

1. Enosmerna vezja

Vsebina poglavja: Ohmov zakon, Kirchoffova zakona.

V enosmernih vezjih ni časovnih sprememb toka ali napetosti: tok in napetost na vseh elementih vezja sta konstantna. Da je do takega stanja prišlo, je moralo predhodno priti do prehodnega pojava, npr. tedaj, ko smo na vezje priklopili vir električne energije. Med prehodnim pojavom se tok in napetost na elementih vezja časovno spreminja. Te pojave bomo obravnavali šele v zadnjem delu predmeta OE II.



Ohmov zakon

Za bremena, ki jih bomo obravnavali pri analizi enosmernih vezjih velja linearna zveza (sorazmerje) med tokom in napetostjo. Večja kot je napetost na bremenu, večji tok teče skozi breme. Matematično to zapišemo kot

$$U = RI$$

Ohmov zakon

kjer R je električna upornost. Enota za upornost je Ω (Ohm). Ta »zakon« pogosto imenujemo tudi **Ohmov zakon**, kar pa moramo upoštevati z zadržkom. Zvezo med napetostjo in tokom na določenem elementu vedno lahko poiščemo, ni pa vedno linearna. V elektrotehniki pogosto uporabljamo elemente, kot so diode in tranzistorji. Pri teh ravno izkoriščamo njihove nelinearne lastnosti med tokom in napetostjo za usmerjanje, ojačanje, ipd. Ohmov zakon v smislu linearne zveze med tokom in napetostjo je omejen na tiste elemente, kjer pač velja linearnost— to pa so linearni upori, ki jih bomo uporabljali pri analizi enosmernih vezij.*

Analogno izrazu upornost lahko uporabimo tudi izraz prevodnost. Velja $G = 1/R$. Enota za prevodnost je S (Siemens). Ohmov zakon bi tako lahko pisali tudi $U = I/G$ ali pogosto kot $I = GU$.

SLIKA: Simbol za upor, grafično prikazana linearna zveza med tokom in napetostjo.

Primer: Iz I-U karakteristike upora določite njegovo vrednost in zapišite karakteristiko v matematični obliki.

* Omejenost Ohmovega zakona ne sme zmanjšati njegovega zgodovinskega in praktičnega pomena. Kar se tiče zgodovine elektrike se je potrebno zavedati, da so bili sprva pojmi kot so naboj, tok in napetost še popolnoma nejasni in so različni raziskovalci preizkušali različne pojme. Ohm je na tem področju razjasnil razlike med napetostjo in tokom. Poleg tega seveda zvezo med tokom in napetostjo v elektrotehniki zelo pogosto uporabljamo in je za enostavne upore pogosto upravičena linearna zveza.

Označevanje smeri tokov in napetosti. Tako za napetost kot za tok določimo smer. Na viru označimo smer napetosti od sponke plus proti sponki minus, na bremenu pa lahko smer toka ali napetosti določimo poljubno. Ne pa tudi obeh. Smer toka na bremenu določa tudi smer napetosti in obratno ($U = IR$).

SLIKA: Označevanje smeri tokov in napetosti na virih in bremenu.

KIRCHOFFOVA ZAKONA

1. Kirchhoffov zakon. Oglejmo si najprej primer vodnega toka iz vodnega zbiralnika. Ta tok preusmerimo v dve strugi, en del toka pa še pronica v tla. Če seštejemo vse odtekajoče toke morajo biti ti seveda enaki pritekajočemu. Enako velja za električni tok. Vsota odtekajočih tokov v neko spojišče (vozlišče) mora biti enaka vsoti vseh pritekajočih tokov. Glede na to, da označujemo smer toka s pozitivnim ali negativnim predznakom, v smislu 1. Kirchhoffovega zakona to pogosto zapišemo kot

$$\sum_{i=1}^N I_i = 0$$

oziroma z besedami: **vsota vseh tokov v spojišče (ali iz spojišča) je enaka nič.** Dogovoriti se moramo le še kdaj je tok pozitiven. Kot pozitiven tok lahko označimo tistega, ki priteka v ali odteka iz spojišča. Važno je le, da smo pri obravnavi konsistentni.



Vsota vseh tokov: delta reke Nil.

Primer: V spojišče so povezani štiri vodniki. Po prvem priteka tok 4 A, po drugem odteka tok 2 A in v tretjem priteka tok 1A. Določimo tok v četrtem vodniku.

SLIKA: Vsota tokov v spojišče mora biti enaka nič: 1 KZ.

2. Kirchoffov zakon. Vzemimo akumulator in ga priključimo na dve bremen, ki sta zaporedno vezani. Kako se razporedijo napetosti med bremenoma? Najprej lahko ugotovimo, da se v skladu z »Ohmovim zakonom« porazdeli padec napetosti na dva padca napetosti in to v skladu (sorazmerju) z njunima upornostima: $U_1 = R_1 I$ in $U_2 = R_2 I$, vsota teh dveh napetosti pa je enaka priključeni napetosti: $U = U_1 + U_2$. Lahko pa pišemo tudi kot $U - U_1 - U_2 = 0$. Če si to ogledamo na sliki, ugotovimo, da smo zapisali, da je vsota vseh napetosti v zanki enaka nič, pri čemer je seveda potrebno seštevati padce napetosti v izbrani smeri. To pa velja tudi splošno, neodvisno od števila virov in bremen v zanki. Temu pravilu pravimo 2. Kirchoffov zakon in ga v splošnem (za M elementov vezja v zanki) zapišemo kot

$$\sum_{i=1}^M U_i = 0.$$

In z besedami: **vsota padcev napetosti v (zaključeni !) zanki je enaka nič.**



W. Kandinsky

SLIKA: Idealni napetostni generator in vzporedno vezani dve bremen. Po 2. Kirchoffovem zakonu mora veljati, da je vsota vseh padcev napetosti v zanki enaka nič.

Vprašanja za obnovo:

- 1) Kakšna je razlika med stacionarnim in dinamičnim stanjem?
- 1) Kaj »pravi« zakon o ohranitvi naboja?
- 2) Kakšna je zveza med tokom in nabojem – kontinuitetna enačba?
- 3) Kdaj velja $i = +\frac{dQ}{dt}$ in kdaj $i = -\frac{dQ}{dt}$?
- 4) V katerem primeru lahko korektno uporabimo zvezo $Q = it$?
- 5) Povezava med tokom in napetostjo.
- 6) Zapišite in razložite 1. in 2. Kirchoffov zakon.

Za doma:

1. Odgovorite na vprašanja za obnovo.
2. Preberite si o osnovnih merskih enotah.
3. Obnovite znanja o odvodih in integralih. Priskrbite si list z osnovnimi odvodi in integrali.

4. Rešite Test1 na strani <http://lbm.fe.uni-lj.si/oe/OE1/quiz/TEST1.htm>



Za raziskovalce:

1. Poiščite informacije o najboljših prevodnikih in dobrih izolatorjih.
2. Poiščite in zapišite si nekaj tipičnih prehodnih pojavov.
3. Benjamin Franklin je znameniti Američan. Poiščite več informacij o njegovem življenju, delu in raziskavah, ki jih je opravil v elektrotehniški znanosti.
4. George Ohm je šele leta 1827 pokazal enostavno zvezo med tokom in napetostjo, ki jo danes imenujemo Ohmov zakon. Zakaj je bilo potrebno toliko časa , da je bila znana ta preprosta zveza?