

Tantárgy: ANALÓG ELEKTRONIKA
Tanár: Dr. Burány Nándor

3. félév

Óraszám: 2+2

1

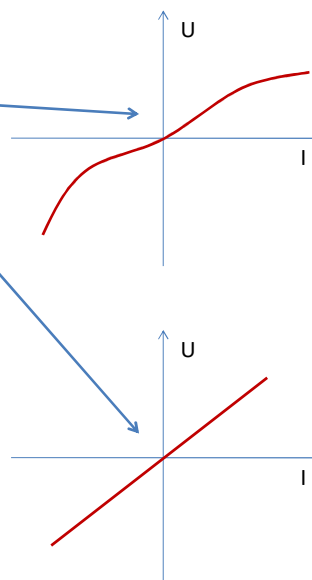
1.1. RÉSZ
PASSZÍV ALKATRÉSZEK

- Ellenállások
- Kondenzátorok
- Tekercsek
- Transzformátorok
- Vegyi áramforrások
- Hűtők
- Kapcsolók
- Csatlakozók
- Biztosítékok
- Érzékelők
- Vezetékek és kábelek
- Fényforrások
- Dobozok

2

1.1.1. ELLENÁLLÁSOK

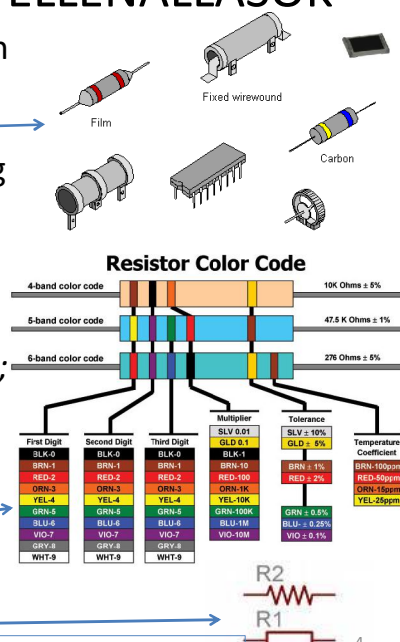
- Egyértelmű összefüggés:
 $U=f(I)$
- Az esetek többségében $U=RI$
(lineáris viselkedés)
- Típusok:
 - közönséges ellenállások
 - hőmérsékletfüggő ellenállások (NTC, PTC)
 - feszültségfüggő ellenállások (varisztorok)
 - változtatható ellenállások.



3

1.1.1.a KÖZÖNSÉGES ELLENÁLLÁSOK

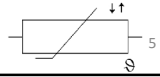
- Lineáris viselkedés, jelentéktelen hőmérsékletfüggés.
- Fizikai kivitelek:
- Aktív anyag: szénréteg, fémréteg vagy huzal.
- Jellemzők: ellenállásérték, teljesítmény, tűrés.
- Ellenállásérték skálák:
 - E6-os sorozat: 1,0; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8.
 - E12-es sorozat: 1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7; 5,6; 6,8; 8,2.
- Jelölés színkóddal (érték, tűrés, hőmérsékletfüggés)
- Rajzjelek:

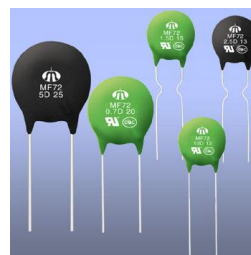
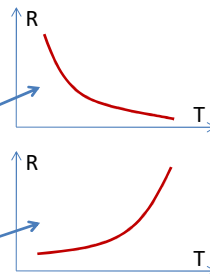


4

<https://www.digikey.com/product-search/en/resistors>

1.1.1.b HŐMÉRSÉKLETFÜGGŐ ELLENÁLLÁSOK

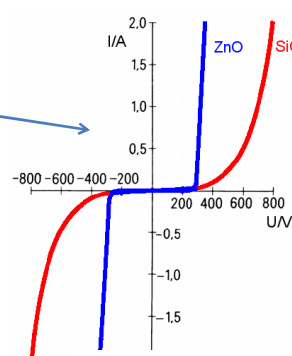
- Szándékos hőmérsékletfüggés.
- NTC ellenállások: a hőmérséklet növekedésekor az ellenállásérték csökken.
- PTC ellenállások: a hőmérséklet növekedésekor az ellenállásérték növekszik.
- Kisteljesítményű kivitelek: hőérzékelők.
- Nagyteljesítményű kivitelek: áramkorlátozásra alkalmasak.
- Rajzjel: 



<http://www.vishay.com/docs/33016/engnote.pdf>

1.1.1.c FESZÜLTÉSFÜGGŐ ELLENÁLLÁSOK - VARISZTOROK

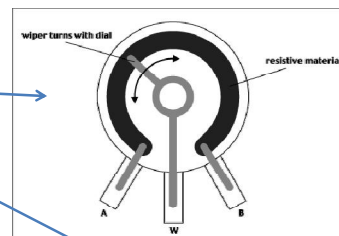
- Szándékos feszültségfüggés - nemlineáris viselkedés.
- Különböző varisztor jelleggörbék:
- Szimmetrikus viselkedés a pozitív és a negatív feszültségtartományban.
- Túlfeszültség elleni védelemre alkalmazhatók (a berendezés bemenetével párhuzamosan kell kötni).
- Adatok: üzemi feszültség, letörési feszültség, terhelhetőség.



