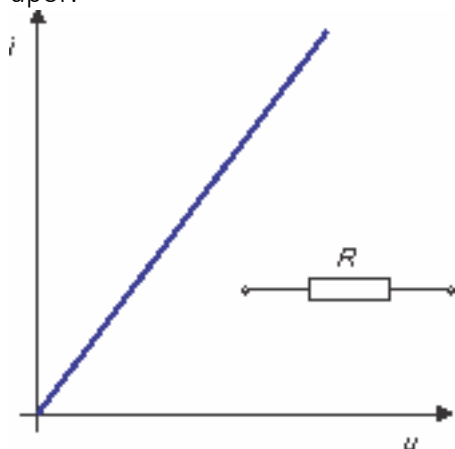


## Električni upor

Električni upor je element, ki prevaja električni tok na način, da pri večjem napetostnem vzburjanju teče skozenj večji tok. Grafično to prikazuje spodnja slika. Poleg je tudi narisana simbol za element upor.



Matematično odnos med napetostjo in tokom na uporu ponazarja preprosta enačba

$$u = Ri$$

kjer je  $u$  napetost na uporu,  $R$  upornost in  $i$  tok skozi upor. Na kratko ponovimo še enote: enota za napetost je volt (V), za upornost ohm ( $\Omega$ ) in za tok amper (A).

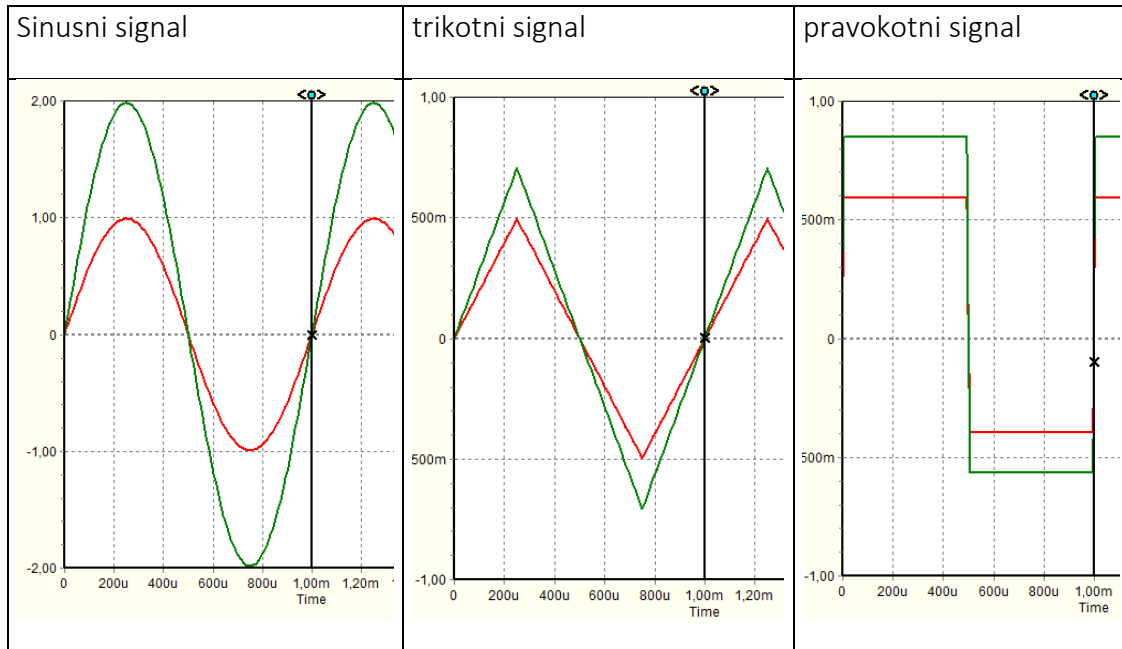
Spodnja slika levo kaže sestavo upora, ki ima med vodnikoma material iz prevodnega ogljika (ali drugega bolj ali manj prevodnega materiala). Na sredini so prikazani primeri uporov, na desni pa električni simbol upora.



Način prevajanja skozi upor je tak, da elektroni tečejo v smeri od minus proti plus sponki (sponki z višjim potencialom) in se pri tem prebijajo skozi atomsko strukturo materiala. Pri tem trkajo v atome, ki so v smeri njihove poti, se od njih odbijajo in počasi usmerjeno gibljejo skozi material. Zaradi trkanja v atome v snovi se material segreva. Tak način prevajanja je tudi v tanki žarilni nitki v žarnici z žarilno nitko ali pa v običajnih električnih grelcih, recimo v pečici ali grelniku vode. To so vse prevodni materiali, ki imajo majhno električno upornost, zato je pri določeni vzbujačni napetosti tok velik. In s tem segrevanje. Druga skrajnost so materiali, ki zelo slabo prevajajo električni tok. Tem rečemo izolatorji.

