

2.4.2.Példa: A véletlen hiba meghatározása

Mért értékek:

16,76V

16,82V

16,77V

16,84V

16,81V

Összesen: 84,00V

Átlag: $84,00/5=16,80V$

Ez a várható érték.

Eltérés az átlagtól:

-0,04V

+0,02V

-0,03V

+0,04V

+0,01V

Legnagyobb eltérés: $\pm 0,04V$

Eredmény: $16,80 \pm 0,04V$

$16,80V \pm 0,23\%$ ₁

2.5.1.A hiba meghatározása matematikai művelet esetén

- **Összeadás:** $Z = X + Y \pm H_Z$,

$$\text{ahol } H_Z = |H_X| + |H_Y|$$

$$h_Z = \frac{H_Z}{Z} = \frac{|H_X| + |H_Y|}{X + Y}$$

- **Kivonás:** $Z = X - Y \pm H_Z$,

$$\text{ahol } H_Z = |H_X| + |H_Y|$$

$$h_Z = \frac{H_Z}{Z} = \frac{|H_X| + |H_Y|}{X - Y}$$

- **Szorzás és osztás:**

$$h_Z = h_X + h_Y$$

Példa

Mekkora a fogyasztó teljesítménye és ellenállása, ha $U = 24V \pm 2\%$ és $I = 0,2A \pm 5\%$?

$$P = U \cdot I = 24V \cdot 0,2A = 4,8W$$

$$h_P = h_U + h_I = 2\% + 5\% = 7\%, \text{ így } P = 4,8W \pm 7\%.$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{24V}{0,2A} = 120\Omega$$

$$h_R = h_U + h_I = 2\% + 5\% = 7\%, \text{ így } R = 120\Omega \pm 7\%$$

3.1.1.Méréshatár

A mérendő mennyiségnek az az értéke, amely a műszeren a legnagyobb kitérést okozza.

- **Analóg műszernél a műszer mutatóját a legutolsó skálaosztásig téríti ki,**
- **Digitális műszernél a kijelző számjegyeit a megengedett legnagyobb értékre (általában 9-re) állítja. Ez az FS (Full Scale) érték.**

A mérés határ bővíthető, ezért egy műszernek átváltással több mérés határa is lehet (pl. 1, 2, 5, 10, 20 stb.)

3.1.2.Mérési tartomány

A műszeren leolvasható legkisebb és legnagyobb érték közötti tartomány

Analóg műszernél

A legkisebb méréshatárban a nulla utáni első osztásvonalhoz tartozó értéktől a legnagyobb méréshatárban mérhető legnagyobb értékig terjed

Digitális műszernél

A legkisebb méréshatárban az utolsó helyértékhez tartozó 1 értéktől (pl. 0,001) a legnagyobb méréshatár FS (pl. 199,9) terjed

3.3.3. Digitális műszerek pontosságának megadása

- **Digitális műszereknél a pontosságot két adattal lehet megadni:**
 - **Az osztályjel $\pm\%$ -os értékével, és**
 - **a $\pm$ digit értékkel (jellemző a ± 1 digit).**
- **Mindig azt kell figyelembe venni, amelyik az adott mérésnél a nagyobb hibát adja.**

3.3.4. Hibaszámítás analóg műszernél

Adatok: Méréshatár 200V, osztályjel 1,5, mutatott érték 50V.

A relatív hiba: $200V \pm 1,5\%$

**Az abszolút hiba végkitérésnél: $200V \pm 3V$
($1,5/100 \cdot 200 = 3V$).**

A $\pm 3V$ a skála minden részén állandó!

A mért érték relatív hibája:

$$h[\%] = \frac{H}{X} \cdot 100 = \frac{3}{50} \cdot 100 = 6\% \quad (\pm 6\%)$$

3.3.5. Hibaszámítás digitális műszernél

Adatok: Pontosság $\pm 1\%$, illetve ± 1 digit, a mutatott érték $0,05\text{V}$.

A relatív hiba $\pm 1\%$ -kal számolva: $0,05\text{V} \pm 1\%$

**Az abszolút hiba ± 1 digittel számolva:
 $0,05\text{V} \pm 0,01\text{V}$, mely megfelel**

$$h[\%] = \frac{H}{X} \cdot 100 = \frac{0,01}{0,05} \cdot 100 = 20\% - \text{os}$$

relatív hibának.

Ez a nagyobb, ezért az eredmény: $0,05\text{V} \pm 20\%$

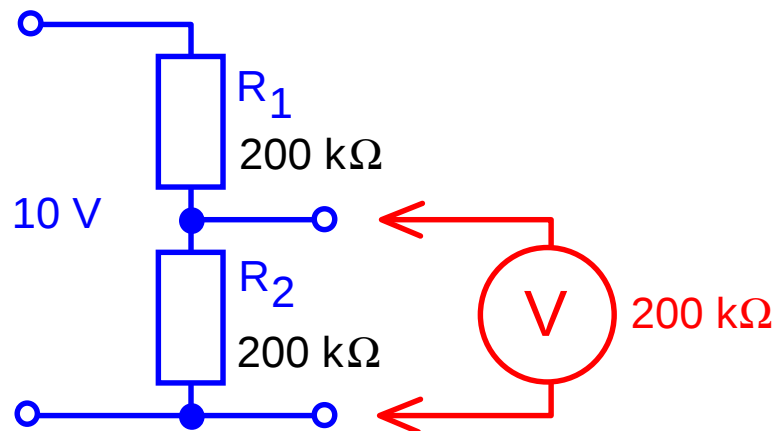
3.3.6.Következmények

1. A hiba annál nagyobb, minél kisebb kitéréssel mérünk.
2. Ne mérjünk kis kitéréssel, ha a műszernek kisebb (érzékenyebb) méréshatára is van.
3. A jó műszernek sok (egymáshoz közeli) méréshatára van.
4. Az elektronikában használt analóg műszerek általában 1, 3, 10, 30 stb. méréshatárokkal rendelkeznek.

3.4.4. Példa

Mekkora feszültséget mutat a műszer, ha a belső ellenállása $200\text{k}\Omega$?

A műszer nélkül az azonos ellenállások miatt a feszültség 5V lenne. A műszer rákapcsolásakor az osztó alsó tagja $100\text{k}\Omega$ lesz, ezért a műszer csak $10 \cdot 100 / (100 + 200) = 3,33\text{V}$ feszültséget mutat



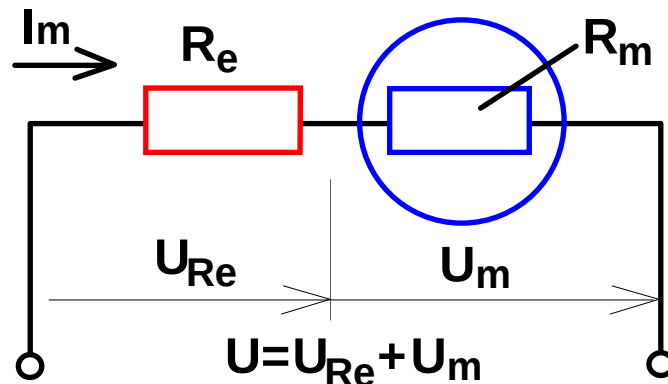
3.5. Túlterhelhetőség

- Megmutatja, hogy a műszerre az adott méréshatárhoz tartozó érték hányszorosa kapcsolható. **Az ennél nagyobb érték a műszer károsodását okozza.**
- Minden műszer túlterhelhető, **a pontos értéket a használati útmutatóban találjuk.**
- **A túlterhelés megakadályozása érdekében a mérést mindig a legnagyobb méréshatárban kell kezdeni!**

5.2.A feszültségmérő méréshatárának bővítése

5.2.1.El_v: Előtét ellenállás (R_e) alkalmazása

$$n = \frac{U}{U_m}$$



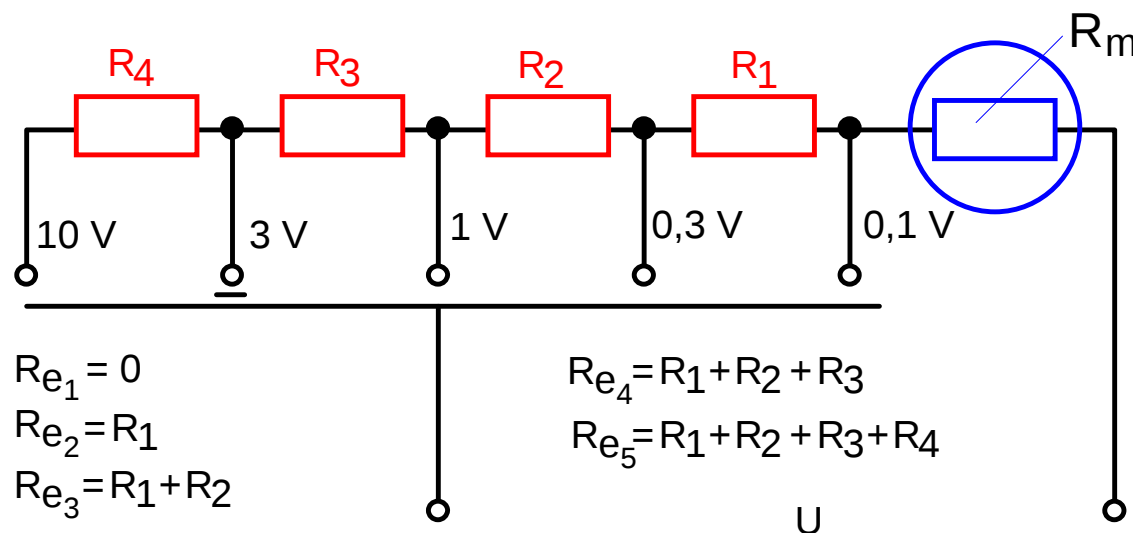
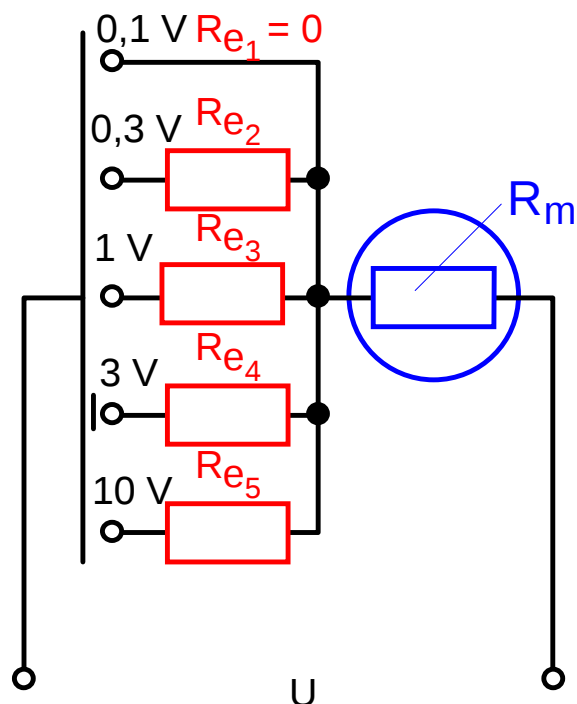
n = a kiterjesztés mérőszáma (nevezetes érték)

U = az új méréshatárhoz tartozó feszültség

$$R_e = (n-1) \cdot R_m$$

5.2.A feszültségmérő méréshatárának bővítése

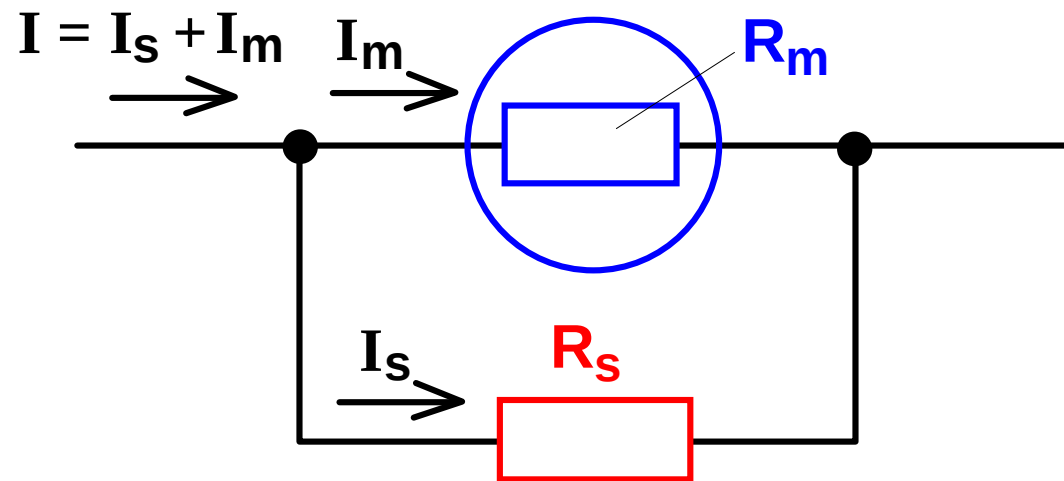
5.2.2. Megoldások több mérés határra



5.3. Az árammérő méréshatárának bővítése

5.3.1. Elv: Sönt ellenállás (R_s) alkalmazása

$$n = \frac{I}{I_m}$$



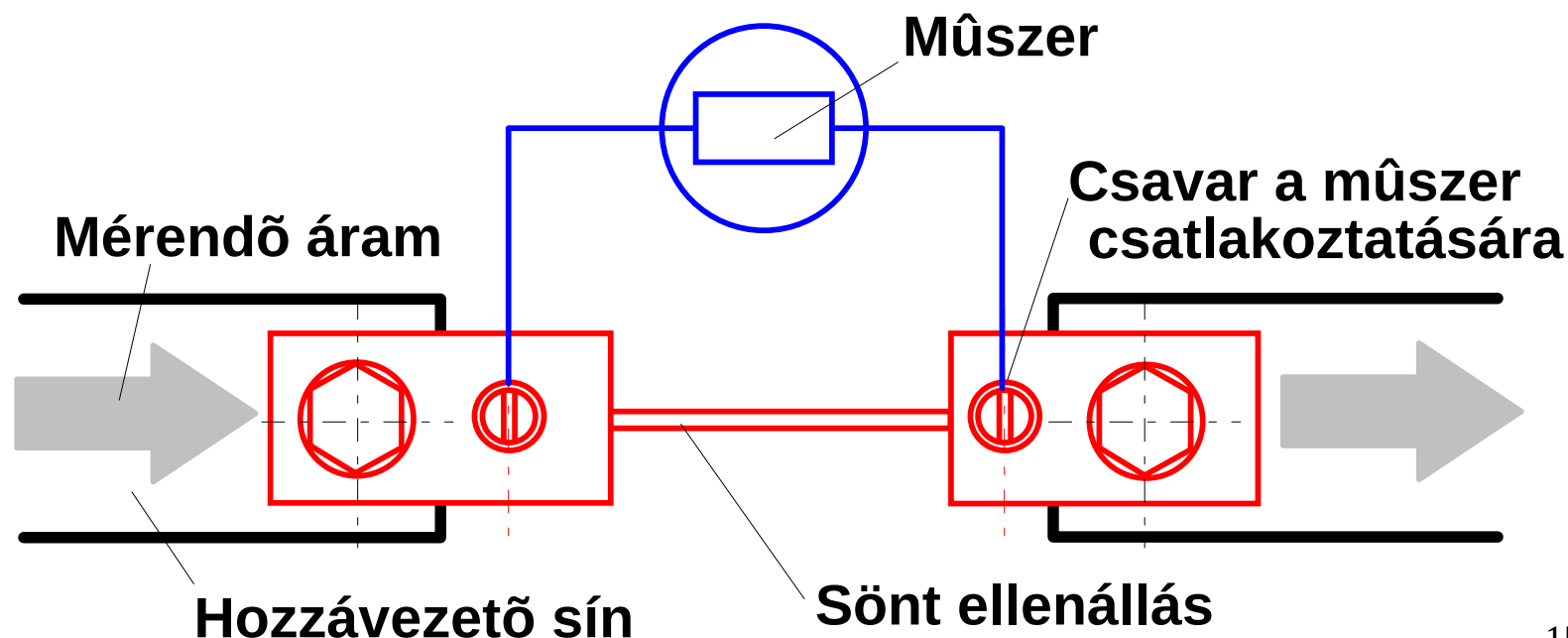
I = az új méréshatárhoz tartozó áramerősség

$$R_s = \frac{R_m}{n-1}$$

5.3. Az árammérő méréshatárának bővítése

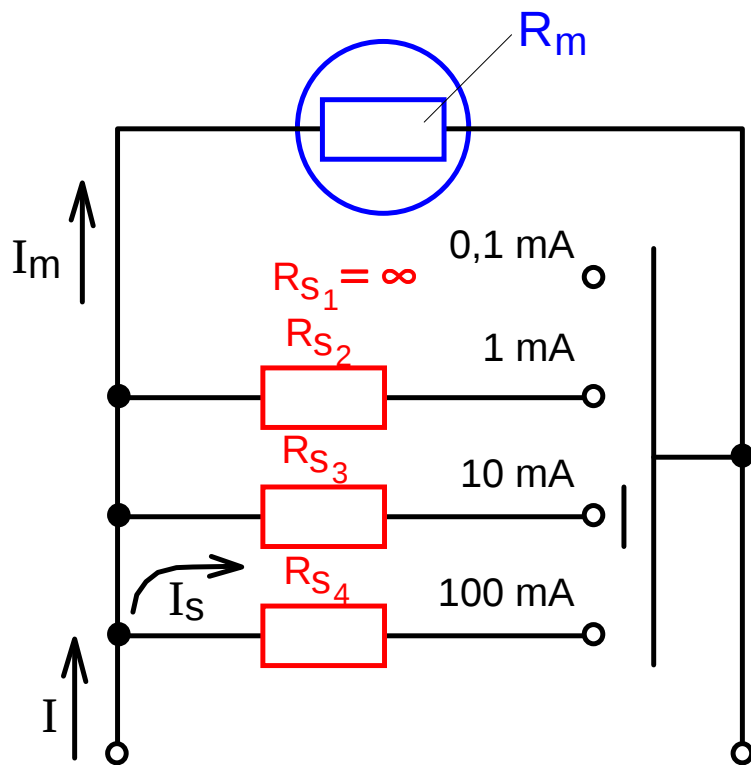
5.3.2. Nagy áramú egyedi sönt bekötése:

**Nem a söntöt kötjük a műszerre, hanem a
műszert a söntre!!**

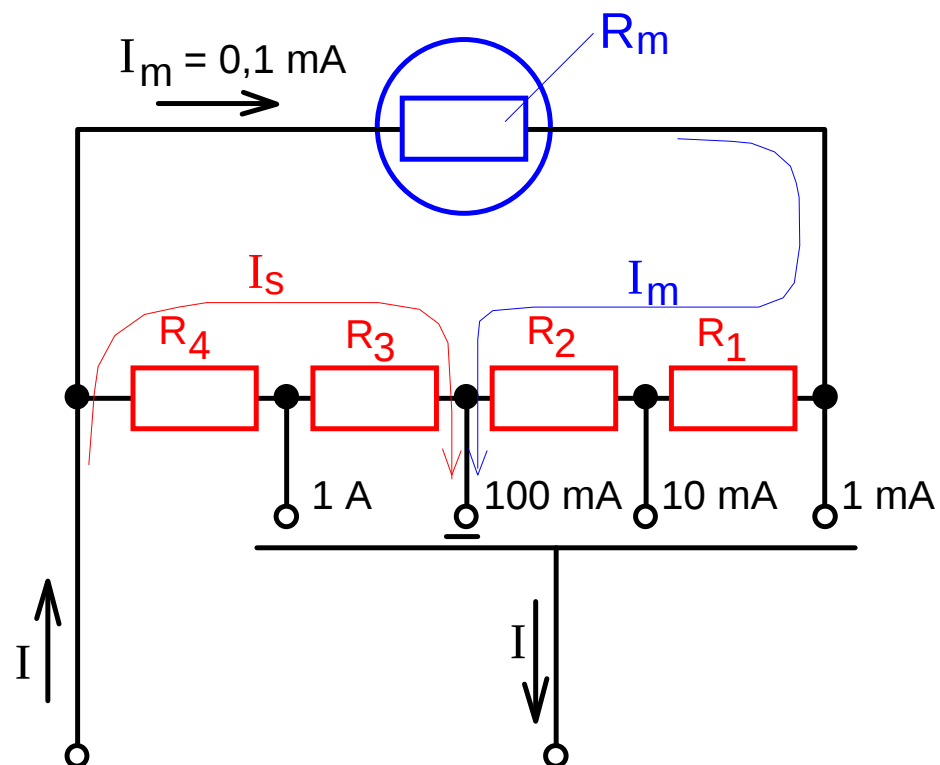


5.3. Az árammérő méréshatárának bővítése

5.3.3. Megoldások több méréshatárra :



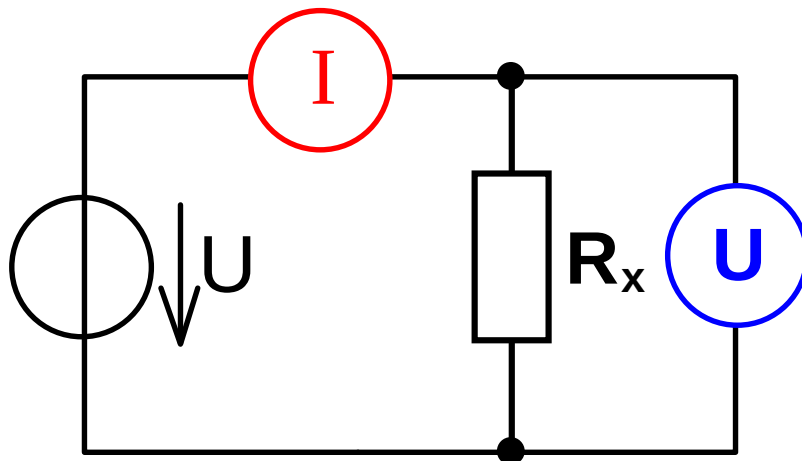
Egyszerű sönt



Ayrton sönt

7.1. Mérés Ohm törvénye alapján

- Az ismeretlen ellenállás felhasználásával egyszerű áramkört alakítunk ki
- Mérjük az ellenállás áramát és feszültségét
- A mért értékekből az ellenállást kiszámítjuk



