

# Ellenállások

## Alkalmazás

- áramkorlátozás
- feszültség beállítás, feszültségosztás
- fűtőtest, fűtőellenállás

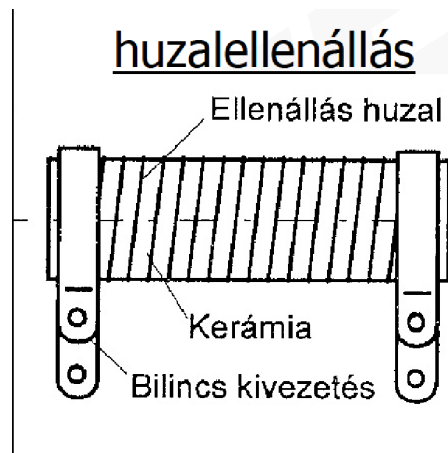
## Fajtái

*Ellenállás szerint*

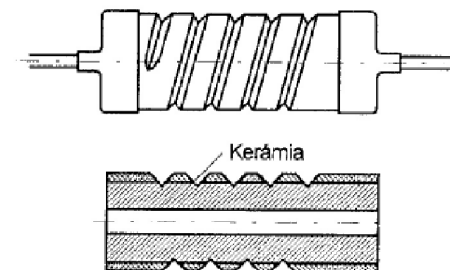
- állandó értékű
- változtatható értékű
- speciális (termisztorok, varisztorok, mágneses ellenállások)

*Felépítés szerint*

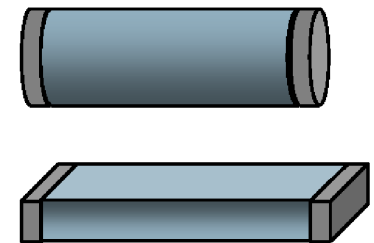
- réteg
- huzal
- tömör (tömbi)  
ma már nem gyártják  
(öregszik,  
zajos)



rétegellenállás  
(fém vagy szén)



tömbellenállás  
(speciális ötvözetek)



# Rétegellenállások

Felépítésük:

- hordozó (kerámia)
- ellenállás réteg:
  - lakk: ma már nem gyártják (öregszik, zajos)
  - szén: ma már nem gyártják (öregszik, zajos)
  - fém
- kivezetések
- szigetelő bevonat

## *Fémréteg ellenállások*

Vákuumpárologtatással vagy porlasztással készül.

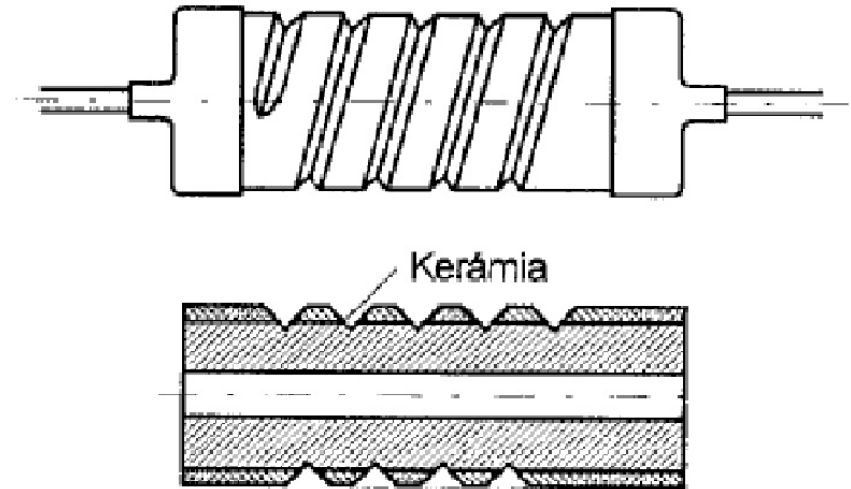
Jellemző anyagok: Ni-Cr, Ni-Cr-Al, Cr-Au, Ta, tantál-nitrid, cermet (fém, fénoxid, üvegpórá és adalékok keveréke szinterelve - MΩ-os ellenállások).

Köszörülés, ma már lézeres beégetés: 3 nagyságrend ellenállásváltozás a menetszám függvényében.

Spirális szerkezet – parazita induktivitás és kapacitás.

Induktív szegény ellenállás: vágás hosszirányban.

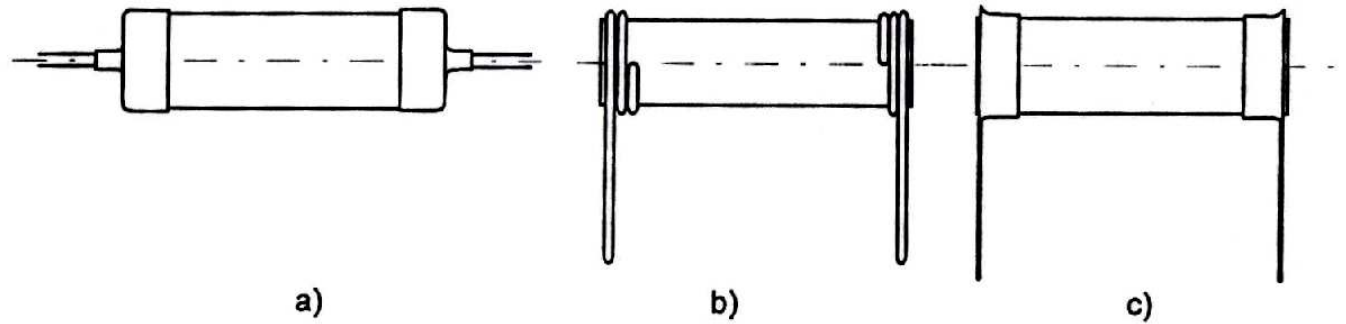
Határfeszültség: menetek közötti átütés megelőzése.



