



# ANALÓG ELEKTRONIKA

## ELŐADÁS

2011-2012 tanév, II. félév

AUTOMATIZÁLÁS ÉS IPARI INFORMATIKA  
SZÁMÍTÁSTECHNIKA  
TÁVKÖZLÉS

## ÓRASZÁMOK

- AUTOMATIZÁLÁS ÉS IPARI INFORMATIKA
  - hetente 2 óra előadás, 2 óra labor
  - kéthetente 2 óra szeminárium
- SZÁMÍTÁSTECHNIKA
  - hetente 2 óra előadás, 2 óra labor
  - kéthetente 2 óra szeminárium
- TÁVKÖZLÉS
  - hetente 2 óra előadás, 2 óra labor
  - kéthetente 2 óra szeminárium



## OKTATÓK

- Előadás (mindhárom szaknak):
  - dr. DOMOKOS József, egyetemi adjunktus
  - 227B iroda, 113 Elektronika labor
  - domi@ms.sapientia.ro
- AUTOMATIZÁLÁS ÉS IPARI INFORMATIKA
  - labor: PAPP Sándor egyetemi adjunktus (spapp@ms.sapientia.ro)
  - szeminárium: dr. DOMOKOS József
- SZÁMÍTÁSTECHNIKA
  - labor és szeminárium: dr. DOMOKOS József
- TÁVKÖZLÉS
  - labor: dr. DOMOKOS József



## OKTATÁSI ANYAGOK

- Sapientia EMTE elektronika laborjának a honlapja: <http://mhk.sapientia.ro/elektronika/>
- Előadás:
  - Félvezeto eszközök és áramkörök I - Germán-Salló Zoltán
  - Félvezeto eszközök és analóg elektronika - Domokos József (kézirat)
    - user: diak
    - password: elsoev
- Laborgyakorlatok: Analóg elektronika 1 elnevezés alatt



# AJÁNLOTT KÖNYVÉSZET

- a Kar könyvtárában

(<http://193.16.218.70/monguz/index.jsp>):

- Analóg és digitális áramkörök / U. Tietze, Ch. Schenk, cop. 1993
  - csak az ide tartozó fejezetek
- Digitális és analóg technika : informatikusoknak : nyitott rendszerű képzés - távoktatás - oktatási segédlete : felsőoktatási tankönyv / Szittyá Ottó, 2001-2002
  - csak az analóg elektronika kötet
- Dispozitive electronice / Thomas L. Floyd ; trad. de Alina Teodoru, 2003
  - román nyelvű



# LABORGYAKORLATOK

1. Áramköri elemek
  2. Ohm és Kirchoff törvényei
  3. Félvezető diodák
  4. Egyenirányítás
  5. Bipoláris tranzisztorok
  6. Bipoláris tranzisztorok kapcsoló üzemmódja
  7. Feszültségstabilizátorok
  8. Kisjelű erősítő
  9. Térvezérlésű tranzisztorok
  10. Optoelektronikai eszközök
  11. Többátmenetes félvezető eszközök
  12. Műveleti erősítők 1
  13. Műveleti erősítők 2
- Minden laborgyakorlat elvégzése kötelező



# ELŐADÁS TEMATIKA

- Áramköri elemek osztályozása
- Paszív áramköri elemek (ellenállások, kondenzátorok, tekercsek - transzformátorok) szimbolumai, fontos paraméterek, mértékegységek, jelölések
- **Ellenállások**
  - névleges ellenállás, mértékegység, többszörösök
  - tűréshatár
  - névleges teljesítmény
  - ellenállás típusok
  - színkód
- **Kondenzátorok**
  - névleges kapacitás, mértékegység, tört részek
  - tűréshatár
  - névleges feszültség
  - kondenzátor típusok
  - színkód
  - síkkondenzátorok kapacitása
  - kondenzátorok viselkedése váltoáramú kapcsolásokban, kapacitív reaktancia
- **Tekercsek, transzformátorok**
  - névleges induktivitás, mértékegység
  - tekercs típusok
  - transzformátor típusok
  - tekercsek viselkedése váltóáramú kapcsolásokban, induktív reaktancia