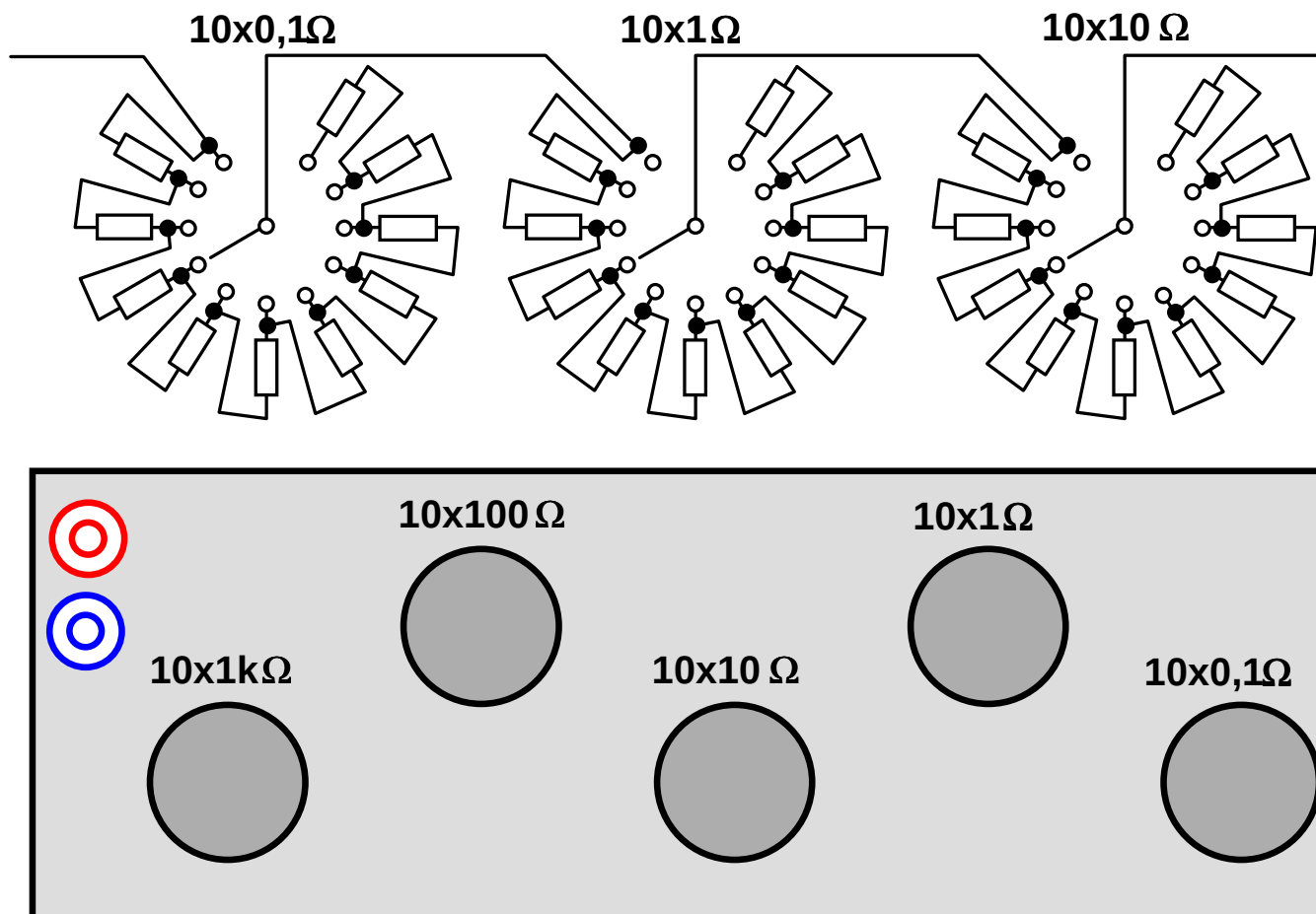
$$R_x = \frac{U}{I}$$

7.2. Ellenállás dekádok (1)

- **Villamos mérésekhez gyakran nagyon pontos, és hiteles módon változtatható ellenállások szükségesek.**
- **A két követelmény az ellenállás értékek 10-es csoportokra (dekádokra) történő bontásával teljesíthető.**
- **Minden dekád 10 azonos értékű ellenállást tartalmaz, melyeket kapcsolók kapcsolnak be.**
- **Gyakori az 5-6 dekádos megoldás: $10 \times 0,1\Omega$, $10 \times 1\Omega$, $10 \times 10\Omega$, $10 \times 100\Omega$ és $10 \times 1k\Omega$, $10 \times 10k\Omega$**

7.2. Ellenállás dekádok (2)

A dekádok kapcsolása és a dekádszekrény kezelőszervei



7.3. Mérés összehasonlítással

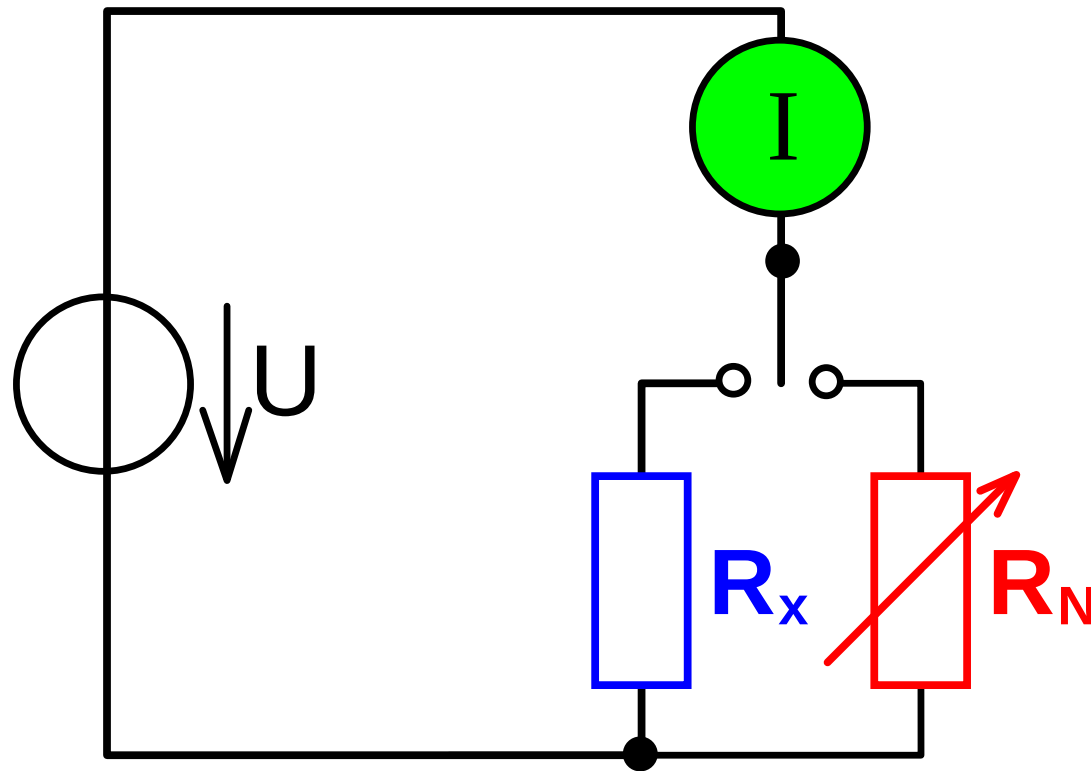
- **Fajtái:**

- 1. Mérés áramerősség összehasonlítással
- 2. Mérés feszültség összehasonlítással

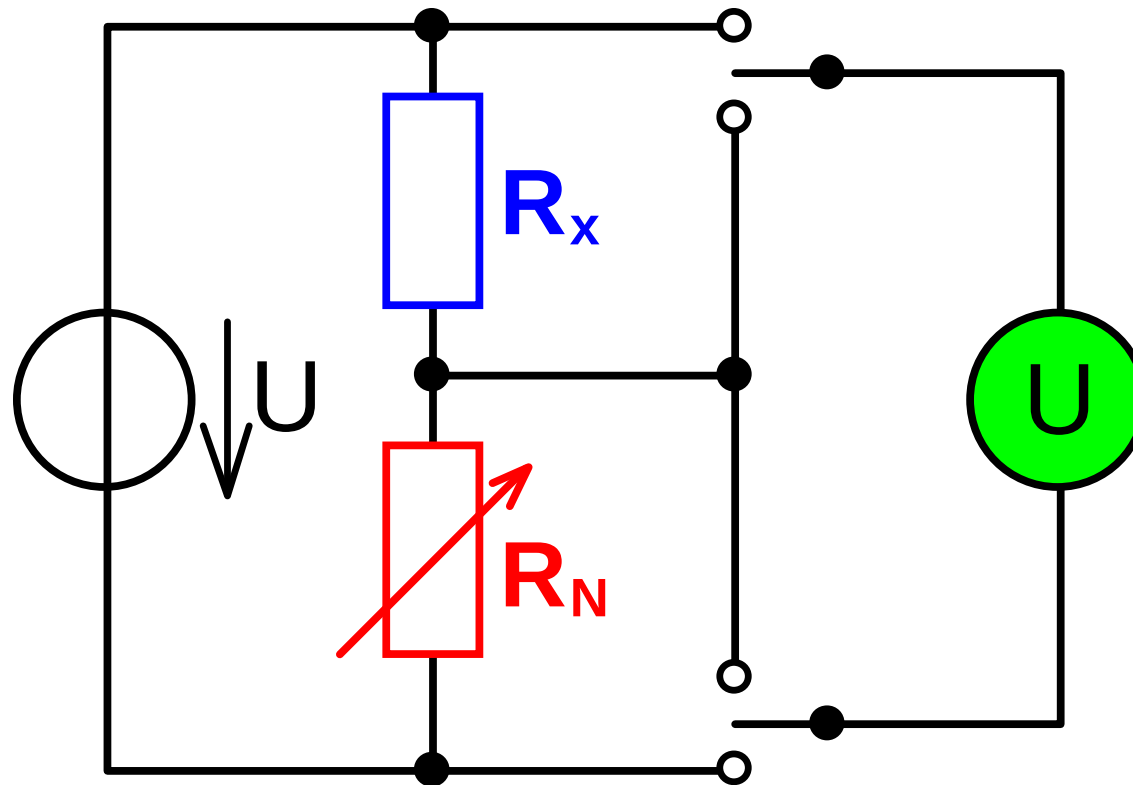
- **A mérés lényege:**

- Az ismeretlen ellenállás áramát vagy feszültségét egy pontosan ismert (normál) ellenállás áramával illetve feszültségével hasonlítjuk össze.
- Amikor a két ellenálláson mért mennyiség megegyezik, akkor a két ellenállás is azonos.
- R_x értékét a szabályozható normál ellenállás (ellenállás dekád) skálájáról olvashatjuk le

7.3.1. Mérés áramerősség összehasonlítással



7.3.2. Mérés feszültség összehasonlítással

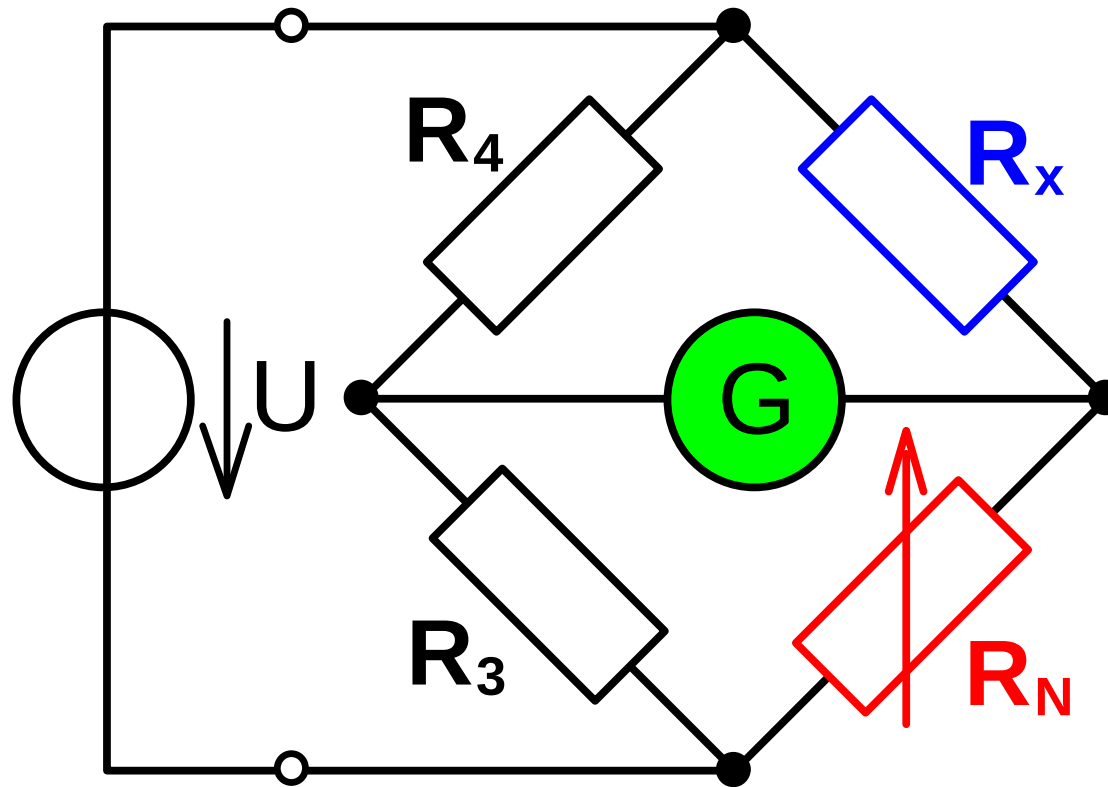


7.4. Mérés Wheatstone híddal

1. A híd elvi kapcsolása

G = Galvanométer

R_3 és R_4 nagy pontosságú ellenállás



7.4. Mérés Wheatstone híddal

2. A híd működése

1. A híd kiegyenlített (a galvanométer nullát mutat), ha a szemben lévő hídágak ellenállásainak szorzata megegyezik: $R_x \cdot R_3 = R_N \cdot R_4$
2. Ekkor: $R_x = R_N \cdot \frac{R_4}{R_3}$
3. R_3/R_4 a **hídáttétel**, mely nevezetes érték (0,001-0,01,-0,1-1-10-100-1000)
4. Ezt a hídáttételt kell megszorozni a kiegyenlítő ellenállás dekád R_N értékével.

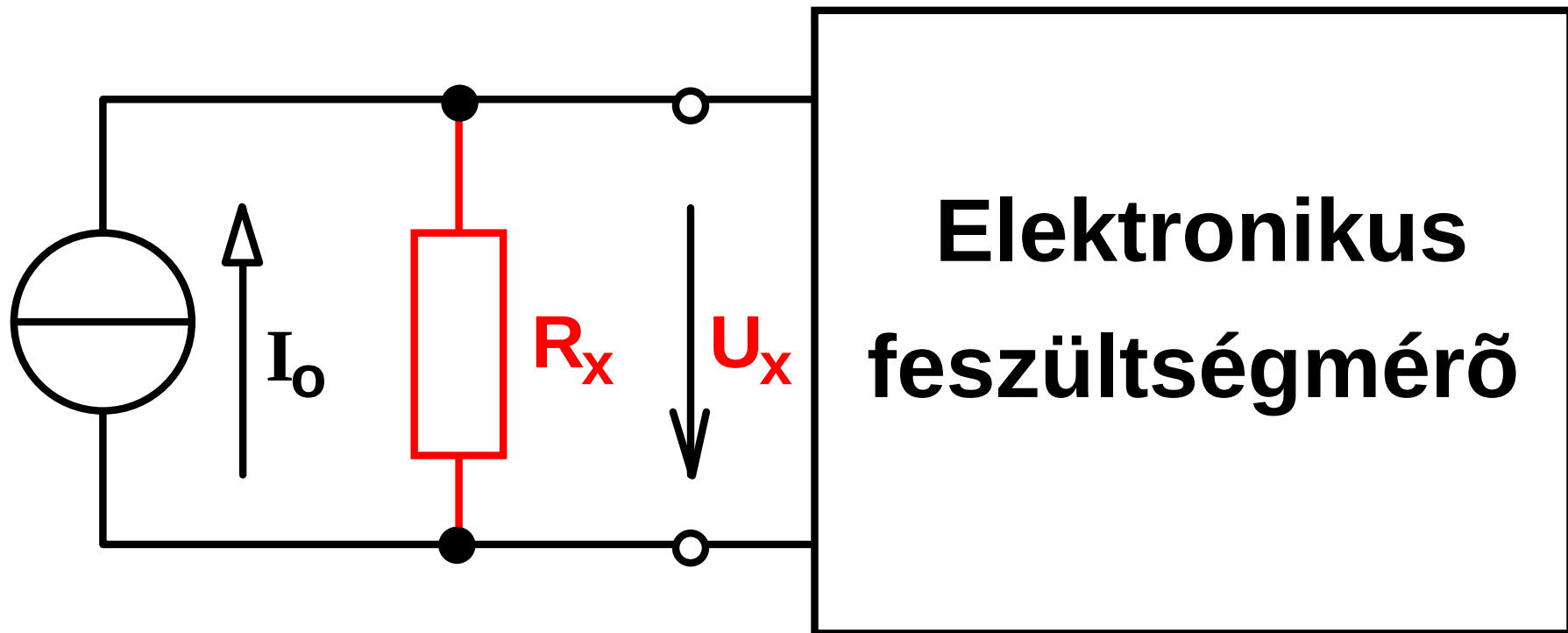
7.5. Mérés áramgenerátorral

1. A mérés elve

- Az R_x ellenálláson átfolyó I_0 áram hatására keletkező U_x feszültséget mérjük (I_0 állandó).
- $U_x = I_0 \cdot R_x$, vagyis arányos R_x -el.
- A feszültségmérő skálája R_x -ben kalibrálható és a skála lineáris.
- Ezt a mérési módszert főleg digitális multiméterekben használjuk.