## Kivezetések

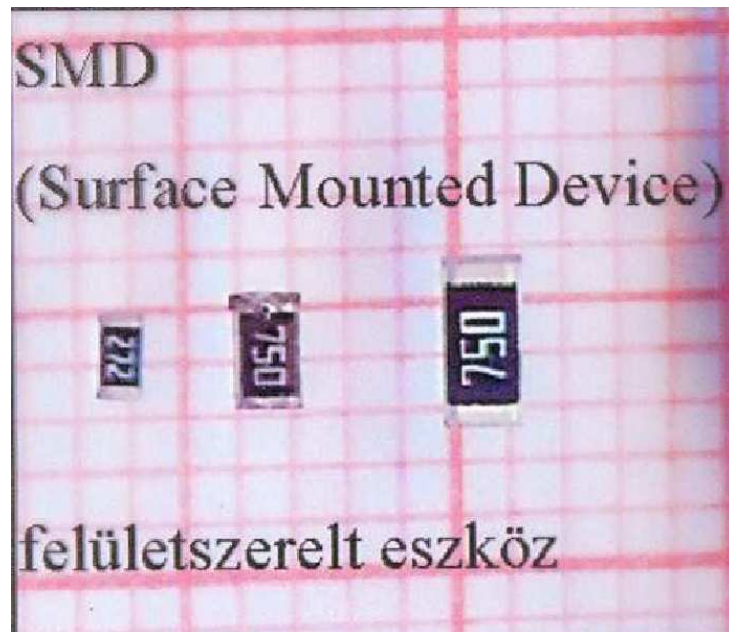
Axiális huzal, radiális huzal, radiális szalag, bilincs.

Felületszerelt alkatrészek (SMD) esetén forrasztanyag az ellenállások végein.



1.15. ábra

Rétegenállás a) axiális huzal-, b) radiális huzal-, és c) radiális szalag-kivezetéssel



Bilincs kivezetés

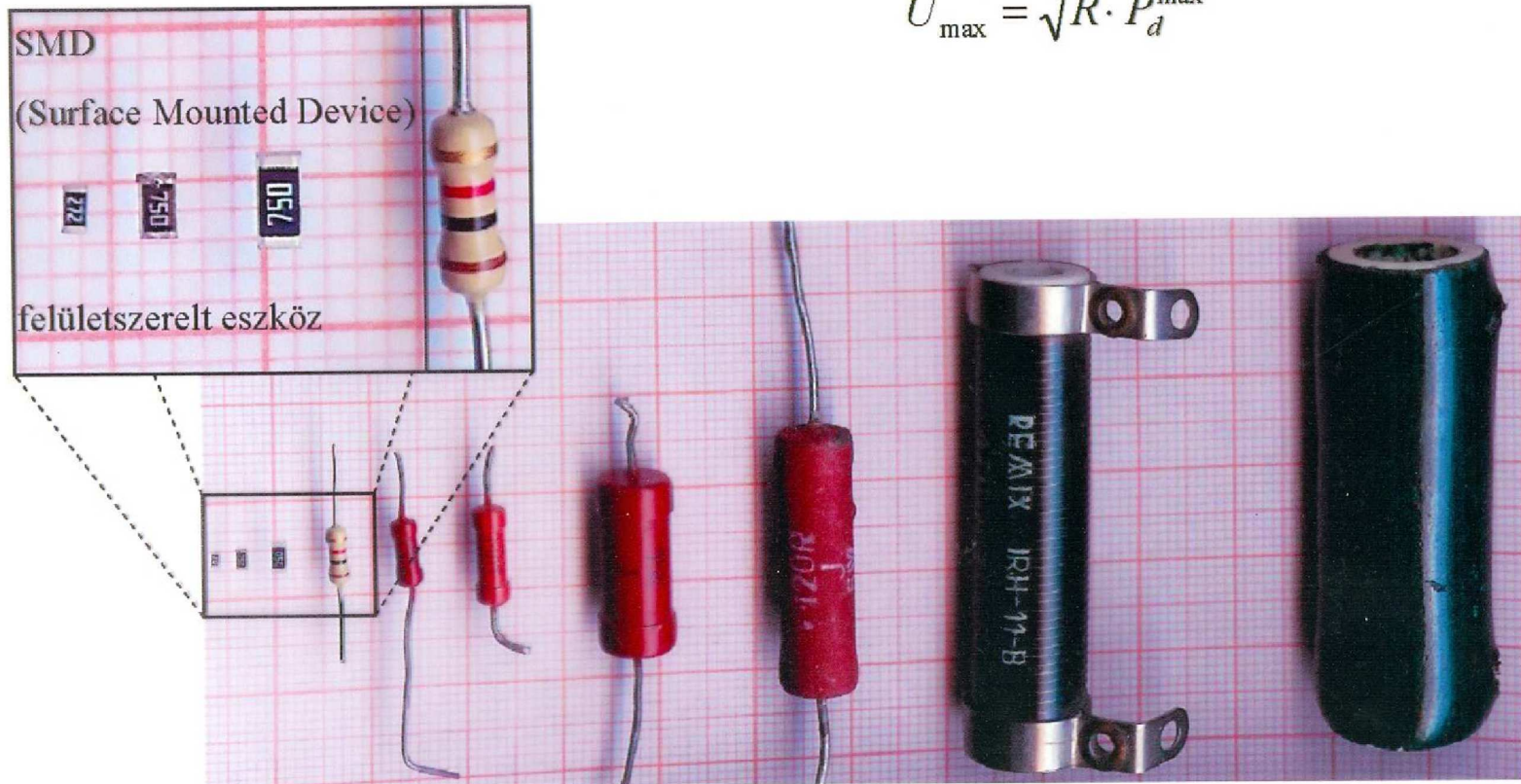
## Méret és terhelhetőség

Az ellenállás mérete a terhelhetőség függvénye: a környezet és az ellenállás hőmérséklete közötti különbség a leadott teljesítménytől és az ellenállás felületétől, valamint az ellenállást körülvevő közegtől függ.