<http://www.littelfuse.com/varistor>

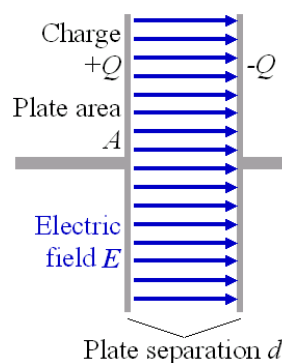
1.1.1.d VÁLTOZTATHATÓ ELLENÁLLÁSOK

- Az aktív rétegen csúszka mozgatható.
- Kézi üzem, gyakori állítás: potenciométer.
- Állítás szerszámmal, gyári beállításhoz: trimer potenciométer.
- Az ellenállásérték változhat az elmozdulástól függően lineárisan vagy logaritmikusan.
- Az elforgatás szöge max. 300° vagy 330° körüli.
- Lehetséges egyenes vonalú elmozdulás is.



1.1.2. KONDENZÁTOROK

- Egyértelmű összefüggés: $Q=f(U)$.
- Rendszerint lineáris viszony: $Q=C \cdot U$.
- Energiát tárol: $W=\frac{1}{2}CU^2$.
- Azonos térfogatban a **vegyi tárolás hatékonyabb**, de a kondenzátor töltése és ürítése lehet nagyon gyors-, végtelen számú és a veszteségek elhanyagolhatók.
- Kapacitás számítása síkkondenzátorra (tekercselt kivételre is jó közelítés): $C=\epsilon_0\epsilon_r A/d$.
- Cél: minél kisebb térfogatban minél nagyobb energia. Nem lehet nagyon vékony szigetelőréteget alkalmazni - átüt.



1.1.2.a AZ IDEÁLIS KONDENZÁTOR VISELKEDÉSE

- Alapképletek:

$$q = C \cdot u, \quad u = \frac{1}{C} \int i \cdot dt, \quad i = C \frac{du}{dt},$$

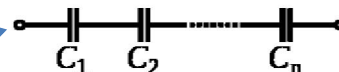
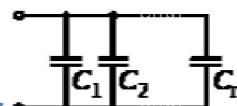
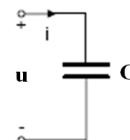
$$w = \frac{1}{2} q \cdot u, \quad w = \frac{1}{2} C \cdot u^2.$$

- Kettő vagy több párhuzamosan kötött kondenzátor egyetlen eredő kondenzátorral helyettesíthető:

$$Q_e = C_e \cdot U = C_1 \cdot U + C_2 \cdot U + \dots + C_n \cdot U \\ \Rightarrow C_e = C_1 + C_2 + \dots + C_n.$$

- Kettő vagy több sorba kötött kondenzátor egyetlen eredő kondenzátorral helyettesíthető:

$$U_e = \frac{Q}{C_e} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \dots + \frac{Q}{C_n} \\ \Rightarrow \frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}.$$



1.1.2.b A KONDENZÁTOR VISELKEDÉSE TÍPIKUS JELEKRE

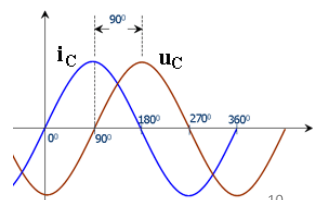
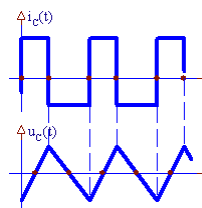
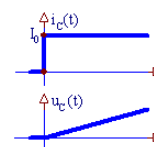
- Ha a kondenzátor **árama konstans**, a **feszültsége lineárisan változik** (nő vagy csökken):

$$u_C = \frac{1}{C} \int i_C \cdot dt = \frac{1}{C} \int I_0 \cdot dt = \frac{I_0 \cdot t}{C}.$$

- Négyszögáram esetén a feszültség háromszög alakú. Ha az áramnak van **egyenáramú komponense** is, a kondenzátor feszültsége nem lesz periodikus, hanem periódusról periódusra eltolódik egyik irányba.

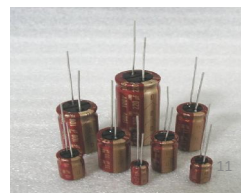
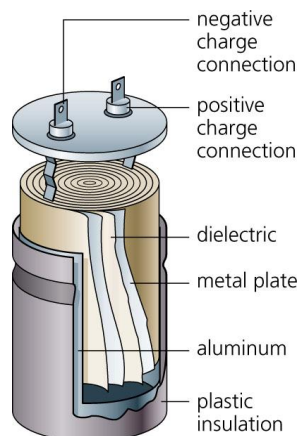
- Szinuszos áram** esetén a **feszültség is szinuszos**, de **90°-ot késik** az áramhoz képest:

$$u_C = \frac{1}{C} \int i_C \cdot dt = \frac{1}{C} \int I_m \cdot \sin \omega t \cdot dt = \\ = -\frac{I_m}{\omega \cdot C} \cdot \cos \omega t = \frac{I_m}{\omega \cdot C} \sin(\omega t - 90^\circ).$$