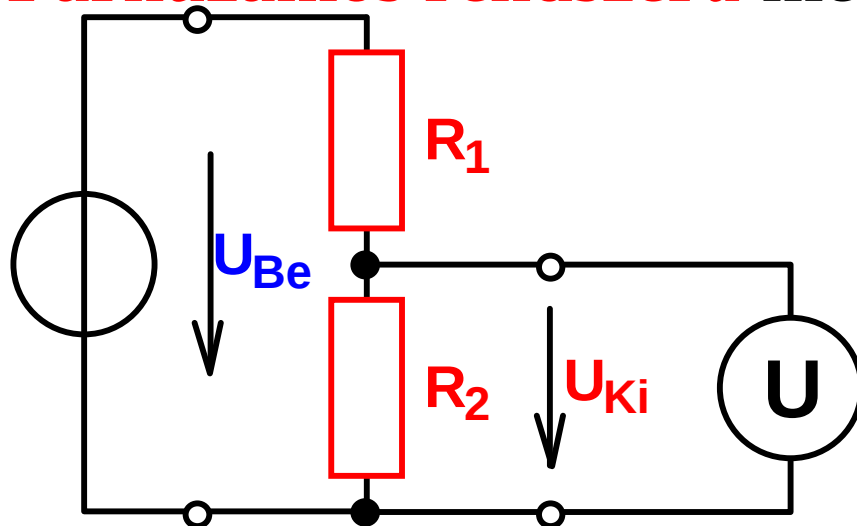
7.5. Mérés áramgenerátorral

2. A mérés elvi kapcsolása



7.6. Mérés a feszültségosztó elvén

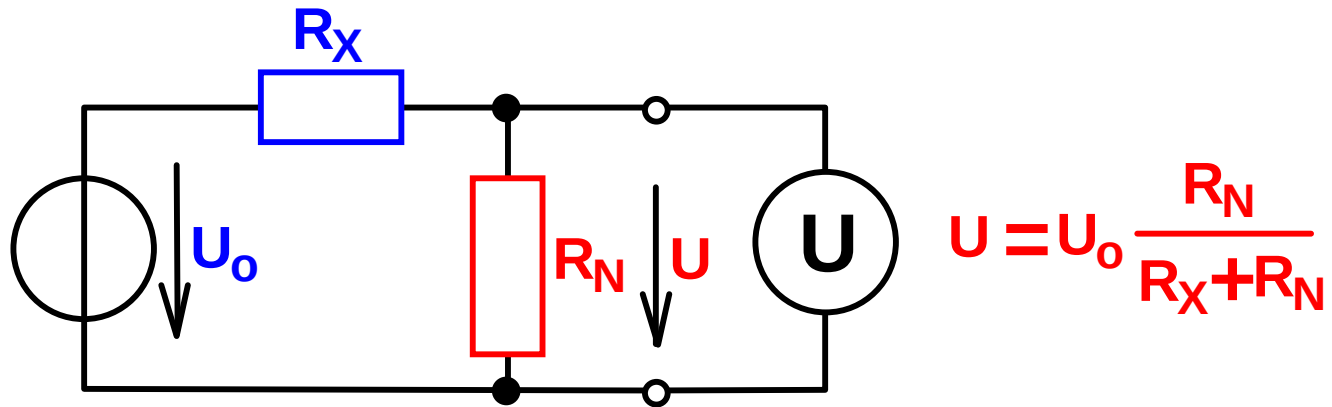
- Az osztó egyik tagját R_x , a másikat nagy pontosságú és nevezetes értékű R_N ($R_N = 1, 10, 100, 1k$ stb.) alkotja, míg $U_{Be} = U_0 = \text{állandó}$.
- R_x helye szerint megkülönböztetünk:
 - Soros rendszerű mérést, és
 - Párhuzamos rendszerű mérést.



$$U_{Ki} = U_{Be} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

7.6.1. Soros rendszerű mérés (1)

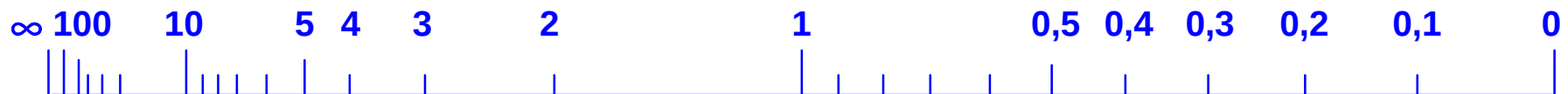
- Az osztó felső (soros) tagja az R_x ellenállás



- U_0 a műszert végkitérítésbe állító feszültség, R_N a műszer belső ellenállása.
- A műszer skálája (U) ellenállásban van kalibrálva.
- Nagy fogyasztású (elektromechanikus) feszültségmérőknél használjuk.

7.6.1. Soros rendszerű mérés (2)

- A műszer skálája nem lineáris.
- Az ellenállás skála $R_x = 0$ pontja a skála végén (a végkitérésnél) van.
- Az ellenállás skála $R_x = \infty$ pontja a skála kezdetén ($U = 0V$) van.



II. Elektronikus műszerek

(Feszültségmérők és jelgenerátorok)

8. Elektronikus műszerek

8.1. Elektronikus feszültségmérők

8.2. Jelgenerátorok

8.3. Oszilloszkópok

8.4. Frekvencia- és időmérők

8.5. Tápegységek

8.6. Teljesítménymérők

8.1.5.3. Digitális multiméterek

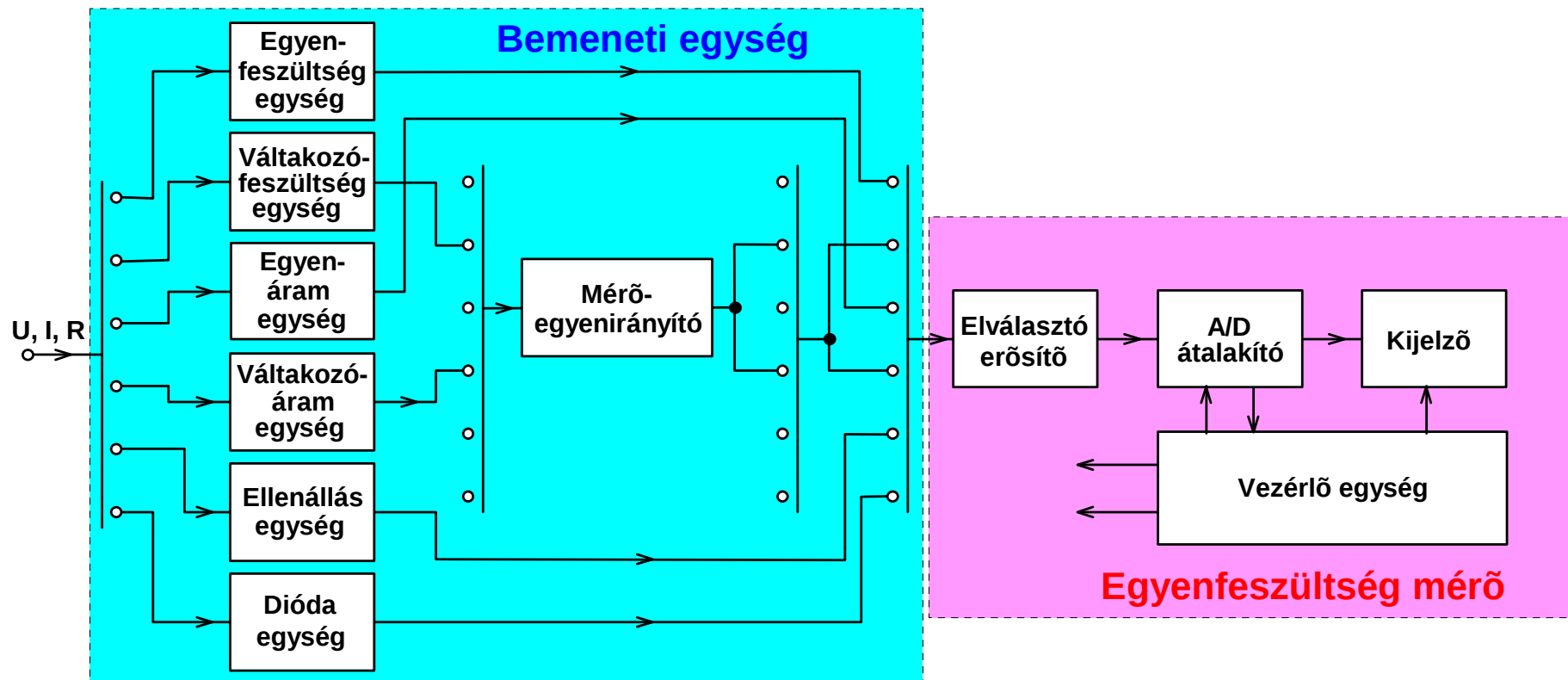
1. Elvi felépítése

2. Jellemzői

3. Kezelőszervei

4. Különleges szolgáltatásai

8.1.5.3.1. Digitális multiméterek elvi felépítése

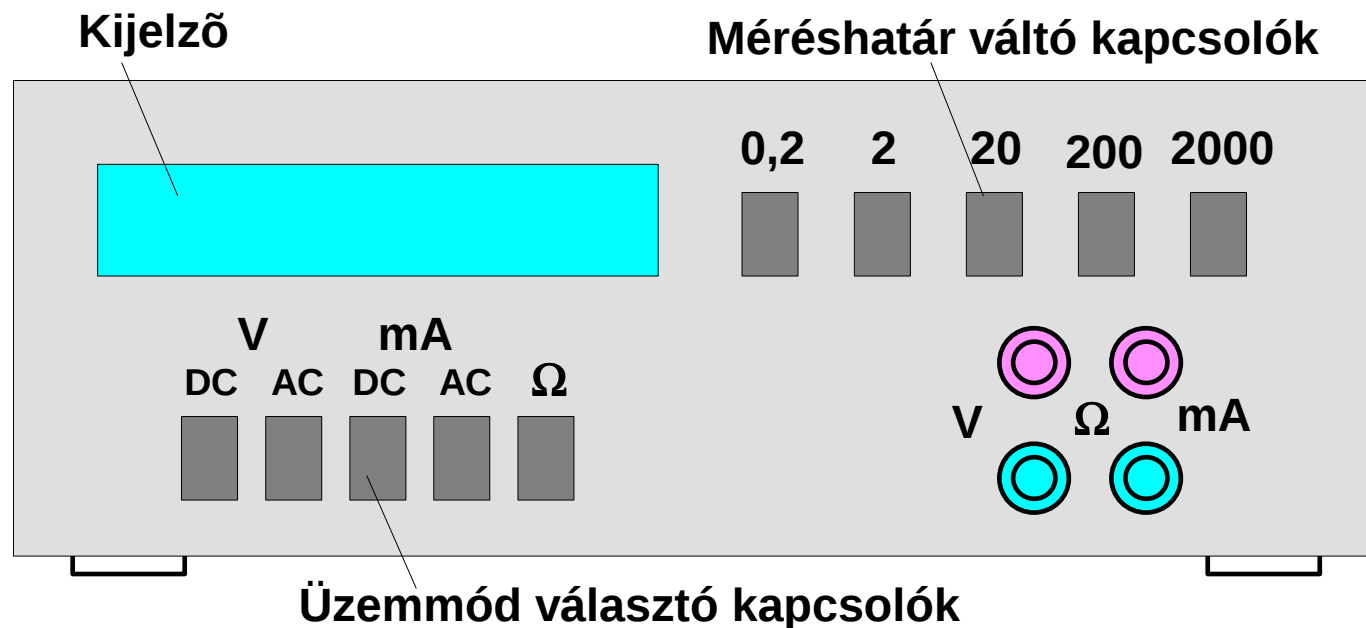


8.1.5.3.2. Digitális multiméterek jellemzői

- **DC üzemmód**
 - **Feszültség:** mint digitális egyenfeszültség-mérő
 - **Áram:** Méréshatárok: 2-20-200-2000mA
Sönt feszültség: mint FS érték
- **AC üzemmód**
 - **Bemeneti impedancia:** $1\text{M}\Omega \parallel 30\text{-}50\text{pF}$
 - **Határfrekvencia:** általában 400-800Hz
- **Egyéb szolgáltatások** (külön oldalon)

8.1.5.3.3. A digitális multiméter jellemző kezelőszervei

1. Asztali kivitel



8.1.5.3.3. A digitális multiméter jellemző kezelőszervei

2. Hordozható kivitel



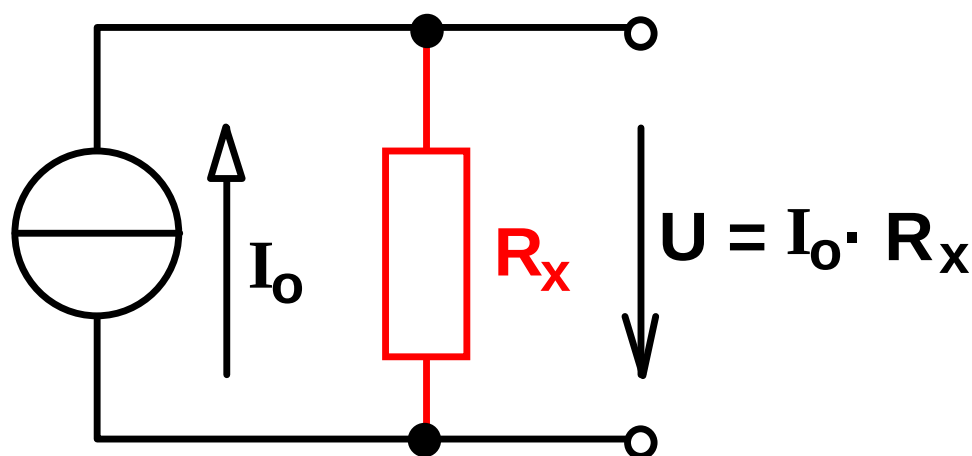
8.1.5.3.4. Digitális multiméterek különleges szolgáltatásai

- 1. Ellenállás mérő**
- 2. Dióda vizsgáló**
- 3. Szakadás-zárlat kereső**
- 4. Négyvezetékes ellenállás mérés**
- 5. Egyéb (tranzisztor vizsgáló, kapacitás-
mérő, frekvencia-mérő stb.)**

8.1.5.3.4. Digitális multiméterek különleges szolgáltatásai

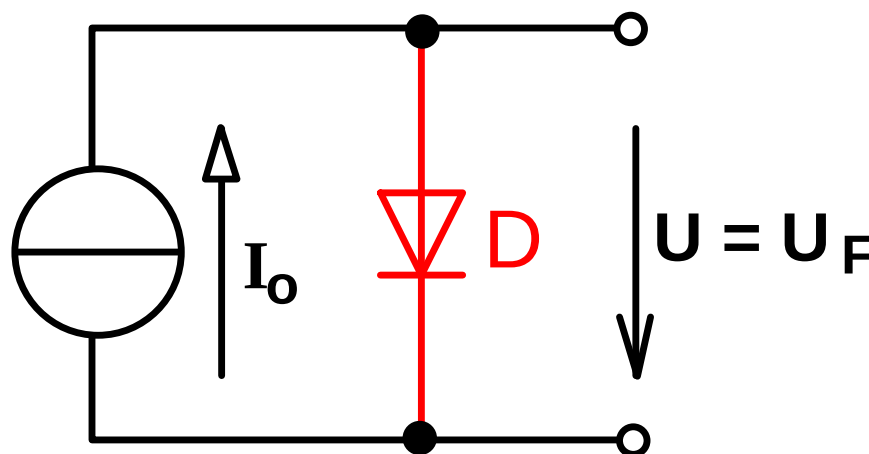
1. Ellenállás mérő. Áramgenerátoros módszerrel mér (az R_x ellenálláson keletkező feszültséget méri, mely arányos R_x -el).

Méréshatár váltás: az áramgenerátor áramával



8.1.5.3.4. Digitális multiméterek különleges szolgáltatásai

2. Dióda vizsgáló. Az ellenállás mérés elvén működik ($I_o = 1\text{mA}$): a diódán keletkező feszültséget méri, mely nyitó irányban a dióda nyitófeszültségének (U_F) felel meg.



8.1.5.3.4. Digitális multiméterek különleges szolgáltatásai

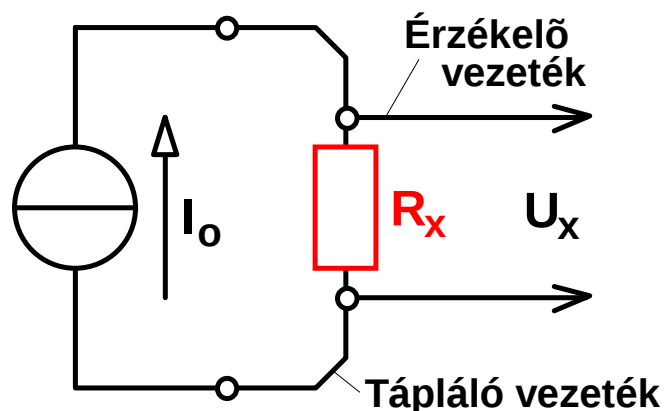
3. Szakadás-zárlat kereső.

- Ez is az ellenállás mérő egységet használja.
- Ha a vizsgált alkatrészen keletkező feszültség túl kicsi (zárlat van) bekapcsol egy zümmögő, és akusztikusan jelzi a zárlatot, míg szakadás esetén nem ad jelzést.

8.1.5.3.4. Digitális multiméterek különleges szolgáltatásai

4. Négyvezetékes ellenállásmérő

- A mérővezeték ellenállásából származó hibát küszöböli ki: külön két-két vezetéket használ az áramgenerátorhoz és a feszültségmérőhöz.
- Főleg kis ellenállások méréséhez használjuk.



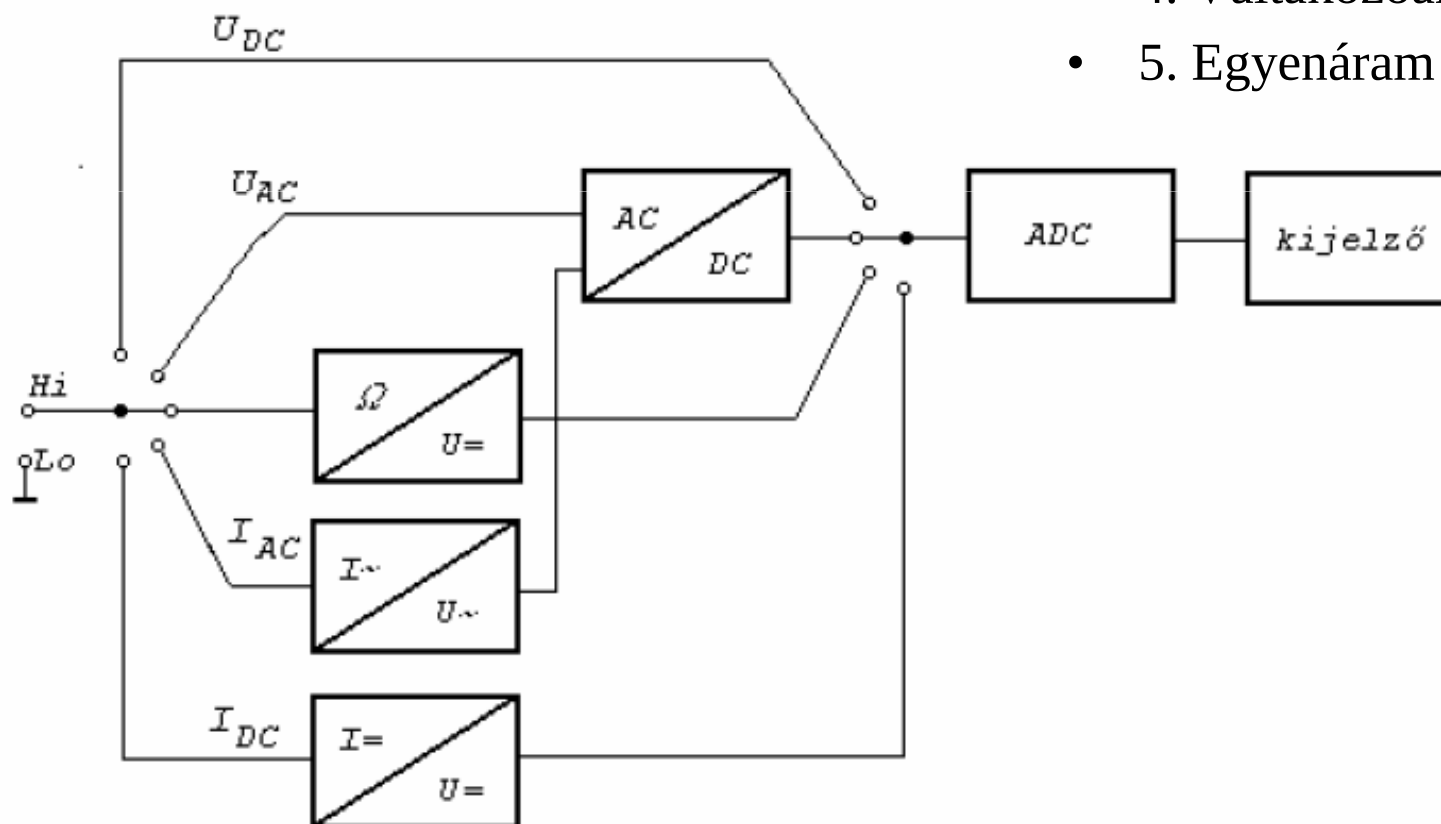
Digitális multiméterek DMM

A digitális műszerek előnye az analóg műszerekkel szemben:

- nagyobb pontosság,
- nagyobb érzékenység,
- nagyobb mérési sebesség,
- egyértelmű leolvashatóság,
- nagyobb bemeneti impedancia,
- nagyobb frekvencia tartomány,
- a mért érték tárolható,
- a műszer működtetése automatizálható.

