

3. Rajzjelek

Írta: Póka Károly

Lektorálta: Lágler Gergely, Proksa Gábor

A leírás végére már senkinek nem fog gondot okozni egy egyszerű kapcsolási rajzon látható rajzjel felismerése.

BEVEZETŐ

Ennek a résznek a célja, hogy megismerjük az elektronikai alkatrészek alapvető tulajdonságait, valamint a kapcsolási rajzokban használt rajzjeleit.

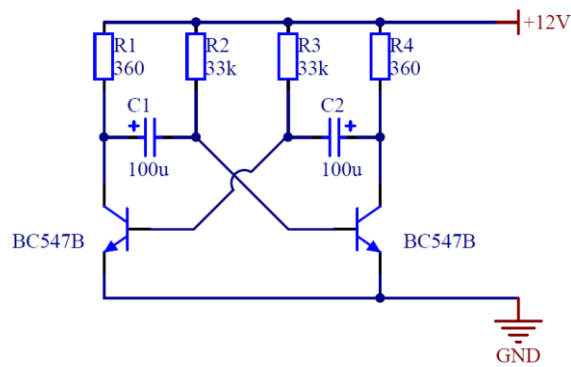
A kapcsolási rajz egy olyan "térkép", amely segítségével ki lehet igazodni az adott áramkör felépítésében. A villamosmérnökök ilyen rajzokon keresztül tudják egyértelműen leírni az általuk fejlesztett áramkört, vagyis az azt alkotó alkatrészek kapcsolatát. A kapcsolási rajz egyfajta közös nyelvnek tekinthető az emberek között, megkönnyíti az együttes és egyéni munkát is. A különféle rajzjeleket próbálták úgy létrehozni, hogy az összefüggésben legyen az ábrázolandó alkatrész valamely tulajdonságával. Annak ellenére, hogy egy egységes rendszer kialakítására törekedtek, kétféle szabvánnyal is találkozhatunk:

- IEC (International Electrotechnical Commission)
- ANSI (American National Standards Institute).

A leírásban szereplő alkatrészeknél mind a két szabvány szerinti jelölés ismertetésére törekszünk.

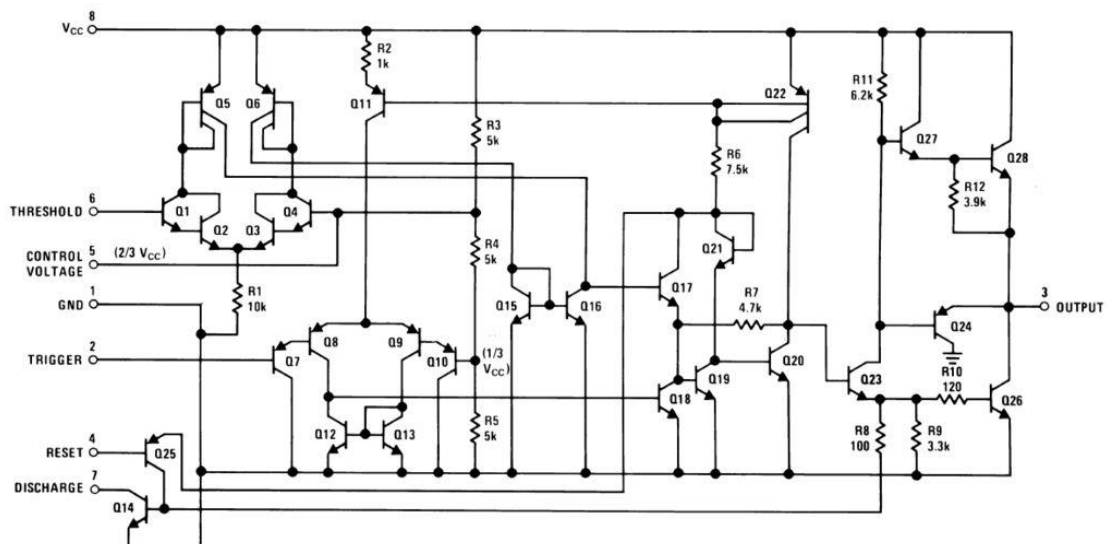
VEZETÉK ÉS CSOMÓPONT

Biztosan láttatok már nagyon bonyolult kapcsolási rajzokat, ahol rengeteg vonal vezetett keresztül egymáson. Ahhoz, hogy egyértelmű legyen a kapcsolási rajz, meg kell különböztetnünk azokat a részeket ahol ténylegesen össze vannak kötve egymással az egymást keresztező vezetékek, valamint azokat, ahol csak elhaladnak egymás fölött. Az 1. ábrán egy astabil multivibrátor kapcsolási rajza látható. A rajzon látható pontok egy fontos szerepet töltenek be, ugyanis így jelölik a rajzon, hogy több vezetékszakasz összekapcsolódik, és ezzel úgynevezett csomópont jön létre.