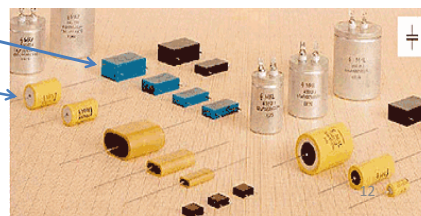
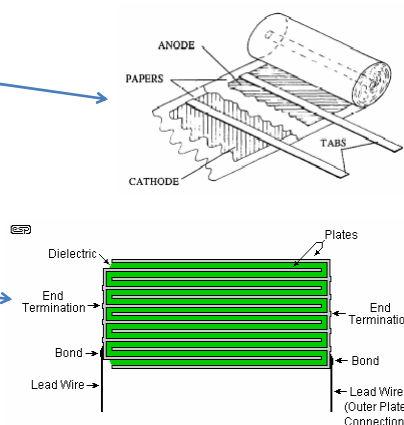
1.1.2.c ELEKTROLITKONDENZÁTOROK

- Belső szerkezet: vékony oxidréteg képezi a szigetelőt.
- Az egyik fegyverzet egy fémréteg (Al), a másik fegyverzet a mellette levő elektrolit.
- Csak egy irányban tölthető fel, a másik irányban vezet (egyenirányító tulajdonság).
- Élettartama korlátozott az elektrolit kiszáradása miatt.
- Adatok: kapacitás, névleges feszültség, tűrés, ekvivalens soros ellenállás (ESR), hőmérsékleti tartomány, várható élettartam.
- Vannak más kivitelek is: arany, tantál.
- Alkalmazás: tápok szűrése, energiatárolás.



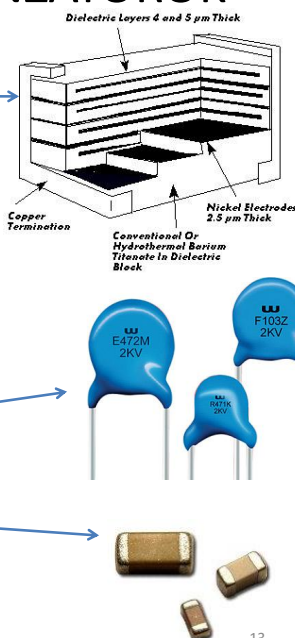
1.1.2.d TÖMBKONDENZÁTOROK

- Fémfólia- és szigetelő csíkokat helyeznek egymásra és tekercselik fel (kompakt kivitel végett).
- Újabban inkább fémezett műanyag (pl. polipropilén) fóliát használnak.
- A végeredmény metszetben:
- Adatok: kapacitás, névleges feszültség, tűrés, veszteségi tényező ($\tan \delta$).
- Különböző kivitelek (radiális és axiális).
- Alkalmazás: időzítés, szűrés.
- Különleges típusok: hálózati zavarssűrő (X és Y) kondenzátorok.



1.1.2.e KERÁMIA KONDENZÁTOROK

- Általában többrétegű kivitel:
- Magas rezonáns frekvencia - jól használhatók magas frekvencián (rádiótechnika, digitális technika).
- Nagy tűrés - nem lehet pontosan gyártani.
- Hőre változik a kapacitásuk.
- Radiális kivitel:
- SMD kivitel:
- Alkalmazások: tápszűrés, csatolás.

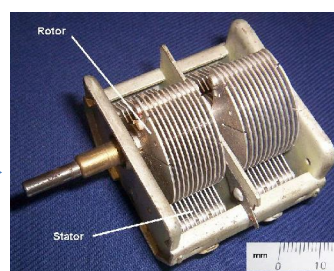


<http://www.avx.com/docs/masterpubs/smccp.pdf>

13

1.1.2.f VÁLTOZTATHATÓ KONDENZÁTOROK

- Ma ritkán használatosak (inkább félvezető alkatrészekkel helyettesítik).
- Forgókondenzátor: üzem közbeni állításra szolgál (pl. állomáskeresés rádiókészüléknel).
- Trimer kondenzátor: gyári beállításokra.
- Mindössze $\sim 10\text{pF}$, esetleg $\sim 100\text{pF}$ érhető így el.



14

1.1.3. INDUKTÍV TEKERCSEK

- Általános esetben **egyértelmű összefüggés:**

$\phi = f(I)$ (ϕ - mágneses fluxus, I - áram)

- Az esetek többségében **$\phi = LI$** (lineáris viselkedés, L - induktivitás).

- A lineáris tekercsben tárolt **energia:**

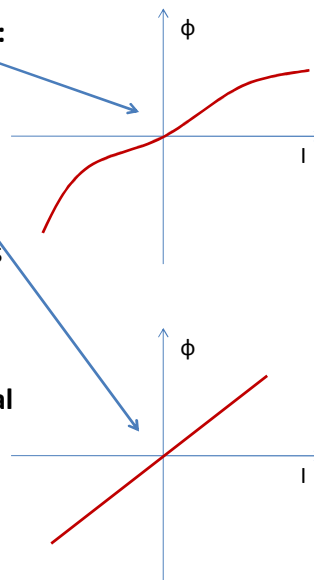
$$W = \frac{1}{2} \phi I = \frac{1}{2} LI^2.$$

- Minden vezető elrendezésnek van bizonyos induktivitása, de **nagy induktivitást** (hatékony energiatárolást) **tekercseléssel** lehet megvalósítani.

- A tekercsek alapanyaga rendszerint **rézhuval** vagy **rézlemez**, ritkán alumínium vagy más.

- A tekercset körülvevő anyag mágneses tulajdonságaitól függően léteznek:

- **légmagos** tekercsek,
- **ferromágneses** maggal készített tekercsek.