Digitális multiméter

- 1. Egyenfeszültség (DV)
- 2. Váltakozófesz. (AV)
- 3. Ellenállás (R)
- 4. Váltakozóáram (AC)
- 5. Egyenáram (DC)

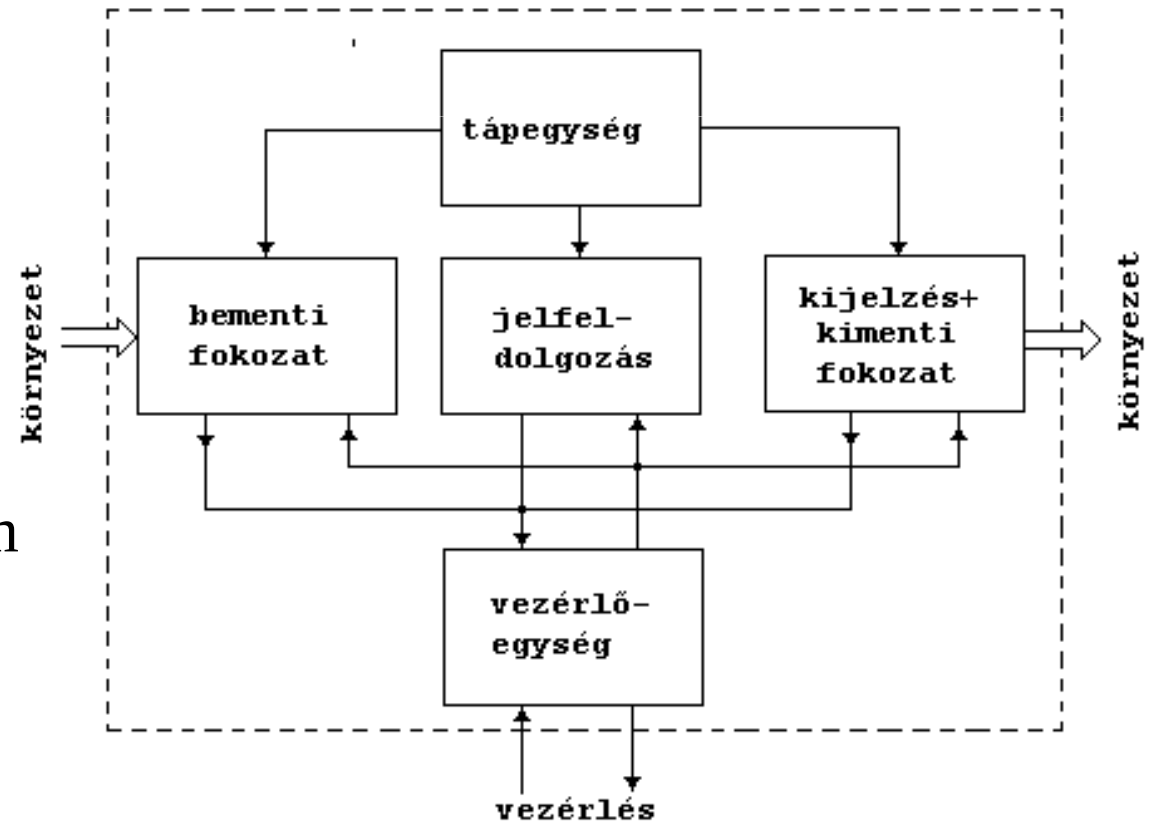


Elektronikus mérőműszerek



DMM-el mérhető:

- egyenfeszültség/áram
- váltakozó feszültség/áram
- ellenállás
- esetleg HFE, C, L, dióda



A digitális műszerek mérési hibája

- **A mért értékre vonatkoztatott h_{rdg} (rdg, reading, leolvasott érték) hiba:**

$$h_{rdg} = \pm \frac{H_i}{m} 100\% \quad \text{ahol } H_i \text{ a mérés abszolút hibája,} \\ m \text{ pedig a mért érték}$$

- **A méréshatárra vonatkoztatott h_{FS} (fs, full scale, méréshatár) hiba: katalógusadat**

$$h_{FS} = \pm \frac{H_i}{p_{FS}} 100\% \quad \begin{array}{l} H_i \text{ a mérés abszolút hibája} \\ p_{FS} \text{ a műszer aktuális méréshatára} \end{array}$$

- **Az impulzusszámlálásból adódó h_{Count} hiba:**

$$h'_{rdg} = h_{FS} \frac{p_{FS}}{m}$$

- ahol $h_{Count} = \pm \frac{D}{N} 100\%$

- N a digitális műszeren kijelzett szám értéke a tizedespont figyelembevétele nélkül,

- D a bizonytalan jegyek száma (tipikusan 1) $h_{\Sigma} = h'_{rdg} + h_{Count}$

DMM példa

$$U_m = U_{rdg} = 5,215mV$$

$$U_{fs} = 10\mu V$$

$$h_{rdg} = \pm 0.015 \%$$

$$h_{fs} = \pm 0,02 \%$$

katalógus

$$D = 1$$

- Méréshatárra vonatkoztatott relatív hiba:

$$h'_{rdg} = h_{fs} \frac{U_{fs}}{U_{rdg}} = \pm 0,02 \% \cdot \frac{10\mu V}{5,215mV} = 0,038 \%$$

- Számlálási hiba:

$$h_{sz} = \frac{1}{5215} \cdot 100 \% = \pm 0,019 \%$$

- Összevont relatív hiba:

$$h = \pm |0,015 + 0,038 + 0,019| \% = 0,072\%$$

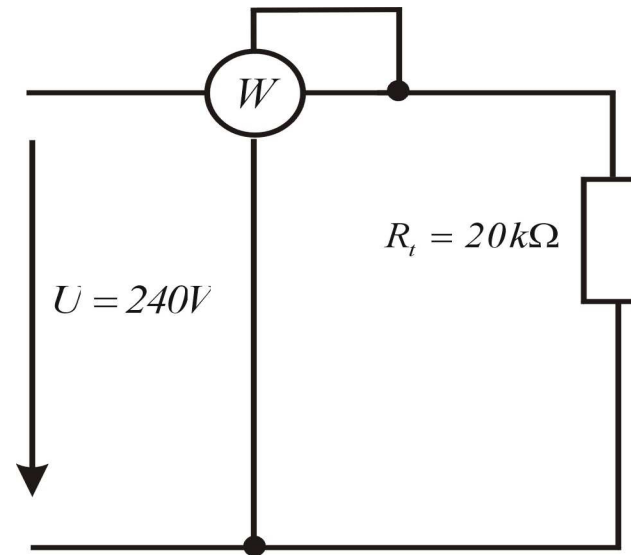
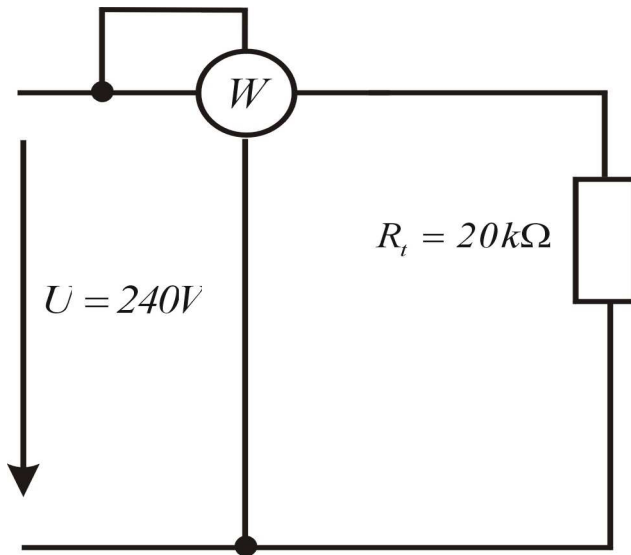
- Abszolút hiba:

$$H = \frac{h}{100\%} \cdot U_{rdg} = \frac{0,072}{100} \cdot 5,215 \approx 4\mu V$$

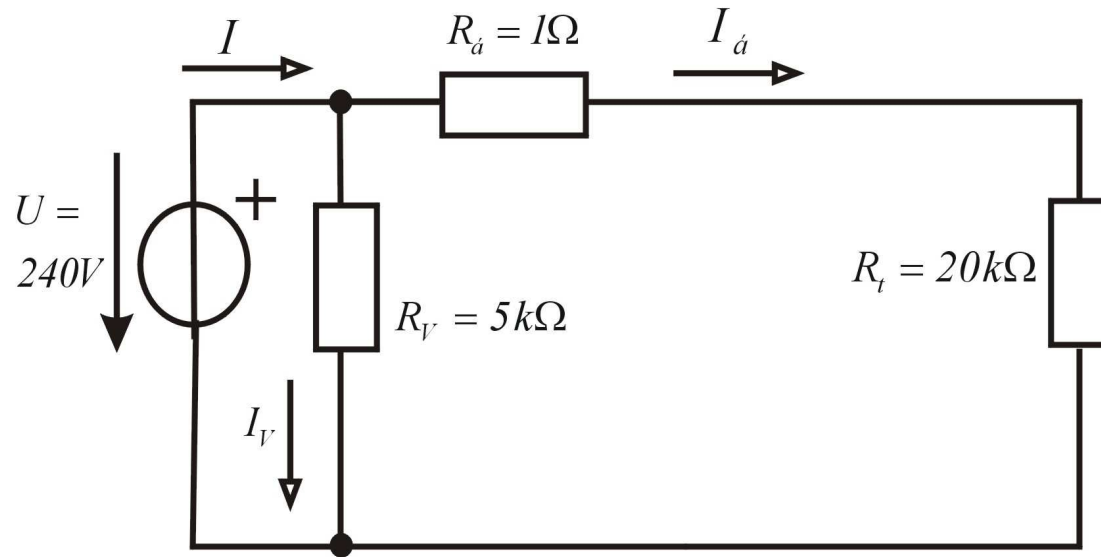
Analóg teljesítménymérő bekötése

Egy $R_t = 20k\Omega$ -os ellenálláson teljesítménymérést végzünk elektrodinamikus wattmérővel. $U_v = 240V$ $R_{\text{álló}} = 1\Omega$ $R_{\text{lengő}} = 5k\Omega$

. Melyik kapcsolást érdemes használni?



a.,) Adja meg a mérés relatív hibáját százalékos értékben.

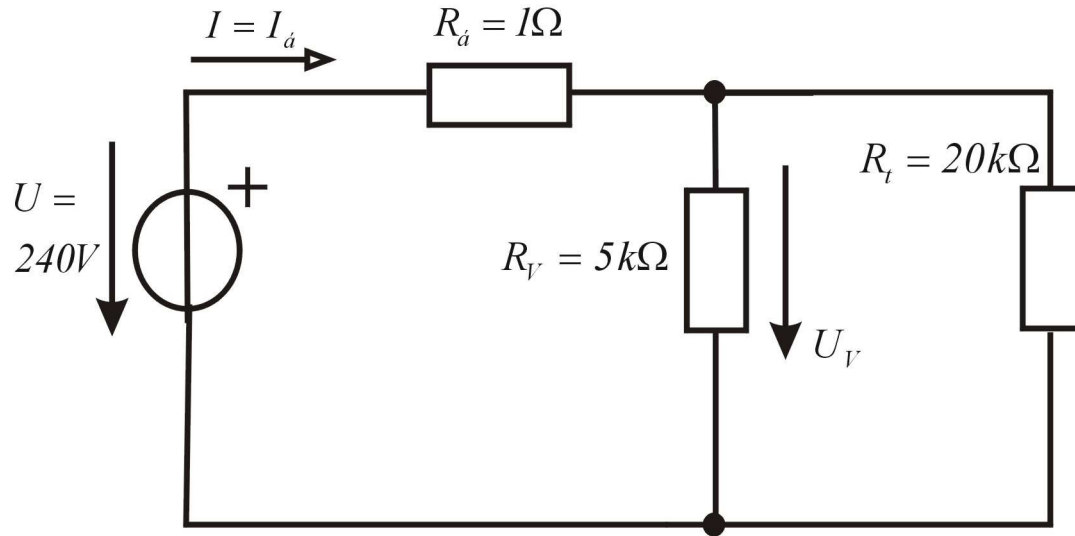


$$P_t = \frac{U^2}{R_t} = \frac{240^2 \text{V}^2}{20.000 \Omega} = 2,88 \text{W}$$

$$I_A = \frac{U}{R_A + R_t} = \frac{240 \text{V}}{20.001 \Omega} = 0,01199 \text{A} = 11,99 \text{mA}$$

$$P_w = U \cdot I = 240 \text{V} \cdot 11,99 \cdot 10^{-3} = 2,8798 \text{W}$$

$$h_{\%} = \frac{(m - p)}{p} \cdot 100\% = \frac{(P_w - P_t)}{P_t} \cdot 100\% = 0,00499\% \cong 0,005\%$$



$$I = \frac{U}{R_d + (R_v \times R_t)} = \frac{U}{R_d + \frac{R_v \cdot R_t}{R_v + R_t}} = \frac{240V}{1 + \frac{5000\Omega \cdot 20.000\Omega}{5000\Omega + 20.000\Omega}} = \frac{240V}{4001\Omega} = 0,05998A$$

$$U_v = U - I \cdot R_d = I(R_v \times R_t) = 0,05998A \cdot 4.000\Omega = 239,94V$$

$$P_w = U_v \cdot I_A = 239,94V \cdot 0,05998A = 14,39W$$

$$P_t = \frac{U^2}{R_t} = \frac{240^2 V^2}{20.000\Omega} = 2,88W$$

$$H = m - p = P_w - P_t = 11,51W$$

$$h_{\%} = \frac{(m - p)}{p} \cdot 100\% = \frac{(P_w - P_t)}{P_t} \cdot 100\% = \frac{(14,39W - 2,88W)}{2,88W} \cdot 100\% = 399\% \cong 400\%$$

8.1.6. Váltakozófeszültség- mérők

- 1. A hangfrekvenciás feszültségmérő**
- 2. A szélessávú feszültségmérő**
- 3. Nagyfrekvenciás feszültségmérő**
- 4. Szelektív feszültségmérő**

8.1.6.1.2. A hangfrekvenciás feszültségmérő jellemzői

Abszolút középértéket mér

Bemeneti impedancia: 1-10M Ω ||30pF

Frekvencia-tartomány:

10-30Hz-től 0,1-3MHz-ig

Mérési tartomány: 0,1-0,3mV-tól 30-300V-ig

**Méréshatárok: 1, 3, 10 stb. lépésekben, de a 3-
as mérés határokon a mutató végkitéréséhez
 $10 \cdot \sqrt{10} = 31,6$ - os osztás tartozik.**

8.1.6.1.3. A hangfrekvenciás feszültségmérő skálái (1)

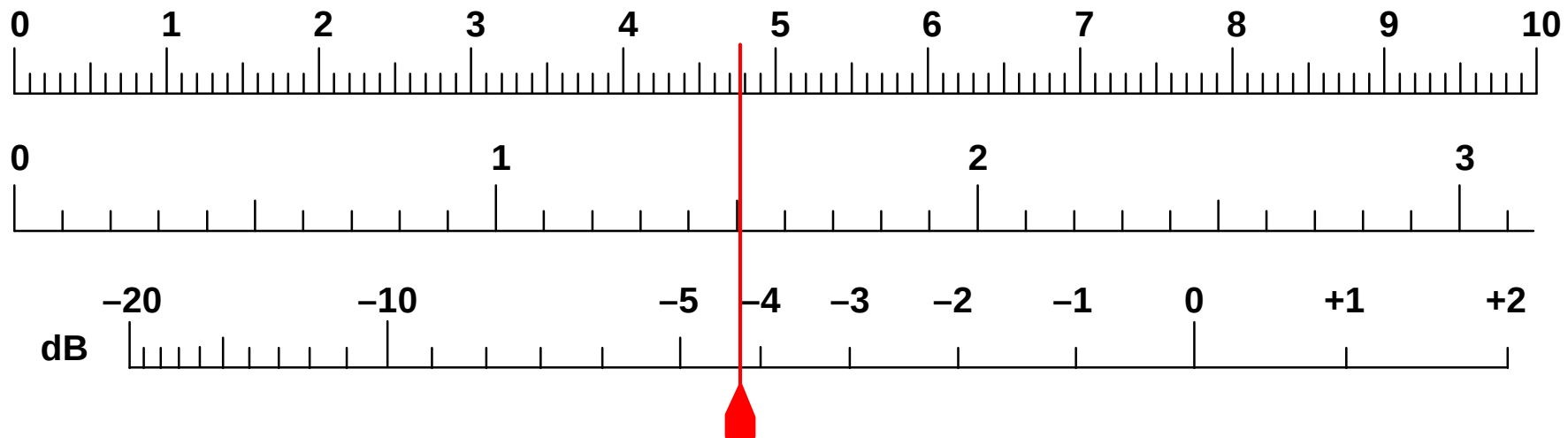
- 100-as osztású skála
- $10 \cdot \sqrt{10} = 31,6$ - os osztású skála
- decibel (dB) skála

0dB: 1mW teljesítmény 600Ω-on, amely

$$U = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{10^{-3} \cdot 600} = 0,775\text{V}$$

8.1.6.1.3. A hangfrekvenciás feszültségmérő skálái (5)

Példa: Mekkora a feszültség V-ban és dB-ben, ha a kapcsoló -20dB -es állásban (100mV) áll?



