

10. LABORATORIJSKA VAJA

Merjenje in uporaba kondenzatorja

Šola: **Gimnazija Celje – Center**

Merjenje in uporaba kondenzatorja

Gimnazija Celje – Center

UVOD in POTEK DELA

1.a Polnjenje kondenzatorja

Kondenzator priključimo preko upornika R na vir enosmerne napetosti z napetostjo U_0 . Elektrolitski kondenzator, navadno je modre barve, smemo priključiti le na en način; če pola zamenjamo, se izolirna plast poškoduje. Predpostavimo, da je notranji upor vira napetosti mnogo manjši od upora R in ga zato pri obravnavi ne upoštevamo. S pritiskom na tipko, kondenzator spraznimo. Ko tipko spustimo, teče polnilni tok kondenzatorja. Ker je kondenzator v začetku ($t = 0$) še prazen, steče v krogu tolikšen tok I_0 , kot ga dopuščata napetost U_0 in upor R. Torej

$$I_0 = \frac{U_0}{R}$$

Pozneje, ko se kondenzator nadalje polni, je napetost med njegovima ploščama nasprotna napetosti vira, zato se tok v vezju zmanjšuje.

Za časovno odvisnost toka $I = I(t)$ dobimo eksponentni zakon

$$I(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

kjer je $\tau = R \cdot C$ časovna konstanta. To je čas $t = \tau$, v katerem tok I pade na vrednost

$$I_0 \cdot e^{-1} = \frac{I_0}{e} = 0,371 \cdot I_0$$

Ker se spreminja tok I, se spreminja tudi napetost na uporniku R. Velja:

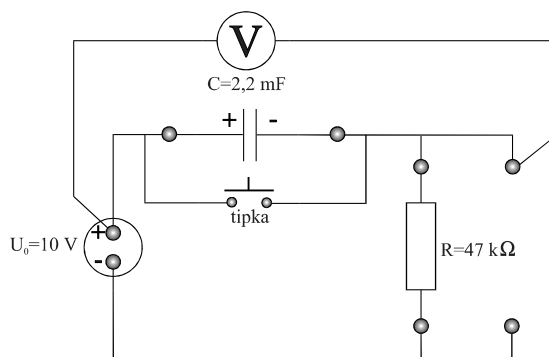
$$U_R = R \cdot I = R \cdot I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Ko je na uporniku napetost U_R , je od celotne napetosti U_0 na kondenzatorju napetost

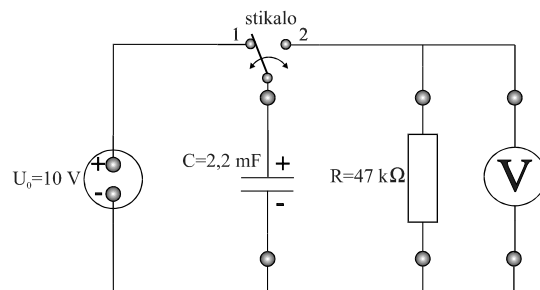
$$U_C = U_0 - U_R$$

$$U_C = U_0 - U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

Napetost na kondenzatorju sprva hitro raste, nato vse počasneje. Teoretično bi se kondenzator napolnil šele v neskončno dolgem času. Vendar je po času $t = 5 \cdot \tau$ napetost na kondenzatorju že $0,99 U_0$.



Slika 1a: Vezalna shema polnjenja kondenzatorja



Slika 1b: Vezalna shema praznjenja kondenzatorja

Po sliki 1a zveži vezje, pritisni tipko za kratek čas in opazuj časovni potek napetosti z voltmetrom. Podatke zapišuj v tabelo $t(s)|U(V)$. Nariši graf napetosti v odvisnosti od časa za polnjenje kondenzatorja in si dobro oglej, kako se napetost eksponentno približuje končni

Merjenje in uporaba kondenzatorja Gimnazija Celje – Center

vrednosti. Iz grafa določi časovno konstanto, ter izračunaj kapaciteto upoštevajoč upor. Ali se vrednosti ujemata?

1.b Praznjenje kondenzatorja

Če povežeš plošči nabitega kondenzatorja kapacitete C z upornikom R , se ta začne prazniti. V krogu steče tok, ki se tako kot pri polnjenju manjša po eksponentnem zakonu $I(t) = I_0 \cdot e^{-t/\tau}$. Napetost na uporu $U_R = I \cdot R$ je enaka napetosti na kondenzatorju U_C .

