

## KONDENSATORNING ZARYADLANISH VA RAZRYADLANISH JARAYONLARI ORQALI ELEKTR SIG'IMINI ANIQLASH

*Ganiyev Abduvoxid Abduvaliyevich*

*Toshkent davlat texnika universiteti,*

*Raqamli elektronika va mikroelektronika kafedrasida assistenti*

*e-mail: abduvohidganiyev330@mail.ru*

*Xatamov Eldorbek Abduraim o'g'li*

*Turg'unboyev Bekmurod Davronbek o'g'li*

*Toshkent davlat texnika universiteti talabalari*

**Annotatsiya:** Ushbu maqola kondensatorning zaryadlanishi va zaryadsizlanishi jarayonlari nazariyasiga va kondensatorning sig'imini eksperimental aniqlash mumkinligiga bag'ishlangan.

**Tayanch so'z va iboralar:** Zaryadlanish, razryadlanish, kvazistasionar tok, differensial tenglama, eksponensial qonuniyat, RC kontur.

Elektr zanjirida o'rnatilgan bir holatdan boshqasiga o'tishga "o'tish" jarayoni deyiladi. Xuddi mana shu jarayonga kondensatorning zaryadlanish va razryadlanish jarayonlarini ham qo'shsak bo'ladi. O'zgarish yetarli darajada sekin davom etganda esa, o'zgarish tok qonunlarini o'zgaruvchan toklarga ham tadbiq qilish mumkin. Chunki, bunday hollarda tokning oniy qiymatini elektr zanjirining barcha ko'ndalang kesim yuzalarida bir xil deb olish mumkin bo'ladi. Bunday tok va uning maydonini kvazistasionar deb olish mumkin. Mana shunday zanjir sifatida uzib - ulanadigan, kondensatorli yoki induktiv g'altakli zanjirlarni olishimiz mumkinki [1].

Kvazistasionar tokka misol sifatida kondensatorning zaryadlanishi va razryadlanish jarayonini olishimiz mumkin. Kondensator 1-rasmda keltirilgan sxema shaklida ulangan bo'lishi lozim. Bunda uzib-ulagichni 1 holatga qo'ysak kondensatorni zaryadlaymiz, uzib-ulagichni 2 holatga o'tkazsak kondensator razryadlanadi. Avvalo, kondensatorning zaryadlanishini ko'rib chiqamiz. Tok manbayining EYuKni E bilan, zanjir qarshiligini (ichki va tashqi) R bilan belgilab, tokning yo'nalishini rasmdagidek olib, zanjirning ERCE konturi uchun Kirxgofning 2-qoidasini yozsak, u quyidagi ko'rinishda bo'ladi [5-8]:

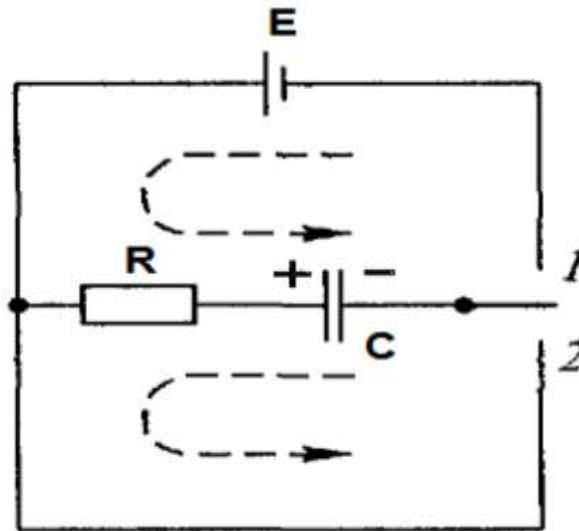
$$RI + U = E$$

Bunda, I - tokning oniy qiymati, U-kondensatordagi kuchlanishning oniy qiymati. Bu qiymatlarni quyidagicha qilib yozib olish mumkin:

$$U = \frac{q}{C}, \quad I = \frac{dq}{dt}$$

Olingan uchta tengliklardagi uchta o'zgaruvchi kattaliklardan ikkitasini chiqarib tashlab, faqat bittasi uchun quyidagi tenglamani olishimiz mumkin:

$$\frac{dU}{dt} + \frac{U}{RC} - \frac{E}{RC} = 0$$



1-rasm. Kondensatorning zaryadlanishi va razryadlanishi jarayoni

Bu tenglamaga yangi o'zgaruvchi kiritsak:  $u = U - E$ , u holda

$$\frac{du}{dt} + \frac{u}{RC} = 0$$

Integrallash natijasida quyidagini olishimiz mumkin:

$$u = A \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$

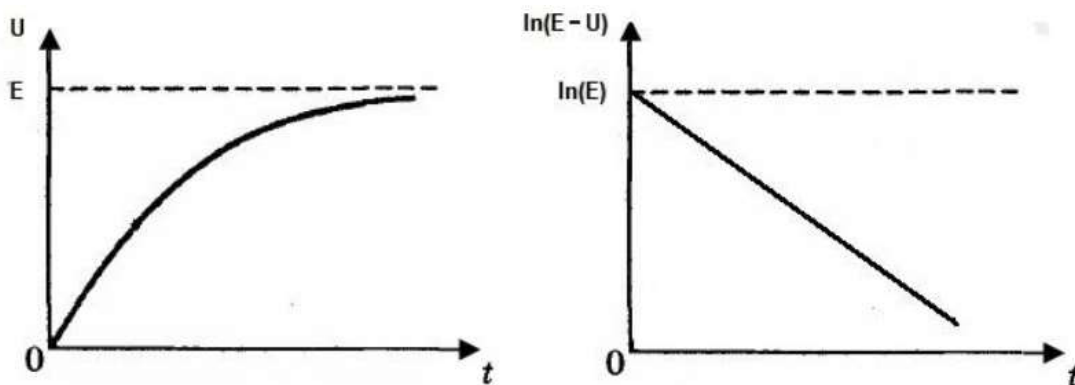
bundagi A integral doimiysi boshlang'ich shartlar asosida topiladi. Ushbu vaqtni biz zanjirni ulagan vaqtimiz deb olaylik. U holda boshlang'ich shart quyidagicha bo'ladi:

$$t = 0, U = 0, u = 0$$

integral doimiysining oxirgi shartlar  $A = -E$  bo'ladi. Bundan oldingi o'zgaruvchi, ya'ni U ga qaytsak uning uchun quyidagini olamiz:

$$U = E \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \right] \quad (1)$$

$t = 0$  da boshlang'ich shartlar asosida  $U = 0$  ni beradi. Vaqt o'tishi bilan kuchlanish ortadi va asimptotik holda tok manbayining EYuKi E ga yaqinlashadi [2-4]. (2-rasm)



2-rasm. Zaryadlanish paytidagi kondensatoridagi kuchlanishning vaqtga bog‘lanish grafigi.

Zaryadlanish tokining vaqtga bog‘lanish ifodasi esa quyidagicha bo‘ladi:

$$I = \frac{-U+E}{R} = \frac{E}{R} \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \quad (2)$$

Tok kuchi boshlang‘ich paytda maksimal bo‘lib, vaqt o‘tishi bilan kamayib boradi va asimptotik holda nolga intiladi.

Razryad jarayoni uchun dastlabki tenglamalar quyidagicha bo‘ladi:

$$RI = U, U = \frac{q}{C}, I = -dq/dt$$

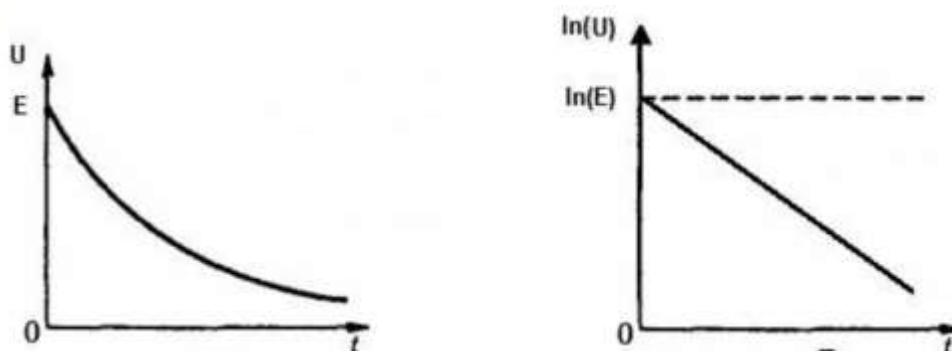
bunda oldingidan farq qilgan holda I ning ifodasiga manfiyga o‘zgaradi, chunki biz tomonimizdan tanlangan tokning musbat yo‘nalishiga kondensator zaryadining kamayishi to‘g‘ri keladi. Yuqorida yozilgan ifodalardan q va I larni chiqarib tashlab, quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{dU}{dt} + \frac{U}{RC} = 0 \text{ bundan } U = B \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$

