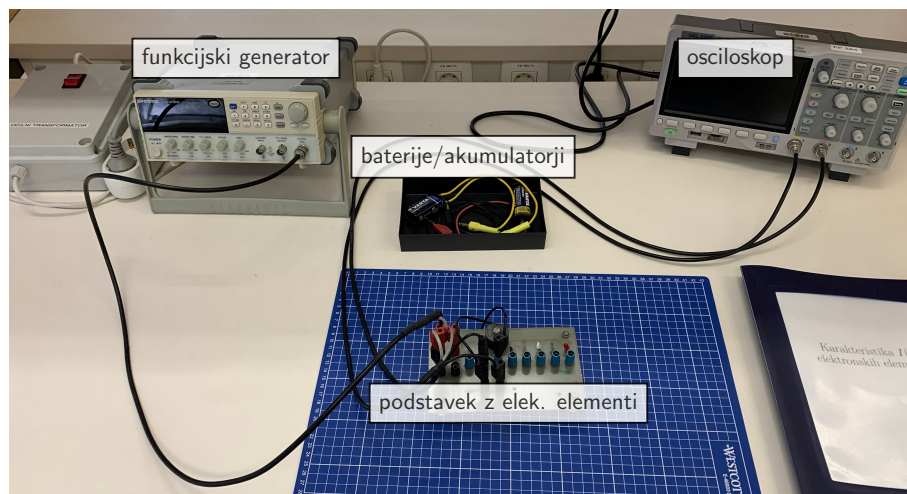


# Karakteristika $I(U)$ elektronskih elementov

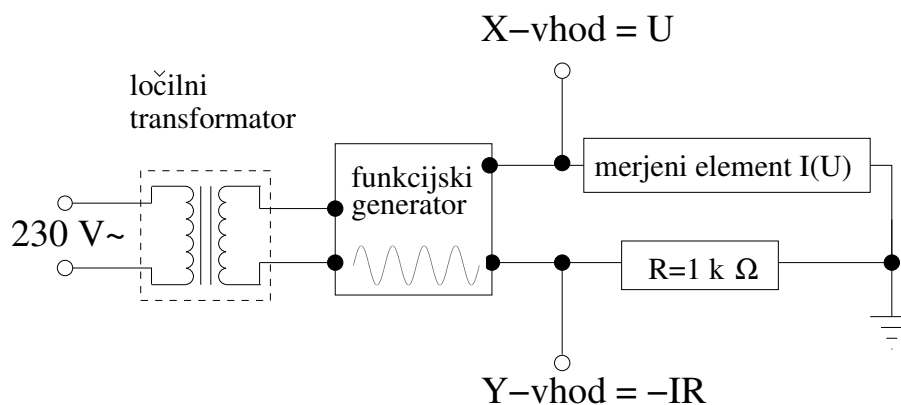
## Uvod

Namen vaje je spoznavanje uporabe funkcijskega generatorja in osciloskopa ter razumevanje odziva različnih elektronskih elementov. Tipična postavitve vaje je prikazana na sliki 1.



**Slika 1:** Postavitve naprav pri vaju karakteristika  $I(U)$  elektronskih elementov.

Odziv je lahko linearen in odvisen od frekvence, kot pri idealnem kondenzatorju in tuljavi, lahko je nelinearen (polprevodniški elementi), ali pa bolj zapleten, če je element sestavljen iz različnih sklopov, kot je na primer tuljava z železnim jedrom.



**Slika 2:** Shema meritve karakteristike tok - napetost. Ločilni transformator dovoljuje, da ozemljimo poljubno točko v krogu. Če bi imeli tako imenovani plavajoči (floating) izhod iz funkcijskega generatorja, ločilni transformator ne bi bil potreben.

## Potreščine

- funkcijski generator (GW Instek SFG-2120), ločilni transformator
- vezje s komponentami, baterija 9 V, NiMH akumulator 1.2 V, žice
- digitalni osciloskop (Siglent SDS 1104X-E)
- USB ključek

## Naloga

1. Izmerite karakteristike  $I(U)$  upornika, kondenzatorja, tuljave, diode, Zenerjeve diode, treh svetlečih diod, 9 V alkalne baterije in akumulatorja.
2. Določite upornost upornika, kapaciteto kondenzatorja, induktivnost tuljave, karakteristične točke odvisnosti nelinearnih elementov, nazivno napetost in notranjo upornost baterije in akumulatorja.