# ÁRAMKÖRI ELEMEEK

- Az elektronikai áramkörök *áramköri elemekből* épülnek fel.
- Az áramköri elemeket két osztályba sorólhatjuk:
  - • *aktív áramköri elemek:  $T$*
  - • *passzív áramköri elemek:  $R, C, L$*
- Aktiv áramköri elemek azok, amelyek képesek a bemeneti jelet felerősíteni.
- Az általatok eddig tanulmányozott elektronikai elemek *passzív áramköri elemek*. Ezen áramköri elemek fő paramétereit foglalja össze ez az előadás. Bővebben a Távközlés szak fog ezekről tanulni a Passzív eszközök és áramkörök előadáson.

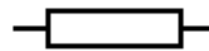




# ELLENÁLLÁSOK

- Az ellenállások egyezményes jelét az alábbi ábra szemlélteti:

R



*1 Ábra: Az ellenállások egyezményes jele*



# AZ ELLENÁLLÁSOK FŐBB PARAMÉTEREI

- *Névleges ellenállás (R ):*
- *Meghatározás:*
  - **A névleges ellenállás az az  $\Omega$ -ban kifejezett érték amelyet a gyártó cég az ellenálláson megjelöl. A jelölés lehet színkoddal, betű és számkoddal vagy teljesen kiírva.**
- Mértékegységük az Ohm( $\Omega$ ).
- A használatos ellenállások értékei néhány Ohmtól több száz M $\Omega$ -ig terjednek.
- Az  $\Omega$  többszörösei:
  - $1 \text{ k}\Omega = 10^3 \Omega$
  - $1 \text{ M}\Omega = 10^6 \Omega$



# AZ ELLENÁLLÁSOK FŐBB PARAMÉTEREI

- *Tűrészatár (tolerancia) (t):*
- *Meghatározás:*
  - **Az ellenállások tűrészatára az a százalékban kifejezett érték amely megadja a névleges ellenállás értékétől való legnagyobb megengedett eltérést. Ezt az eltérést százalékban [%] adják meg.**
- A gyártási folyamat végén azok az ellenállások amelyek értékei nagyobb eltérést mutatnak a névleges ellenállásértéktől mint amennyit az adott tűrészatáruk megenged, selejtnék minősülnek.
- A tűrészatárt pontossági osztálynak is szokták nevezni.
- Például egy  $R = 10 \text{ k}\Omega$  névleges értékű és 10 % tűrészatárú ellenállás mért értéke a  $[9 \text{ k}\Omega, 11\text{k}\Omega]$  intervallumban kell legyen.



# AZ ELLENÁLLÁSOK FŐBB PARAMÉTEREI

- Névleges teljesítmény (P):
- *Meghatározás:*
  - **Az ellenállások névleges teljesítménye az a legnagyobb megengedett teljesítményérték amely mellett az ellenállás hosszú ideig működhet anélkül, hogy paramétereire irreverzibilis (megfordíthatatlan) módon megváltoznának.**
- A névleges teljesítmény mértékegysége a Watt [W].  
Értékét az alábbi összefüggésekkel lehet kiszámítani:

$$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = I^2 \cdot R$$

- A gyakorlatban használatos ellenállások névleges teljesítménye pár tízed W - tol néhány W értékig terjednek.



## ELLENÁLLÁSOK OSZTÁLYOZÁSA

- Az ellenállások két nagy osztályba sorolhatók:
  - fix értékű ellenállások
  - változtatható értékű ellenállások
- A fix értékű ellenállások névleges ellenállását a gyártási folyamat során meghatározzák, és ezt az értéket soha nem változtathatják meg működésük során.