V-ban: $47,8\text{mV}$

dB-ben: $-4,3\text{dB} - 20\text{dB} = -24,3\text{dB}$

8.2.2. A jelgenerátorok csoportosítása

1. jelalak szerint

- **Színusz**
- **Négyszög**
- **Háromszög**
- **Függvény: többféle (színusz, háromszög, négyszög) jelet képes előállítani**
- **Zaj: szabálytalan a jelalakja**

8.2.2. A jelgenerátorok csoportosítása

2. Frekvencia szerint

- **Infra frekvenciás:** 0,001-100Hz
- **Hangfrekvenciás:** 20Hz-20kHz
- **Szélessávú:** 20Hz-től 10MHz-ig
- **Rádiófrekvenciás:** 0,1-30MHz
- **URH-TV:** 3-1000MHz
- **Mikrohullámú:** 1GHz felett

8.2.5.2.1. A függvénygenerátor felhasználási területe

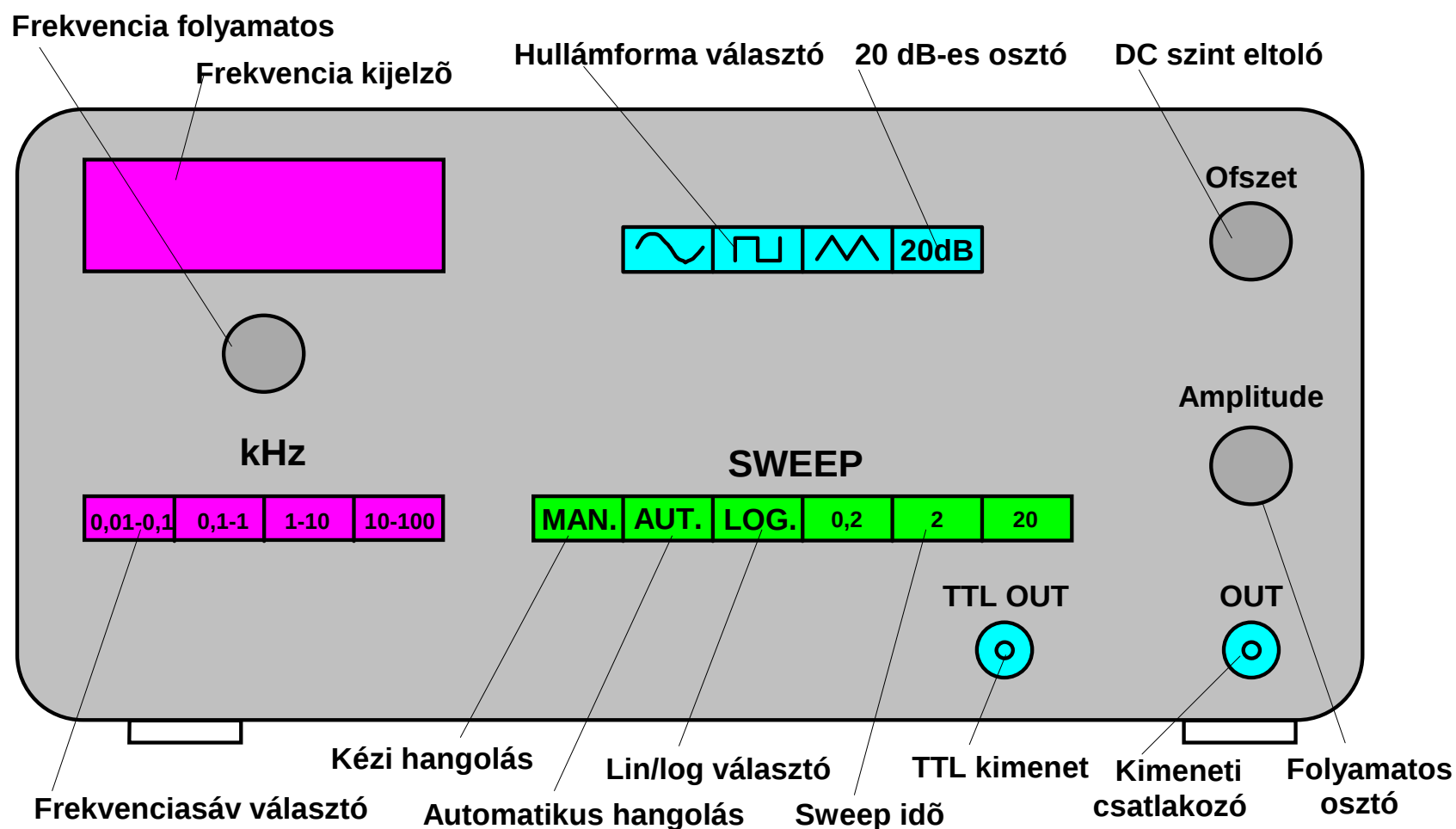
**Sokoldalúan használható jelgenerátor,
mert:**

- **Színusz, négyszög és háromszög jelet is előállít.**
- **A frekvenciája széles tartományban**
 - **kézzel és**
 - **automatikusan is változtatható.**
- **Változtatható feszültségű és TTL szintű kimenettel is rendelkezik.**

8.2.5.2.2. A függvénygenerátor jellemzői

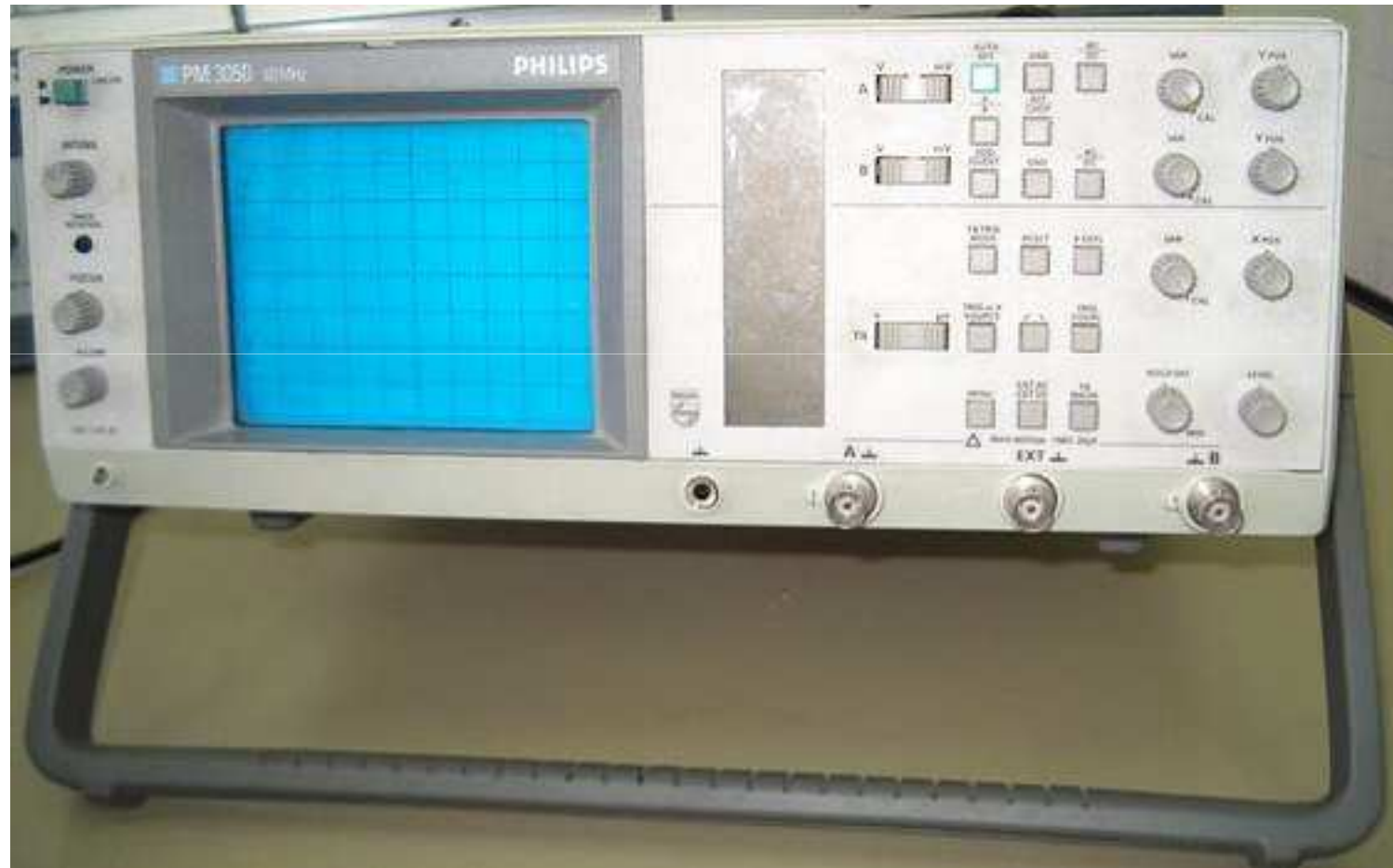
- **Frekvencia-tartomány: 0,01 Hz-1 MHz,**
- **Kimeneti feszültség:**
 - 0-10 V folyamatosan változtatható és DC szintje eltolható
 - 5 V (TTL)
- **Automatikus frekvencia pásztázás**
 - Pásztázási idő: 0,2, 2 és 20 s.
 - Pásztázási tartomány 100 vagy 1000-szeres vagy ezen belül beállítható

8.2.5.2.4. A függvénygenerátor jellemző kezelőszervei



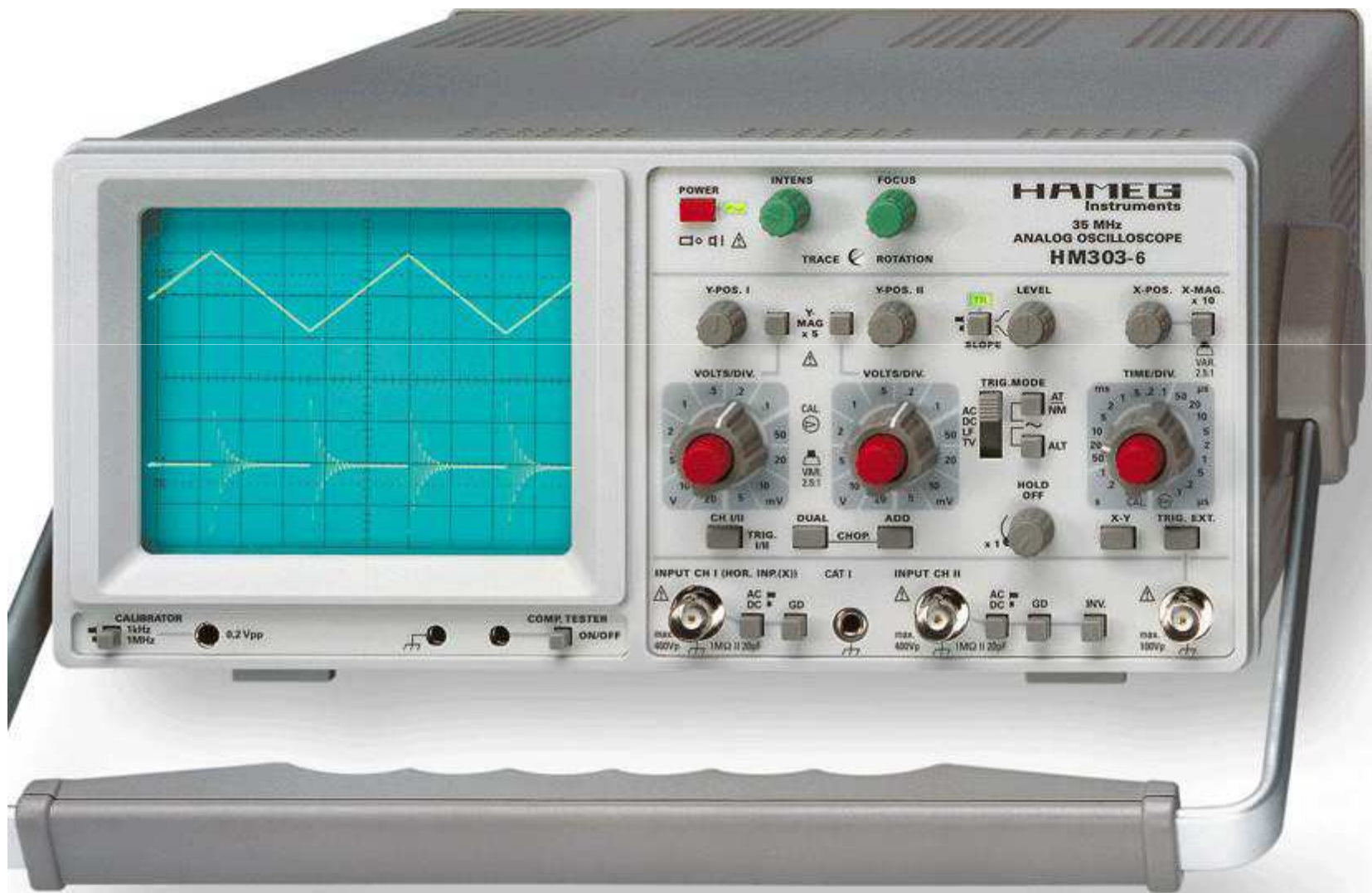
Tanszéki analóg oszcilloszkóp

50MHz



Tanszéki analóg oszcilloszkóp

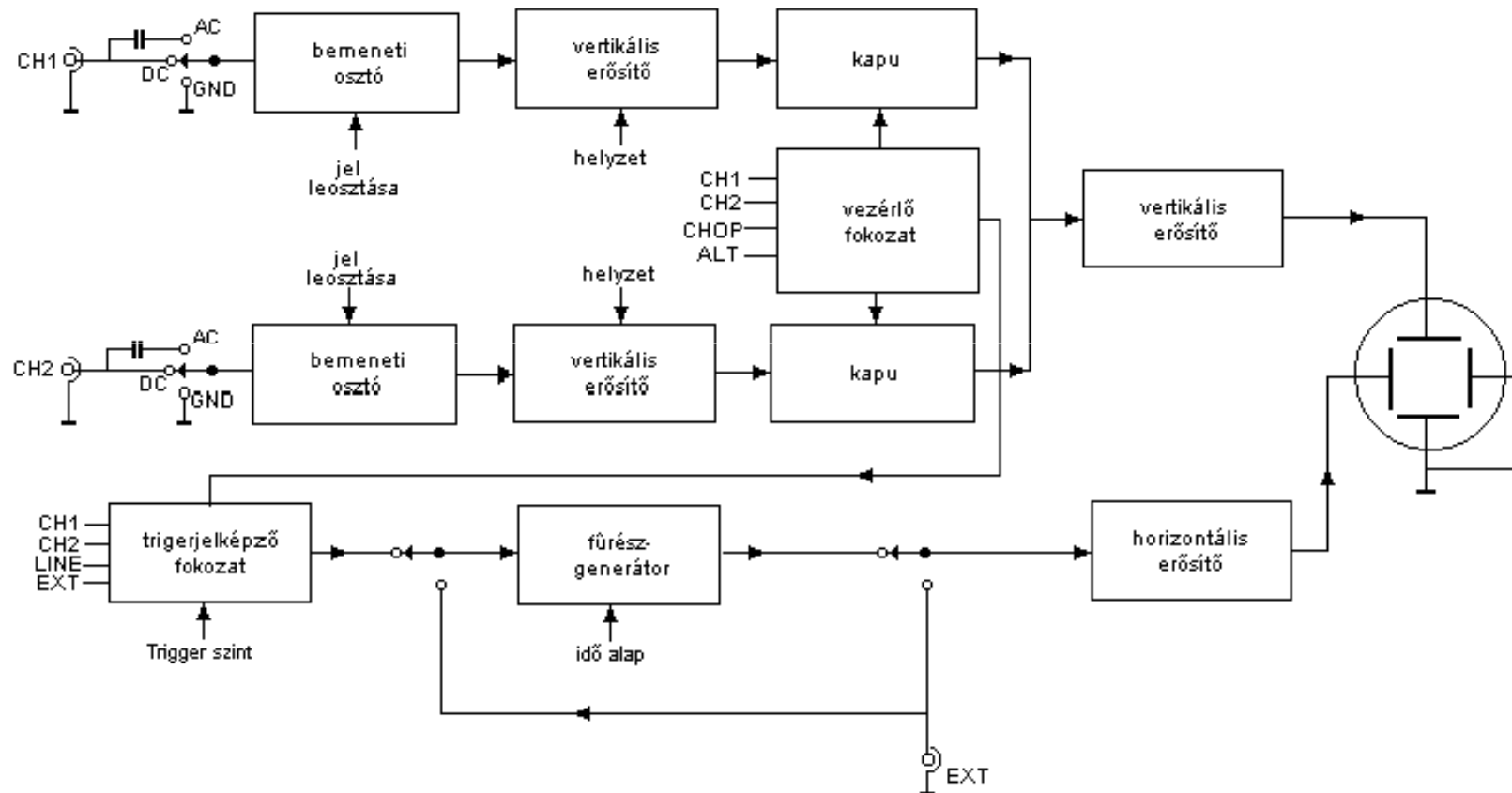
35MHz



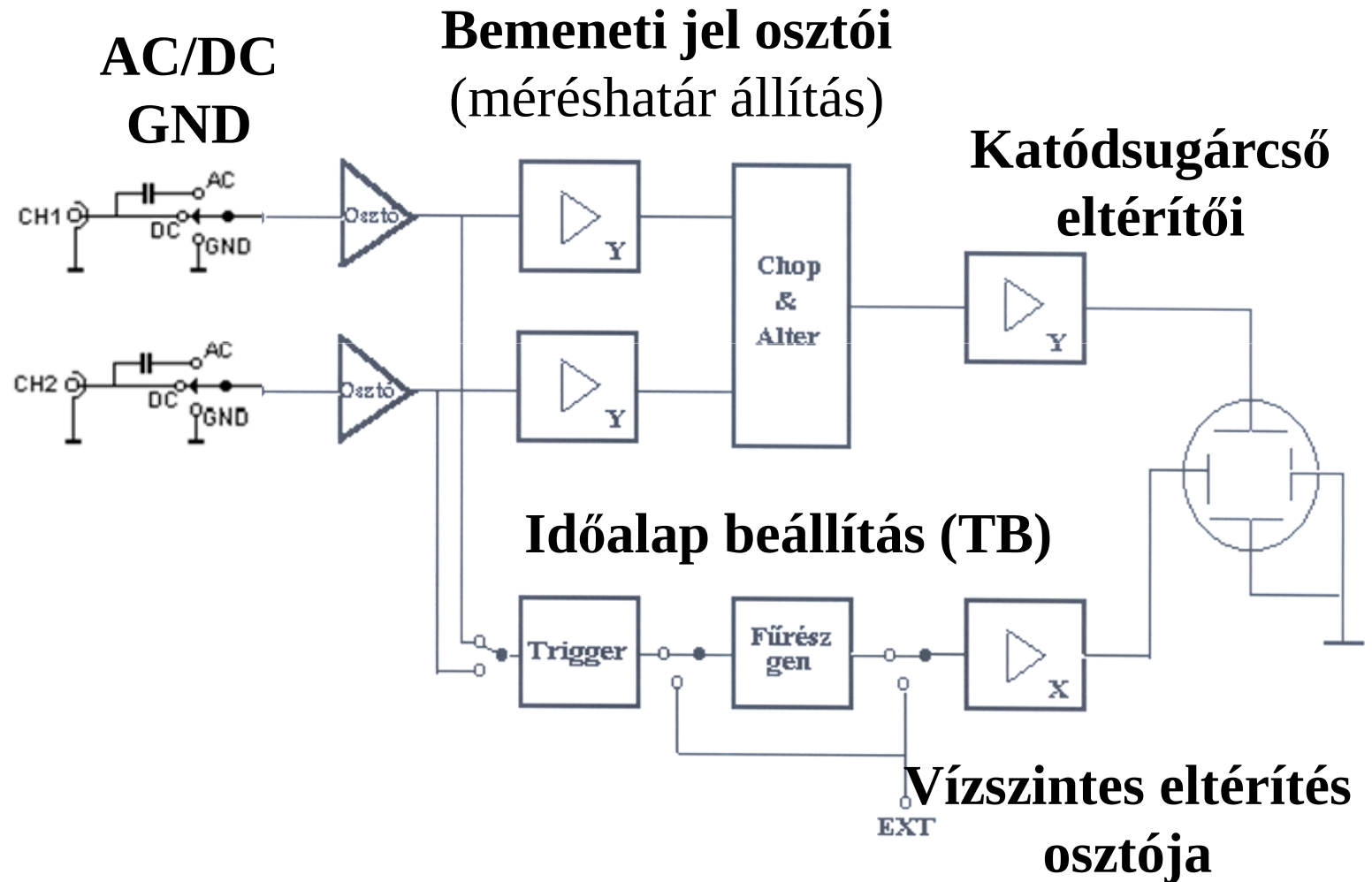
Oscilloszkóp tulajdonságai

- Az oscilloszkóp egy **speciális feszültségmérő**.
- **Nagy** a bemeneti **impedanciája**, ezért a voltmérőhöz hasonlóan a mérendővel mindig párhuzamosan kötjük.
- Néhány kivételes esettől eltekintve a mérendő **feszültség időbeni lefolyásának** vizsgálatára (jelek pillanatértékének megjelenítésére) használjuk.
- **Periodikus jelek** vizsgálatára a legalkalmasabb. Már a legegyszerűbb oscilloszkópok is alkalmasak legalább **két jel** egyidejű vizsgálatára.
- **Egysugaras**: egy elektronágyú biztosítja a jel(ek) kirajzolását
- **Többsugaras**: a katódsugárcsőben több elektronágyú van, ezek egymástól függetlenül vezérelhetők. Minden sugárhoz teljesen önálló elektronika tartozik.
- **Két / többcsatornás**: a katódsugárcsőben csak egy elektronágyú van, a több jel megjelenítésénél a szemünk becsaphatóságát használja ki. Csak a függőleges csatornák rendelkeznek önálló elektronikával, minden egyéb elektronikus fokozat közös. Ez gyengébb, de olcsóbb megoldás.

