

# Speciális passzív eszközök

## Varisztorok

Voltage Dependent Resistor – VDR

Variable resistor - varistor

Feszültségfüggő ellenállás, az áram erősen függ a feszültségtől:

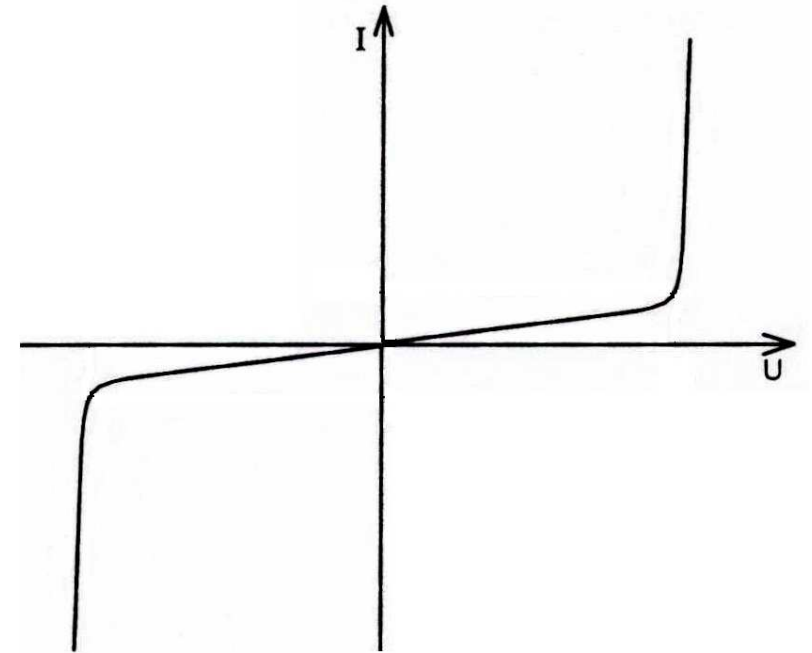
$$I = CU^\alpha$$

ahol C konstans,  $\alpha$  értéke 3 és 10 között van.  
SiC vagy ZnO szemcsék színterelve - tárcsa vagy rúd formában gyártják.

Alkalmazás:

- feszültséghatárolás,
- túlfeszültség elleni védelem,
- jelformálás.

Fontos paraméter a maximálisan disszipálható teljesítmény.



# Termisztorok

A termisztorok olyan ellenállások, amelyek hőmérsékleti tényezője (TK) a szokásos fémek illetve normál áramköri ellenállások hőmérsékleti tényezőjéhez képest nagyságrendekkel nagyobb. A termisztor ellenállás hőmérsékleti tényezője nagy és általában negatív, de van pozitív együtthatójú típus is.

Elnevezések: negatív TK, NTC termisztor vagy melegen vezető, pozitív TK, PTC termisztor, vagy hidegen vezető.

Az NTC termisztorok alapanyaga félvezető tulajdonságú fénoxidok (MnO, NiO, stb.) Az oxidtermisztorok olyan fénoxidokból készülnek, amelyeknek nagy a hőmérsékleti együtthatójuk (félvezető tulajdonság!), ellenállásuk stabil, és gyártásuk jól reprodukálható. Kedvező tulajdonsággal rendelkeznek a keverék oxidok, mint pl. a  $\text{TiO}_2 + \text{MnO}$ , vagy a  $\text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{NiO} + \text{CoO}$  keverékek.

A nagyobb hőkapacitású és szélesebb hőmérséklettartományban alkalmazható termisztorok grammnyi tömegűek is lehetnek, míg a gyöngy-, fólia-, száltermisztorok tömege miniatűr változatban néhány mg is lehet.