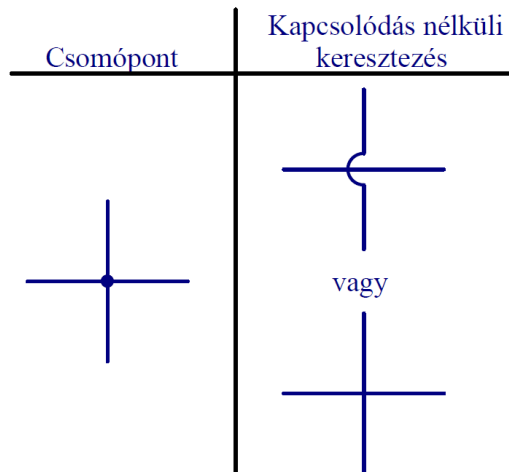
1. Ábra - Példa csomópontra és kereszteződésre (astabil multivibrátor)

A fenti rajzon lehet nem tűnik annyira fontosnak, hogy ezt kihangsúlyozzuk, de akkor képzeljük el az alábbi kapcsolást, a csomópontok jelölése nélkül (555-ös integrált áramkör belső kapcsolási rajza, a 2. ábrán). Tekintsünk el attól, hogy több, talán még ismeretlen rajzjel szerepel az ábrán.



2. Ábra - 555-ös integrált áramkör belső felépítése
(Forrás: LM555 adatlap - Texas Instruments)

A csomópontok jelölése egyértelművé teszi a kapcsolási rajzt, általuk könnyebb eligazodni rajta. A csomópontokon kívül van, ahol meg szokták jelölni a kapcsolódás nélküli keresztezéseket is, kihangsúlyozva ezzel, hogy itt nincs fizikai kapcsolat.



3. Ábra - Csomópont és kereszteződés

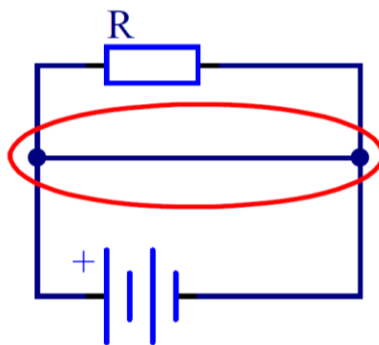
RÖVIDZÁR ÉS A SZAKADÁS

A kapcsolási rajzokon a szakadás annak a kihangsúlyozása, hogy a jelölt szakaszon nincs a töltéshordozók áramlását biztosító vezető, vagyis nem tud áram folyni. A szakadásnál az áram nullának, az "ellenállás" pedig végtelen nagynak tekinthető.



4. Ábra - Szakadás jelölése

A szakadás ellentéte a rövidzár, aminek jelentése a nevében is benne van, ugyanis ekkor rövidre zárjuk az áram útját. Az 5. ábra szemlélteti a rövidzár példáját, a rövidzárat bekarikáztuk. Az ideális rövidzárat úgy érdemes tekinteni, mint egy 0 Ohm ellenállású összeköttetés.



5. Ábra - Rövidzár jelölése

Azt fontos megemlíteni, hogy a fenti ábrán vázoltakat célszerű elkerülni, ugyanis egy akkumulátor vagy telep felrobbanásához is vezethet, ha a kapcsai között rövidzár alakul ki.

ALKATRÉSZEK CSOPORTOSÍTÁSA

Az áramkörökben felhasznált alkatrészeket két csoportba lehet sorolni aszerint, hogy azok úgynevezett "aktív", vagy "passzív" alkatrészek. Ezen két kategória meghatározása más-más szempontok alapján történhet, így a különböző tudományos források besorolásai is eltérők lehetnek.

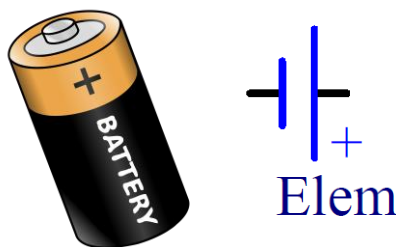
Mi a következő definíció alapján csoportosítjuk az elektronikai alkatrészeket:

- **Aktív** áramköri elemek azok, melyek külső vezérlő jel hatására képesek megváltoztatni valamilyen elektromos tulajdonságukat. Ilyen alkatrészek a fotoellenállások, tranzisztorok (például MOSFET, fénnyel vezérelt tranzisztor, stb). A vezérlő jel lehet többek között áram, feszültség, hő vagy fény. Azokat az alkatrészeket is az aktívak közé soroljuk, melyek aktív alkotóelemeket tartalmaznak, tehát az integrált áramköröket is, mint például a memória vagy a processzor.
- Minden más alkatrészt a **passzív** alkatrészek osztályába sorolunk. Ilyen például az ellenállás, a kondenzátor, kristály, dióda, tekercs.

Kezdetben többnyire passzív alkatrészekkel fogtok foglalkozni, ezek egyszerűbbek. Az aktív alkatrészek működésének megértéséhez komolyabb fizikai ismeretekre lehet szükségetek, viszont cserébe nagyon izgalmas dolgokra bukkanhattok ezek világában.

AZ ELEM ÉS A TELEP

A 6. ábrán látható az elem rajzjele, amit a boltokban kapható galvánelemként ismerhettek. Többféle kivitelben gyártják, leggyakoribb formája a ceruzaelem.



6. Ábra - Elem és jelölése

A legtöbb kapcsolási rajzon nem tüntetik fel a polaritást, ezt maga a rajzjel mutatja. A hosszú vonal a pozitív töltésű anódot, a rövidebb pedig a negatív töltésű katódot szimbolizálja.

Az elektronikában legtöbbször telepről beszélünk, amit több, sorba kötött elemből állítanak elő, így nagyobb feszültségű egységet létrehozva (7. ábra).