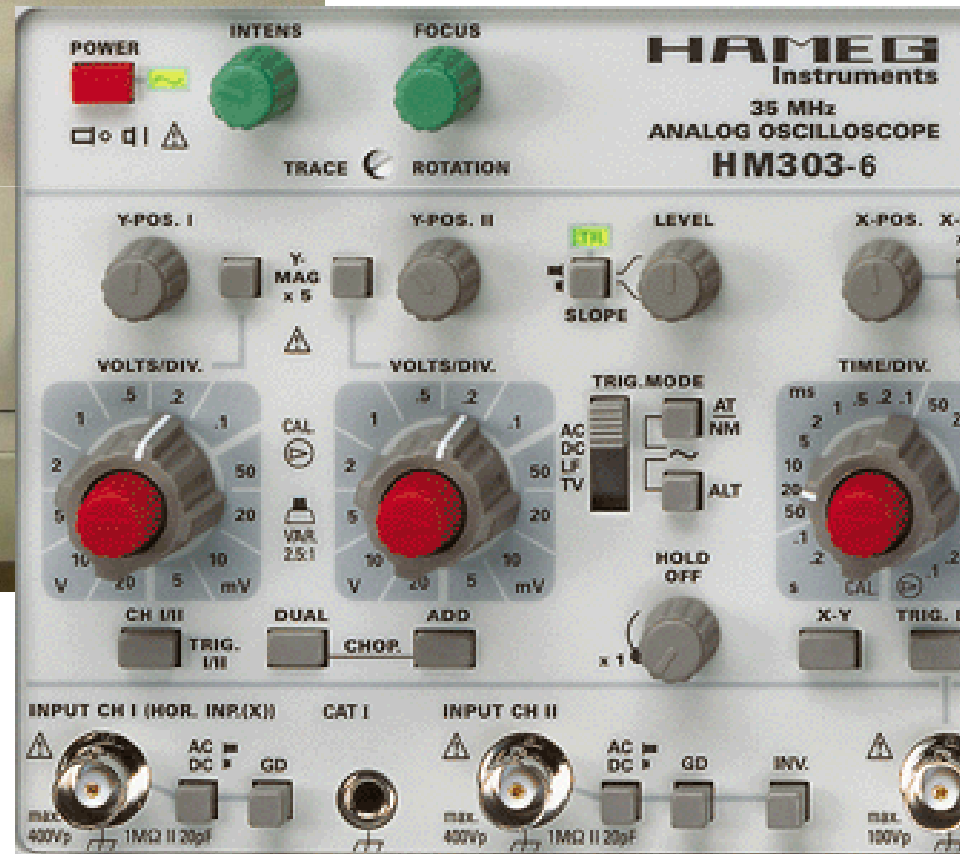
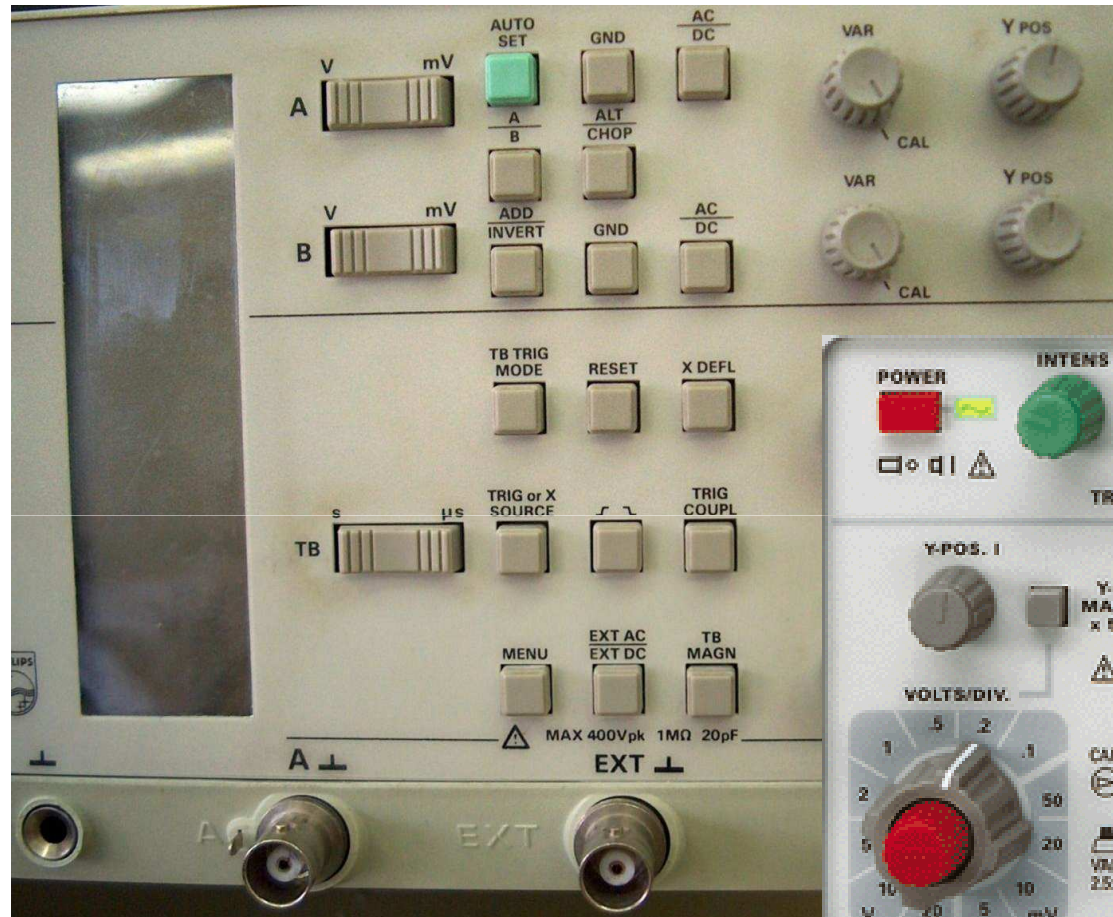
Analóg oszcilloszkóp felépítése



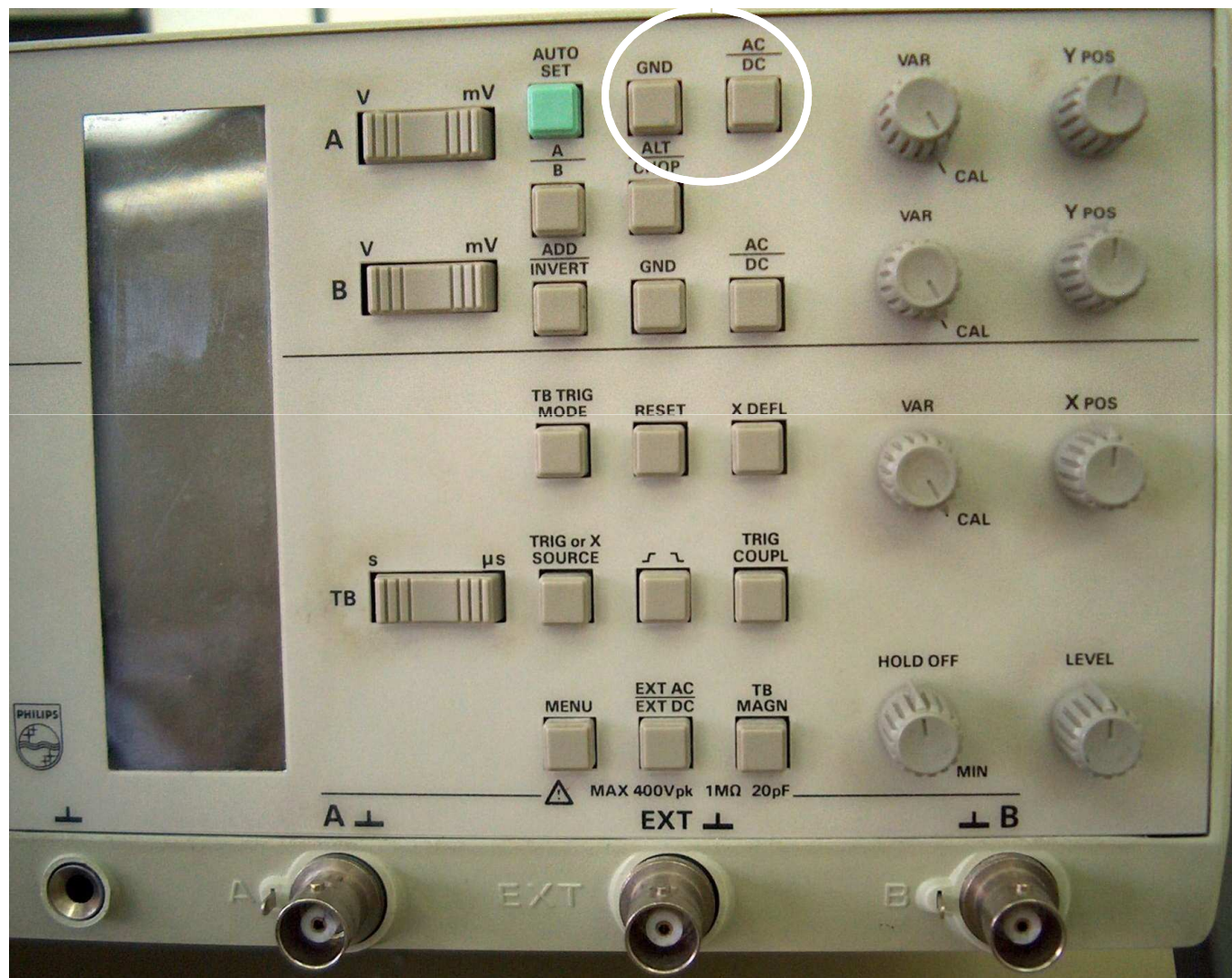
Analóg oszcilloszkóp vázlatos felépítése

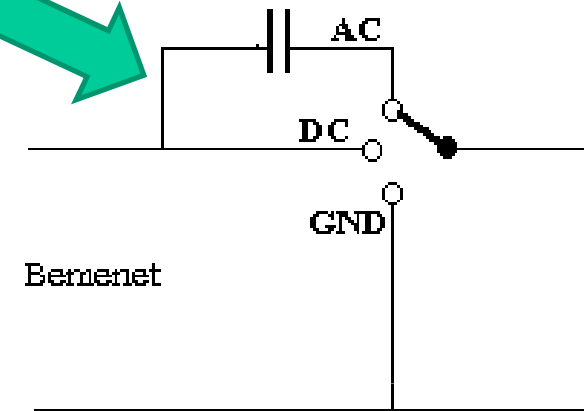
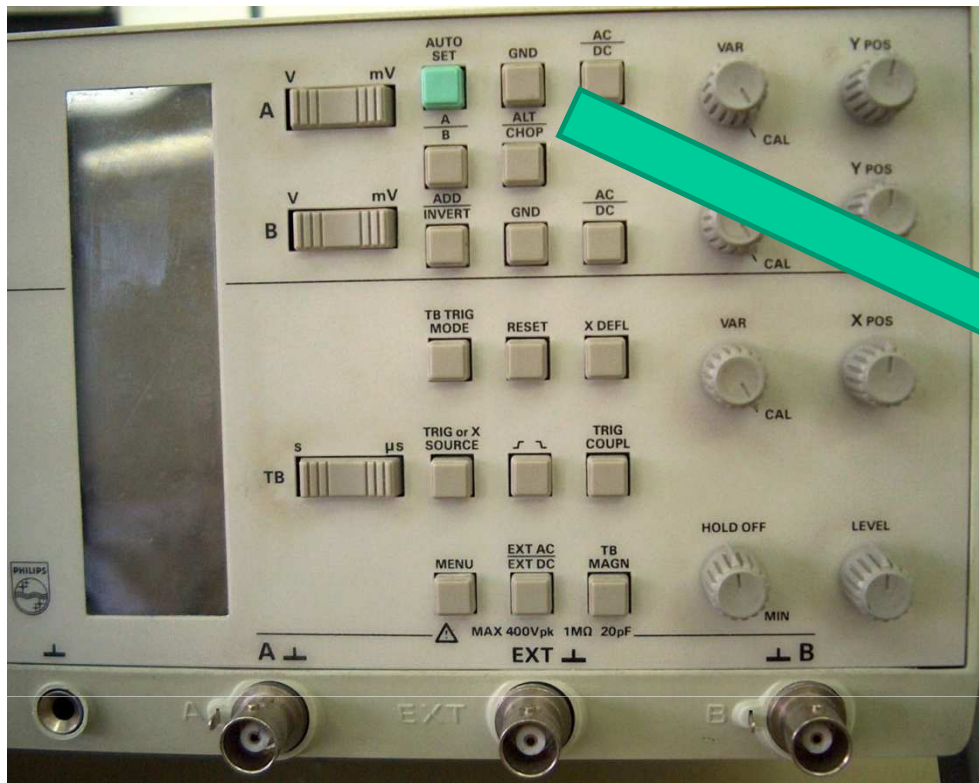


Analóg oszcilloszkóp kezelőfelülete

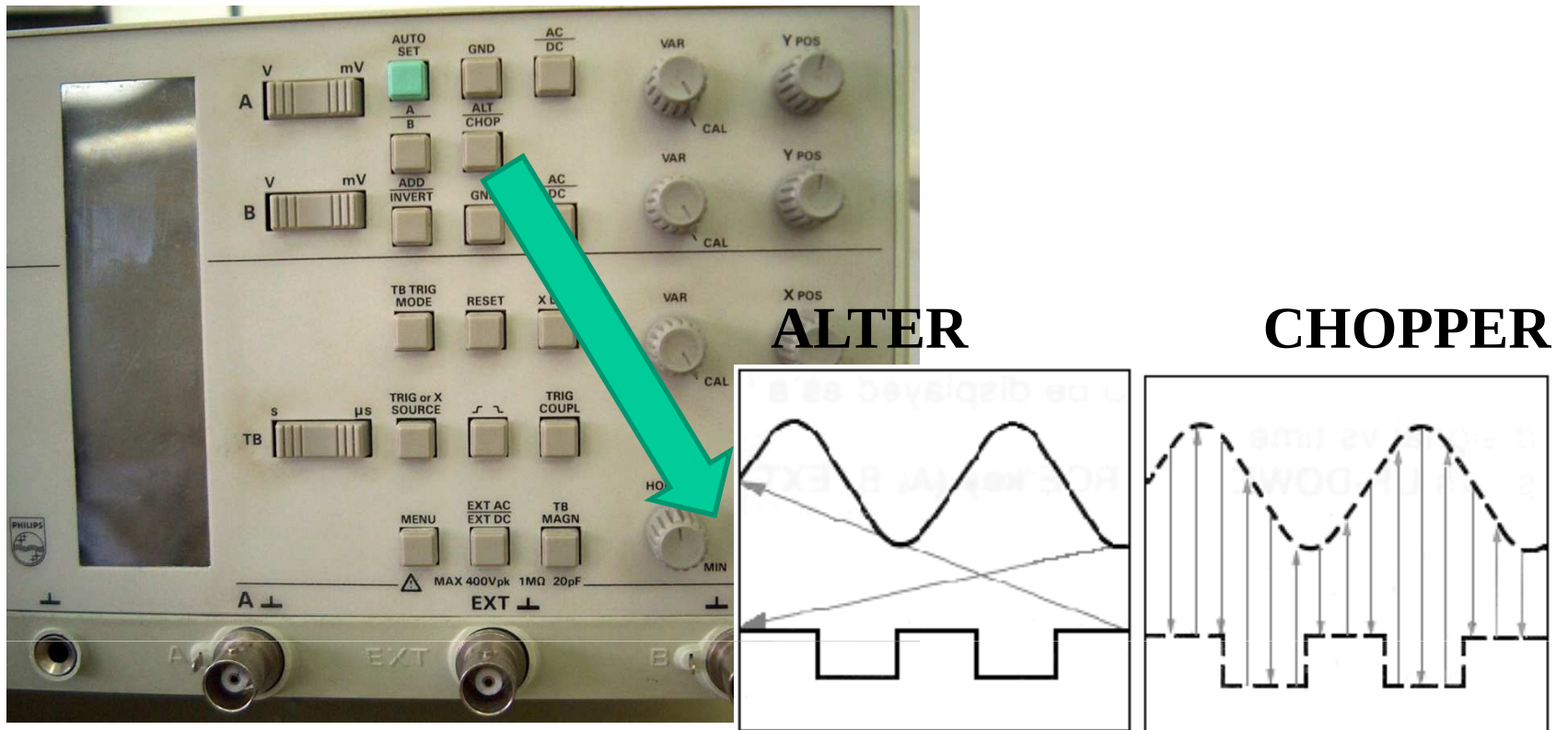


AC/DC és GND kapcsoló





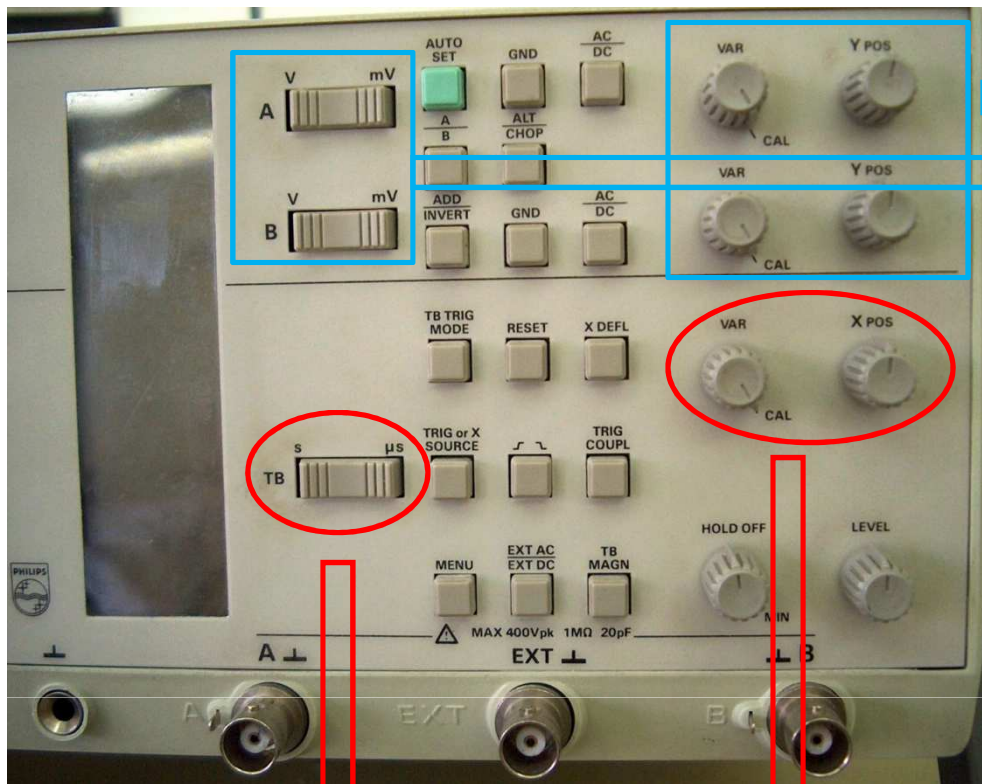
- **AC-állás:** kondenzátor kiszűri a jel egyenkomponensét (DC-jét)
- **DC-állás:** a jel változatlan formában halad tovább
- **GND:** a mérendő jel útja megszakad, az oszcilloszkóp bemenete földelődik



- **ALT** (alternate) beállításban az elektronsugár jelek közötti átkapcsolása csak képenként történik.
- **CHOP** (chopper) beállításban az elektronikus kapcsoló két csatorna jelét igen nagy frekvenciával (kapcsolgatja). Így az elektronsugár egy-egy pontot rajzolva rakja össze a két jelet az ernyőn.

Felmerülő problémák

- **ALT** (alternate) üzemben az alacsonyfrekvenciás jelek okoznak problémát. Mivel a jelek „túl lassúak” ezért a csatornák közötti váltogatást a szem is észleli, így villog a kép (kb. 200 Hz alatt).
- **CHOP** (chopper) üzemben az egymástól eltérő frekvenciatartományban lévő jelek kirajzoltatása okozza a problémát. Ilyenkor előfordul, hogy fut a kép.
Oka: a triggerelést csak az egyik csatornához tudjuk hozzárendelni, emiatt a nagyon eltérő frekvenciájú jelek közül az egyik mindig futni fog.