Agar hisob boshiga razryadning boshlang‘ich vaqti to‘g‘ri kelsa, u holda boshlang‘ich shartlar quyidagicha bo‘ladi:  $t = 0, U = E$ . Bundan  $B=E$  ekanligi aniqlanadi va kuchlanishning vaqtga bog‘lanish ifodasi quyidagicha bo‘ladi:

$$U = E \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \quad (3)$$

Kondensator razryadlanishida esa kuchlanish vaqt o‘tishi bilan kamayadi va asimptotik holda nolga intiladi(3-rasm).



3-rasm. Kondensatorning razryadlanishi paytida kuchlanishning vaqtga bog‘lanish grafiklari.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, zaryadlanish va razryadlanish jarayonlari bir onda sodir bo'lmaydi, ya'ni ma'lum bir vaqt davom etadi. Kondensator va qarshilikdan tashkil topgan konturda elektr muvozanatining tiklanish vaqti RC ga bog'liq bo'ladi.  $T=RC$  deb belgilab olamiz. Haqiqatdan ham ushbu ko'paytmaning o'lchov birligi vaqt birligini beradi. Uni o'zgartirish uchun kontur parametrlarini o'zgartirish kerak bo'ladi, ya'ni R yoki C ni. Aynan biror-bir kontur uchun ushbu vaqt doimiysi shuni ko'rsatadiki, qandaydir vaqt ichida kondensator kuchlanishi yoki uning ichidagi maydon kuchlanganligi  $e=2,71$  marta kamayadi. Agar R va C larni SI sistemasida oladigan bo'lsak, vaqtning ham o'lchov birligi sekunda kelib chiqadi.

Kuchlanishning vaqtga bog'liq holdagi eksponensial qonuniyatidan chiziqli bog'lanishga o'tish uchun logarifmdan foydalanib quyidagini xosil qilamiz:

$$U = E \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \right]$$

$$\ln(E - U) = \ln E - \frac{t}{RC} \quad (4)$$

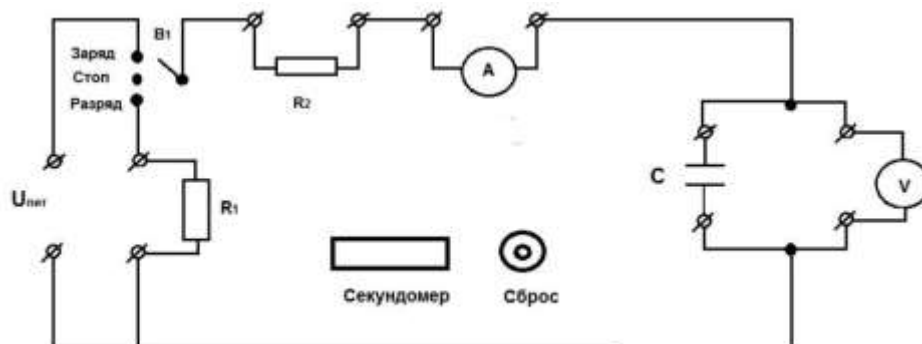
$\ln(E - U) = f(t)$  funksiyasining grafigi to'g'ri chiziqdan iborat (26-rasm). Olingan to'g'ri chiziqning absissa o'qi bilan hosil qilgan burchakning tangensi RC ga teskari doimiylikni beradi.

Endi (3) ni logarifmlaymiz:

$$\ln U = \ln E - \frac{t}{RC} \quad (5)$$

Ushbu holatda ham, ya'ni razryadda  $\ln U = f(t)$  to'g'ri chiziqni beradi, bunda ham burchak koeffitsiyent RC ga teskari doimiylikni beradi. (3-rasm).