## Navodilo

Preverite vezavo po sliki 2. Na kanalu 1 osciloskopa merimo padec napetosti na električnem elementu  $U$ , na kanalu 2 pa padec napetosti  $-RI$  na uporniku  $R$ , ki je sorazmeren toku skozi električni element. Funkcijski generator ima nastavljivo frekvenco, različne izhodne oblike (sinus, trikotnik in pravokotnik) z amplitudo do 10 V, če je impedanca priključenega vezja večja od  $50\ \Omega$ , kar pomeni, da je maksimalni izhodni tok 200 mA. Osciloskop nastavite na X-Y način prikazovanja, pri čemer bodo na  $x$  osi prikazane vrednosti kanala 1 in na  $y$  osi kanala 2. To naredite preko opcije v meniju, ki se prikaže ob pritisku na gumba **Acquire**. Pazite tudi, da merite pravilne (absolutne) vrednosti napetosti, zato oba kanala nastavite na DC način sklopitve (angl. coupling).

**Prva izbira za vsako meritev je meritev v DC načinu. Le v primeru meritve šibkega izmeničnega signala, ki je naložen na veliko enosmerno ozadje, preklapimo osciloskop na AC način.**

Preverite, da je povečava skale **Probe** postavljena na 1x tako, da osciloskop prikazuje dejansko vrednost napetosti in kanalu 2 z opcijo **Invert** zamenjajte predznak, da tako prikazuje  $RI$ .

Za meritve je najbolj univerzalna sinusna oblika testne napetosti. Preverite, kaj vidite s trikotno obliko na kondenzatorju in na tuljavi. Amplitudo napetosti spreminjajte tako, da dobite lepo sliko in ne izpustite kakšnega dela karakteristike. Najbolje je, da začnete vedno pri majhni napetosti in jo po potrebi povečujete. Posebno pri Zenerjevi diodi, katere karakteristika je zanimiva pri večjih napetostih, poskrbite, da boste izmerili preboj pri negativni napetosti višji od 5 V. Za vse elemente po potrebi preverite, pri kateri frekvenci funkcijskega generatorja je meritev najbolj smiselna. (Npr. Za meritev kondenzatorja je boljša nizka frekvenca, ker nas takrat upornost dovodnih žic in njihova induktivnost manj moti, težava pa je lahko v tem da bo zaradi velike impedance tok nemerljiv.)

1. V laboratorijski dnevnik skicirajte odvisnosti  $I(U)$ , ki jih vidite na osciloskopu, in si zapišite frekvenco, pri kateri ste merili. Za natančnejšo analizo odvisnosti na domu si shranite podatke v obliki slike ali signala iz obeh kanalov na USB ključek. Pri tem si pomagajte z napotki v spremnih navodilih.
2. Določite karakteristične točke v odvisnosti  $I(U)$  in tam z osciloskopom točno izmerite nekaj parov  $I$  in  $U$ , kar označite v skici.

Obravnavamo naslednje elemente:

- UPORNIK ima linearno karakteristiko v širokem razponu frekvenc. Tok in napetost sta v fazi in iz naklona določite  $R$ .
- KONDENZATOR je relativno dober element in njegove karakteristike ne moti preveč upornost in induktivnost žic. Preverite frekvenčni razpon, v katerem sta fazi toka in napetost premaknjeni za  $\pi/2$ . Določite  $C$  iz meritve toka in napetosti pri znani frekvenci.
- TULJAVA Z JEDROM je manj idealen element zaradi dolgih žic, ki prispevajo k ohmski upornosti in pri višjih frekvencah k parazitski kapacitivnosti, pa tudi magnetni odziv feritnega materiala je nelinearen in frekvenčno odvisen. Določite ohmsko upornost tuljave pri najnižji frekvenci. Povišajte frekvenco, da dobite lepo poravnano elipso Določite  $L$  iz meritve toka in napetosti pri znani frekvenci v okolici 1 kHz. Nadaljnje poviševanje frekvence povzroči dodatni fazni zamik med tokom in napetostjo.

**DODATEK** Izklopite X-Y način prikaza in pomerite fazo med tokom in napetostjo pri 10, 100, 1000, 10k in 100k Hz.

- POLPREVODNIŠKI ELEMENTI. Nelinearni elementi (diode, LED diode) imajo v karakteristiki kolena, katerim določite napetosti, ki ustrezajo toku  $|I| = 1$  mA. To naredite pri pozitivnih in negativnih tokovih, če je možno. To še posebej velja za Zenerjevo diodo. Kako je barva LED diode povezana z napetostjo, kjer začne dioda prevajati? Ali se karakteristika teh elementov spreminja s frekvenco?
- BATERIJE in AKUMULATORJI imajo seveda iz koordinatnega izhodišča izmaknjeno karakteristiko, saj povzročajo napetost, ne da bi skozi tekel tok. V DC načinu izmerite gonilno napetost baterije in akumulatorja, v AC pa lahko natančneje določite notranjo upornost.