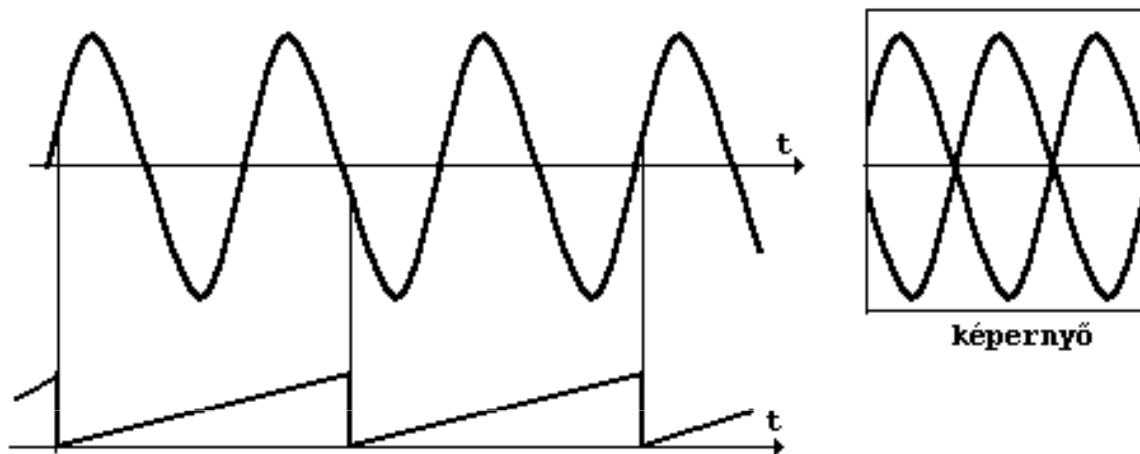
⇒ **Bemeneti jel osztója**
(méréshatár állítás)
V/DIV + Ypos+
Ycalibration

⇒ **Vízszintes eltérítés osztója**
(fűrészel felfutási idejének állítása)
TIME/DIV (Timebase) + Xpos+ Xcalibration

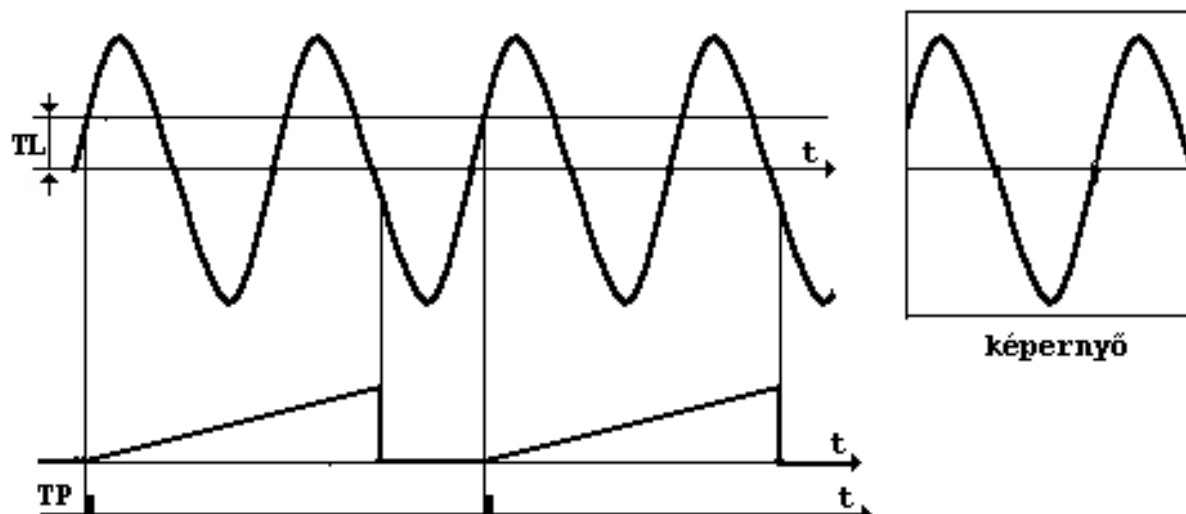
- A jelek vizsgálata leggyakrabban az **idő függvényében** történik.
- Az idő múlásának leképezéséhez lineárisan növekvő (**fűrészfog** alakú) jelet kell a vízszintes eltérítőre kapcsolni. Bár ezt a jelet az EXT bementen kívülről is beadhatnánk, a gyakori igény miatt a fűrészjel generátor be van építve az oszcilloszkópokba. Időalapgenerátor (Time Base)
- A fűrészjelet egy időalap generátor állítja elő.
- A fűrész feszültség változása konstans és az ernyő szélességével arányos.
- Visszafutási ideje elhanyagolhatóan rövid.
- A fűrészjel felfutási ideje (TB) fokozatokban (potenciométerrel, Time/Divkapcsolóval) is állítható. Ezzel választható meg, hogy adott frekvenciájú jelből mekkora szakasz vagy hány periódus legyen látható a képernyőn.
- Állítás: **μs/Div-ms/Div** osztásokban
- Leolvasáskor a CAL potenciométert végállásba kell forgatni.
- A TB helyes megválasztása esetén a jel 1-2 periódusa látható a kijelzőn.

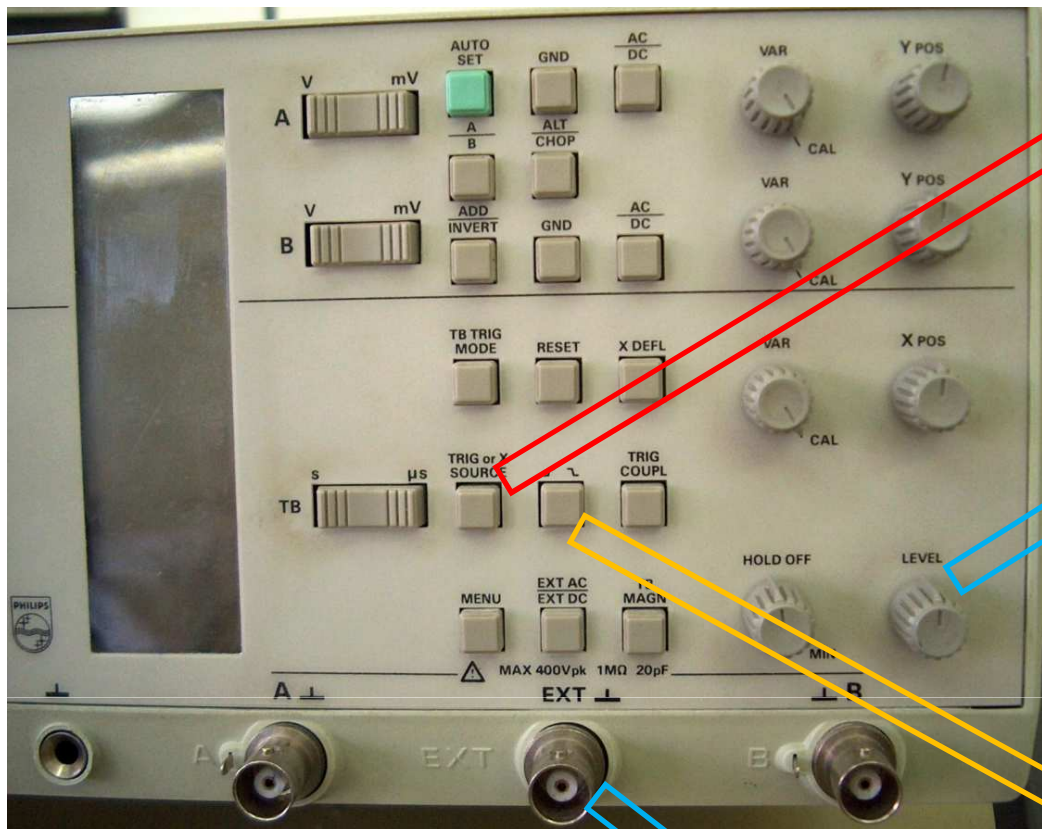
Triggerelés (szinkronizálás)

Nem szinkronizált



Szinkronizált





**Triggerelés jelének
kiválasztása**

(A / B csatorna, EXT)

Trigger Level (TL)
(trigger szint beállítása)

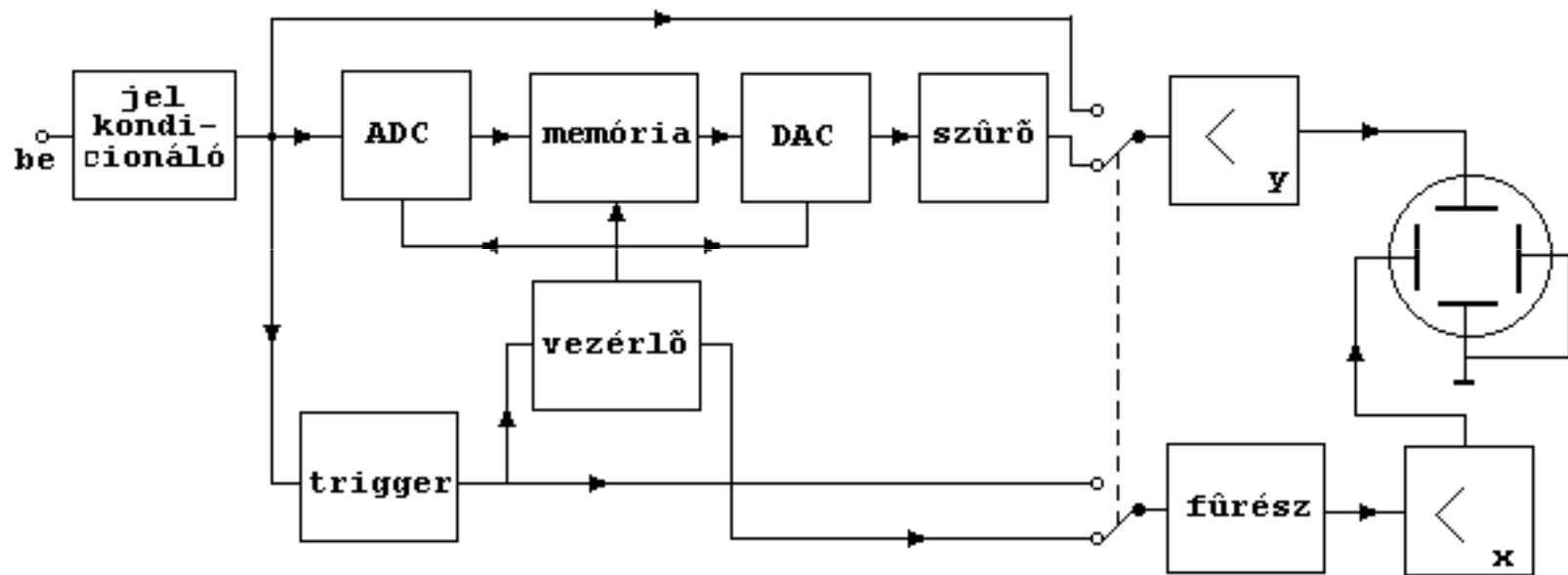
Slope
(beállítja azt, hogy a
Triggerelés, azaz a
fűrészfél szinkronizálása
felfutó / lefutó élre történjen)

**Külső trigger jel
Csatlakoztatása**

Digitális oszcilloszkóp



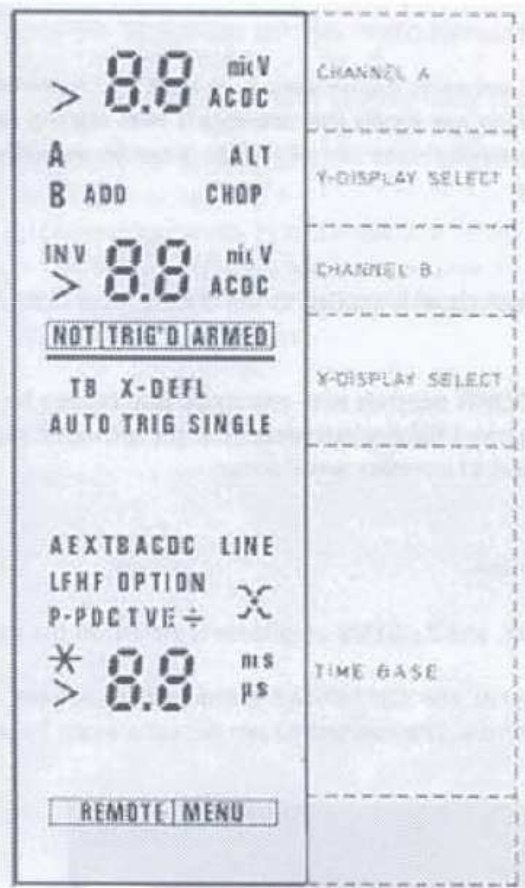
Digitális oszcilloszkóp blokkvázlata



PM3055-ös Oszilloszkóp

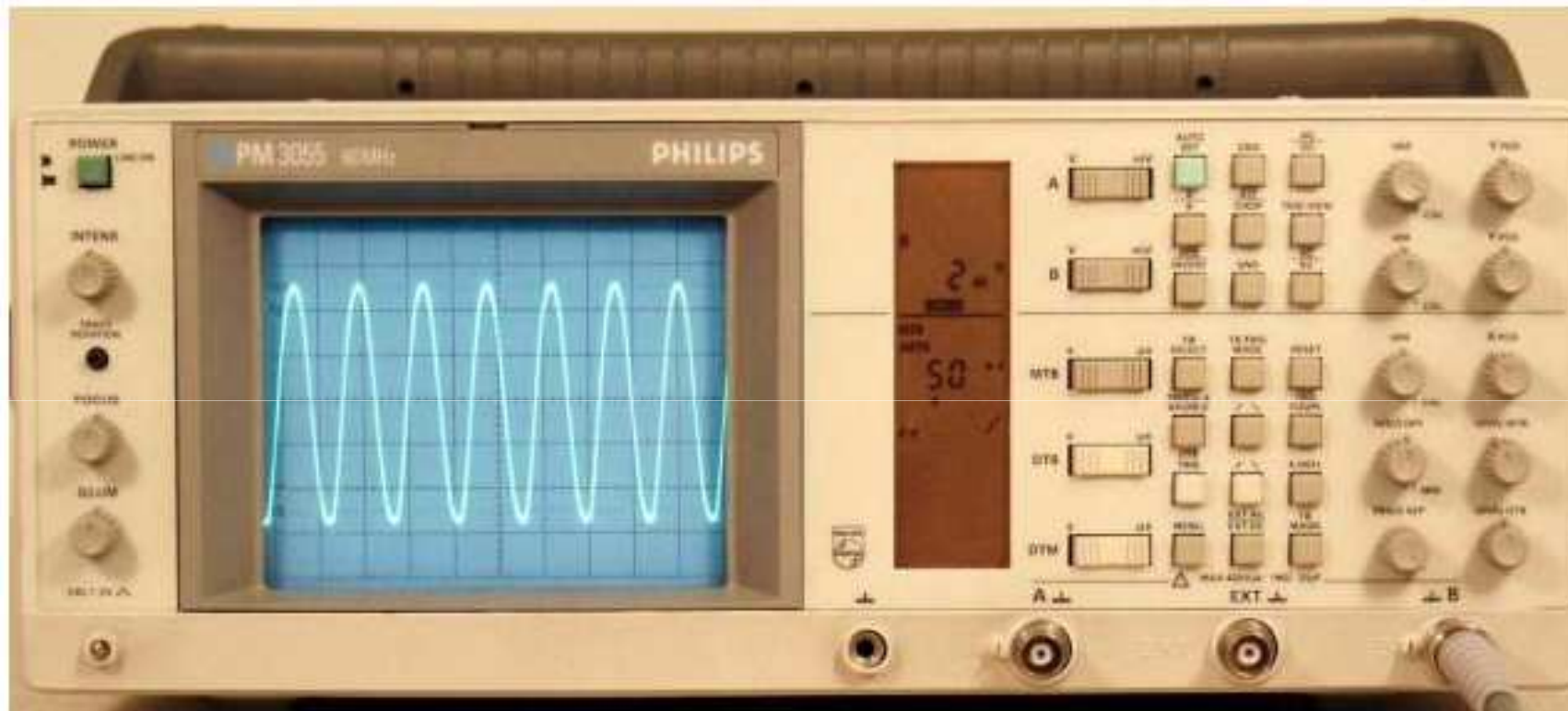


Oscilloszkóp LCD kijelzője

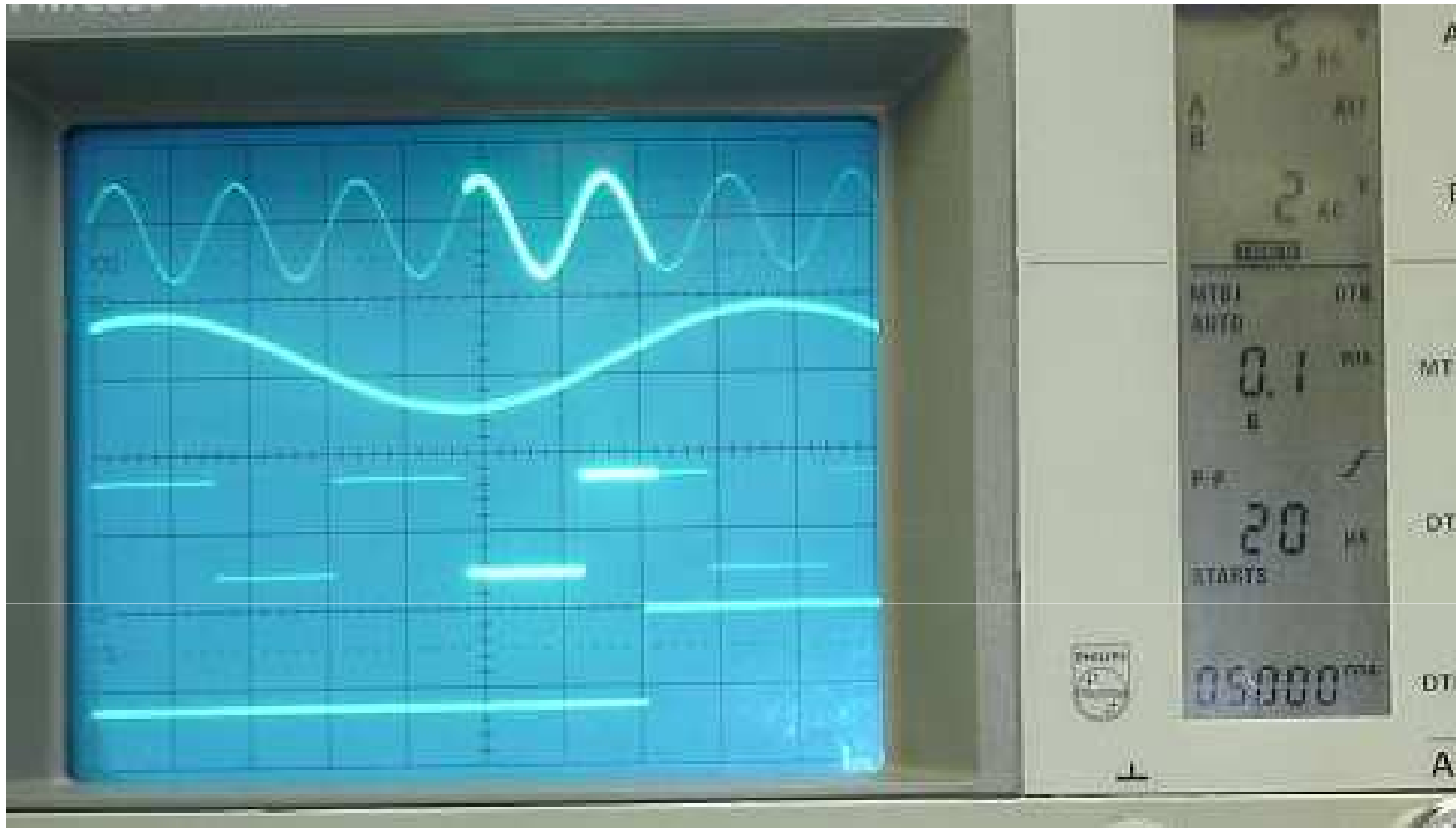


- A csatorna beállítása
- A és B csatorna kapcsolata
- B csatorna beállítása
- A vízszintes eltérítés módja és a szinkronizálás állapota
- Trigger forrás
- Az időalap beállítása
- Távvezérlés/tanuló mód

B csatorna 2V/osztás, 50 μ s/osztás



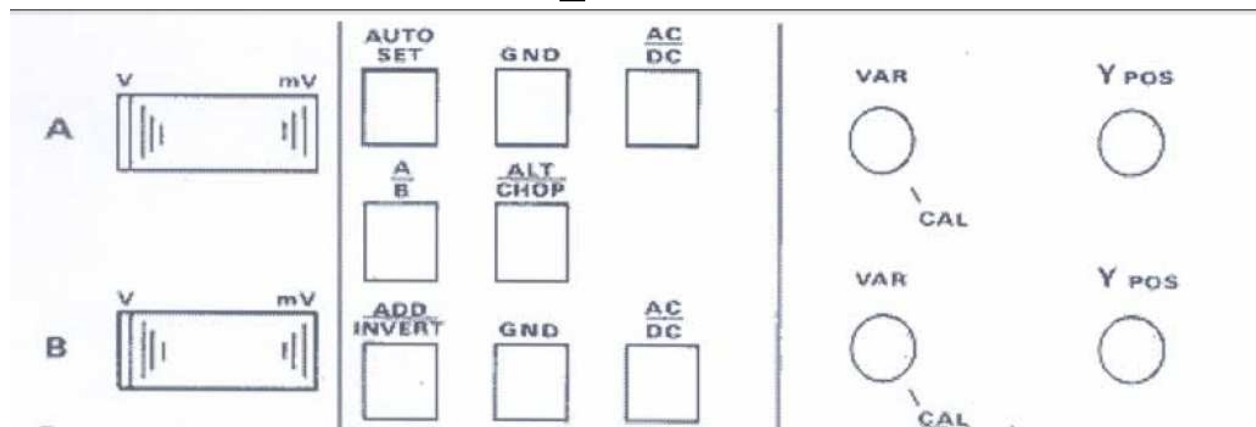
$$f=1/T=1/(9*50\mu s/6)=133,3\text{kHz}$$