<https://en.wikipedia.org/wiki/Inductor>

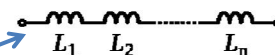
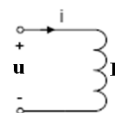
1.1.3.a AZ IDEÁLIS INDUKTÍV TEKERCSEK VISELKEDÉSE

- Alapképletek:

$$\varphi = L \cdot i, \quad u = L \cdot \frac{di}{dt}, \quad i = \frac{1}{L} \cdot \int u \cdot dt,$$

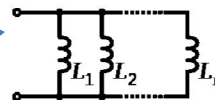
$$w = \frac{1}{2} \cdot \varphi \cdot i, \quad w = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2.$$

- Kettő vagy több sorba kötött tekercs egyetlen eredő tekercssel helyettesíthető:
- Kettő vagy több párhuzamosan kötött tekercs egyetlen eredő tekercssel helyettesíthető:
- A tekercseknél gyakran megtörténik, hogy két vagy több tekercs mágneses tere részben közös (csatolt tekercsek, transzformátorok). Ilyen esetben az eredő induktivitás számításakor figyelembe kell venni a csatolást is.



$$u_e = L_e \cdot \frac{di}{dt} = L_1 \cdot \frac{di}{dt} + L_2 \cdot \frac{di}{dt} + \dots + L_n \cdot \frac{di}{dt}$$

$$\Rightarrow L_e = L_1 + L_2 + \dots + L_n$$



$$i_e = \frac{1}{L_e} \cdot \int u \cdot dt =$$

$$= \frac{1}{L_1} \cdot \int u \cdot dt + \frac{1}{L_2} \cdot \int u \cdot dt + \dots + \frac{1}{L_n} \cdot \int u \cdot dt$$

$$\Rightarrow \frac{1}{L_e} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

16

1.1.3.b AZ INDUKTÍV TEKERCSEK VISELKEDÉSE TIPIKUS JELEKRE

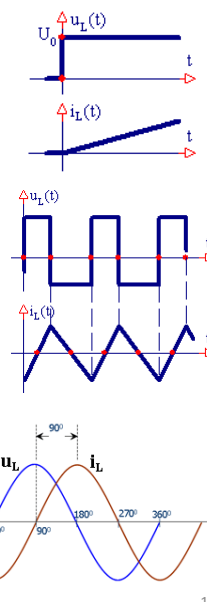
- Ha a tekercs **feszültsége konstans**, az **árama lineárisan változik** (nő vagy csökken):

$$i_L = \frac{1}{L} \int u_L \cdot dt = \frac{1}{L} \int U_0 \cdot dt = \frac{U_0 \cdot t}{L}.$$

- Négyszögfeszültség esetén az áram háromszög alakú. Ha a feszültségnek van **egyenáramú komponense** is, a tekercs árama nem lesz periodikus, hanem periódusról periódusra eltolódik (nő vagy csökken) egyik irányba.

- Szinuszos feszültség** esetén az **áram is szinuszos**, de **90°-ot késik** a feszültséghez képest:

$$\begin{aligned} i_L &= \frac{1}{L} \int u_L \cdot dt = \frac{1}{L} \int U_m \cdot \sin \omega t \cdot dt = \\ &= -\frac{U_m}{\omega \cdot L} \cdot \cos \omega t = \frac{U_m}{\omega \cdot L} \sin(\omega t - 90^\circ). \end{aligned}$$



17

1.1.3.c LÉGMAGOS TEKERCSEK

- Itt a viselkedés biztosan lineáris.
- Az induktivitás számítására különböző tapasztalati képleteket határoztak meg (nem levezetés!)

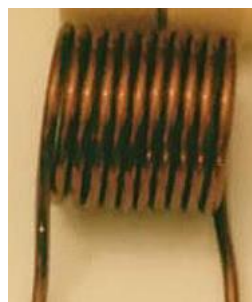
- Hosszú hengeres tekercsekre (szolenoid):

$$L = \frac{(\pi N D)^2}{l + 0,45 D} 10^{-7}$$

- Rövid lapos tekercsekre:

$$L = \frac{(\pi N D)^2}{(l + 0,45 D - 0,01 \frac{D^2}{l})} 10^{-7}$$

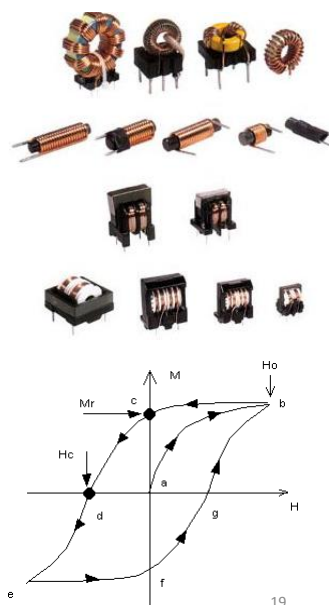
- Viszonylag kis induktivitást lehet így elérni elfogadható méretben.
- Alkalmazások: rádiótechnika, energetika.



18

1.1.3.d TEKERCSEK FERROMÁGNESES MAGGAL

- Jelentősen (többszörösére is) **növelhető a tekercs induktivitása** és energiatároló képessége, ha nagy permeabilitású anyaggal vesszük körül.
- Maganyagok:
 - **vaslemez**-csomag,
 - **ferrit** (vas-oxid),
 - **vaspor** ragasztóanyaggal.
- Általában nem előnyös a zárt mag, hanem szükséges némi **légrés** is.
- Gondok** a maggal:
 - járulékos **veszteségek** (histerézis, örvényáramok)
 - **telítés** (nagy áramnál csökken az induktivitás).