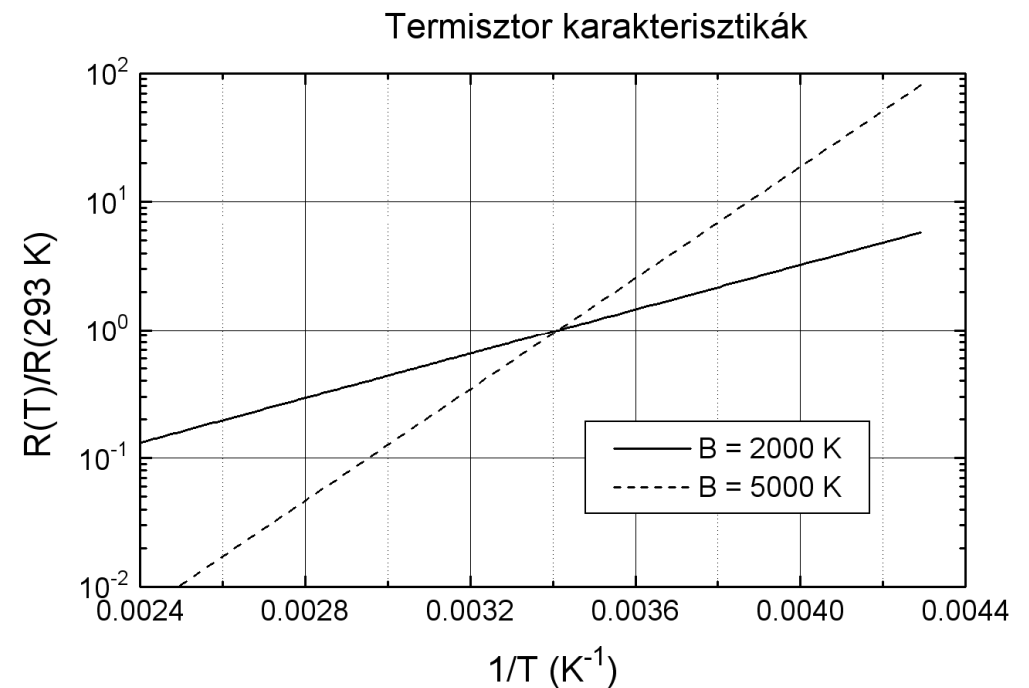
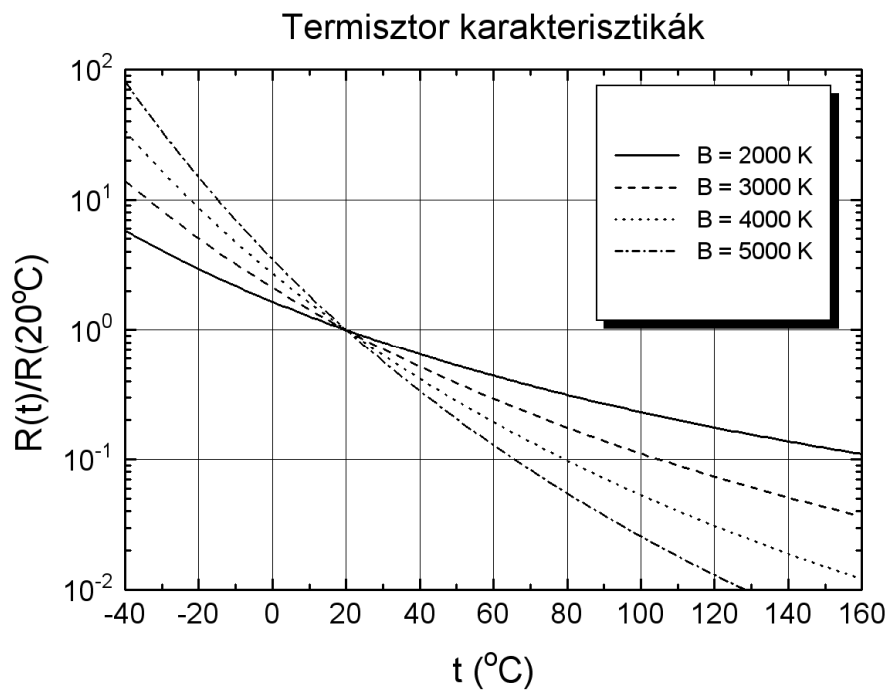
## Karakterisztika

$$R(T) = A \exp(B/T)$$

ahol  $B$  értéke 1000 és 5000 között van.

