

20. Dujų savaiminio elektrinio laidumo panaudojimas relaksacinių virpesių gavimui

Užduotis.

1. Išmatuoti neoninės lempos voltamperinę charakteristiką.
2. Ištirti relaksacinių virpesių periodo priklausomybes nuo grandinės ominės varžos, elektrinės talpos ir šaltinio įtampos.

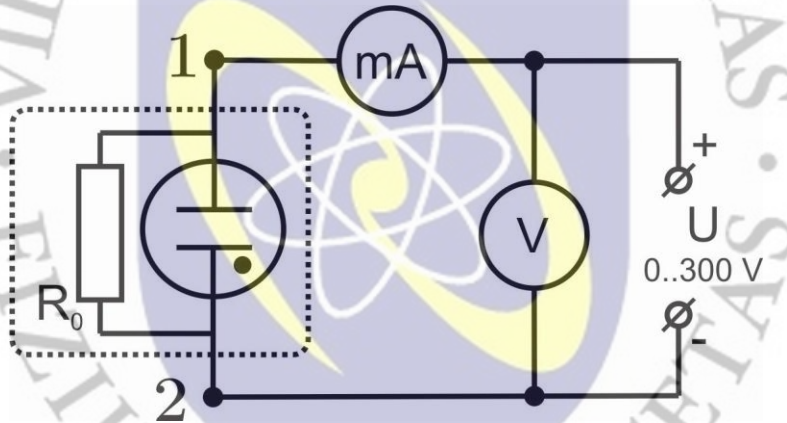
Pagrindiniai teoriniai klausimai.

1. Dujų savaiminis elektrinis laidumas.
2. Dujų plazmos elektroniai prietaisai.

Tyrimo metodas.

Voltamperinę charakteristiką matuojame sujungę 1 pav. pavaizduotą schemą. Didindami įtampą randame jos reikšmę U_d , atitinkančią išlydžio uždegimą. Išlydžiui prasidėjus, voltmetro rodoma įtampa šiek tiek sumažėja. Tai priklauso nuo įtampos šaltinio vidaus varžos. Į tai atsižvelgiame nustatydami U_d dydį. Padidinę įtampą iki leistinos vertės, ją pradėdame mažinti ir surandame išlydžio gesimo įtampą U_g .

Lempos varžą $R_l = \frac{\Delta U}{\Delta I}$ randame iš voltamperinės charakteristikos.



1 pav. Neoninės lempos voltamperinės charakteristikos matavimo schema

Relaksacinių virpesių generatoriaus schema pavaizduota 2 pav. Ją sudaro neoninė lempa, kintamos talpos kondensatorius C , kintama varža R ir nuolatinės įtampos šaltinis. Sudarius įtampą grandinėje, kondensatorius pradeda elektrintis. Kol jo įtampa U_c mažesnė už išlydžio uždegimo reikšmę U_d , lempos varžą galima laikyti begaline. Tokiu atveju srovės, tekančios ja, stipris I_h daug mažesnis už kondensatoriaus įelektrinimo srovės stiprį I_c , todėl $I = I_c = C \frac{dU_c}{dt}$. Pagal Omo dėsnį grandinės įtampa

