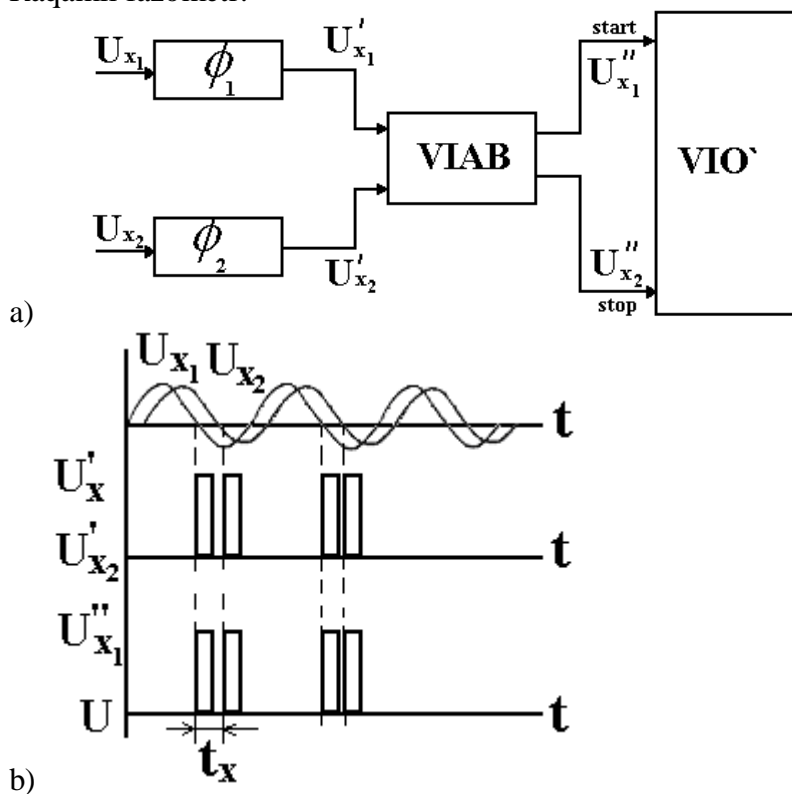
F - noma'lum kuchlanishni bir qutbli impulsarga o'zgartiruvchi (shakllanuvchi) qurilma; EK - elektron kaliti; IH - impuls hisoblagichi; TG - trigger; IG - impuls generatori; RKQ - raqamli qayd qiluvchi qurilma; CHB - chastota bo'lgichi.

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 impuls 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'lchash mumkin.

Raqamli fazometr.



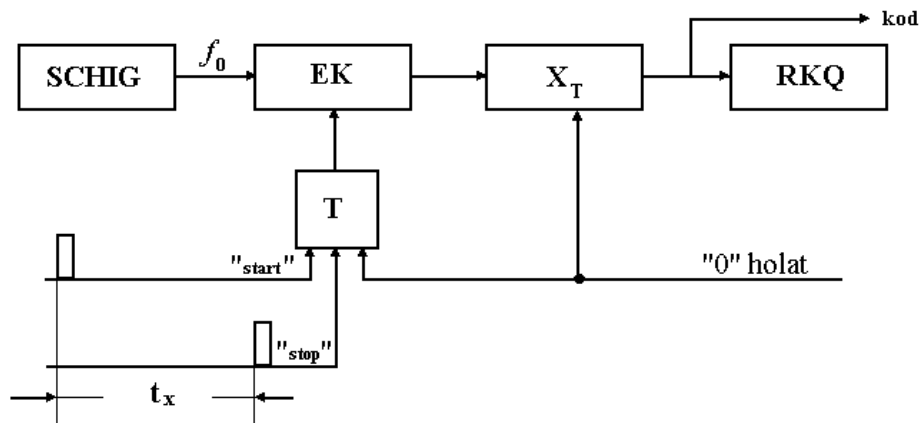
5.6-rasm.

$U_{x1}$  va  $U_{x2}$  kuchlanishlari orasidagi faza farqi vaqt intervali  $t_x$  ga o'zgartiriladi.  $\Phi_1$  va  $\Phi_2$  lar yordamida  $U_{x1}$  va  $U_{x2}$  lar noldan o'tgan momentida "start" va "stop" impulslerini ishlab beradi, hamda VIAB (vaqt intervalini ajratuvchi qurilma(bloki) impuls seriyasidan faqat ikkita impuls ajratadi. Mana shu impuls 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  $T_x = 1 / f_0$  -  $U_{x1}$  va  $U_{x2}$  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.