19

1.1.3.d TEKERCSEK FERROMÁGNESES MAGGAL - MÉRETEZÉSEK

- A maggal rendelkező tekercs **induktivitása**:

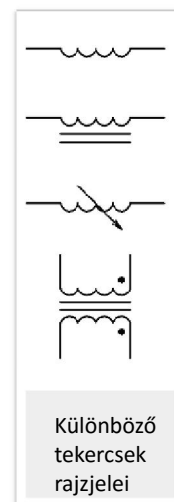
$$L = N^2 A_L = N^2 \mu_0 \frac{A_e}{l_0}$$

- N - a menetszám,
- A_L - az induktivitási tényező,
- μ_0 - a vákuum permeabilitása [$4\pi 10^{-7} \text{ H/m}$],
- A_e - a mag keresztmetszete,
- l_0 - a légrés magassága
- A szükséges **légrés-nagyság** (telítés elkerülése végett):

$$l_0 = \frac{\mu_0 N I_m}{B_m}$$

- A tekercs minőségét a **jósági tényező** fejezi ki:

$$Q = \frac{\omega L}{R_s}$$

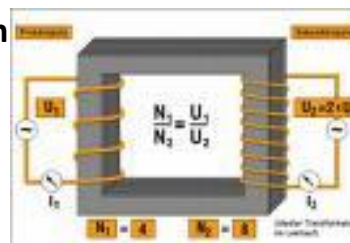


Különböző
tekercsek
rajzjelei

20

1.1.4.a TRANSZFORMÁTOROK - ALAPOK

- **Két vagy több tekercs közös magon** (mágnesesen csatolva).
- A **mag anyaga** vaslemez-csomag vagy ferrit.
- Nagyon ritkán mag nélkül: pl. indukciós hevítésnél.
- A tekercseket rendszerint lakkszigetelésű rézhuzalból készítik.
- A mágneses tér segítségével **energia vihető át** - galvanikus csatolás nélkül.
- A transzformátor **fő adatai**: névleges teljesítmény üzemi frekvencia, átviteli arány, csatolási tényező.
- Két tekercs esetén megközelítőleg érvényes:



<http://www.electronicstutorials.ws/transformer/transformer-basics.html>

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

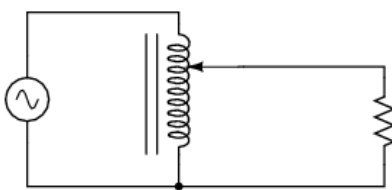
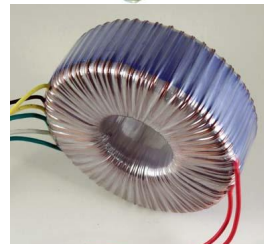
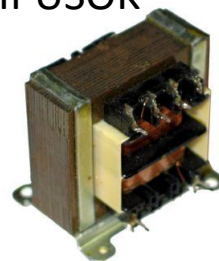
1.1.4.b TRANSZFORMÁTOROK - TULAJDONSÁGOK

- Az átvihető **teljesítményt** a **melegedés** és a mag **telítése** korlátozza.
- Az **üzemi frekvencia** elsősorban a mag anyagától függ:
 - A lemezelt **vasmag** max. $\times 100\text{Hz}$ -ig használható (egyébként túlmelegszik).
 - A **ferritek** alkalmasak több 10kHz -re, csökkentett indukció mellett több 100kHz -re vagy MHz -re is.
- A **csatolási tényező** a szórt tér nagyságától függ:
 - közel **egységnyi** csatolási tényező: az V_2/V_1 arány alig függ a terheléstől - pl. tápegységeknél előnyös;
 - **gyöngye** csatolás: V_2 jelentősen esik az I_2 növelésekor, előnyös pl. hegesztőtranszformátoroknál.

22

1.1.4.c TRANSZFORMÁTOROK - TÍPUSOK

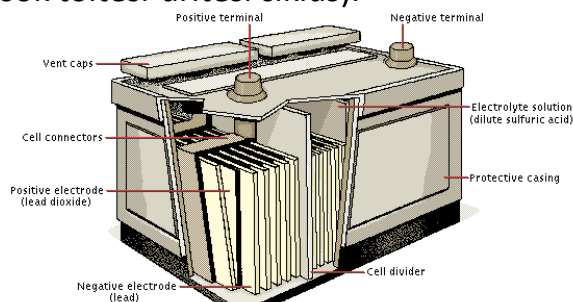
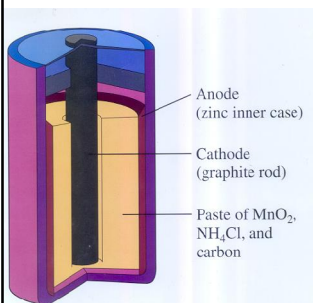
- **El vasmaggal** épített transzformátor: könnyen tekercselhető.
- **Toroid maggal** épített transzformátor: nagyon kis szórás, különleges gépekkel tekercselik.
- **Forgótranszformátor:** változtatható AC feszültségforrásként szolgál.



23

1.1.5.a VEGYI ÁRAMFORRÁSOK - ÁLTALÁBAN

- A villamos energia hosszabb távú tárolására kevés lehetőség kínálkozik - ezek közül az egyik a vegyi áramforrásokban történő tárolás.
- Szerkezet: lemezek valamilyen aktív vegyülettel+elektrolit (folyékony vagy kocsonyás anyag).
- Felosztás a felhasználások számát illetően:
 - szárazelemek (egy ürités),
 - akkumulátorok (sok töltési-ürítési ciklus).