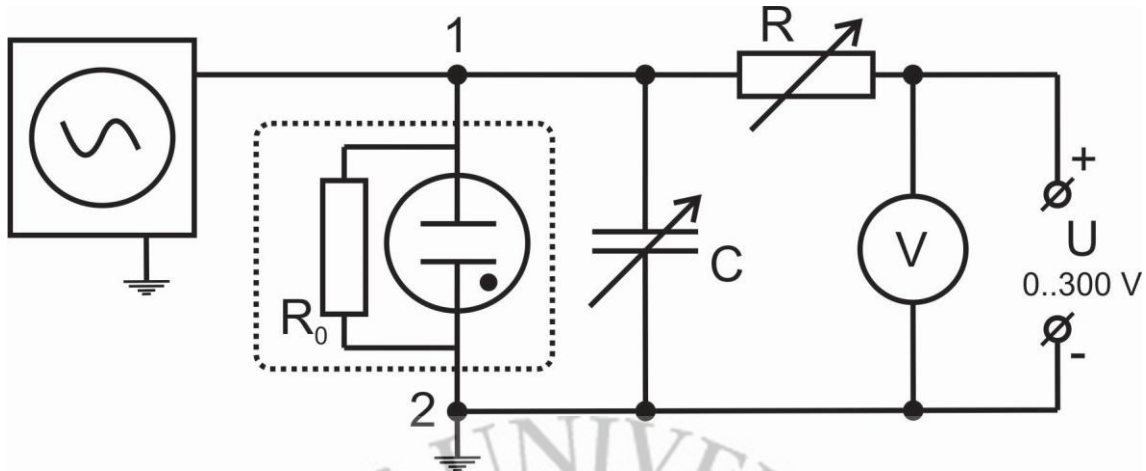
$$U = IR + U_c. \quad (1)$$

arba

$$U = RC \frac{dU_c}{dt} + U_c. \quad (2)$$

pertvarkę (2) lygtį gausime

$$dt = -RC \frac{d(U - U_c)}{U - U_c}. \quad (3)$$



2 pav. Relaksacinių virpesių tyrimo schema

Kondensatoriaus įtampai pasiekus reikšmę $U_c = U_d$, lempos varža staigiai sumažėja. Atitinkamai sustiprėja bendra srovė I , įtampa varžoje R padidėja, kondensatorius pradeda išsielektrinti per lempą. Jo įtampai sumažėjus iki U_g , lempos varža staigiai tampa labai didelė. Dėl to kondensatorius vėl pradeda įsielektrinti. Šie vyksmai periodiškai kartojasi. Pažymėkime kondensatoriaus įtampos didėjimo nuo U_g iki U_d trukmę τ , o mažėjimo nuo U_d iki U_g – τ' . Suintegravę (3) lygtį gausime

$$\tau = RC \ln \frac{U - U_g}{U - U_d}. \quad (4)$$

Atsiradus išlydžiui, srovė teka dviejų kontūrų grandine. Užrašysime Kirchhofo lygtis:

$$I + I_c = I_L. \quad (5)$$

$$U = IR + U_c. \quad (6)$$

$$I_L R_L = U_c. \quad (7)$$

Iš šių lygčių gausime

$$U = \left(\frac{U_c}{R_L} - I_c \right) R + U_c. \quad (8)$$

Kadangi $I_c = C \frac{dU_c}{dt}$, tai

$$U = U_c \left(\frac{R}{R_L + 1} \right) - RC \frac{dU_c}{dt}. \quad (9)$$

Pertvarkę ir suintegravę šią lygtį įsitikinsime, kad

$$\tau' = \frac{RC}{k} \ln \frac{kU_d - U}{kU_g - U}. \quad (10)$$

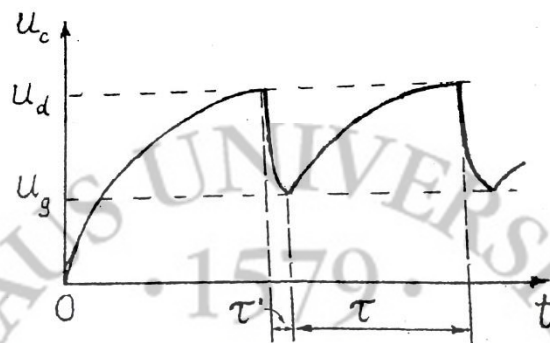
čia $k = \frac{R}{R_L} + 1$.

Kai $R \gg R_L$, $k \approx \frac{R}{R_L}$ ir

$$\tau' = R_L C \ln \frac{RU_d - R_L U}{RU_g - R_L U} \quad (11)$$

Kondensatoriaus įtampos relaksacijos kreivė pavaizduota 3 pav. Didėjant varžai R ir kondensatoriaus talpai, įtampos kitimas panašėja į pjūklinį.

Išmatuojame relaksacijos trukmės τ priklausomybes nuo varžos R ir talpos C , esant įvairioms grandinės įtampos U reikšmėms. Matavimų duomenis palyginame su apskaičiuotais pagal grandinės parametrus.



3 pav. Kondensatoriaus įtampos relaksacijos kreivė.