$$\ln R = \ln A + B/T$$

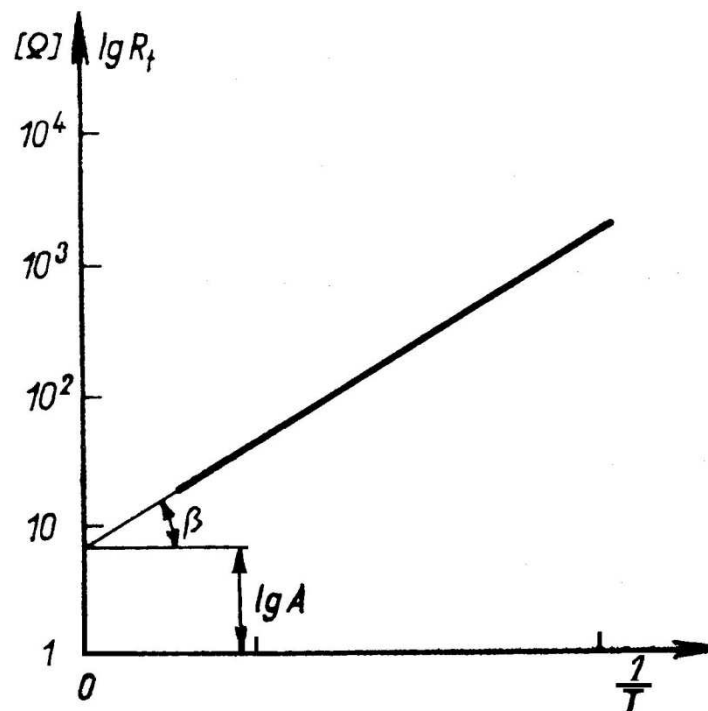
Az ellenállás logaritmusát az abszolút hőmérséklet reciproka függvényében ábrázolva a karakterisztika egyenes.



Melegszik az áramtól, az I-U karakterisztika visszahajolhat.

## Paraméterek meghatározása

$$\lg R = \lg A + \lg e \cdot B/T$$



További fontos paraméter a termikus időállandó.

Alkalmazás:

- hőmérséklet mérés (áramgenerátoros meghajtás),
- hőmérséklet szabályozás,
- áramkorlátozás.

# Fotoellenállás

Fotorezisztor – félvezető anyagokból

Működés alapja: optikai abszorpció

Ha a beeső fotonok energiája eléri vagy meghaladja a tiltott sáv szélességét, elektron-lyuk párokat generálnak - nő a vezetőképesség, csökken az ellenállás.

Az abszorpció függ a hullámhossztól és a frekvenciától.

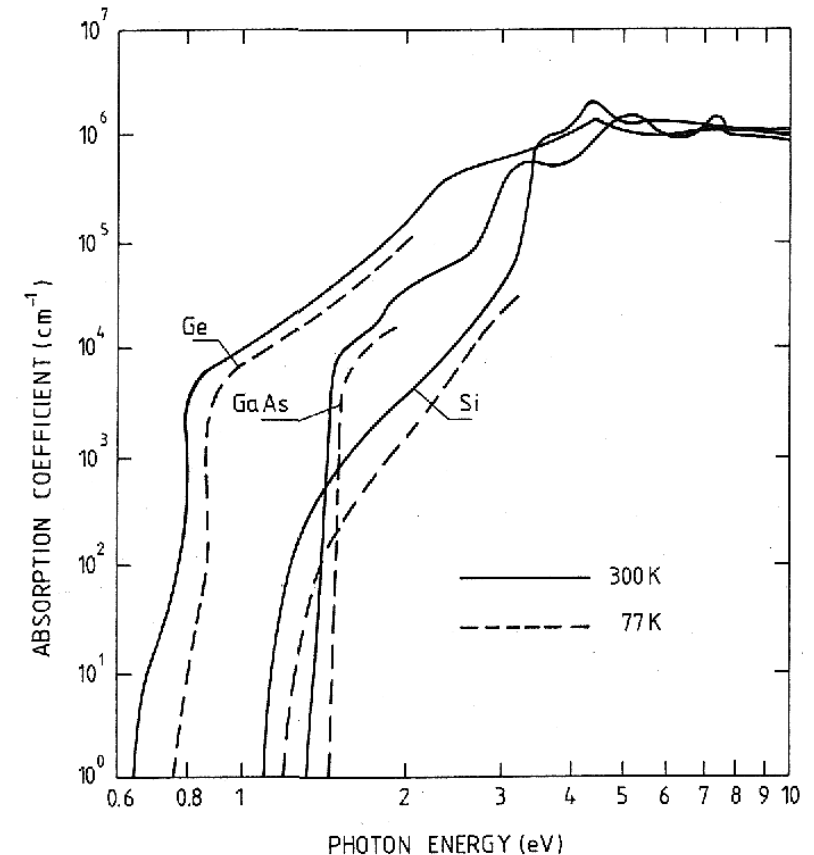
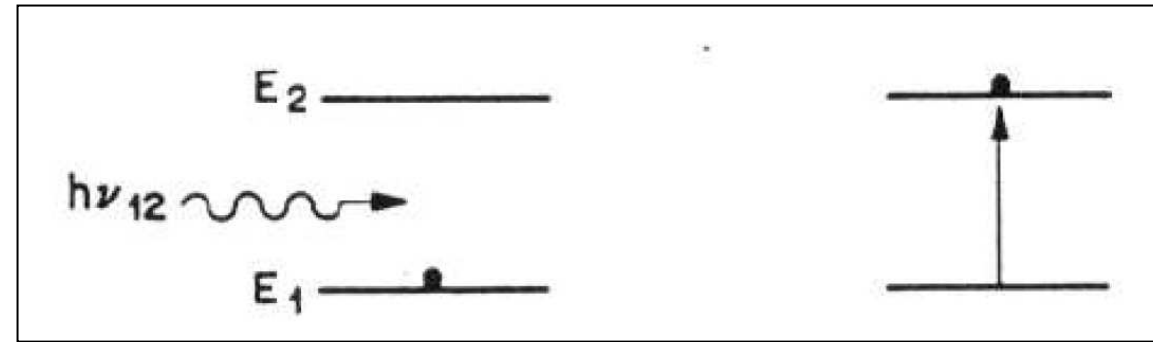
Az abszorpció sél a tiltott sáv szélességével egyezik meg. Alacsonyabb hőmérsékleten szélesebb a tiltott sáv.