V eksperimentu opazujete tok in napetost na uporu pri vzburjanju z različnimi signali. Kot kaže zgornja slika pričakujemo, da bo pri večji napetosti skozi upor tekel večji tok. Rečemo tudi, da je tok sorazmeren napetosti ali tudi, da je napetost sorazmerna toku. Konstanta sorazmernosti pa je upornost. Preprost primer: če je napetost na uporu 1 V, je tok skozi upor z upornostjo 100 ohmov = 100  $\Omega$  enak  $i = \frac{u}{R} = \frac{1 \text{ V}}{100 \Omega} = 0,01 \text{ A}$ . Pričakujemo torej enako obliko toka in napetosti na uporu,

neodvisno od oblike vzbujačnega signala. To prikazuje spodnja tabela, kjer hkrati vidimo (rdeč) vzbujačni napetostni signal in (zelen) tok skozi upor. To je idealni primer, ki ga prikažemo z matematičnim pristopom. V praksi pa ni idealen niti vzbujačni signal niti nima upor idealnih uporabnih lastnosti. Preverite delovanje upora pri različnih frekvencah in oblikah vzbujačnega signala.



## Kondenzator

Kondenzator je element, za katerega rečemo, da omogoča shranjevanje električnega naboja. Na spodnji sliki je prikazana poenostavljena sestava kondenzatorja, ki je sestavljen iz dveh prevodnih plošč, med njima pa je neprevoden material (izolator), kateremu rečemo tudi dielektrik. V sredini je slika tipičnega (elektrolitskega) kondenzatorja, na desni pa električni simbol kondenzatorja.

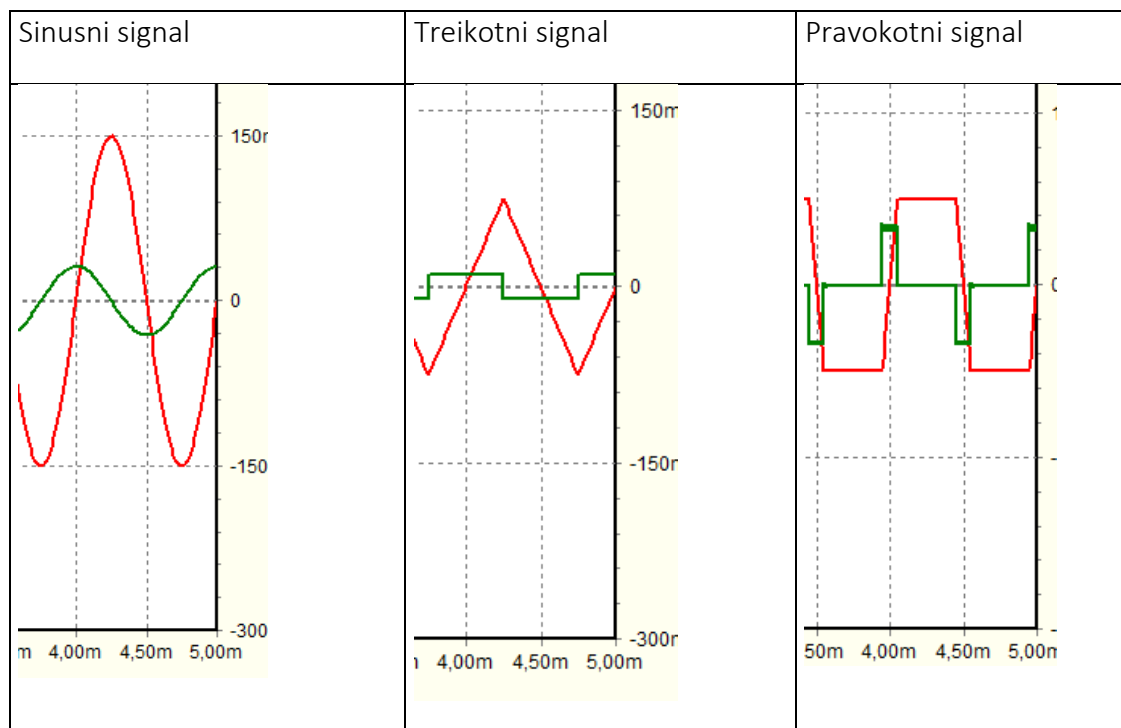


Tok skozi kondenzator ni odvisen od velikosti napetosti na sponkah kondenzatorja pač pa od časovne spremembe te napetosti. Spodnja slika grafično pokaže, kako je vrednost toka skozi kondenzator odvisna od časovne spremembe napetosti na kondenzatorju. Hitreje kot se bo spreminjala napetost na kondenzatorju, večji bo tok skozi kondenzator. Če se torej napetost na kondenzatorju s časom ne spreminja potem skozi kondenzator ni toka. Se pa na njegovih sponkah ali bolje rečeno elektrodah nakopiči električni naboj. Višja kot je napetost med sponkama, več naboja se nakopiči. To z enačbo napišemo preprosto takole  $Q = CU$ , kjer smo s  $Q$  označili naboj, z  $U$  pa napetost med sponkama.  $C$  je konstanta, ki jo imenujemo kapacitivnost in je lastnost kondenzatorja. Enota za kapacitivnost je farad (F).