7. Ábra - Telep és jelölése

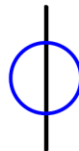
Forrás: Lead holder [CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)]
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:9V-NiMH-opened-battery.jpg>

A galvánelemek kémiai energiából nyernek elektromos energiát. A használatuk során a benne lévő anyagok átalakulnak, végül az elem lemerül. Mivel az elektronikai berendezéseket nem mindig elemről vagy telepről működtetjük, hanem más energiaforrások is szóba jöhetnek, ezért gyakrabban használjuk az áram- és feszültségforrás fogalmát. Felmerülhet a kérdés, hogy ez mit is jelent valójában?

Az ideális feszültségforrás (8. ábra) egy olyan két kivezetéssel rendelkező áramköri elem, amely a kivezetések között állandó feszültséget képes biztosítani, a rajta folyó áramtól függetlenül. Ezek alapján kitalálható az ideális áramforrás (9. ábra) definíciója is: az egy olyan áramköri elem, amely állandó értékű áramot hajt át a kapcsain, az azok között mérhető feszültségtől függetlenül.

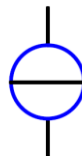
A köznyelvvvel ellentétben a telepet áramforrás helyett inkább feszültségforrásként írhatjuk le. Igaz ugyan, hogy feszültség és áram kéz a kézben járnak, de nem mindegy, hogy mikor melyik az állandó. A boltokban kapható zseblepen például fel van tüntetve, hogy mekkora a kapcsai között mérhető feszültség. Ideális esetben a telep ezt az állandó feszültségértéket képes szolgáltatni használata alatt, valamint a táplált áramkör által igényelt, akár időben változó nagyságú áramot, ezért nevezzük helyesen feszültségforrásnak.

A feszültséget a kapcsolási rajzokon U -val jelöljük; mértékegysége a volt, melynek jele [V]. Az áramkörben folyó áramot a kapcsolási rajzon I -vel szoktuk feltüntetni. Mértékegysége az amper, melynek jele [A].



Ideális feszültségforrás

8. Ábra - Ideális feszültségforrás jele

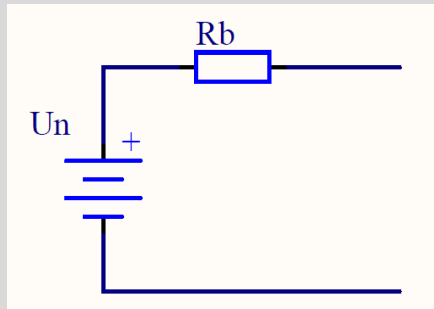


Ideális áramforrás

9. Ábra - Ideális áramforrás jele

Belső ellenállás

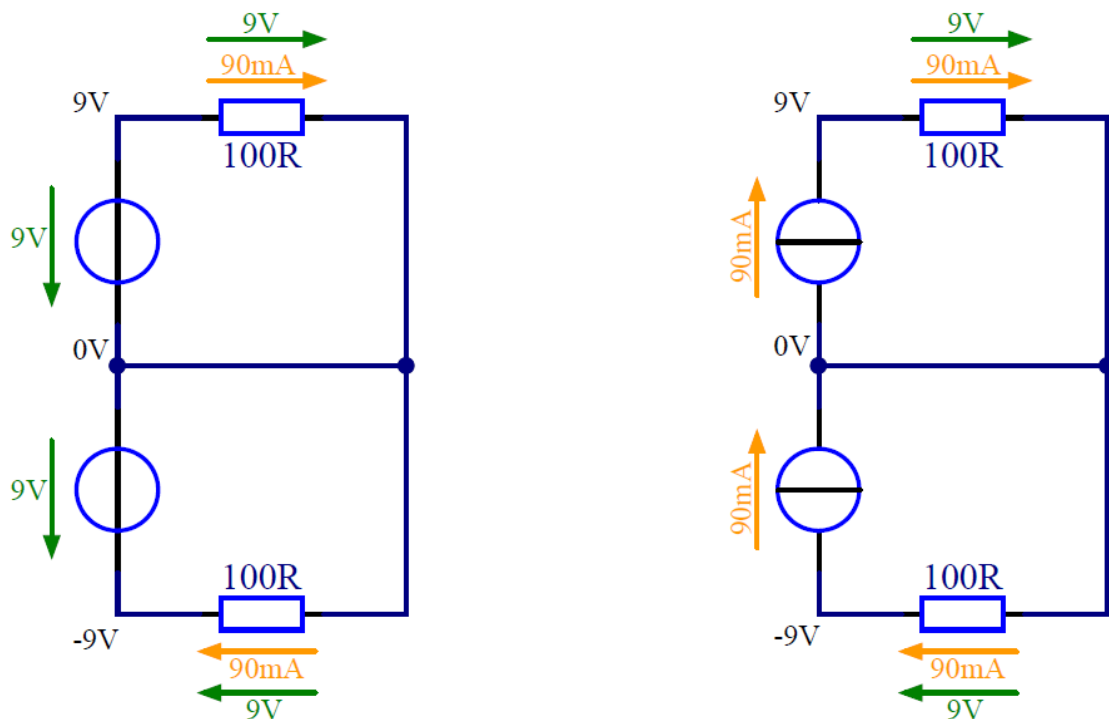
Sajnos ideális feszültségforrásként viselkedő telep nem létezik, az ideálistól való eltérés okát egy úgynevezett belső ellenállásként képzelhetjük el (10. ábra), melynek kémiai és fizikai okai vannak.