# VÁLTOZTATHATÓ ÉRTÉKŰ ELLENÁLLÁSOK

- A változtatható értékű ellenállások további két osztályba sorolhatók:
  - változtatható értékű ellenállások (potenciométerek)
  - hangolható ellenállások



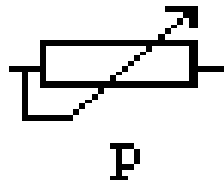
## VÁLTOZTATHATÓ ÉRTÉKŰ ELLENÁLLÁSOK

- A *változtatható értékű ellenállások* vagy *potenciométerek* ellenállása nagy intervallumban módosítható. Ezek általában az elektronikai műszerek előlapjára kerülnek, könnyen elérhető helyekre szerelik őket, és a műszerek működése közben is változtathatóak.
- A potenciométerek ellenállása lineáris (*LIN*) vagy logaritmikus (*LOG*) görbe alapján változhat. A logaritmikus potenciométereket hangerő szabályozásra használják az emberi fül logaritmikus intenzitásérzete miatt.



# VÁLTOZTATHATÓ ÉRTÉKŰ ELLENÁLLÁSOK

- Áramköri jelölésüket az alábbi ábra szemlélteti:



2. Ábra: A potenciométerek egyezményes jele





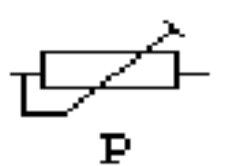
## HANGOLHATÓ ÉRTÉKŰ ELLENÁLLÁSOK

- A *hangolható ellenállások* értéke csak egy szűk intervallumban módosítható, a névleges ellenállás környékén. Értéküket ritkán változtatják (például az elektronikai műszerek működésbe helyezésekor vagy etalonálásakor), és csak segédeszköz (csavarhúzó) segítségével tehetjük ezt meg.
- Elhelyezésüket illetően azt mondhatjuk, hogy általában nincsenek a felhasználók számára könnyen elérhető helyeken.

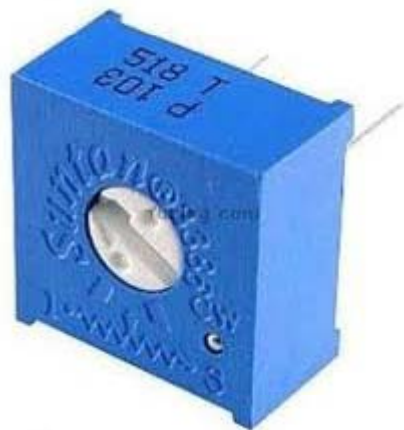


# HANGOLHATÓ ÉRTÉKŰ ELLENÁLLÁSOK

- Áramköri jelölésüket az alábbi ábra szemlélteti:



3. Ábra: A hangólható ellenállások egyezményes jele



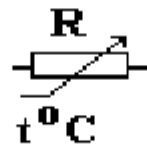
## NEM LINEÁRIS ELLENÁLLÁSOK

- Léteznek olyan ellenállások is amelyek értéke nem mechanikai beavatkozás során változik hanem valamilyen más elektromos vagy nem elektromos mennyiség hatására.
- Ezeknek az ellenállásoknak a karakterisztikái általában nem lineárisak.
- Ilyen ellenállások a:
  - *termisztorok*
  - *varisztorok*
  - *fényérzékeny ellenállások (fotoellenállások)*



## TERMISZTOROK

- *A termisztorok olyan nemlineáris ellenállások, amelyek ellenállása a hőmérséklet függvényében változik ( $R = f(t^{\circ}\text{C})$ ).*
- A termisztorok áramköri jelölése a 4. ábrán látható:

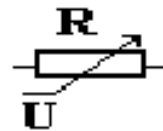
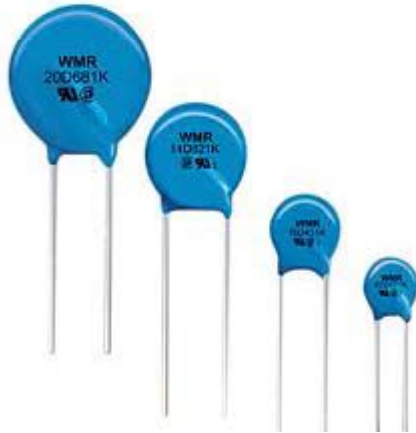


4. Ábra: A termisztorok áramköri jelölése



## VARISZTOROK

- *A varisztorok olyan nem lineáris ellenállások, amelyek ellenállása a rajtuk eső feszültség függvényében változik ( $R = f(U)$ ).*
- A varisztorok áramköri jelölése az alábbi ábrán látható:

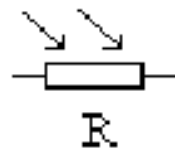


5. Ábra: A varisztorok áramköri jelölése



## FOTOELLENÁLLÁSOK

- *A fotoellenállások (fényérzékeny ellenállások) olyan nemlineáris ellenállások, amelyek ellenállása a rájuk eső fény intenzitása függvényében változik ( $R = f(\Phi)$ ).*
- A fotoellenállások áramköri jelölése az alábbi ábrán látható:

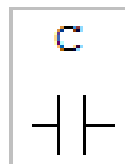


6. Ábra: A fotoellenállások áramköri jelölése



# KONDENZÁTOROK

- A kondenzátorok egyezményes jele az alábbi ábrán látható:



7. Ábra: A kondenzátor áramköri jelölése



# A KONDENZÁTOROK FŐBB PARAMÉTEREI

- Névleges kapacitás (C ):
- *Meghatározás:*
- **A névleges kapacitás az a *Faradban* kifejezett érték amelyet a gyártó cég a kondenzátoron megjelöl. A jelölés történhet színkóddal, betű és számkóddal vagy teljesen kiírva.**
- Mértékegysége a Farad (*F*). A gyakorlatban használatos kondenzátorok értékei a Farad tört részeivel egyenlőek.
  - $1 \mu F = 10^{-6} F$
  - $1 nF = 10^{-9} F$
  - $1 pF = 10^{-12} F$





# A KONDENZÁTOROK FŐBB PARAMÉTEREI

- *Tűrészatár (tolerancia) (t):*
- *Meghatározás:*
- **Az kondenzátorok tűrésatára az a százalékban [%] kifejezett érték amely megadja a névleges kapacitás értékétől való legnagyobb megengedett eltérést.**



## A KONDENZÁTOROK FŐBB PARAMÉTEREI

- Névleges feszültség ( $U$ ):
- *Meghatározás:*
- **A kondenzátorok névleges feszültsége az a legnagyobb megengedett egyenfeszültség érték (vagy egy váltakozó feszültség effektív értéke) amely mellett a kondenzátor hosszú ideig működhet anélkül, hogy paramétereit megfordíthatatlan módon megváltoznának.**



## KONDENZÁTOROK OSZTÁLYOZÁSA

- A kondenzátorokat két csoportba sorolhatjuk, az ellenállásokhoz hasonlóan:
  - fix értékű kondenzátorok
  - változtatható értékű kondenzátorok
- A fix értékű kondenzátorok névleges kapacitását a gyártási folyamat során meghatározzák, és ezt az értéket soha nem változtathatják meg működésük során.
- A változtatható értékű kondenzátorok az ellenállásokhoz hasonlóan további két osztályba sorolhatjuk:
  - változtatható kapacitású kondenzátorok
  - hangolható kondenzátorok (*trimmer*)



# VÁLTOZTATHATÓ ÉRTÉKŰ KONDENZÁTOROK

- A *változtatható kapacitású kondenzátorok* értéke nagy intervallumban módosítható. Ezek általában az elektronikai műszerek előlapjára kerülnek, könnyen elérhető helyre, és a műszerek működése közben is többször változtathatóak. Áramköri jelölésüket az alábbi ábra szemlélteti:



8. Ábra: *Változtatható kapacitású kondenzátor áramköri jelölése*



# HANGOLHATÓ ÉRTÉKŰ KONDENZÁTOROK

- A *hangolható kondenzátorok* értéke csak egy szűk intervallumban módosítható, a névleges kapacitás környékén. Értéküket ritkán változtatják (például az elektronikai műszerek működésbe helyezésekor vagy etalonálásakor), és csak segédeszköz segítségével tehetjük ezt meg.
- Elhelyezésüket illetően azt mondhatjuk, hogy általában nincsenek a felhasználók számára könnyen elérhető helyeken.
- Áramköri jelölésüket az alábbi ábra szemlélteti:

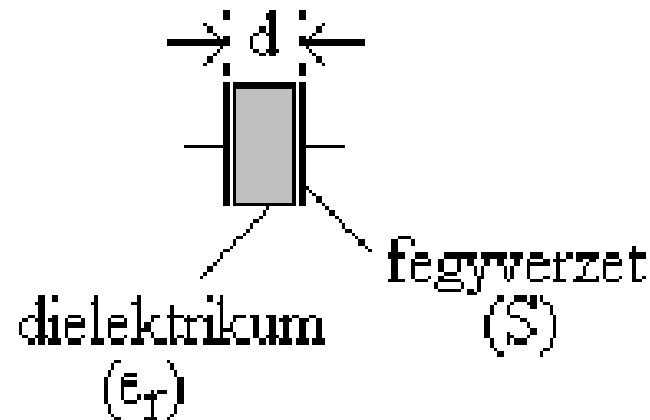


9. Ábra: *Hangolható kondenzátor*  
áramköri jelölése



## A SÍKKONDENZÁTOR KAPACITÁSA

- Egy síkkondenzátor felépítését az alábbi ábra segítségével tanulmányozhatjuk:



10. Ábra: Síkkondenzátor felépítése

- Az ábrán látható kondenzátor kapacitását az alábbi összefüggéssel számíthatjuk ki:

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot S}{d}$$



# A SÍKKONDENZÁTOR KAPACITÁSA

$$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot S}{d}$$

- $\varepsilon_0$  – a légüres tér permittivitása ( $\varepsilon_0 = 8.8541878176 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ )
- $\varepsilon_r$  – a dielektrikum relatív permittivitása
- $S$  – a fegyverzetek felülete
- $d$  – a fegyverzetek közötti távolság



## DIELEKTRIKUM

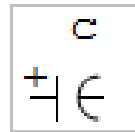
- A *dielektrikum* (a fegyverzetek között található szigetelő anyag) több anyagból készülhet:
  - papír
  - levegő
  - műanyag
  - kerámia
  - fém oxid





# ELEKTROLITIKUS KONDENZÁTOROK

- Külön jelölése van az *elektrolitikus kondenzátoroknak*, hiszen ezek esetén a polaritást is fel kell tüntetni.



**11. Ábra:** Az *elektrolitikus kondenzátorok* áramköri jelölése



# KONDENZÁTOROK VISELKEDÉSE VÁLTÓÁRAMÚ KAPCSOLÁSOKBAN

- Váltóáramban a kondenzátorokat a kapacitív reaktancia ( $X_c$ ) értéke jellemzi. Ezt az értéket az alábbi összefüggéssel számíthatjuk ki:

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$



# TEKERCESEK

- A tekercseknek két egyaránt elfogadott egyezményes jelük van. Az alábbi ábra szemlélteti őket.