Fizikalna razlaga toka skozi kondenzator:

Na pozitivni elektrodi se nakopiči pozitiven naboj, na negativni pa negativen. (Fizikalno to pomeni, da dobimo na negativni elektrodi presežek elektronov, na pozitivni pa primanjkljaj elektronov).

Ker je med elektrodama kondenzatorja izolator, snovi, ki elektronov ne prevaja, je način prevajanja toka v kondenzatorju drugačen kot pri upor. Pri kondenzatorju naboj, ki prihaja in odhaja s plošč kondenzatorja predstavlja električen tok. Fizikalno gledano torej elektroni fizično ne prehajajo iz ene na drugo ploščo kondenzatorja pač pa le prihajajo in odhajajo s plošč kondenzatorja. Še malo bolj natančen fizikalni pogled pa pokaže, da vseeno na velikost toka vpliva tudi material med ploščama kondenzatorja. Struktura tega materiala je sicer taka, da električni tok ohmsko ne prevaja, vplivajo pa naboji na ploščah kondenzatorja tudi na premikanje nabojev v atomih v snovi, ki se predstavljajo znotraj atoma (molekule) kar dodatno prispeva k velikosti električnega toka, ki ga lahko zaznamo. Temu procesu rečemo polarizacija.



## Tuljava

Tuljava je element, ki ima mnogo ovojev narejenih iz prevodne žice. Zanimivo je to, da ta element nima le ohmske (uporovne) značilnosti pač pa posebno značilnost, da je napetost med sponkama tuljave odvisna od časovne hitrosti spreminjanja toka skozi tuljavo.

Spodnja slika kaže preprosto navito žico, ki tvori tuljavo. Na sredini slike vidimo različne tipe navitij, ki jih običajno izvedemo na nosilcih, ki imajo magnetne lastnosti. To poveča učinek povezave med tokom in napetostjo na elementu. Na desni strani je prikazan simbol tuljave v obliki štirih polkrogov.

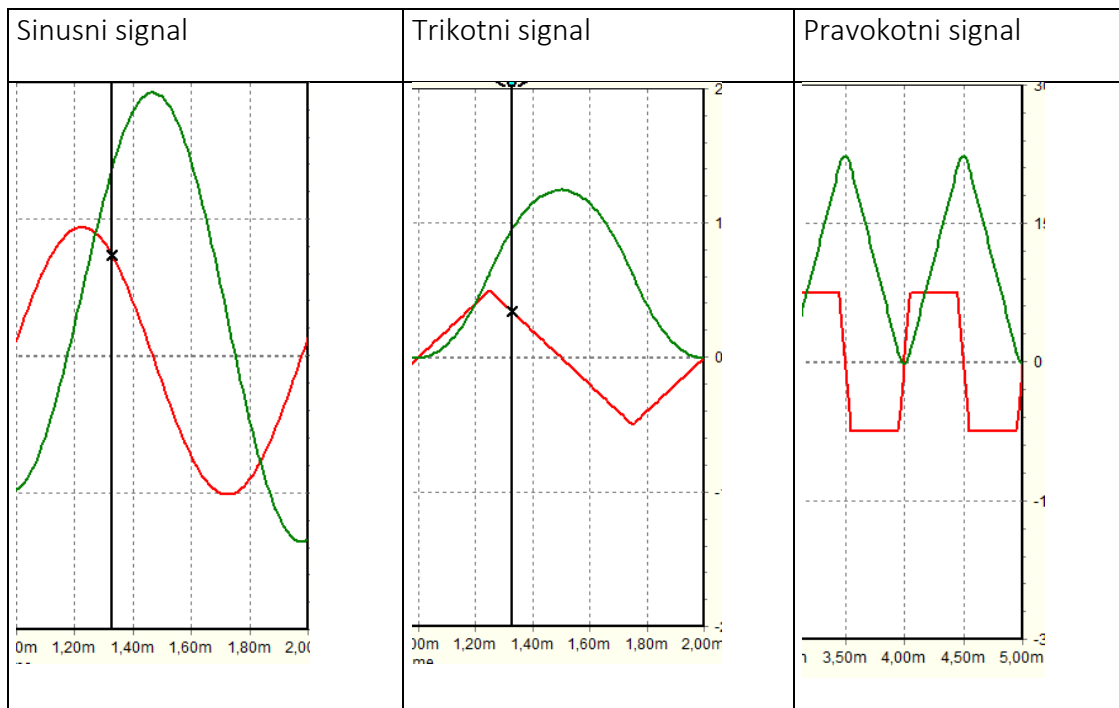


Kako iz časovne oblike toka in napetosti na elementu prepoznamo, da gre za tok in napetost na tuljavi?