10. Ábra - Feszültségforrás belső ellenállása

Minél nagyobb árammal terheljük a telepet, annál kisebb lesz a kapcsain mérhető feszültség a belső ellenállás miatt. A belső ellenállás értéke a telep töltöttségétől, a telep kémiai összetevőitől, a belső felépítésétől is függ.

FESZÜLTÉG ÉS ÁRAM ÉRTELMEZÉSE A KAPCSOLÁSI RAJZOKON:

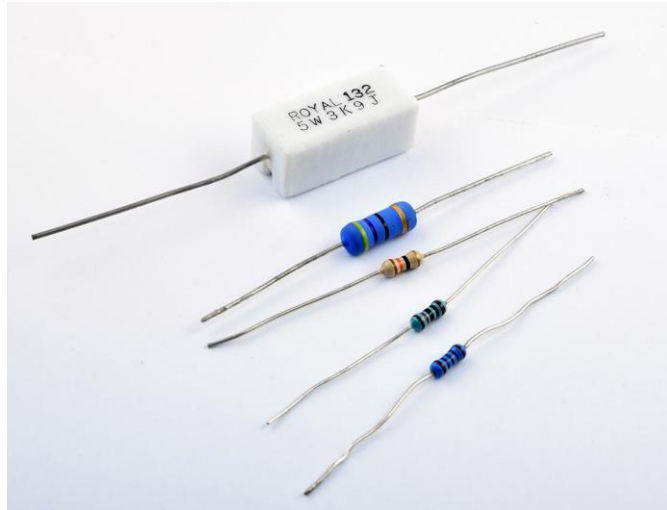


11. Ábra - Feszültség és áram irányának jelölése

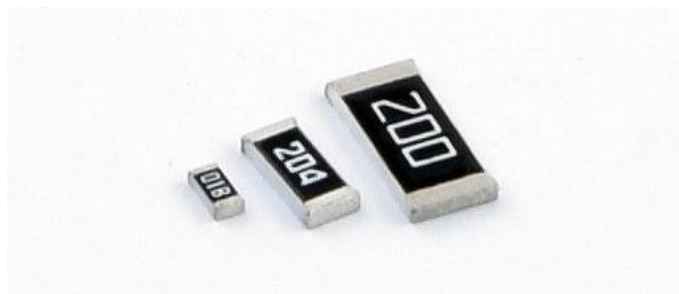
A 11. ábrán látható a feszültség és az áram jelölésének néhány lehetséges módja a kapcsolási rajzon. Mindkettőt nyíllal jelöljük. Az áram irányát jelölő nyíl mutatja az elektronok áramlásával ellentétes

irányt. Ennek fizikatörténeti oka van, és zavaró lehet, mivel ma már tudjuk, hogy negatív töltéshordozók mozognak a vezetékekben. A feszültség jelölése során a nyíl a nagyobb potenciálú pontból a kisebb potenciálú pont felé mutat.

ELLENÁLLÁS



12. Ábra - Furatszerelt (THT: Through-hole technology) tokozású ellenállás



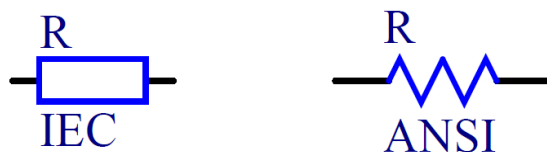
13. Ábra - Felületszerelt (SMD: Surface-mount device) tokozású ellenállás

Az ellenállások alapvető részei minden áramkörnek, erről ti is meg fogtok bizonyosodni a tananyag alapos áttanulmányozása után.

Úgy is el lehet képzelni az ellenállást, mint egy „csövet”, melynek belseje nem teljesen üres, hanem akadályokkal teli, de ettől függetlenül át lehet rajta látni. Nos, amikor az ellenálláson áram folyik keresztül, akkor az áthaladó elektronok egy része nekiütközik a „csőben” lévő akadályoknak, és az ütközés után lassabban haladnak tovább. Az ütközések helyén az elektronok mozgási energiájának hirtelen megváltozása miatt hő keletkezik, ami melegíti az ellenállást. Ezt a kísérletezések során majd ti is fogjátok tapasztalni.

Ha egy ellenálláson túl nagy áramot vezetünk keresztül, akkor sok elektron ütközik, és akkora hő is keletkezik, amely hatására az ellenállás akár el is éghet. Minden ellenálláshoz tartozik egy paraméter, ami megmutatja, hogy adott környezeti hőmérséklet mellett mekkora villamos teljesítményt képes

károsodás nélkül felvenni. Ha ezt túllépjük, akkor az ellenállás olyan magas hőmérsékletre is felhevülhet, amely az anyagában maradandó károsodást okozhat.



14. Ábra - Ellenállás jelölése (IEC és ANSI)

A példából kiindulva az IEC rajzjel tehát úgy is elképzelhető, mint egy cső felülnézeti rajza. A 14. ábra jobb oldalán az ellenállás ANSI rajzjele látható, ami az úgynevezett huzalellenállásra hasonlít. Huzalellenállás készíthető bármilyen vezető feltekerésével, viszont készítésénél fontos, hogy az szigetelt legyen (erre a célra általában zománcbevonatot szoktak használni). Ha nem lennének elkülönítve a rétegek, akkor rövidzár alakulna ki, és az áram nem a vezető teljes hosszán folyna végig.