Torej $U_C = R \cdot I = R \cdot I_0 \cdot e^{-t/\tau} = U_0 \cdot e^{-t/\tau}$, kjer je $U_0 = I_0 \cdot R$ začetna napetost na kondenzatorju. Seveda pa lahko eksponentno funkcijo z osnovo e nadomestimo s kako bolj nazorno osnovo, na primer z 2. Tedaj velja

$$U_C = U_0 \cdot 2^{-t/t_{1/2}},$$

kjer konstanta $t_{1/2}$ pomeni čas, v katerem začetna napetost U_0 pade na vrednost $U_0/2$. $t_{1/2}$ imenujemo razpolovni čas.

Zvezo med τ in $t_{1/2}$ dobimo tako, da okrajšamo in logaritmiramo enačbo

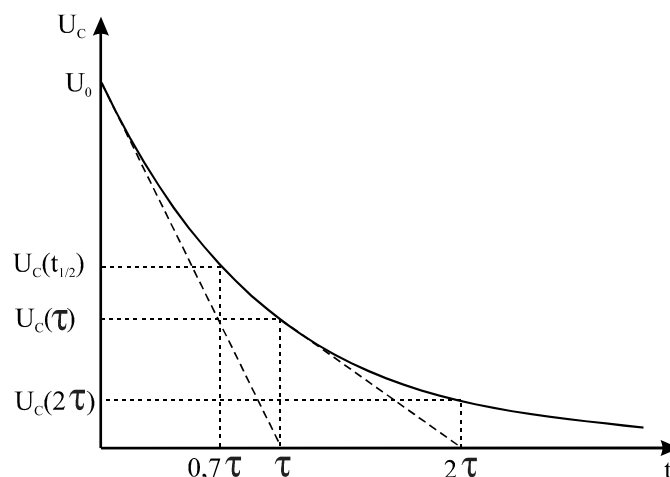
$$U_0 \cdot e^{-t/\tau} = U_0 \cdot 2^{-t/t_{1/2}}.$$

Tako velja

$$\tau = \frac{t_{1/2}}{\ln 2}.$$

Ker je $\tau = R \cdot C$, lahko iz enačbe za U_C določimo neznano kapaciteto. Izberimo čas t , v katerem pade začetna (maksimalna) napetost na kondenzatorju na primer na U_0/e ali na $U_0/2$.

S preklopom stikala iz položaja 1 v položaj 2, glej sliko 1b, se začne kondenzator prazniti preko upornika. Hkrati s preklopom začni meriti čas praznjenja. Napetost na kondenzatorju odčitavaj pri več časih. Nariši graf $U_C(t)$. Na grafu poišči čase, kjer so napetosti $U_C(\tau) = U_0/e$, $U_C(2\tau) = U_0/e^2$ in $U_C(t_{1/2}) = U_0/2$. Pri znanem uporu R iz vsakega časa izračunaj kapaciteto C in vrednosti primerjaj med seboj.



Slika 2: Časovni potek napetosti pri praznjenju kondenzatorja. Tangenta iz točke na ordinatni osi seka abscisno os pri času $t = \tau$.

Merjenje in uporaba kondenzatorja

Gimnazija Celje – Center

Pripomočki:

- Elektrolitski kondenzator $C = 2200 \mu\text{F}$
- upornik $R = 47 \text{ k}\Omega$
- voltmeter
- usmernik ŠMI-03
- vezni plošči (polnjenje, praznjenje)
- vezne žice in štoparica

Naloge:

- Opazuj polnjenje in praznjenje kondenzatorja preko upornika in iz časovne konstante določi kapaciteto kondenzatorja.
- Opazuj časovni potek napetosti v odvisnosti od velikosti vgrajenega kondenzatorja C in velikosti bremena R .

REZULTATI

Časovna konstanta:

Kapaciteta C :

RAZPRAVA

1. Kako bi naraščala napetost na kondenzatorju, če bi bil tok ves čas isti? Naraščala bi enakomerno (linearno).

2. Ali notranji upor voltmetra na sliki 1b (v mojem primeru na sliki 2) vpliva na praznjenje kondenzatorja?

Da, ker je z upornikom vezan vzporedno, zato skupaj ustvarjata manjši upor, kot pa tisti, ki smo ga dobili mi.

3. Ali poznaš še kakšen pojav, kjer je odvisnost med fizikalnima količinama eksponentna? Kateri sta fizikalni količini? Kaj sta tedaj spremenljivka in konstanta v eksponentu? Pri dušenem nihanju amplituda so s časom eksponentno pada $s_0(t) = s_0 e^{-\beta t}$, kjer je β faktor (konstanta) dušenja, t pa čas (spremenljivka).

LITARATURA

- lastni zapiski in opažanja (ustni vir prof. Boruta Namestnika, 1.9.2009- 19.4.2010, Gimnazija Celje – Center)
- Navodila za laboratorijsko vajo, Gimnazija Celje-Center (www.gcc.si)
- M. Hribar s sodelavci: Mehanika in toplota, str. 1-16