Tyrimo eiga

I dalis. Neoninės lempos voltamperinės charakteristikos tyrimas.

1. Pagal 1 pav. sujunkite schemą neoninės lempos voltamperinės charakteristikos matavimui.
2. **Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintų ar teisingai sujungta elektros grandinė.**
3. Išmatuokite neoninės lempos voltamperinę charakteristiką. Didinkite ant neoninės lempos krentančią įtampą ir raskite jos reikšmę U_d , atitinkančią išlydžio uždegimą bei toliau didinkite įtampą iki 250 V. Ją pasiekę, mažinkite ant neoninės lempos krentančią įtampą ir suraskite išlydžio gesimo įtampą U_g . Matavimų metu fiksuokite voltmetro ir miliampermetro parodymus ir juos surašykite į lentelę. Įtampą keiskite nuo 0 iki 250 V. Intervale $U_d - 20V \leq U \leq U_d + 20V$ ir $U_g - 20V \leq U \leq U_g + 20V$ įtampą keiskite kas 2 V, o likusiuose intervaluose kas 20 V.

U, V	I, mA

4. Atlikę matavimus įtampą sumažinkite iki 0 V ir išjunkite maitinimo šaltinį.
5. Nubrėškite neoninės lempos voltamperinę charakteristiką $I(U)$ ir grafike pažymėkite taškus, atitinkančius U_d ir U_g .
6. Neoninės lempos varžą nustatykite iš voltamperinės charakteristikos tiesinės dalies. Lempos varža skaitine verte lygi tiesės krypties koeficiento A atvirkštiniam dydžiui:

$$R = \frac{1}{A}.$$

II dalis. Relaksacinių virpesių gavimas ir jų parametrų tyrimas.

1. Pagal 2 paveiksle pavaizduotą schemą sujunkite relaksacinių virpesių tyrimo grandinę su pasirinktos talpos kondensatoriumi ir pasirinktos varžos rezistoriumi.

2. Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintų ar teisingai sujungta elektros grandinė.

3. Maitinimo šaltinio įtampą nustatykite didesnę už U_g ir U_d , bet neviršykite 250 V.

4. Pasirinkite norimą kondensatoriaus talpą (pvz. 0,11 μF), rezistoriaus varžą R ir oscilografu išmatuokite kondensatoriaus įtampos laikinę priklausomybę bei iš jos nustatykite parametrus τ ir τ' . Matavimus atlikite su 5 skirtingomis rezistoriaus varžomis R.

5. Pasirinkite norimą rezistoriaus varžą R ir oscilografu išmatuokite kondensatoriaus įtampos laikines priklausomybes su 5 skirtingomis kondensatoriaus talpos C vertėmis bei iš jos nustatykite parametrus τ ir τ' .

6. Atlikite 4 ir 5 punktuose aprašytus matavimus su dar dvejomis skirtingomis grandinės įtampos U vertėmis. Svarbu, kad įtampos vertė būtų didesnė už U_g ir U_d , bet neviršytų 250 V.

7. Grandinės parametrus ir juos atitinkančių matavimų rezultatus surašykite į lentelę.

U, V	R, Ω	C, μF	Išmatuota		Apskaičiuota pagal (4) ir (11)	
			τ , ms	τ' , ms	τ , ms	τ' , ms

8. τ ir τ' vertes apskaičiuokite pagal grandinės parametrus naudodamiesi (4) ir (11) formulėmis bei palyginkite jas su išmatuotomis.

9. Nubrėžkite išmatuotų ir apskaičiuotų τ ir τ' verčių priklausomybes nuo kondensatoriaus talpos ir rezistoriaus varžos.

Suformuluokite darbo išvadas.

Baigę darbą neužmirškite išjungti prietaisų!!!

Literatūra.

1. A. Medeišis „Mechanika, molekulinė fizika, elektra ir magnetizmas. Fizikos praktikumas.“, Vilnius, *Vilniaus universiteto leidykla*, 2000.
2. A. Matvejevas, „Elektra ir magnetizmas“, Vilnius, *Mokslas*, 1991.
3. V. Rinkevičius, „Elektra ir magnetizmas“, Vilnius, *Vilniaus universiteto leidykla*, 2001.