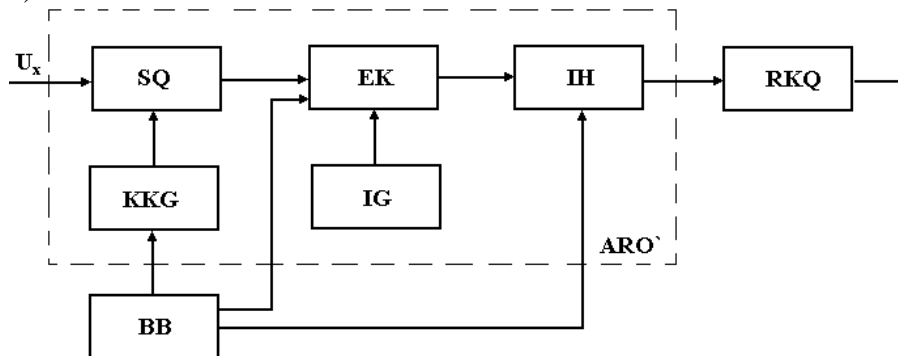
Sxemani ishga tushirish triggerni, hisoblagichni "0" xolatga qo'yishdan boshlanadi. Trigger "start" impulsi berilganda kalit (EK) ochiladi, shu momentdan stabil chastotali impuls generatoridan  $f_0$  - chastotali impuls hisoblagich (IH) ga o'ta boshlaydi. "Stop" impulsi berilishi bilan trigger boshlang'ich 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.

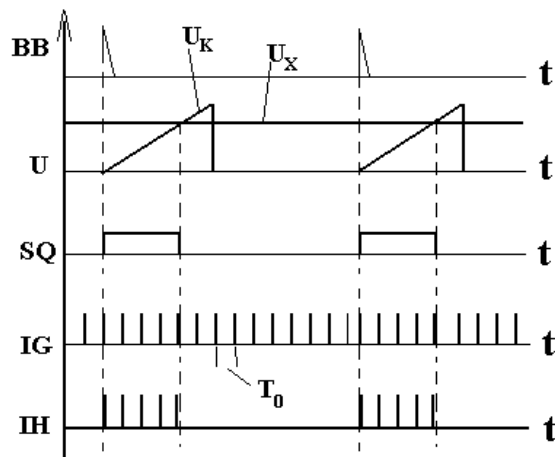
Albatta, bu asbobning o'ziga xos afzallik tomonlari ham bor va kamchiliklardan ham xoli emas. Kamchiligi shundan iboratki, kvantlash xatoligi  $T_0$  va  $t_x$  larga bo'lib,  $T_0/t_x$  qanchalik kichik bo'lsa, xatolik ham shunchalik kam bo'ladi. Bundan xatolik  $f_0$  ga bog'liq: "start", "stop" impulslerini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

Raqamli vaqt-impulsli voltmترلar.

a)



b)

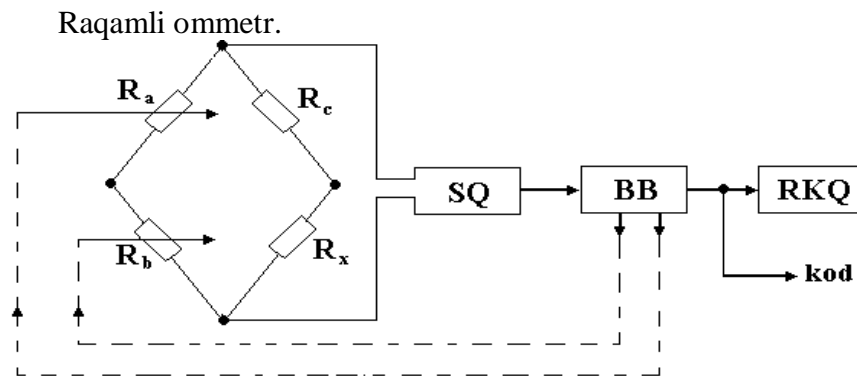


5.8 -rasm.

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 kompensasion 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 impulsar generatori orqali (aniq  $T_0$  chastotali) impulsar o'tishi to'xtaydi. Kalit ochiq vaqt mobaynida, ya'ni  $t_x$  vaqt ichida (12.8 b-rasm) hisoblagichdan olingan impulsar 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 koeffitsient,  $T_0$  – impulsar generatori (IG) ishlab beruvchi impulsar.



5.9 -rasm.

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

Ko'priqli ommetrning xatoligi rezistorlarning qarshiligiga, solishtirish qurilmasining sezgirligiga va diskretlash momentiga bog'liq. Ko'priqli 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 vaqti 1s ni tashkil etadi.

**Takrorlash uchun savollar.**

1. Raqamli voltmترلar va ularning xarakteristikalari.
2. O'lganadigan kuchlanishning o'zgarishini voltmetr ko'rsatishiga ta'siri