

Összefoglaló

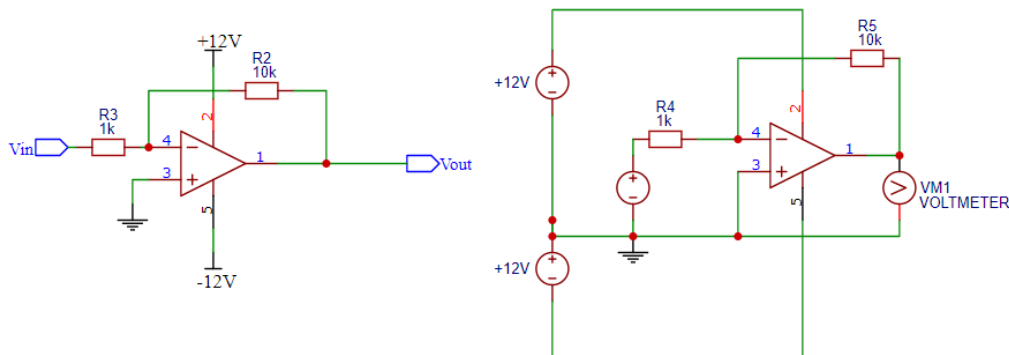
A kapcsolási rajz

A kapcsolási rajz az áramköri funkció könnyű megértését kell, hogy szolgálja. Emiatt a valódi kapcsolási rajzok eltérnek a fizikában tanult kapcsolási rajzoktól. A legfontosabb eltérések a következők:

1. A feszültség generátorok szimbólumai általában hiányoznak, ehelyett egy kis karika, vagy vonal mellé kerül egy felirat. (Oka: már egy egyszerűbb kapcsolásban is a rajz áttekinthetatlenné válik, ha a tápfeszültséget kettőnél több helyre kell elvezetni) A tápfeszültség szokásos jelzése V_{CC} , V_{DD} , vagy egyszerűen csak a tápfeszültség értéke pl. +5V
2. Van egy kijelölt referencia pont, a föld. Minden feszültséget – ha nem mondjuk meg pontosan, hogy mi között kell mérni – ehhez viszonyítunk. A referencia pont és a valódi föld nem biztos, hogy egybeesik... Ez valójában fizikai értelemben véve potenciál, de a villamosmérnöki gyakorlatban feszültségnek mondjuk.
3. A passzív elemek mértékegységeit nem jelöljük, az elem szimbóluma egyértelműen megadja a mértékegységet. A prefixek követik az SI előírásokat. Gyakran az SI prefix a tizedes jelölő helyére kerül. (ez főleg az alkatrészeken van így.) pl. 5k1 felirat egy ellenállásnál 5,1k Ω -os ellenállást jelöl. A használatos SI prefixek:

M, mega	10^6
k, kilo	10^3
m, milli	10^{-3}
μ , mikro	10^{-6}
n, nano	10^{-9}
p, piko	10^{-12}
f, femto	10^{-15}

4. Szokás szerint a „fentebb” elhelyezkedő részletek magasabb, a „lentebbi” részek alacsonyabb feszültségen vannak, az áram általában fentről lefelé halad...
5. Általában az áramkör bemenetei baloldalon, kimenetei a jobboldalon található.












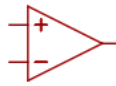






Ugyanannak az erősítőnek két kapcsolási rajza.

Baloldalt az elektronikában szokásos, jobboldalt a fizikában szokásos kapcsolási rajz

Rajzjelek

A félév során alkalmazott rajzjelek.

	Ellenállás		PMOS		Inverter
	Kondenzátor		NMOS		NAND kapu
	Tekercs		Tápfeszültség		NOR kapu
	Dióda		Föld		Műveleti erősítő
	LED		Feszültségforrás		
	Transzformátor		Áramforrás		

Alapvető hálózatszámítás

Szuperpozíció

Lineáris hálózatok esetén a válasz számítható az egyes gerjesztésekre adott válaszok összegeként. Amikor egy adott gerjesztésre történő választ számítjuk, a többi, nem aktív gerjesztést a következőképpen kell figyelembe venni:

- Áramgenerátor esetén az áram 0A, azaz szakadás
- Feszültségforrás esetén a feszültség 0V, azaz rövidzár

Kirchhoff törvények

- Csomóponti törvény: egy csomópontba be és kifolyó áramok előjeles összege 0.
- Huroktörvény: egy tetszőleges hurok mentén a feszültségek előjeles összege 0.