Látható tartomány: CdS, CdSe, CdSSe (A CdSSe spektrális érzékenysége hasonló a szeméhez.)

Közeli infra: 1-4  $\mu\text{m}$  – PbS, 8-12  $\mu\text{m}$  – CdHgTe (0,1 eV, éjjel látó készülék)

Meander vagy fésűs kialakítás vékony nagy ellenállású rétegből: sötét ellenállás 1-100 M.

Áramgenerátoros meghajtás.



# Mágneseses érzékelők

Kétféle alkalmazás.

1. *Direkt, közvetlen*: közvetlenül érzékeli a mágneses teret, pl. magnetométer a Föld mágneseses terét, vagy a fej egy adattároló készülékben az adathordozó (mágneses lemez, szalag, kártya, stb.) lokális mágnesezettségét.

2. *Indirekt, közvetett*: a mágneses tér mint közvetítő eszköz szolgál nem-mágneses jelek érzékelésre mint pl. lineáris- vagy szöghelyzet, elmozdulás és sebesség érzékelés permanens mágnesekkel kontaktusmentes módon, vagy áramérzékelés a mágneses tere révén (mérőműszer), stb.

*Az érzékelés elve*

A legtöbb mágneses szenzor a Lorentz erőt használja ki

$$\mathbf{F} = -q \cdot \mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

mely az anyagban (fém, félvezető, vagy szigetelő) mozgó elektronra hat.

## Hall generátor (Hall szonda)

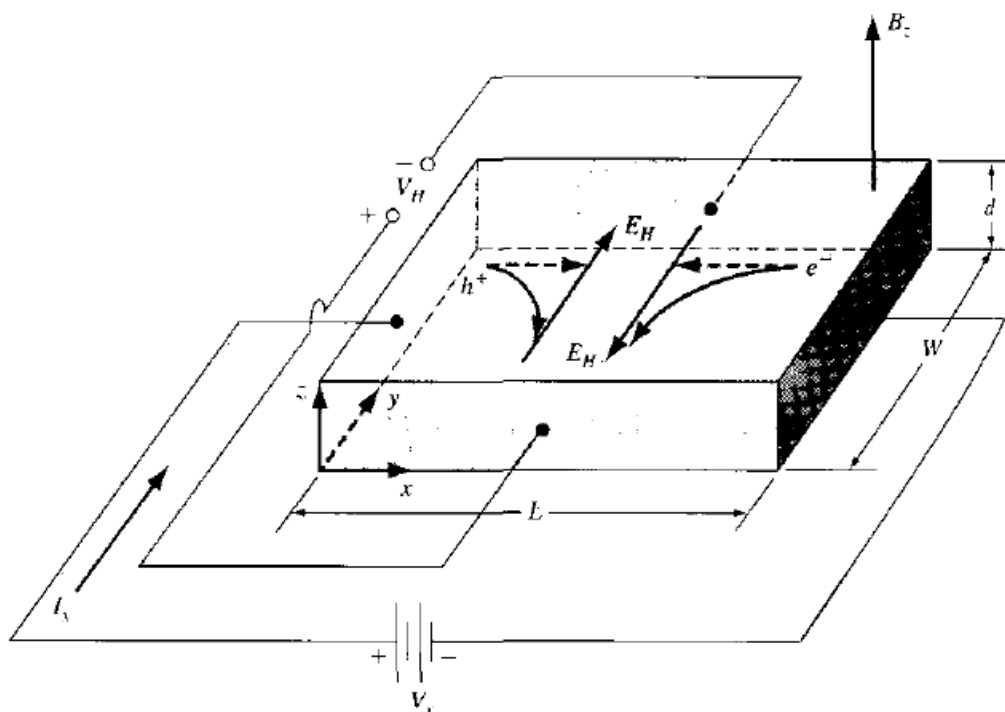
A Lorentz erő:

$$\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

A mozgó töltéshordozókra a mozgás irányára merőleges erő hat, ami eltéríti őket. Ha n és p különböző, keresztirányban Hall feszültség lép fel. A keresztirányú elektromos tér:

$$E_y = R_H J_x B_z$$

ahol  $R_H$  a Hall állandó:  $R_H = qn$  vagy  $R_H = qp$  (n- vagy p-típusú félvezető).



## Az eszköz alapegyenlete

$$U_H = K \cdot \mathbf{I} \times \mathbf{B}$$

I - az eszközön átfolyó áram [A],

B - az alkalmazott mágneses indukció [Vs/m<sup>2</sup>],

U<sub>H</sub> - a Hall-feszültség [V],

K - érzékenységi állandó [m<sup>2</sup>/As] , mely magában foglalja a geometriai, és a félvezető anyagi paramétereit.

Az eszköz kimenőjele a mágneses tér függvényében lineáris.

### *Alkalmazás:*

- érzékelés – helyzet, szögelfordulás, távolság,
- mágneses tér érzékelése, mérése,
- töltéshordozó koncentráció és mozgékonyág mérés félvezetőkben.



## **Magnetorezisztor**

A Lorentz erő következtében megnő az ellenállás. Nagy mozgékonyságú anyagokban jelentős, pl. InSb (tűkristály). Néhány tized T változás 100%-os ellenállás változást is okozhat.

*Alkalmazás:*

- érzékelés – helyzet, szögelfordulás, távolság
- kontaktus nélküli potenciométerek (nincs csúszka – kicsi a zaj)

# Varaktor, varikap

Variable capacitor – varicap – RF

Variable reactor – varactor –  $\mu$ hullám

$$C = K / (U_{bi} + U)^n$$

vagy

$$C = C_0 / (1 + U/U_{bi})^n$$

ahol  $K$  konstans,  $U_{bi}$  a beépült potenciál,  $C_0$  kapacitás értéke zero feszültségnél,  $n$  értéke  $1/3$  és  $3$  között van.