- Szabványos  $P_d^{\max}$  értékek: 0.05 W, 0.1 W, 0.25 W, 0.5 W, 1 W, 2W, 5W, 10W ...

(disszipált telj.:  $P_d = U^2/R = I^2R$ )

$$U_{\max} = \sqrt{R \cdot P_d^{\max}}$$



# Huzalellenállások

Speciális célokra, főként fűtőellenállásként, fűtőtestként használják, valamint pontos ellenállásértékek megvalósítására.

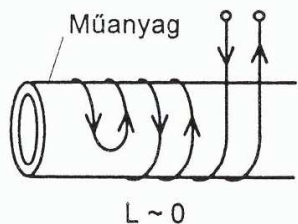
Néhányszor 10 k $\Omega$ -ig (kereskedelmeben 22 k $\Omega$ -ig).

Nagy teljesítmény, néhányszor 100 W.

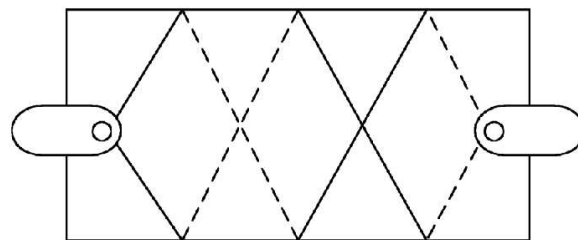
Konstantán, mangánin vagy krómnikkel huzal kerámia csévetesten. Kis teljesítményű ellenállások műanyag csévetesten is készülhetnek.

Nagy szórt induktivitás csökkentése:

- bifiláris tekercselés (duplán vezetik a huzalt, egyik ágban oda, a másikban visszafelé folyik az áram),
- keresztezett (méhsejt) tekercselés
- Chaperon tekercselés



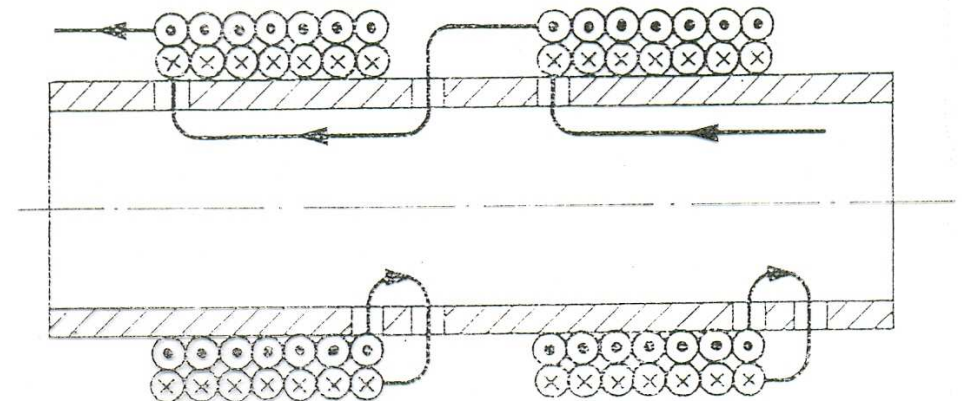
a)



b)

1.11. ábra

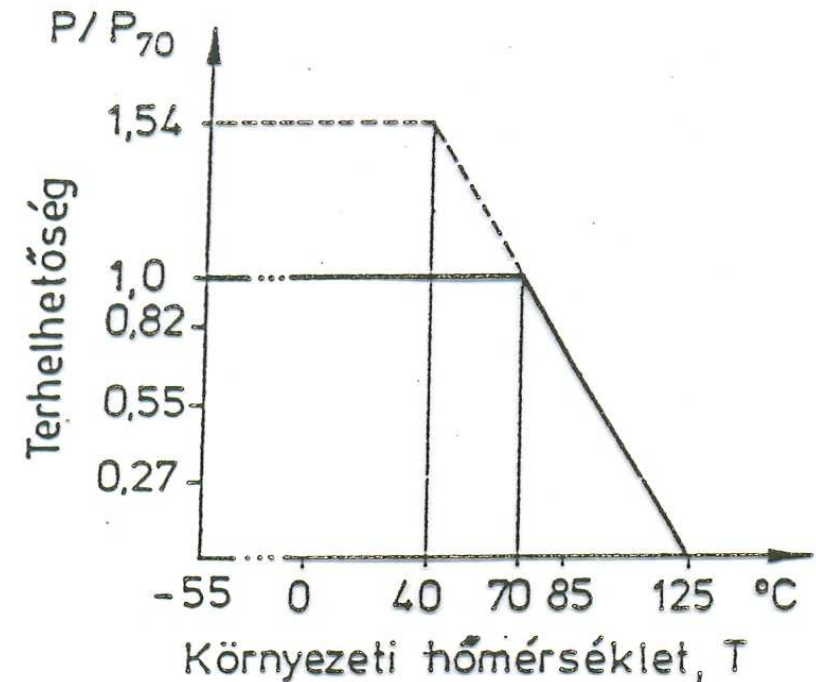
a) Bifiláris tekercselés b) Keresztezett tekercselés



Chaperon-tekercselés

## Jellemző paraméterek

- névleges érték,
- tűrés: E sorok (lásd lent)
- terhelhetőség: max. disszipált teljesítmény (lásd fent)  
 $P_{\max} = UI = I^2 R = U^2 / R$   
A terhelhetőség hőmérséklet függő.
- határfeszültség (váltóáram vagy impulzus üzem)
- klimatikus adatok: max. üzemi, környezeti hőmérséklet, páratartalom, max. forrasztási hőmérséklet
- szerkezeti jellemzők: méret, kivezetés



Az ellenállás terhelhetősége a környezeti hőmérséklet függvényében

## Ellenállás és kapacitás sorok

A névleges értékek ( $R_n$ ) és a tűrés ( $k$ ) kiválasztásának szempontjai:

1., ne legyen selejtes érték

2., ugyanazok a névleges értékek legyenek nagyságrendenként (pl. 4,7  $\Omega$ , 47  $\Omega$ , 470  $\Omega$ , 4,7 k $\Omega$ , stb.).