Ha tudjuk a felhasznált anyag fajlagos ellenállását, akkor a feltekert anyag hosszának és keresztmetszetének függvényében tetszőleges értékű ellenállást készíthetünk. Ezzel azt az összefüggést használtuk fel, hogy a vezető ellenállása egyenesen arányos annak hosszával és fordítottan a keresztmetszetével.

Ellenállást nem csak huzal feltekerésével készíthetünk, hanem például fém- vagy szénréteg szigetelő anyagból (például kerámia) készült hordozóra való felhordásával.

Az ellenállás mértékegysége az ohm $[\Omega]$. Gyakran az angol resistance kifejezésből származtatott R betűt használjuk az ellenállások mértékegységének megadásakor az Ω jel helyett. Továbbá az R -betű használható az ellenállások kapcsolási rajzokon való jelöléséhez is.

Értéktartomány	Prefixum jelölése	Példa
1000 Ω - nál kisebb	Ω vagy R	330 Ω vagy 330R
1k Ω - 1000k Ω között	k Ω vagy k	33k Ω vagy 33k
1M Ω - 1000M Ω között	M Ω vagy M	1M Ω vagy 1M

Ha tizedesvessző is szerepel az értékben, akkor a pont helyett is lehet használni a prefixumot az alábbi táblázatban látható módon.

Érték	Jelölés
3,3 Ω	3R3
2,2k Ω	2k2
4,7M Ω	4M7

VÁLTOZTATHATÓ ÉS VÁLTOZÓ ÉRTÉKŰ ELLENÁLLÁSOK

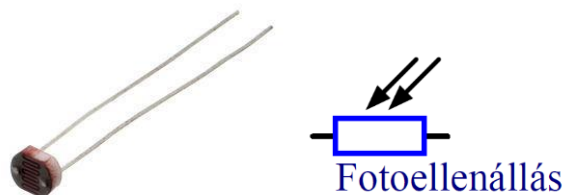
Léteznek olyan ellenállások, melyek értéke nem állandó, hanem bizonyos határok között változtatható vagy változó. Az ilyen alkatrészek felépítése szintén lehet sokféle.

Változtatható értékű ellenállások például a potenciométerek. Ezek ellenállás értékét a felhasználó manuálisan tudja beállítani, korlátos határok között.

A **változó** értékű ellenállás ellenállása nem attól függ, hogy a felhasználó milyen értékre állítja be, hanem az alkatrészt érő fizikai behatások függvényében változik. Ilyen például az olvadóbiztosító, a termisztor (15. ábra), a fotoellenállás (16. ábra) stb. Az olvadóbiztosító és a termisztor a hőmérséklet-változás hatására változtatja ellenállását, míg a fotoellenállás a felületét érő fény erősségének függvényében. Léteznek olyan kialakítású ellenállások is, amelyeknél éppen a nyúlás hatására bekövetkező ellenállás-változást használjuk ki. Ilyeneket használnak például a nyúlásmérő bélyegeken is (17. ábra), vagy hidak szerkezetének vizsgálatára, nyomóerő mérésére stb.



15. Ábra - Termisztor és jelölése



16. Ábra - Fotoellenállás és jelölése

Forrás: oomlout [CC BY-SA 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>)]
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Photoresistor_2.jpg

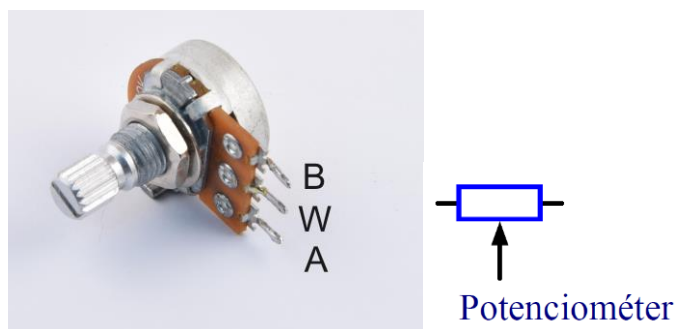


17. Ábra - Nyúlásmérő bélyeg

Forrás: Bomazi [CC BY-SA 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>)]
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Force_Sensing_Resistor_cropped.jpg