Če se tok skozi tuljavo s časom ne spreminja, ni napetosti na sponkah tuljave ali pa je ta zelo majhna in odvisna le od uporovnih lastnosti tuljave. Če pa se tok skozi tuljavo hipoma spremeni, bo napetost med sponkama zelo velika. Hitreje kot se spreminja tok skozi tuljavo, večja je napetost na sponkah tuljave.

Pri napetostnem signalu sinusne oblike pričakujemo, da bo tudi tok skozi tuljavo sinusne oblike, le premaknjen bo časovno. Temu v elektrotehniki rečemo, da je premaknjen za fazni kot. Če je fazni kot med signaloma 0 stopinj, sta signala »poravnana«. Tak primer nastopi pri upor. V primeru tuljave pa je zamik med signaloma  $\frac{1}{4}$  periode signala. Če opazujemo vrhove obeh signalov ugotovimo, da najprej nastopi vrh napetostnega signala (rdeče barve) in nato čez  $\frac{1}{4}$  periode še tokovni signal (zelene barve). Zato rečemo, da napetost prehiteva tok za  $\frac{1}{4}$  periode.

Pri vzburjanju z napetostnim signalom trikotne oblike bo tok bo tok skozi tuljavo naraščal dokler bo napetost pozitivna in vpadal za negativne napetosti. Večja kot bo napetost, ktreje bo naraščal tok. Če je napetostno vzburjanje pravokotne oblike tok narašča linearno v času pozitivne napetosti in pada linearno v času negativne napetosti.



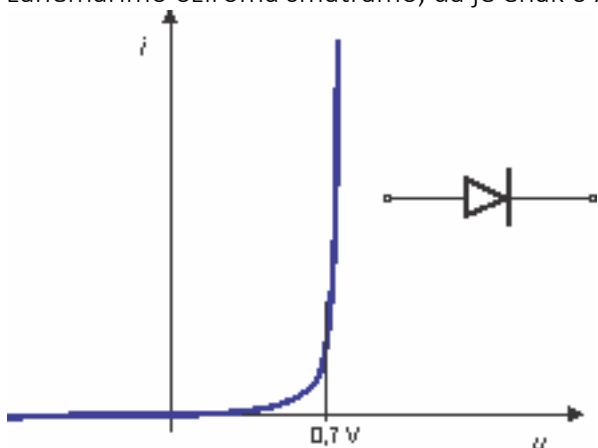
## Dioda

Dioda je element električnih vezij, ki spada med nelinearne elemente. To pomeni, da povezava med tokom in napetostjo na elementu ni linearna, se pravi, da se povečanje toka ne odraža nujno v sorazmernem povečanju napetosti.

Fizikalno ozadje:

Dioda je izdelana iz polprevodniškega materiala. Osnovni polprevodniški material je silicij. Z dodajanjem primesi pod visoko temperaturo se v polprevodniški material vnese atome, ki imajo presežek ali primanjkljaj elektronov. Na ta način dosežemo lastnosti, da elektroni lažje potujejo v eno smer kot v drugo in s tem ustvarimo usmerniški element, ki mu rečemo dioda. Usmerjanje toka lahko v določenih polprevodniških materialih dodatno kontroliramo, kar je lastnost elementov, ki jih imenujemo tranzistor. Tranzistor ima tri kontakte, saj je en namenjen kontroli toka med drugima dvema kontaktoma.

$i$ - $u$  karakteristika diode je narisana na spodnji sliki. Zaradi tehnoloških lastnosti dioda izdelana iz silicija prevaja tok v smeri, ki jo kaže simbol puščice na sliki. Kot kaže slika, začne dioda prevajati tok pri določeni napetosti med sponkama, običajno, ko je napetost med sponkama večja od 0,7 V. Za negativne napetosti med sponkama je tok skozi diodo zelo majhen, v določenih primerih ga lahko zanemarimo oziroma smatramo, da je enak 0 A.



Kako iz časovne oblike toka in napetosti na elementu prepoznamo, da gre za tok in napetost na diodi? Preprosto. Ko napetost na elementu v prevodni smeri naraste nad vrednost 0,7 V dioda prevaja in torej oblika toka ne sledi več povečevanju napetost, v nasprotnem primeru pa je tok enak nič ali zelo majhen.