Az első szempont feltétele, hogy a tűrés tartományok összeérjenek (vagy átlapoljanak). Mértani sorok elégítik ki:

$$R_n = R_1 q^{n-1}$$

ahol

$$q = (1+k)/(1-k)$$

és a tűrés ( $k$ ):

$$k = \Delta R_{n\max} / R_n$$

A második szempont feltétele:

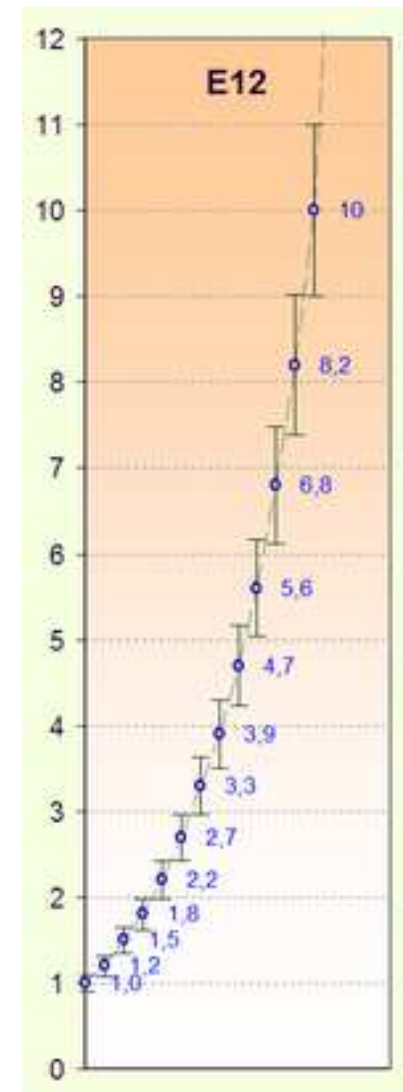
$$q^E = 10$$

ahol  $E$  a nagyságrenden belüli névleges értékek száma:

$$E = n - 1$$

vagyis

$$R_{E+1} = 10R_1, R_{2E+1} = 100R_1, \text{ stb.}$$



## Értéksorok dekádon belüli értékei:

E6( $\pm 20\%$ ): 1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8

E12( $\pm 10\%$ ): 1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.2, 2.7, 3.3, 3.9, 4.7, 5.6, 6.8, 8.2

E24( $\pm 5\%$ ): 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, 1.8, 2.2, 2.4, 2.7, 3.0, 3.3,  
3.6, 3.9, 4.3, 4.7, 5.1, 5.6, 6.2, 6.8, 7.5, 8.2, 9.1

E48( $\pm 2\%$ ): 1.0, 1.05, ...

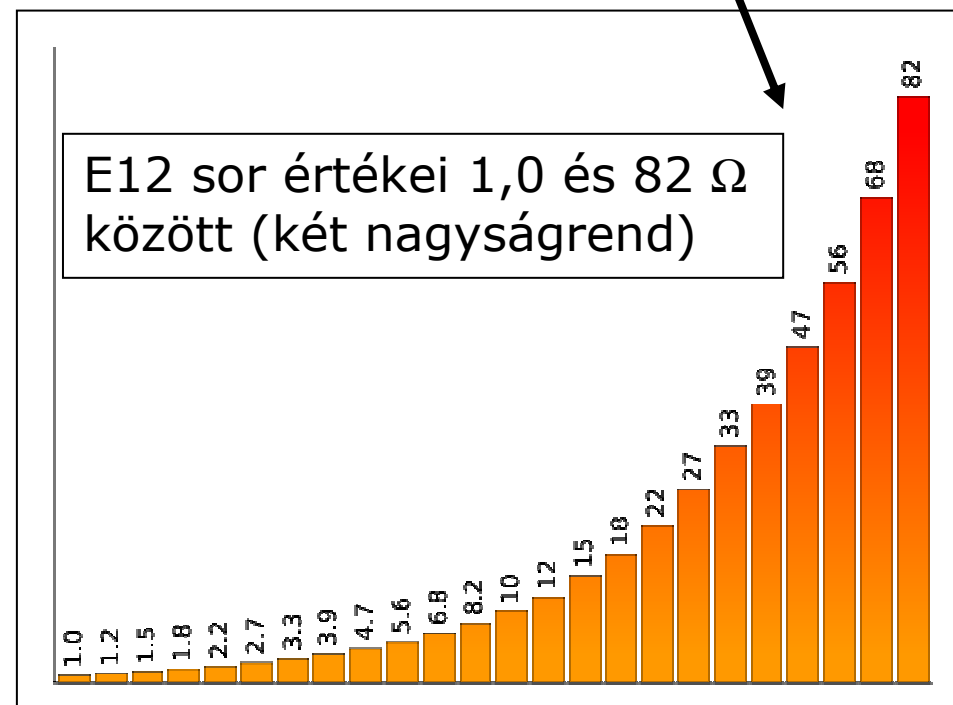
E96( $\pm 1\%$ ): 1.0, 1.02, ...

E192( $\pm 0.5\%$ ): 1.0, 1.01, ...

Ma már kisebb tűréssel is gyártják ugyanazokat a sorokat, pl. E24 1%-os tűréssel.

Külföldön másfajta sorokat is használnak, pl. Németországban R sorok: R5, R10, R20, R40.

[Charles Renard](#) proposed in the 1870s a set of preferred numbers for use with the metric system. His system was adopted in 1952 as [international standard ISO 3](#) (Wikipedia).