Lineáris p-n átmenet:  $n = 1/3$

Lépcsős p-n átmenet:  $n = 1/2$

Hiper lépcsős p-n átmenet:  $n > 1/2$

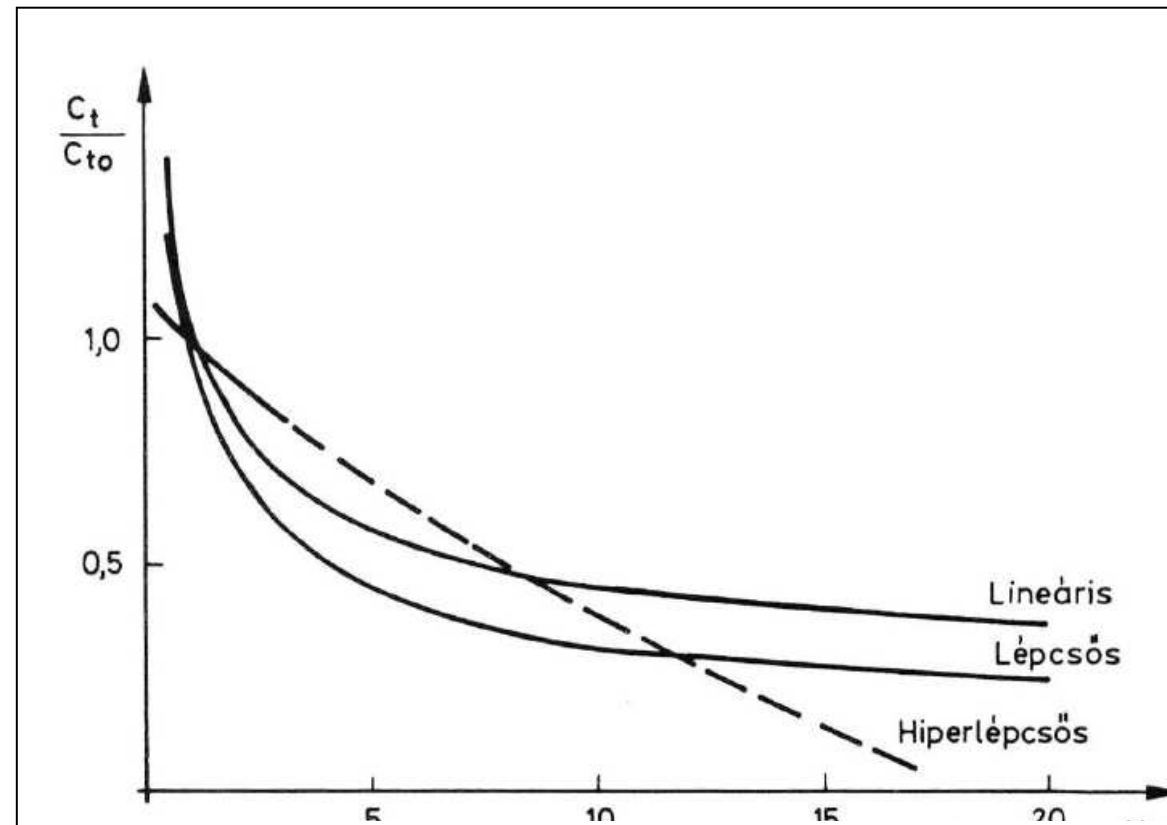
Fontos a kapacitás átfogás:

$C_{max}/C_{min}$ , értéke 5 és 10 közötti.

Jósági tényező (a veszteségi tényező reciproka):

$$Q = 1 / (\omega C R_s),$$

ahol  $\omega$  a körfrekvencia,  $C$  a kapacitás,  $R_s$  a soros ellenállás.



## Lineáris frekvencia hangolás

A rezgőkör frekvenciája:

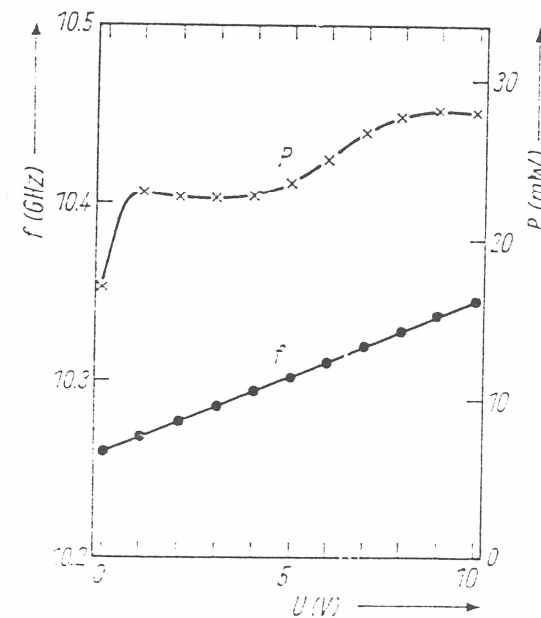
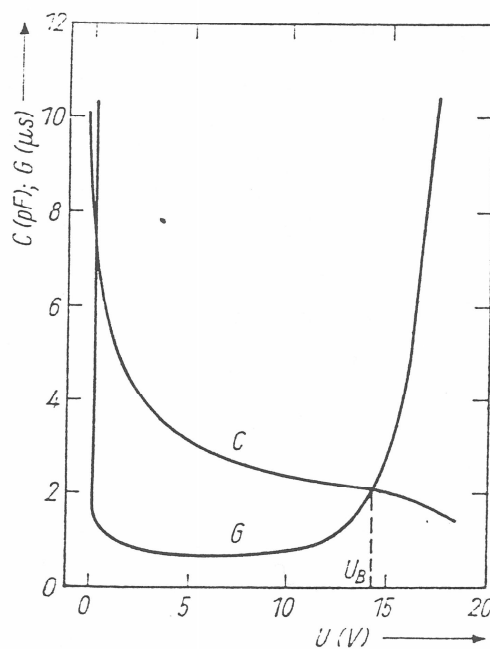
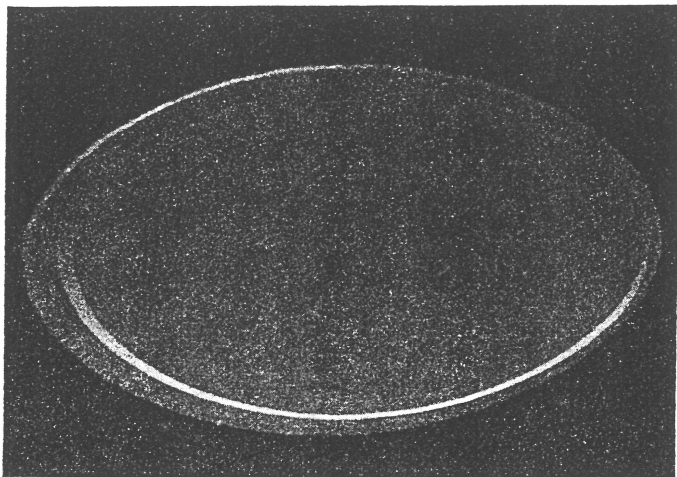
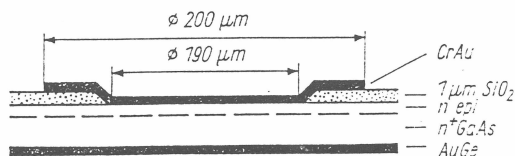
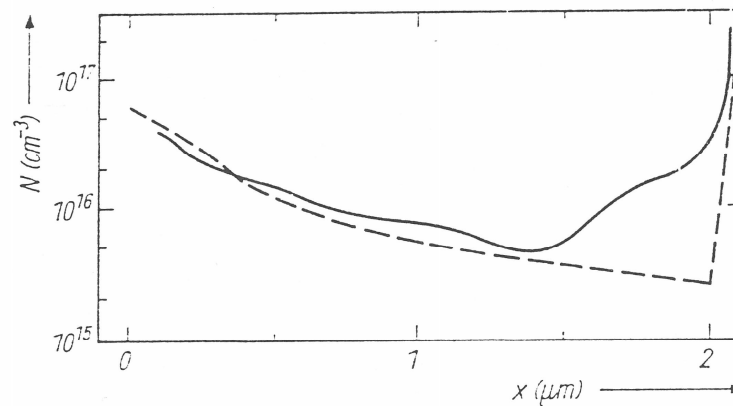
$$f = [2\pi(LC)^{1/2}]^{-1}$$

C helyére a varaktor kapacitásának kifejezését helyettesítve:

$$f = [2\pi(LC_0)^{1/2}]^{-1}(1+U/U_{bi})^{n/2}$$

Ha  $n=2$ ,  $f$  lineáris függvénye  $U$ -nak, ha  $U/U_{bi} \gg 1$  (azaz  $U \gg U_{bi}$ ).

# Lineáris hangolás Schottky diódával



MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében készült GaAs Schottky dióda és mikrohullámú oszcillátor

## **Ellenőrző kérdések**

- 1., Milyen anyagból készül a varisztor?
- 2., Hogy állítják elő a varisztort?
- 3., Mire használják a varisztort?
- 4., Milyen a termisztorok hőfoktényezője?
- 5., Milyen anyagból készül az NTC termisztor?
- 6., Mire használják a termisztort?
- 7., Hogy lehet meghatározni az NTC termisztor ellenállását leíró kifejezés paramétereit?
- 8., Melyik jelenség a fotorezisztorok működésének az alapja?
- 9., Mi a feltétele annak, hogy a fény elnyelődjön egy félvezető anyagban?
- 10., Mire használják a mágneses érzékelőket?
- 11., Hogy működik a Hall-szonda?
- 12., Milyen irányú a Lorentz erő?
- 13., Mire használják a Hall-szondát?
- 14., Mi az előnyük a kontaktus nélküli potenciométereknek?
- 15., Mi a különbség a varaktor és a varikap között?
- 16., Mi határozza meg a karakterisztikát a varaktorok esetében?
- 17., Mi a Schottky dióda?