A POTENCIOMÉTER

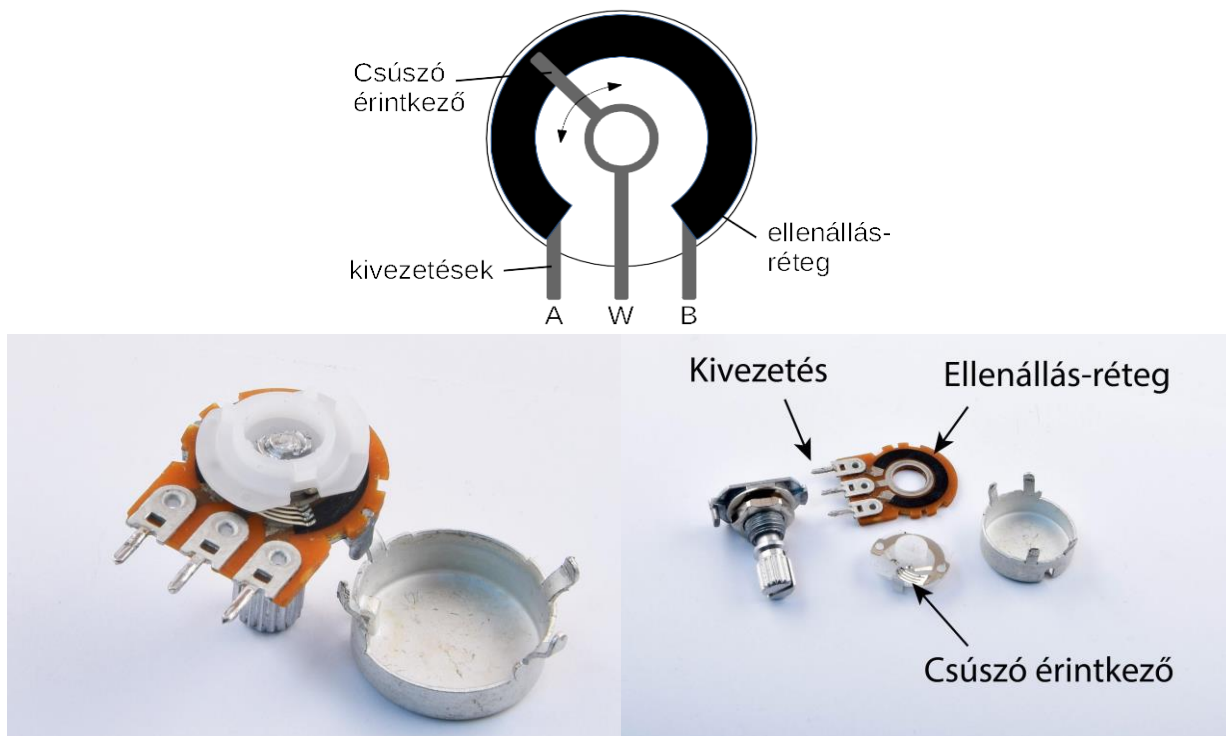
A kapcsolási rajzokon a potenciómétert hasonlóképpen jelölik akárcsak a normál ellenállást, annyi különbséggel, hogy egy nyíllal jelölik a potméter harmadik kivezetését.



18. Ábra - Potenciométer és jelölése

A „poti” működésének elve azon alapszik, hogy a vezető ellenállása arányos annak hosszával. Az alkatrész oldalsó két kivezetését egy ellenállásréteg köti össze. A potencióméter házában, a tengely végére egy olyan érintkező van rögzítve, amely villamos kontaktust létesít a potencióméter középső kivezetése és az ellenállásréteg között. Az érintkező pozíciója a tengely elforgatásával változtatható.

Ha a potencióméter egyik szélső kivezetését (A vagy B) és a középső kivezetést (W) használjuk, akkor egy változtatható értékű ellenállást kapunk, ugyanis a csúszka helyzetével szabályozzuk a vezetőréteg hosszát. A potméter úgynevezett feszültségosztóként is használható. Ha a két szélső lábára feszültséget kapcsolunk, akkor a középső lábon mérhető feszültség arányos lesz a potméter állásával. A feszültségosztóról az 5. részben olvashattok bővebben.



19. Ábra - Potenciométer belső felépítése

Feszültségosztók és áramosztók

Az olyan kapcsolásokat, ahol ellenállások segítségével felosztjuk a felhasznált feszültséget vagy áramot, feszültség- vagy áramosztónak nevezzük. Ezeket a megvalósításokat a fizikai alapoknál megismert soros és párhuzamos kapcsolásokkal vagy ezek kombinációjával lehet elérni.

Logaritmikus potméterek

A lineáris potmétereken kívül léteznek logaritmikus potenciométerek is, melyek ellenállása nem lineáris, hanem logaritmikus léptékben változik. Ilyet például a hangtechnikában használnak.

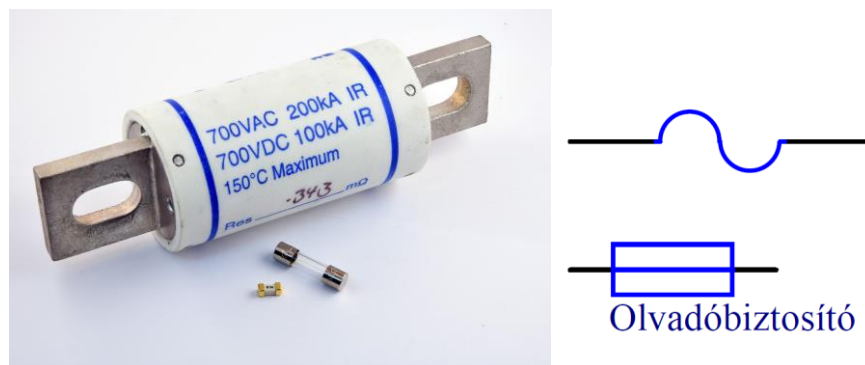
AZ OLVADÓBIZTOSÍTÓ

Ha egy áramkör meghibásodik vagy ha a felhasználó nem megfelelően használja (például nem megfelelő tápfeszültség rákapcsolásával) túláram alakulhat ki, amely akár az áramkör tönkremenetelét vagy a tápfeszültséget szolgáltató vezetékek kigyulladását is eredményezheti.