# Színkód

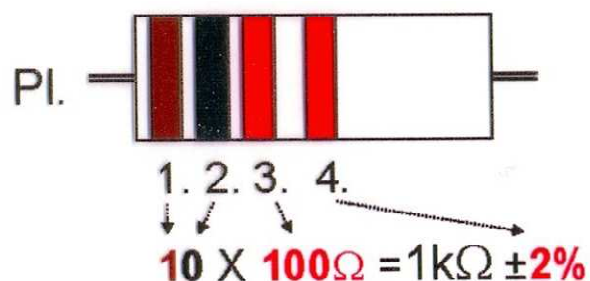
- színkód: színes sávok (4 vagy 5) az ellenállásten

## 4 sávos jelölési rendszer:

1. és 2. sáv → számérték

3. sáv → szorzó

4. sáv → tűrés

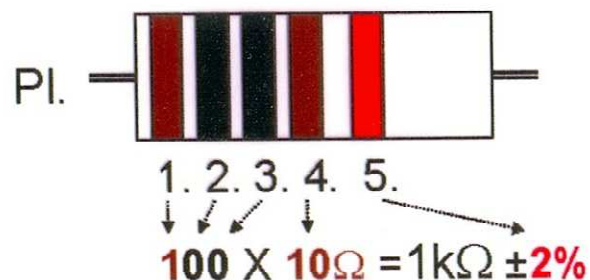


## 5 sávos jelölési rendszer:

1. 2. és 3. sáv → számérték

4. sáv → szorzó

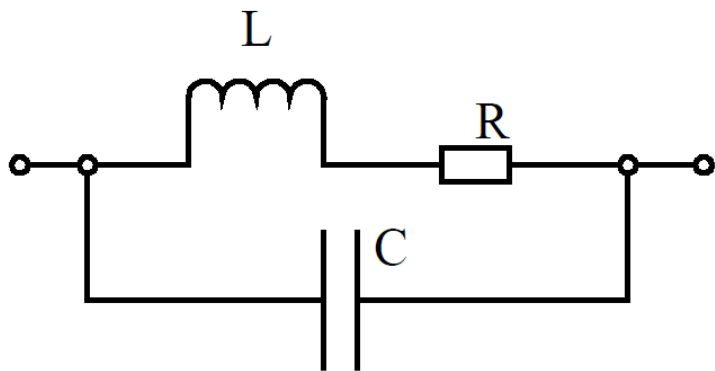
5. sáv → tűrés



Szín	1.szám	2.szám	Szorzó	Tűrés
fekete		0	X 1Ω	
barna	1	1	X 10Ω	±1%
vörös	2	2	X 100Ω	±2%
narancs	3	3	X 1kΩ	
sárga	4	4	X 10kΩ	
zöld	5	5	X 100kΩ	±0.5%
kék	6	6	X 1MΩ	±0.25%
ibolya	7	7	X 10MΩ	±0.01%
szürke	8	8	X 100MΩ	
fehér	9	9	X 1GΩ	
arany			X 0.1Ω	±5%
ezüst			X 0.01Ω	±10%
színtelen				±20%

# Helyettesítő kapcsolások

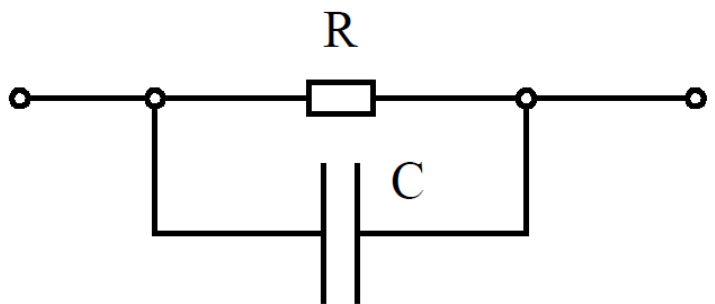
Parazita elemek: szórt L és C.



a.) Nagyfrekvenciás (teljes) helyettesítő kapcsolás (a)

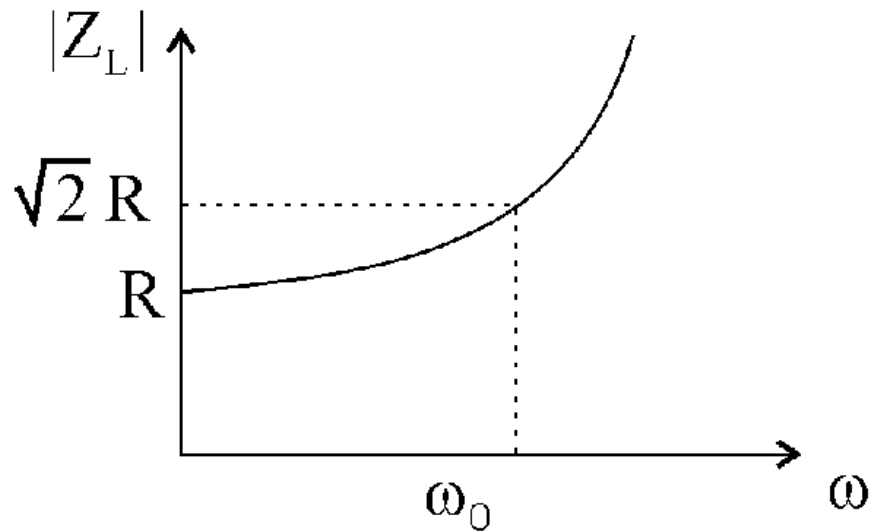


b.) Kis ellenállás értékeknél alacsony frekvenciákon C elhanyagolható  $R \ll 1/(\omega C)$  (b)