Teljesítmény

$$P = UI$$

Koherens mértékegységrendszerek

Az SI mértékegység szerint az áram mértékegysége az Ampère, a feszültség mértékegysége a Volt, az ellenállás mértékegysége az Ohm. A szokásos elektronikus áramkörökben a gyakorlat szempontjából az Ampère „túl nagy”, az Ohm „túl kicsi” mértékegység. SI prefixek használatánál vigyázni kell azonban, hogy koherensek legyünk, azaz az Ohm törvény teljesüljön, azaz a három mennyiségből kettő prefixét választhatjuk meg szabadon. Koherens mértékegységrendszerek pl.

Feszültség	Áram	Ellenállás
V	A	Ω
V	mA	k Ω
V	μ A	M Ω

A kézi számítások pontossága

Három értékes jegynél nagyobb pontosságra nincs értelme számolni, mivel

- Az alkatrészek ennél általában pontatlanabbak
- Az alap laborműszerek sem sokkal pontosabbak
- A kézi számításra használt modellek jóval pontatlanabbak

Ellenállás

Az OHM törvény

Egy ellenállás feszültsége és árama között az összefüggés:

$$U = RI$$

az R arányossági tényező az ellenállás, mértékegysége az Ohm (Ω).

Az ellenállás reciproka a vezeték, $G = 1/R$, mértékegysége a Siemens ($1S = 1\Omega^{-1}$)

Ellenállások soros kapcsolása, feszültségosztás

Soros kapcsolás esetén a sorba kapcsolt ellenállások árama megegyezik. Az eredő ellenállás az ellenállások összege.

$$R = \sum_{i=0}^n R_i.$$

A sorba kapcsolt ellenállásokon kialakuló feszültség az egyes ellenállásokon az *ellenállások arányában* oszlik meg, azaz:

$$V_i = \frac{R_i}{\sum_{i=0}^n R_i} V$$

Ellenállások párhuzamos kapcsolása, áramosztás

Párhuzamos kapcsolás esetén a párhuzamosan kapcsolt ellenállások feszültsége megegyezik. Az eredő vezeték a vezetések összege.

$$G = \sum_{i=0}^n G_i.$$

Ellenállásokra áttérve:

$$R = \frac{1}{\sum_{i=0}^n \frac{1}{R_i}}$$

A párhuzamos kapcsolás meglehetősen gyakori, ezért két ellenállás párhuzamos eredőjének kiszámítására szokás definiálni a replusz operátort \times . Ha R_1 és R_2 ellenállás párhuzamosan kapcsolódik, akkor eredő ellenállásuk:

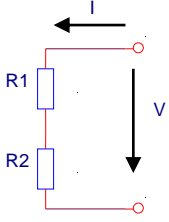
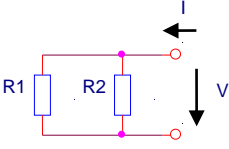
$$R = R_1 \times R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

A replusz operátor kommutatív és asszociatív.

A párhuzamosan kapcsolt ellenállásokon folyó áram az egyes ellenállásokon az *vezetések arányában* oszlik meg, azaz:

$$I_i = \frac{G_i}{\sum_{i=0}^n G_i} I$$

A feszültségosztás és az áramosztás két ellenállásra

	
$I = \frac{V}{R_1 + R_2}$	$V = I \cdot (R_1 \times R_2)$
$V_1 = V \frac{R_2}{R_1 + R_2}, I_1 = I$	$I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2}, V_1 = V$
$V_2 = V \frac{R_1}{R_1 + R_2}, I_2 = I$	$I_2 = I \frac{R_1}{R_1 + R_2}, V_2 = V$

Az áramosztás képlete NINCS ELÍRVA! A számlálóban tényleg a másik ág ellenállása van. Vezesse le a vezetések alapján!