Az olvadóbiztosítót sorosan kötjük be az áramkörbe, és a saját paramétereinél nagyobb áram esetén, olvadásig melegszik. Mivel elolvad maga a biztosító, a vezetés is megszűnik.

Az olvadóbiztosító cseréje után újra működőképes lehet a berendezésünk, természetesen, ha nem áll fent tovább a hiba forrása.

Többféle jelölése létezik a biztosítónak, melyeket a 20. ábra mutatja be.



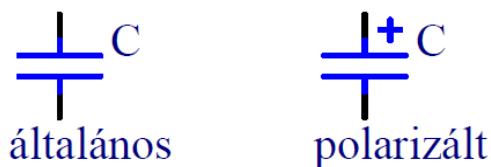
20. Ábra - Olvadóbiztosító többféle kivitelben és jele

KONDENZÁTOR

A fizikai alapok ismételése során megismert kondenzátor szinte minden áramkörben megtalálható. Az alkatrészben lévő két vezető réteg (fegyverzet) között szigetelő réteget (dielektrikumot) találunk (ez lehet levegő is). A kondenzátorok a fizikai felépítésüknek megfelelő rajzjelet kaptak, és két nagy csoportra oszthatóak.

Vannak olyanok, amelyeknél egyértelműen megjelölik a kivezetések polaritását, ezeket polarizált kondenzátoroknak nevezzük. Ezek bekötésénél ügyelni kell arra, hogy a pozitív jelölésű kivezetésre

mindig nagyobb feszültség kerüljön, mint a másikra. Ellenkező esetben akár szét is pukkanhatnak, felrobbanhatnak, ami veszélyes! Például, ha galvánelemről töltünk fel egy polarizált kondenzátort, akkor az elem pozitív pólusa kerüljön a „kondi” pozitív jelölésű kivezetésére.



21. Ábra - Kondenzátorok jelei (unipoláris és polarizált)

Az, hogy egy kondenzátor polarizált vagy sem, leginkább attól függ, hogy a kondenzátor milyen anyagokból készült. Például az elektrolit és tantál kondenzátoroknál fontos a polaritás, viszont a kerámia és fólia kondik nem polarizáltak. Az is változó, hogy a pozitív vagy a negatív kivezetést jelölik meg az alkatrészen. Például a tantál kondenzátornál a pozitívat, míg az elektrolit kondenzátoroknál a negatívát jelölik meg. Ha nincs jelölés a kondenzátoron, akkor irreleváns (remélhetőleg, és nem csak lekopott) a kondenzátor bekötése szempontjából, hogy melyik kivezetés hová kerül.

A kondenzátort a kapcsolási rajzon C-vel jelöljük, kapacitásának mértékegysége pedig a Farad [F].



elektrolit kondenzátor

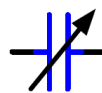
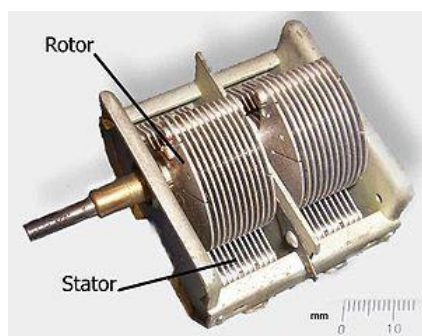
tantál kondenzátorok

kerámia kondenzátor

22. Ábra - Különböző kialakítású kondenzátorok

Forrás (középső): Mataresephotos [CC BY 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>)]
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tantalum_capacitors.jpg

Láthattuk, hogy léteznek változtatható értékű ellenállások, ugyan így léteznek változtatható kapacitású kondenzátorok is. Ezek jelölése kissé hasonlít a potenciométer jelöléséhez, annyi eltéréssel, hogy a nyíl alatt nem az ellenállás, hanem a kondenzátor jele látható. Talán egyszerűbb úgy megjegyezni, hogy minden rajzjelen a nyíl a változtathatóságot jelöli.

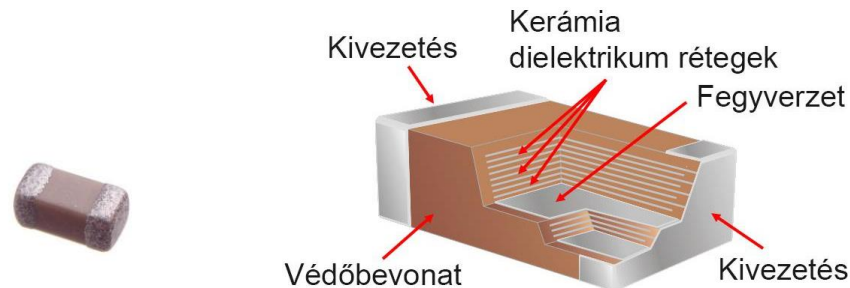


Változtatható
kapacitású
kondenzátor

23. Ábra - Változtatható kapacitású kondenzátor és jele

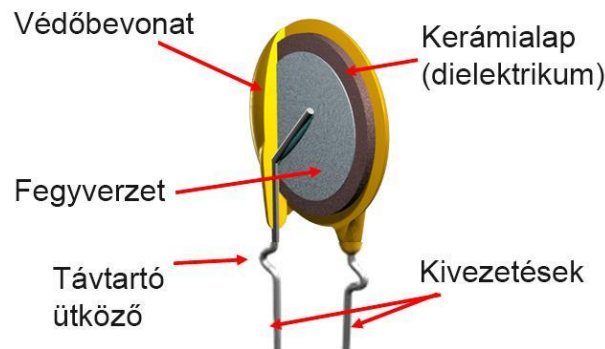
Forrás: Fabian_R [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)]
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tuning_capacitor.jpg