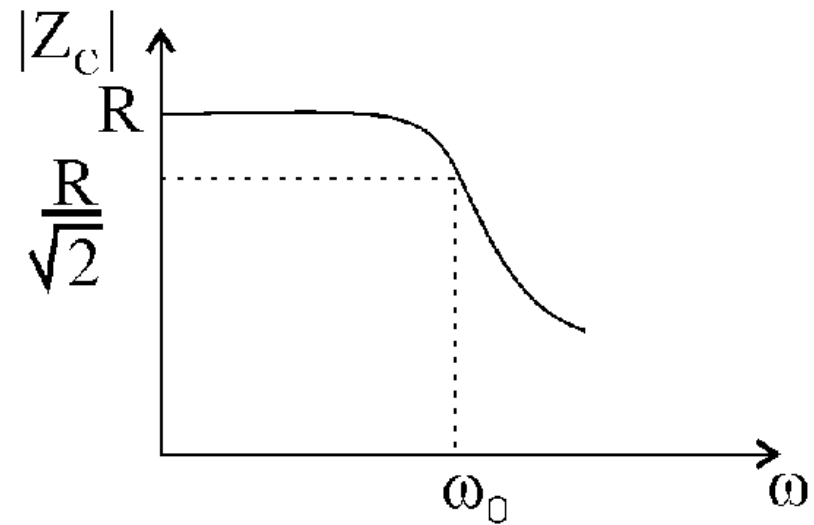


c.) Nagy ellenállás értékeknél alacsony frekvenciákon L elhanyagolható  $R \gg \omega L$  (c)

## Az impedancia frekvencia függése



a.)



b.)

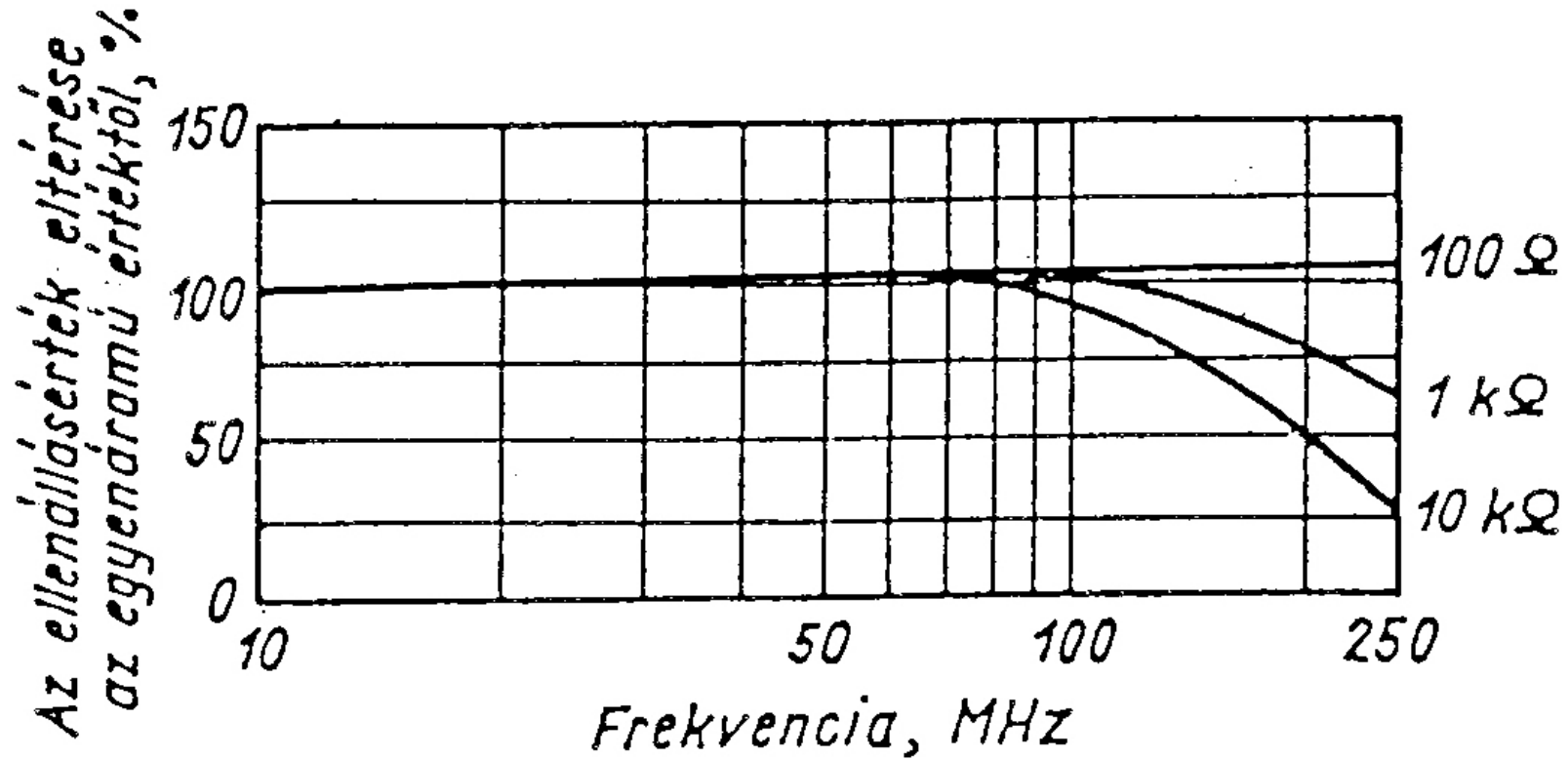
1.10. ábra

Az impedancia abszolút értéke a frekvencia függvényében: a) soros induktivitás esetén, b) párhuzamos kapacitás esetén

A határfrekvencia definíciója:  $X_L = R$  ill.  $X_C = R$  alapján  $\omega_0 = R/L$  ill.  $\omega_0 = 1/(RC)$

A határfrekvencia fölött a fázistolás nagyobb  $45^\circ$ -nál.

## Az impedancia frekvencia függése (2)



0,5 W-os rétegellenállás frekvenciafüggése

## Ellenállás zaj

Hőzaj, termikus zaj, Johnson-zaj, Nyquist-zaj.

Oka: elektronok hőmozgása.