Ellenállás teljesítménye:

$$P = VI = \frac{V^2}{R} = I^2 R$$

(az Ohm törvény behelyettesítésével)

Kondenzátor

Kondenzátor árama:

$$I = C \frac{dV}{dt}$$

ahol C a kapacitás, mértékegysége a F (Farad).

Kapacitásban tárolt töltés:

$$Q = CV$$

A kondenzátorban tárolt töltés egyenesen arányos a kapacitással és annak feszültségével

Kondenzátorban tárolt energia:

$$W = \frac{1}{2} QV^2$$

Kondenzátorok párhuzamos eredője:

A párhuzamosan kapcsolt kondenzátorok kapacitása összeadódik

$$C = \sum_{i=1}^n C_i$$

Kondenzátorok soros eredője:

A sorba kapcsolt kondenzátorok kapacitása reciprokosan összegződik. (ritkán használt)

$$C = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}}$$

A kapacitás *energiatároló* elem.

Tekercs

Tekercs feszültsége:

$$V = L \frac{dI}{dt}$$

Ahol L az induktivitás, mértékegysége a H (Henry)

Az áram megváltozása feszültséget ejt.

Tekercsben tárolt energia:

$$W = \frac{1}{2} LI^2$$

Tekercsek soros eredője:

$$L = \sum_{i=1}^n L_i$$

Tekercsek párhuzamos eredője:

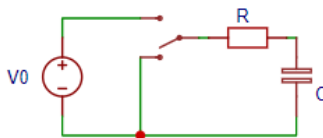
(a teljesség kedvéért – szinte sohasem használt)

$$L = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{L_i}}$$

A tekercs szintén *energiatároló* elem.

RC hálózat

Vizsgáljuk meg mi történik, ha egyenfeszültséget kapcsolunk rá egy sorbakötött ellenállásra és kapacitásra, vagy egy feltöltött kondenzátort sütünk ki! Ez a legegyszerűbb ún. RC hálózat, sok helyen használható modellezésre, pl. digitális kapu késleltetésének modellezése.



Mindkét esetben a Kirchoff törvényeket kell megoldani, azaz

- a kondenzátor és az ellenállás árama megegyezik.
- a teljes körben az ellenállás és a kondenzátor feszültségének összeg megegyezik a feszültséggenerátor feszültségével

$$I_C = I_R \quad (1)$$

$$V_0 = V_R + V_C \quad (2)$$

A kondenzátor feszültsége segítségével fejezzük ki a kondenzátor és az ellenállás áramát (ez utóbbit a 2. egyenletből)

$$C \frac{dV_C}{dt} = \frac{V_0 - V_C}{R}$$

ezt a differenciálegyenletet kell megoldani különböző kezdeti feltételek esetén.

Bekapcsolás esetén a kondenzátor energiamentes, azaz $V_C(0) = 0$

A megoldás:

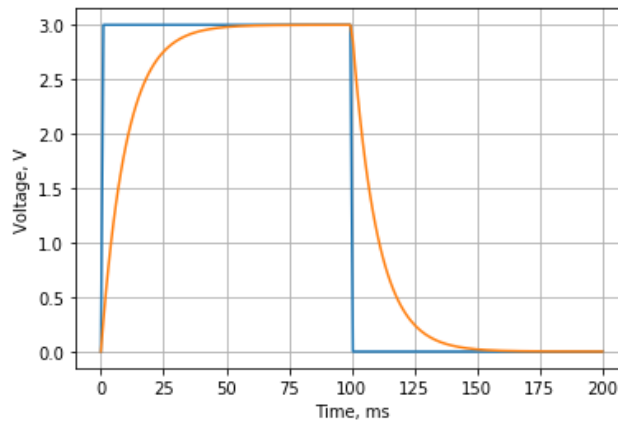
$$V_C(t) = V_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

ahol $\tau = RC$ az időállandó.

Kikapcsolás esetén a kondenzátor feszültsége $V_C(0) = V_0$

Az időfüggvény pedig:

$$V_C(t) = V_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$



Az egyensúlyi állapottól mért eltérés (arányosan) $e^{-\frac{t}{\tau}}$

azaz egy időállandó elteltével lezajlik a változás 63%-a, 5 időállandónyi idő alatt pedig az eltérés 1% alá csökken, azaz gyakorlatilag egyensúlyba kerül a rendszer.