[https://en.wikipedia.org/wiki/Battery_\(electricity\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Battery_(electricity))

24

1.1.5.a VEGYI ÁRAMFORRÁSOK - AKKUMULÁTOROK

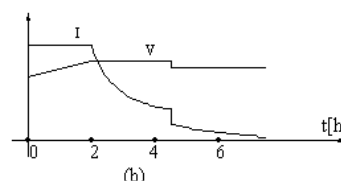
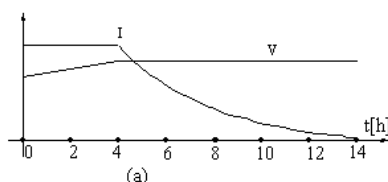
- Akkumulátorok **felosztása aktív anyag szerint**: Pb, NiCd, NiMH, Li-ion...
- Fő **jellemzők**: névleges feszültség, kapacitás, élettartam.
 - Névleges feszültség: általában cellánként mindössze 1-2V. Soros kötéssel telepeket készítenek.
 - Kapacitás: $I \cdot dt$ [Ah], függ az ürítő áram nagyságától.
 - Élettartam: töltési-ürítési ciklusok száma (100-1000) vagy évek.
- Típusok a **felhasználástól** függően: stand by, indító, vontató.



25

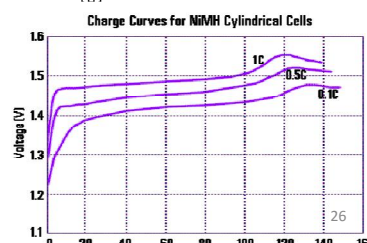
1.1.5.b VEGYI ÁRAMFORRÁSOK - AKKUMULÁTOROK TÖLTÉSE

- Szakértelmet és megfelelő berendezést igényel.
- Módszerek:
 - ólomakkumulátoroknál: IV és IVV módszer.



- NiCd akkumulátoroknál:
 dV/dt figyelése.

<http://pdfserv.maximintegrated.com/en/ds/MAX712-MAX713.pdf>



1.1.5.c VEGYI ÁRAMFORRÁSOK - SZÁRAZELEMEK

- Nem tölthetők - egyszeri használat.
- **Long life** típus: hosszú ideig tud kis áramot adni.
- **Heavy duty** típus: rövid ideig tud nagy áramot adni.
- Különböző méretek.
(kapacitástól függ).



27

1.1.6. HŰTŐK

- Elektromechanikai alkatrész
- Más alkatrészeket (főleg félvezetőket) **védenek** a túlmelegedéstől.
- Anyag: főleg **alumínium**, de minden más jó hővezető anyag számításba jöhet.
- Fő paraméter: **hő ellenállás** → $R_T = \frac{\Delta T}{P}$
- A hűtendő alkatrészt rendszerint el kell **szigetelni** a hűtőtől: csillámmal (törékeny!) vagy szilikon gumival.



28

<http://www.fischerelektronik.de/fileadmin/fischertemplates/download/Katalog/kuehlkoerper.pdf>

1.1.7. KAPCSOLÓK

- Az áramkörök egyes ágainak megszakítását végzik.
- **Működtetés** módja:
 - mechanikai,
 - elektromágneses,
 - hőhatás,
 - elektronikus.
- **Terhelhetőség:** vezetési áram, üresjáratú feszültség, kikapcsolási feszültség.
- Az **egyenáram megszakítása nehezebb** (nehezen alszik ki az érintkező között keletkező ív).

<https://www.digikey.com/product-search/en/switches>

29

1.1.7.a MECHANIKUS MŰKÖDTETÉSŰ KAPCSOLÓK

- Különböző kivitelek: többállású és többpólusú forgókapcsolók, DIL kapcsolók, mikrokapcsolók

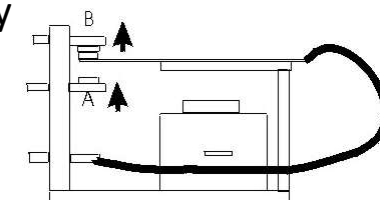
...



30

1.1.7.b ELEKTROMÁGNESES KAPCSOLÓK

- **Vezérlés** egyenárammal vagy váltóárammal.
- Egyenáram esetén az áram nem esik vissza behúzás után.
- Váltóáramnál visszaesik mert megnő az induktivitás a vasmag záródása miatt.
- **Hiszterézis** a vezérlésben: bekapcsolás nagyobb feszültségnél, kikapcsolás kisebbnél.



Relay Sequencing open frame relay

<https://en.wikipedia.org/wiki/Relay>



1.1.7.c HŐKAPCSOLÓK

- Általában a berendezés **hővédelmét** látják el.
- Túlmelegedés estén **lekapcsolják a forrást**.
- Ha lehül: visszakapcsolás automatikusan vagy kézzel.



<http://www.allelectronics.com/make-a-store/category/765/thermal-fuses-breakers-switches/1.html>

32

1.1.7.d ELEKTRONIKUS KAPCSOLÓK

- **Félvezető csatornát** nyitnak és zárnak megfelelő feszültséggel, árammal.
- Gyakran igény, hogy **ne legyen galvanikus csatolás** a vezérlő és a vezérelt áramkör között (pl. optikai vezérlés).