Fehér zaj.

$$\overline{U_{tz}^2} = 4kTR\Delta f$$

ahol  $k$  a Boltzmann állandó ( $1,38 \cdot 10^{-23}$  J/K),  $T$  a hőmérséklet,  $\Delta f$  a sáv szélesség, amelyben vizsgáljuk a zajt.

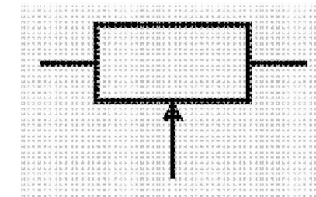
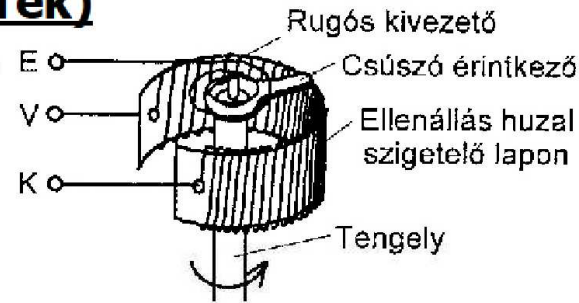
Ellenálláson létezik áramzaj is (1/f zaj).

## Változtatható ellenállások (potenciométerek)

### Típusok:

- huzalpotenciométer

terhelhetőség: 1W, 2W, ..., 100W

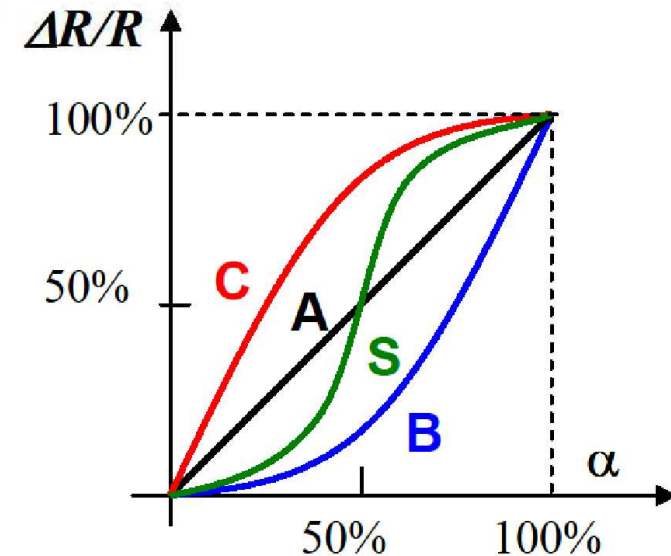
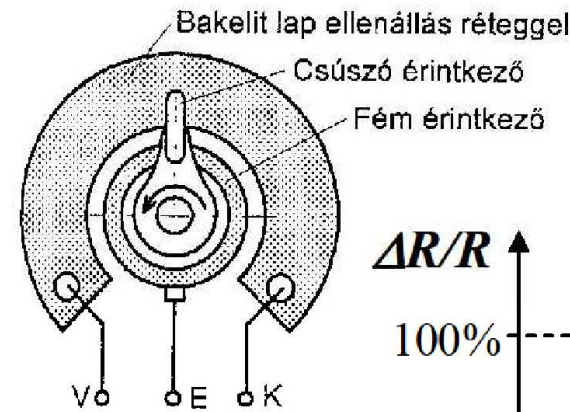
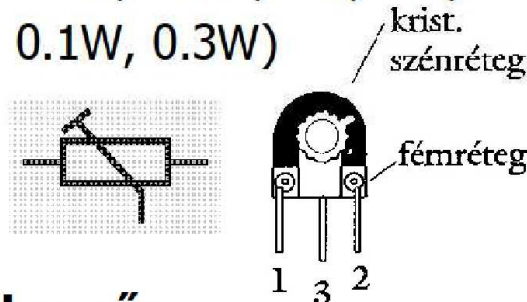


- rétegpotenciométer

(fém, szén, cermet=fém+fémoxid+szilikát)

terhelhetőség: 0.25W, 0.5W, 1W, 2W, 3W

(trimmer pot.: 0.1W, 0.3W)



### Szabályozási jellemző:

- lineáris (A)

- nem lineáris: logaritmikus (B)

fordított logaritmikus (C)

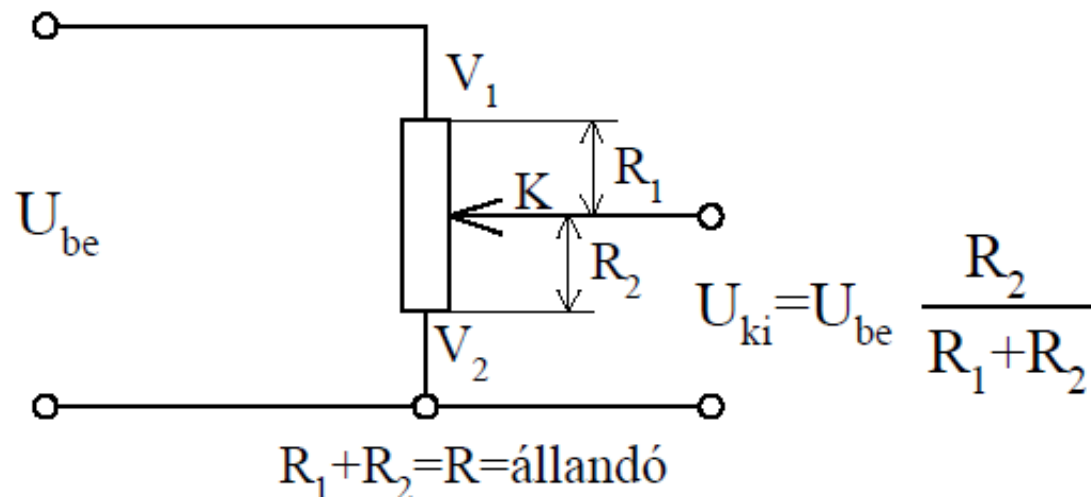
S alakú (S)

**Terhelhetőség:** a teljes névleges ellenállásra vonatkozik, az ebből számított áramot a csúszka egyik állásában sem haladhatja meg a potenciométer árama

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{P}{R_{\text{névleges}}}}$$

## Potenciométerek (2)

Alkalmazás: feszültségosztás, változtatható ellenállás.