Xuddi shu (4) va (5) ifodalardan o'tish jarayonining eksponensial xarakterini eksperimental tekshirish va kondensator sig'imini aniqlash imkoniyatini beradi. Nazariyani eksperimental tadqiq qilish, undan laboratoriya ishi sifatida foydalanish mumkin. Buning uchun quyidagi ko'rinishdagi sxemadan foydalaniladi: Eksperimental qurilma tok manbayidan va o'lchov sxemasidan tashkil topgan (4-rasm).



4-rasm. RC konturda o'tish jarayonlarini o'rganish qurilmasi sxemasi,  $U_{пит}$ -tok manbayini ulovchi klemmalar,  $B_1$ -'kondensatorning zaryad-razryad' rejimlarini o'zgartirgich kalit,  $R_1, R_2$  -qarshiliklar, A-ampmetr, V - voltmetr, C - kondensator,

Sbros-sekundomerni nolga keltiruvchi tugma.

$U_{\text{инт}}$  klemmalariga tok manbayidan kuchlanish beriladi.  $B_1$  almashtirib ulagichining uchta holati mavjud. Uning “zaryad” holatida  $R_2$  qarshilik orqali kondensatorga kuchlanish beriladi. “razryad” holatida esa kondensator tok manbayidan uziladi va  $R_1$  va  $R_2$  lar orqali razryadlanadi. “стоп” holati neytral holat.

Zaryad-razryad vaqti sekundomer orqali aniqlanadi. Bunda, avvalo, zaryadlanish jarayoni uchun kondensatordagi kuchlanishning vaqtga qarab ortib borish grafigi olinadi, undan so‘ng razryadga qo‘yib, yana kondensatordagi kuchlanishning vaqtga bog‘liq grafigi olinadi. Zaryadlanish paytidagi kuchlanishning vaqtga bog‘liqlik grafigidan sig‘imni hisoblab topish uchun (4) formuladan foydalaniladi. Buning uchun, avvalo, quyidagi jadval to‘ldirilib,  $\ln(E - U) = f(t)$  funksiyaning grafigi chiziladi, grafikdagi eksperimental nuqtalar orqali to‘g‘ri chiziqni o‘tkazib, ushbu to‘g‘ri chiziqning abscissa o‘qi bilan hosil qilgan burchagining tangensidan RC topilib, undan kondensator sig‘imi C ni topish mumkin bo‘ladi(Jadval 1).

Jadval 1

|            |  |  |  |  |  |  |  |
|------------|--|--|--|--|--|--|--|
| t, s       |  |  |  |  |  |  |  |
| U, V       |  |  |  |  |  |  |  |
| E-U        |  |  |  |  |  |  |  |
| $\ln(E-U)$ |  |  |  |  |  |  |  |
| RC, s      |  |  |  |  |  |  |  |
| C, F       |  |  |  |  |  |  |  |

**Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Савельев И.В. Курс физики: Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: Уч. Пособие. В 3-х тт. 4-е изд., стер.-СПб.: Издательство «Лань», 2008.
2. Трофимова Т.И. Курс физики.-М.:Высшая школа, 2009.
3. Калашников С.Г. Электр (рус тилидан таржима), Т.: «Укитувчи», 1979.
4. Nurmatov J., Israilov M. va b. Fizika. Laboratoriya ishlari. -Т.: “O‘qituvchi”, 2004.
5. Ганиев А.А. Лабораторный стенд на солнечных элементах для изучения законов ома и кирхгофа // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2022. 3(96). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13302> (дата обращения: 14.10.2023).
6. Ганиев А.А., Зикриллаев Н.Ф. Разработка и создание лабораторных стендов по физике на солнечных элементах // Universum: психология и образование : электрон. научн. журн. 2022. 6(96). URL:

<https://7universum.com/ru/psy/archive/item/13662> (дата обращения: 14.10.2023).

7. Ганиев А.А. Изучение базовых элементов логических схем с использованием тренажера на солнечных батареях. Наноструктурные полупроводниковые материалы в фотоэнергетике – 2021: материалы II Междунар. науч. конф. (Ташкент, 19–20 ноября 2021 г.). С. 24–29. URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/273521>
8. Xalmurat M. Iliyev, Zafar B. Khudoynazarov, Bobir O. Isakov, Mirahmat X. Madjitov, Abduvokhid A. Ganiyev Electrodiffusion of manganese atoms in silicon. East european journal of physics. 2. 384-387 (2024)