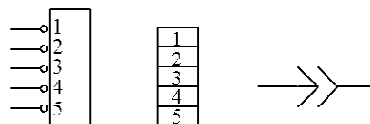


https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state_relay

33

1.1.8. CSATLAKOZÓK

- Bontható kapcsolat létrehozása az áramkörben.
- Csatlakoztatás/szétválasztás történhet feszültség alatt vagy feszültség nélkül (jobb).
- Típusok: sorkapcsok, konnektorok, dugaszok...
- Fontos paraméterek: az érintkezők száma, terhelhetőség (elsősorban árammal).
- Különböző rajzjelek:



34

1.1.8.a SORKAPCSOK

- Nyomtatott lapra való szereléshez.



- Huzalok összekötéséhez:



<https://www.phoenixcontact.com>

35

1.1.8.b KONNEKTOROK

- Kábelok csatlakoztatására: egymás között vagy nyomtatott lapra.



1.1.8.c DUGASZOK

- Kábelok csatlakoztatására: egymás között vagy nyomtatott lapra.



1.1.9. BIZTOSÍTÉKOK

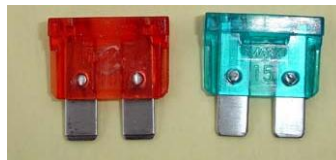
- Védelem túl-áram esetén (zárlat, túlterhelés) - leválasztjuk a fogyasztót az energiaforrásról.
- A félvezetők többségét nem lehet biztosítékkal védeni (lassú kioldás), de a nyomtatott lapokat, kapcsolókat, kábeleket... igen.
- Típusok:
 - olvadó-,
 - elektromágneses- és
 - hő-biztosítékok.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Fuse_\(electrical\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Fuse_(electrical))



1.1.9.a OLVADÓBIZTOSÍTÉKOK

- Az olvadóbiztosítóban egy szándékosan meggyöngített vezetőlánc halad keresztül az áram.
- Túlterhelés esetén a vékony vezető elolvad és megszakítja az áramkört.
- Típusok: üveg, lapos, kerámia.



39

1.1.9.b ELEKTROMÁGNESES BIZTOSÍTÉKOK

- A rajtuk átfolyó áram mágneses teret és vonzóerőt hoz létre.
- A kritikus áramérték felett megtörténik a kikapcsolás.
- Lehetséges a visszakapcsolás (kézzel) - de csak a hiba elhárítása után.
- FID kapcsoló - a földzárlatra reagál.

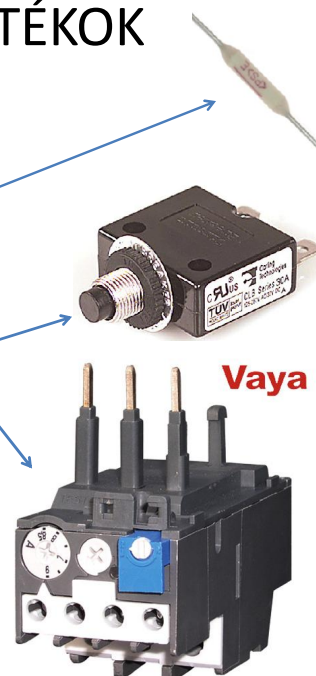


https://en.wikipedia.org/wiki/Residual-current_device

40

1.1.9.c HŐBIZTOSÍTÉKOK

- Típusok:
 - olvadó (alacsony hőmérsékleten olvadó ötvözzel - egyszeri használatra),
 - ikerfémes (két összesajtott fémlemez görbülésén alapszik) .
- Az ikerfémes hőbiztosítékok reagálhatnak:
 - az átfolyó áramra,
 - a környezet hőmérsékletére.



1.1.9.d BIZTOSÍTÉKOK MEGVÁLASZTÁSA

- Kritériumok:
 - áram,
 - feszültség,
 - hőmérséklet (hőbiztosítékoknál)
- Feszültség: az az érték, amely megjelenik a biztosítékon kioldás közben és utána.
- Könnyebb megszakítani a váltóáramot (nagyobb feszültség esetén is kialszik az ív).

1.1.10. ÉRZÉKELŐK (SZENZOROK)

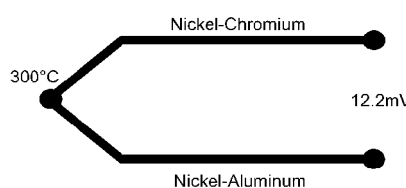
- Nem villamos jellegű fizikai mennyiségeket alakítanak villamos jelekké.
- Fizikai mennyiségek: hőmérséklet, elmozdulás (eltolás, fordulás, nyúlás), nyomás, fény vagy egyéb elektromágneses sugárzás, mágneses tér...
- Célok: mérés, kijelzés, szabályzás, feldolgozás.

<http://www.ti.com/lscs/ti/analog/sensors/overview.page>

43

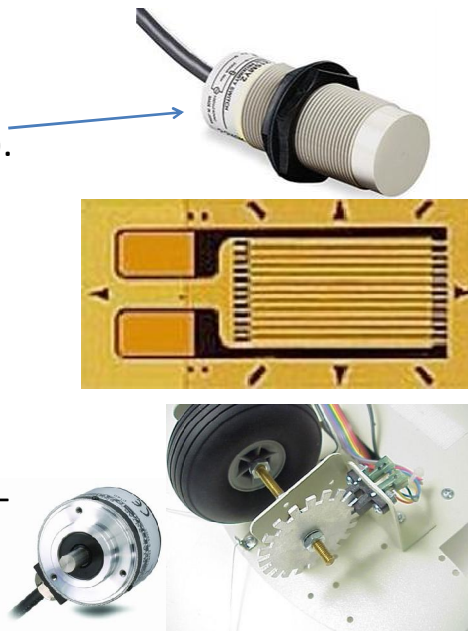
1.1.10.a HŐÉRZÉKELŐK

- Típusok:
 - **NTC és PTC ellenállások** (korábban ismertek),
 - **hőelemek**: két különböző huzalt hegesztenek össze az egyik végükön, a másik végükön mért feszültség arányos a hőmérséklet-különbséggel: $\Delta U = k \cdot \Delta T$