A 23. ábrán egy változtatható kapacitású forgókondenzátor látható, melyet például régen rádiókban (detektoros rádió) használtak a csatornára hangoláshoz. Ennek kapacitását az egymás mellett elforgatható fegyverzetek egymáshoz viszonyított helyzetével (az átfedésben lévő felületek nagyságával) lehet szabályozni. A fegyverzetek között dielektrikumként a levegő van jelen, ami köztudottan szigetelő tulajdonságú.



24. Ábra - SMD tokozású kerámia kondenzátor és felépítése

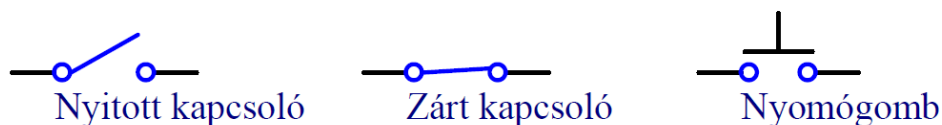
Forrás (bal): oomlout [CC BY-SA 2.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>)]
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CAPC-0603-X-NF1-01.jpg>



25. Ábra - Furatszerelt tokozású kerámia kondenzátor és felépítése

KAPCSOLÓ

Már több alkatrészt is megismertünk részletesen, de mi van akkor, ha meg akarjuk szüntetni ezek működését, vagy meg akarjuk szakítani az áram útját? Adódhat olyan helyzet, hogy ki kell kapcsolnunk az áramkörünket, de ezt nem úgy akarjuk végrehajtani, hogy eltávolítjuk az energiaforrást. A legtöbb áramkörben használnak kapcsolót vagy nyomógombot, melyet a kapcsolási rajzokon a 26. ábrán látható módokon jelölnek.



26. Ábra - Kapcsoló és nyomógomb jelölése

A jelölések itt is köthetőek az alkatrészek működéséhez. A kapcsoló lényege, hogy fizikailag megszakítható benne az elektromos vezetés. Ahogy a rajzjel is mutatja, a kapcsolóban található

érintkező vezetők egymástól való elválasztásával az áram útja megszakítható. Az ideális kapcsoló zárását és nyitását úgy is lehet értelmezni, hogy a zárás pillanatában az ellenállása nulla és vezetése végtelen, nyitott állapotban pedig vezetése nulla és ellenállása végtelen. A nyomógomb esetében kicsit más a helyzet, csak addig tartja meg nyitott vagy zárt állapotát, amíg nyomva tartjuk.

Léteznek olyan kapcsolók, amelyek több állapotba is billenthetőek. A többállapotú kapcsolók klasszikus esete az úgynevezett karos kapcsoló (27. ábra).



27. Ábra - Kétállású karos kapcsoló

Higanykapcsoló

Egy figyelemre méltó műszaki megoldás az úgynevezett higanykapcsoló, mely a nevéből adódóan a fizikai kontaktust higany segítségével hozza létre. Ez egy olyan eszköz, ami akkor zár, ha egy bizonyos irányba el van fordítva az egész szerkezet, így be tud folyni a két kapcsolóelektród közé a higany, és vezetőképességének köszönhetően zárja az áramkört.






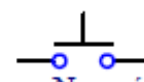



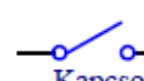





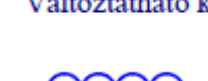



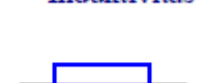


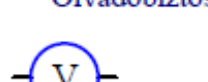
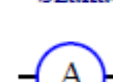


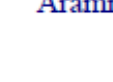




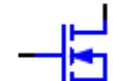



28. Ábra – Higanykapcsoló

Forrás: Medvedev [CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)]
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mercury_Switch_without_housing.jpg

ÖSSZEGZÉS

A tananyagrészt során megismertünk számos alapvető alkatrészt és azok tulajdonságait, valamint áramköri jelölésüket. A következő részekben további érdekes alkatrészeket fogtok megismerni. Annak érdekében, hogy később egyszerűen és gyorsan tudjatok eligazodni a rajzjelek között, egy átfogó táblázatot mutatunk, melyhez később, bármikor nyugodtan vissza tudtok lapozni.

ÖSSZEFOGLALÓ TÁBLÁZAT

			
Elem	Kondenzátor	Zener dióda	Nyomógomb
			
Telep	Polarizált kondenzátor	Schottky dióda	Kapcsoló
			
Ellenállás	Változtatható kapacitás	Dióda	Kristály
			
Fotoellenállás	Induktivitás	LED	Supresszor dióda
			
Termisztor	Olvadóbiztosító	Szakadás	
			
Potenciométer	Feszültségmérő	Árammérő	Föld potenciál
			
PNP bipoláris tranzisztor		NPN bipoláris tranzisztor	
			
P-csatomás MOSFET		N-csatomás MOSFET	
			
Komparátor	Erősítő	Inverter	
			
Hangszóró	Zümmer	Szervomotor	