*12. Ábra: A tekercsek egyezményes jelei*

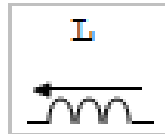


## TEKERECSEK PARAMÉTEREI

- A tekercsek legfontosabb paramétere az *induktivitásuk* (L).
- Az induktivitás mértékegysége a Henry.
- Általában a gyakorlatban mH nagyságrendű tekercseket használnak.
  - $1 \text{ mH} = 10^{-3} \text{ H}$



# VÁLTOZTATHATÓ INDUKTIVITÁSÚ TEKERECSEK



*13. Ábra: Változtatható induktivitású tekercs  
egyezményes jele*



# TEKERECSEK VISELKEDÉSE VÁLTÓÁRAMÚ KAPCSOLÁSOKBAN

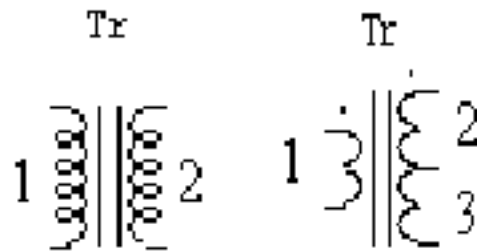
- Váltóáramban az *induktív reaktancia* jellemzi a tekercseket. Értéke az alábbi összefüggéssel számítható ki:

$$X_L = \omega L = 2\pi fL$$



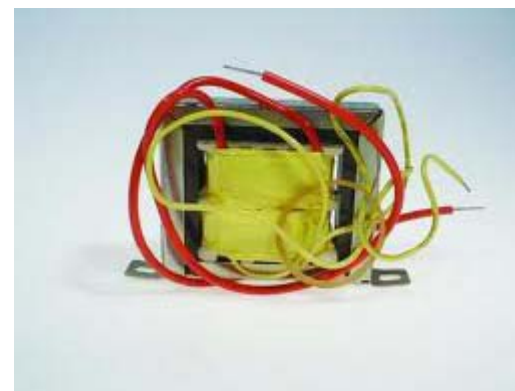
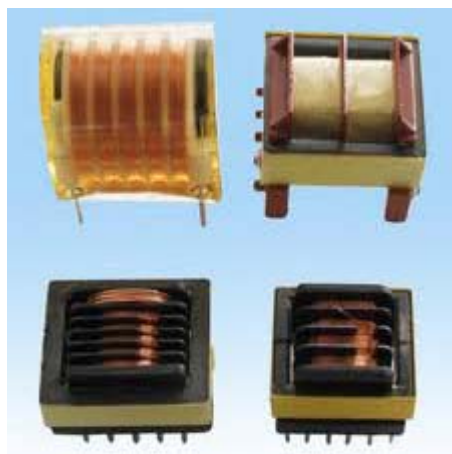
# TRANSZFORMÁTOROK

- A *transzformátorok* két vagy több tekercsből épülnek fel:
  - *primer (1)*
  - *szekunder (2)(3)*
- Előfordulhat, hogy egy transzformátornak több szekundér tekercse van, vagy a szekunder tekercsnek középleágazása van. Ilyenkor több kimeneti feszültséget kaphatunk a szekunder tekercsről.



14. Ábra: A transzformátorok áramköri jelölése

# FESZÜLTÉS CSÖKKENTŐ TRANSZFORMÁTOROK





# FESZÜLTÉSÉG NÖVELŐ TRANSZFORMÁTOROK



# ELŐADÁS TEMATIKA

- Ohm és Kirchoff törvényeinek ismételése
  - Ohm törvénye
  - Kirchoff csomópont törvénye
  - Kirchoff huroktörvénye
- Ellenállások soros, párhuzamos kapcsolása, eredő ellenállás
- Alapáramkörök:
  - feszültségosztók
  - áramosztók
- Kondenzátorok soros, párhuzamos kapcsolása, eredő kapacitás
- Elektronikában használt jelek (feszültségek, áramok)
  - mértékegységek
  - szinuszosan váltakozó jel
  - négyszögjel
  - háromszögjel
- Feszültségek és áramerősségek mérése