Trimmer potenciométer: kis méretű, az áramkörök hangolását célzó alkatrész, felhasználó nem fér hozzá.

Helikális potenciométer (helipot): többször körbeforgatható. Az ellenálláshuzalt 1,5-2 mm átmérőjű szigetelt huzalra tekercselik, amit egy dob belső palástján rögzítenek. Körbeforgatáskor a csúszka a tengelyen is csúszik. Előny: finomabb beállítás.

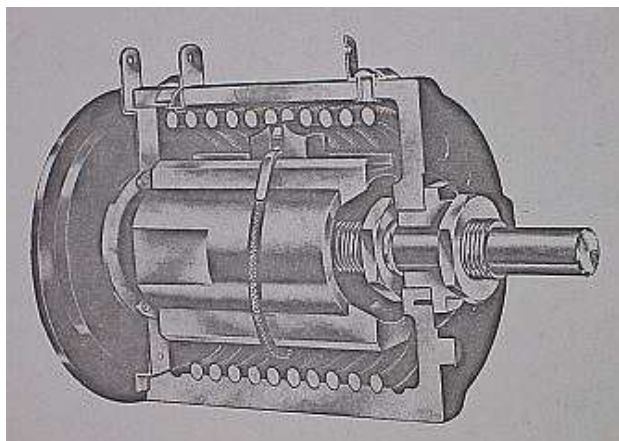
Tolópotméter: lineáris pályán mozog a csúszka.

Jellemzők: ugyanazok a paraméterek, mint az ellenállásoknál + elfordulási szög vagy tolóúthossz.

## Potenciométerek (3)

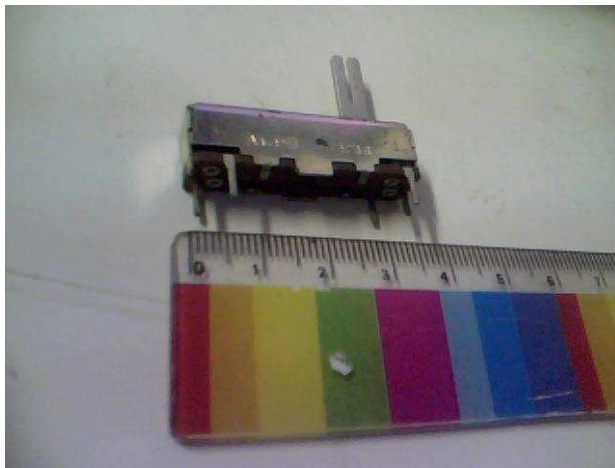
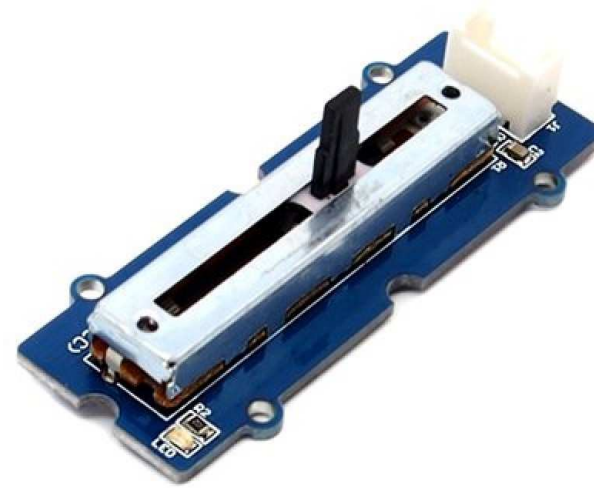


Helikális:





# Tolópotméterek



## **Ellenőrző kérdések:**

- 1., Mire használják az ellenállásokat?
- 2., Mi szerint osztályozzák az ellenállásokat?
- 3., Miért nem gyártanak már tömör ellenállásokat?
- 4., Mi a cermet és mire használják?
- 5., Miért hátrányos a spirál alakú köszörülés?
- 6., Mi az ellenállások határfeszültsége?
- 7., Milyen kivezetéseket használnak az ellenállásoknál?
- 8., Milyenek a felületszerelt alkatrészek?
- 9., Mire használják a huzalellenállásokat?
- 10., Mi az ellenállások hordozója?
- 11., Milyen fajta tekercseléseket használnak a huzalellenállásoknál az indukció csökkentése végett?
- 12., Melyek az ellenállások fontosabb jellemző paraméterei?
- 13., Milyen elvek alapján határozták meg az E sorokban a névleges értékeket és a tűréseket?
- 14., Milyen elemeket tartalmaz az ellenállások teljes helyettesítő kapcsolása?
- 15., Mikor hanyagolható el az induktivitás az ellenállások helyettesítő kapcsolásában?

- 16., Mikor hanyagolható el a kapacitás az ellenállások helyettesítő kapcsolásában?
- 17., Hogy definiálják az ellenállások határfrekvenciáját?
- 18., Mi az oka az ellenállás zajnak?
- 19., Mi a Johnson zaj?
- 20., Milyen a spektruma az  $1/f$  zajnak?
- 21., A huzal vagy a réteg potenciómétereknek nagyobb-e a terhelhetősége?
- 22., A csúszka melyik állására vonatkozik a terhelhetőség?
- 23., Milyen szabályozási jelleggörbájű potencióméterek léteznek?
- 24., Mi a trimmer potencióméter?
- 25., Mi a helikális potencióméter?
- 26., Milyen kivezetéseket alkalmaznak az ellenállásoknál?