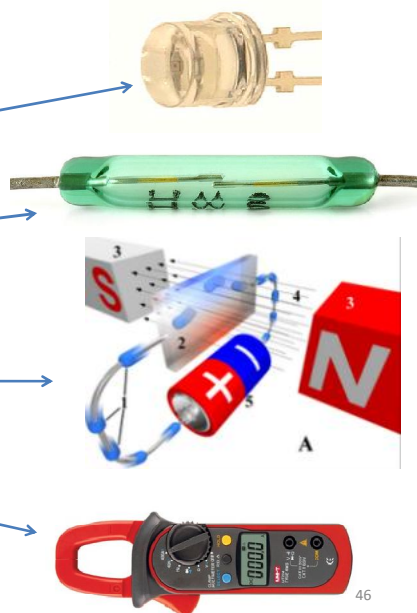
1.1.10.b ELMOZDULÁS-ÉRZÉKELŐK

- Potenciométerek.
- Induktív érzékelők és kapcsolók (van kapacitív is).
- Mérőbéllyek: terhelési deformációk hatására változik az ellenállás - kis változás - precíz jelfeldolgozást igényel - elektronikus mérlegekhez.
- Enkóderek: digitális jeladó - egy tárcsa elmozdulását érzékeli.



1.1.10.c EGYÉB ÉRZÉKELŐK

- Fény érzékelése - általában félvezető eszközökkel.
- Mágneses tér érzékelése:
 - reed kapcsoló
 - Hall-féle érzékelő (lineáris és kapcsoló típusú).
- A mágneses tér érzékelését gyakran árammérésre használjuk.



1.1.11. VEZETÉKEK ÉS KÁBELEK

- Különböző áramköri egységek összekötésére szükségesek.
- Az áramot vezető rész rendszerint réz, ritkán alumínium vagy más fém.
- A szigetelőanyag lehet:
 - lakk (kis helyet foglal, motorok, transzformátorok tekercselésére),
 - PVC (olcsó, nagy átütési szilárdság, 0...70 °C),
 - poli-etilén (kis veszteség magas frekvencián),
 - gumi (tűri a magas hőmérsékletet),
 - selyem...
- Adatok: az erek száma, keresztmetszete, tömör vagy sokszálas szerkezet, szigetelőrendszer.

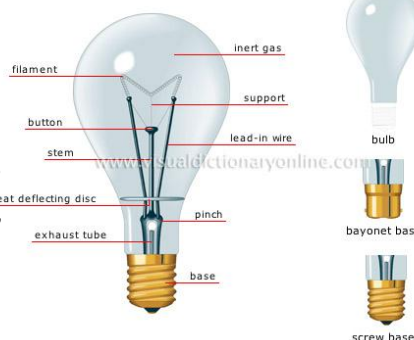


<https://en.wikipedia.org/wiki/Cable>

47

1.1.12.a FÉNYFORRÁSOK

- Ízzólámpák: alacsony hatásfok, kontinuális színek, feszültségre érzékeny, rövid élettartam.
- Fénycsövek: jobb hatásfok, hosszabb élettartam, diszkrét színek, nem kapcsolhatók közvetlenül hálózatra (gyújtás, áramstabilizálás).

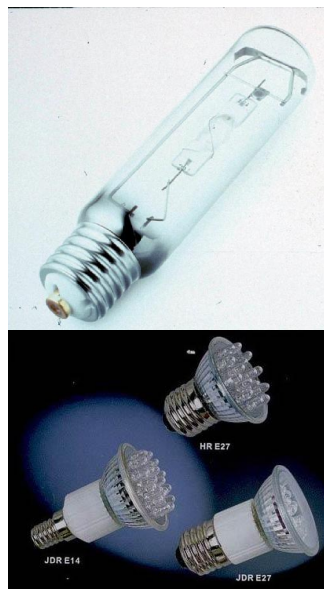


https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_light_sources

48

1.1.12b FÉNYFORRÁSOK

- Nagynyomású kisülőlámpák: jó hatásfok, hosszú élettartam:
 - higanylámpák – utcai megvilágítás,
 - nátriumlámpák – sárgás fény, közlekedési csomópontoknál,
 - fém-halogén lámpák – nappali fény (stúdiók, sportarénák...)
- LED világítótestek: félvezetős megoldások, most vannak feltörőben, jó hatásfok, hosszú élettartam, jól irányítható sugárzás.



49

1.1.13. DOBOZOK

- Elektronikai készülékek szerelésére.
- Mechanikai védelem.
- Anyag:
 - műanyag: egyben szigetel is, olcsó, tetszetős, de rosszul hűl.
 - fém (acél vagy alumínium): erősebb szerkezet, nagyobb berendezésekhez, kötelező a védőföldelés.



<http://www.worldstart.com/plastic-or-metal-which-is-better-for-electronics/>



Vége az 1.1. résznek
(PASSZÍV ALKATRÉSZEK)

51