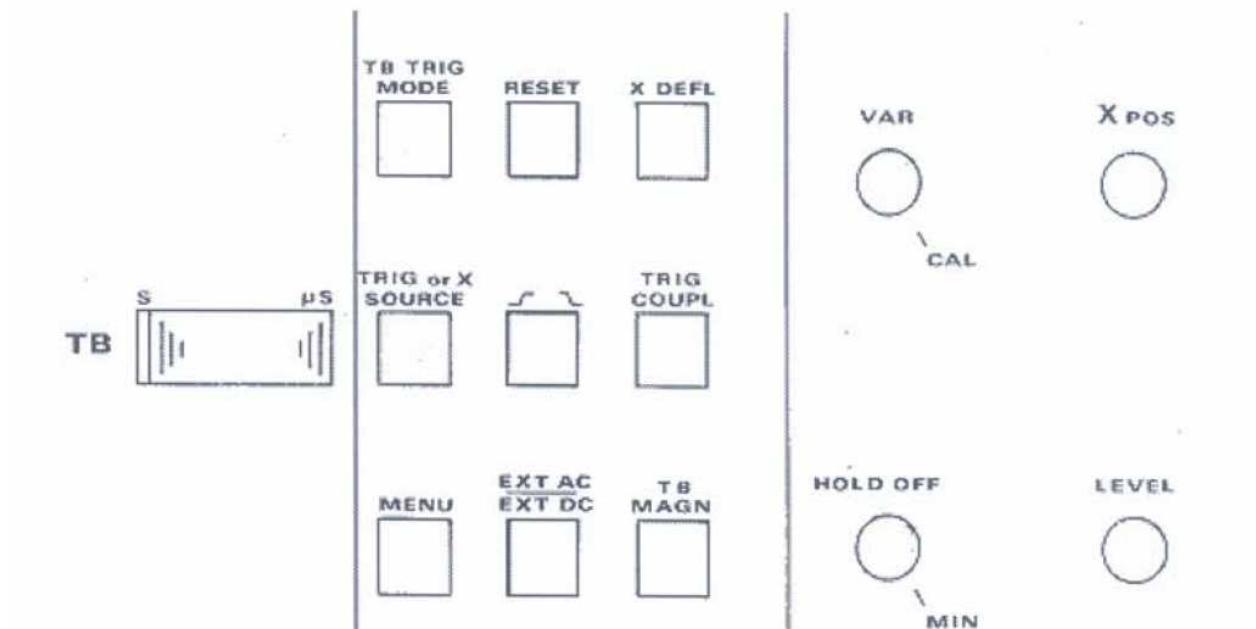
A. csat: $f=1/T=1/(8*0,1\text{ms})=1250\text{Hz}$

B. csat: $f=1/T=1/(14*20\mu\text{s})=3571\text{Hz}$

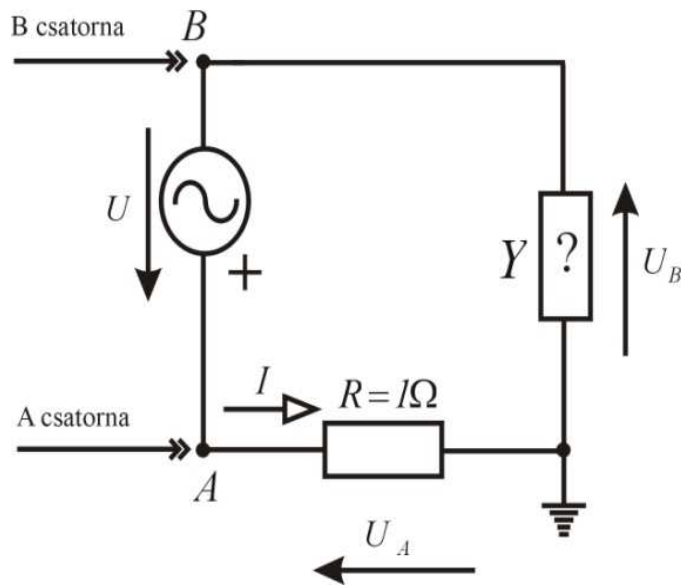
Oscilloszkóp kezelő szervei



b.) a vízszintes eltérés beállításának nyomógombjai és potencióméterei



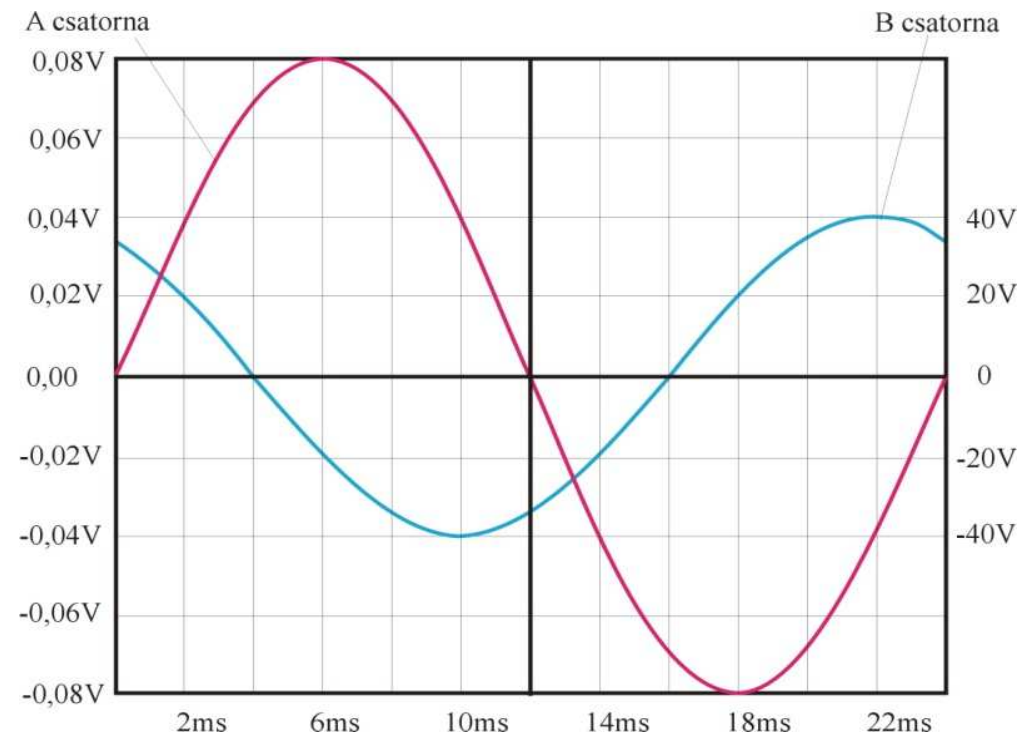
Az ábrán látható egy ismeretlen doboz aminek admittanciája Y , amiben két párhuzamosan kapcsolt elem van, illetve van velük sorosan kötve, egy 1Ω -os mérő ellenállás. Az másik ábrán, az oszcilloszkóp képernyője látható. Leolvasható a kapcsoláson mért feszültségek nagysága. Határozza meg a két elem jellegét és nagyságát!



$$\text{idő/osztás} = 2\text{ms}$$

$$\text{V/osztás}(U_A) = 20\text{mV}$$

$$\text{V/osztás}(U_B) = 20\text{V}$$



- Az 1Ω -os ellenállás és a rajta eső feszültség szorzata lesz a kör bemenő árama:

$$U_{Amax} = 4osztás \cdot 0,02 \frac{V}{osztás}$$

$$I = \frac{U_{Amax}}{\sqrt{2}} : R = \frac{0,08V}{\sqrt{2}} : 1\Omega = 0,056$$

- A dobozra jutó feszültség: $U_B = \frac{U_{Bmax}}{\sqrt{2}} = \frac{2 \cdot 20V}{\sqrt{2}} = 28,28V$
- A kijelzőn az feszültség fordított polaritással jelenik meg mivel a mérést így egyszerű elvégezni, mert így tudunk mérni egy közös földponthoz képest.

- A fáziseltolás a két jel között: $\phi = 2osztás \frac{180^\circ}{6osztás} = 60^\circ$

- Az I vektort választva referencia vektornak: $\bar{I} = 0,05657 \angle 0^\circ A$ adódik. Tehát látható, hogy a feszültség siet az áramhoz képest -60° -ot. $\bar{U}_B = 28,28 \angle -60^\circ V$

- Az Ohm törvény alapján: $\bar{Y} = \frac{\bar{I}}{\bar{U}_B} = \frac{0,05657 \angle 0^\circ A}{28,28 \angle -60^\circ V} = 0,002 \angle 60^\circ S = 0,001 + j0,001732S$

- Mivel 2 párhuzamos elemről van szó, Y értékéből látszik, hogy van konduktancia tehát lesz frekvencia független „R” tag. A másik mivel siet az áram a feszültséghez képest ezért, kondenzátor lesz.

Mivel 2 párhuzamos elemről van szó, Y értékéből látszik, hogy van konduktancia tehát lesz frekvencia független „R” tag. A másik mivel siet az áram a feszültséghez képest ezért, kondenzátor lesz.

$$\bar{Y} = 0,001 + j0,001732S = G + jB_C = \frac{1}{R} + j\omega C$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \frac{2 \cdot \pi}{12 \text{ osztás} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \frac{s}{\text{osztás}}} = 261,8 \frac{\text{rad}}{s}$$

$$\frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \frac{1}{T} = f = \frac{1}{12 \text{ osztás} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \frac{s}{\text{osztás}}} = \frac{261,8 \frac{\text{rad}}{s}}{2 \cdot \pi} = 41,66 \text{ Hz}$$

$$\omega \cdot C = B_C = 0,001732S$$

$$C = \frac{B_C}{\omega} = \frac{0,001732S}{261,8 \frac{\text{rad}}{s}} = 6,62 \mu F \qquad R = \frac{1}{G} = \frac{1}{0,001S} = 1000 \Omega = 1k\Omega$$

Így lehet R és C értékét meghatározni mérés segítségével.

Forrasztott kötések

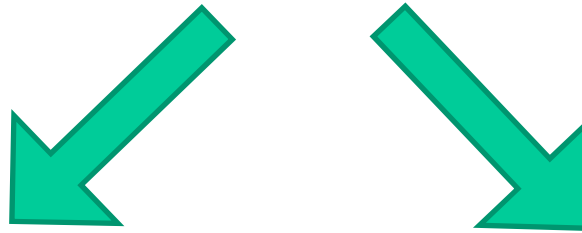
Forrasztási technológiák

Alkatrész forrasztások

Hordozók

Kötések

- Létrehozásuk a célja: alkatrészek közötti **fémes kapcsolat** létrehozása



hegesztés

forrasztás

Hegesztés: *mindkét összekötendő anyag **megolvad** (kohéziós kötés, nagyon erős kovalens kötés jön létre)*

Forrasztás: *Kizárólag a **hozaganyag olvad** meg, az alkatrész **nem!** (addhézióskötés, felületi kötés)*

- Forrasztás anyaggal záródó kötés. A kötést az összekötendő elemeknél kisebb olvadáspontú anyag, a forraszanyag hozza létre.
- A forraszt megolvasztjuk, benedvesítjük vele a felületeket, lehűtjük és dermedéskor létrejön a kötés

Forrasztás

- **Lágy forrasztás:** Hőmérséklet $< 450^{\circ}\text{C}$ (amely hőmérsékletet a forraszanyag olvadáspontja szabja meg)
Pl.: $300 - 350^{\circ}\text{C}$
Csekély szilárdság » kötések tehermentesíteni kell!
- **Kemény forrasztás:** Hőmérséklet $> 450^{\circ}\text{C}$
Pl.: $800 - 830^{\circ}\text{C}$
Szilárdság tekintetében megközelíti a hegesztett kötés szilárdságát!

Folyasztószer

Használatuk célja kettős:

- Megtisztítják a forraszfelületeket;
- Elősegítik, hogy a forrasz szétterüljön a felületen, benedvesítse azt.
- **Gyanta alapú folyasztószer**
 - Fenyőgyanta
 - Elektromos ellenállásnak megfelelő → legelterjedtebb
 - Nem okoz korróziót
 - Ragacsosodik egy idő után
 - Alkoholban oldódik
 - Oxidációra hajlamos
- **Szerves, nem gyanta alapú folyasztószer**
 - Aktívabbak a gyanta alapúaknál
 - Vízben oldódók
- **Szervetlen folyasztószer (pl.: Cink-klorid)**
 - Elektromos berendezésekben nem használják
 - Erősen korrodál

FORRASZANYAGOK

(alumínium, ón, ezüst)



ÓLMOS



ÓLOMMENTES

Legtöbb forraszanyag alapja az „ÓN”:

- Legolcsóbb
- Kis fajlagos ellenállású
- Nem túl magas olvadáspont (230°C)
- Olvadáspontnál jóval magasabb forráspont
- Túlzottan alacsony hőmérsékletnél (*pl.: hideg környezet*) rideggé válhat, töredezhetsz
- Kiküszöbölés: ólommal keverik: 63% Sn + 37% Pb
→ 183°C (eutektikus ón-ólom forrasz)

Ólommentes forrasztás jellemzői

- A kötések **durva, matt felületűek** (egy ólmos forrasztásnál szép fényes felületűek a kötések)
- Az ólommentes forrasztók **lassabban nedvesítenek**, a kötés felszíne kevésbé tükröződik.

A lassabb nedvesítés azt jelenti, hogy az anyag kevésbé terül, nehezebb forrasztani, sokkal nagyobb körültekintést és tapasztalatot igényel

- Szinte minden esetben **magasabb hőmérsékleten** van a forrasztási hőmérséklet, mint egy ólmos forrasztáshoz! → nagyobb „hőszökkenés” érheti az alkatrészeket és a panelt, amire méretezni kell azokat!

Ólommentes forrasztás jellemzői

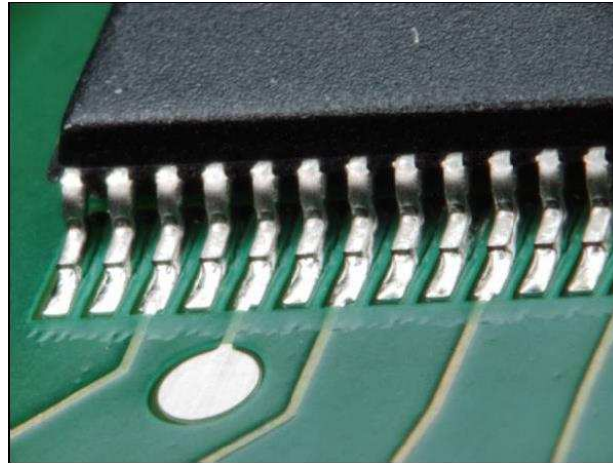
- Habár az ipari szabványok már régóta megengedik a matt felületű forraszkötéseket, az ólomtartalmú forraszokra ez egyáltalán nem volt jellemző, többnyire a rossz minőségű kötések jellemzője volt ez.
- Ezért az ólommentes forraszok alkalmazásánál az ellenőrzést végző személyt, illetve berendezést meg kell tanítani arra, hogy a matt felületű ólommentes forrasztott kötések is jók lehetnek.
- A furatszerelt alkatrészek kötéseinél ólommentes forrasz alkalmazása esetén pl. elfogadott, ha a kötés felszínén apró törések húzódnak végig.

Pákahőmérséklet és élettartam

- Ólomtartalmú forraszokhoz az ajánlott pákacsúcs hőmérséklet: 340 °C
- E hőmérséklet felett a szerelőlemez károsodhat, míg ennél hidegebb pákacsúcs hőmérséklet hideg kötések kialakulásához vezethet
- A megfelelő pákacsúcs összetétele és hőmérséklete rendkívül fontos, máskülönben drasztikusan csökken a pákacsúcs élettartama

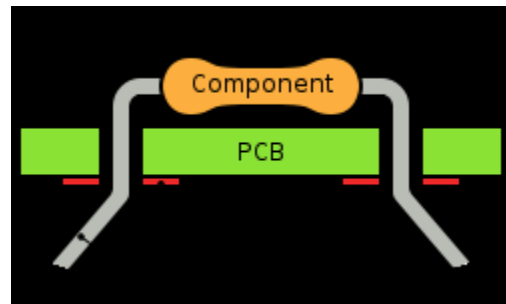


Ólommentes forrasztás



Alkalmazott technológiák

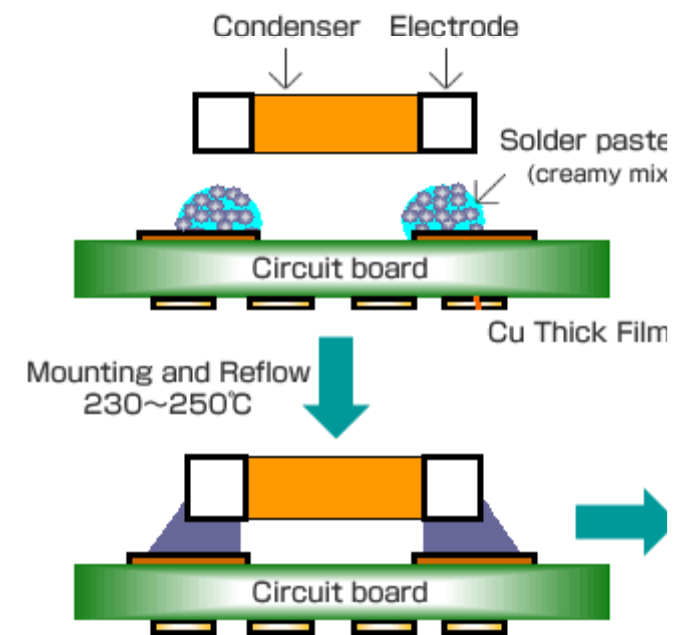
- Furatszerelt technológia



- Felületszerelt technológia



- Vegyes szerelés



Furatszerelt technológia

- **THT** (Through Hole Technology) Az alkatrészek kivezetőinek vagy lábainak a nyomtatott áramkörön kialakított forrasztási felületekre való beültetése és beforrasztása
- Az alkatrészek kivezetéseit a nyomtatott huzalozású lemez furataiba illesztik és a másik oldalon forrasztják be (alkatrész oldal $\neq$ forrasztási oldal)
- **THD** (Through Hole Device)= furatba szerelhető alkatrészek (pl.: DIL IC)
 - Hajlékony vagy merev kivezetésekkel rendelkeznek
 - Hajlékony kivezetéseket a furatok helyzetének megfelelően méretre vágják és hajlítják
 - A merev kivezetésű alkatrészek lábkiosztása kötött
 - Kivezetéseket a szerelőlemez furataiba illesztik és a másik oldalon forrasztják
 - Furatszerelhető kivezetésekkel egyre inkább csak a nagyteljesítményű vagy más okból nagyméretű alkatrészeket készítenek

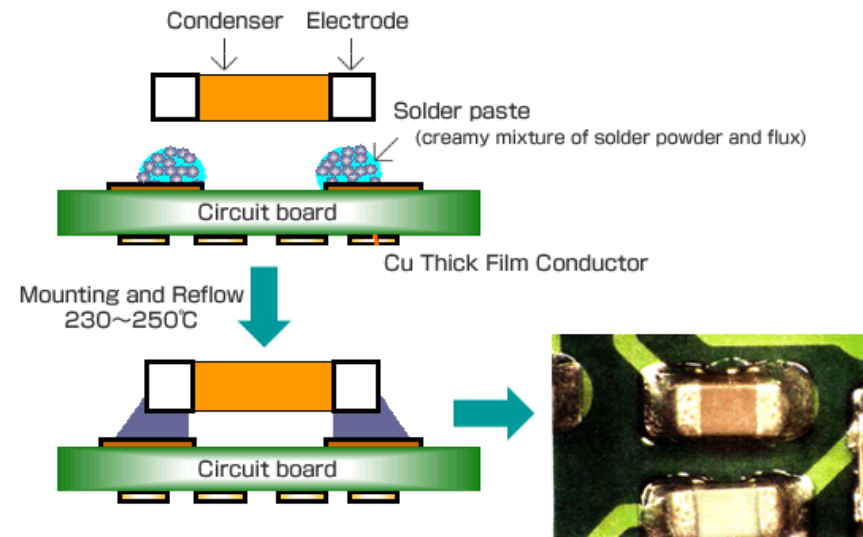
Felületszerelt technológia

- **SMT** (Surface Mounted Technology)
- **SMD** (Surface Mounted Device) = felületszerelt alkatrész
Alkatrészek kivezetéseit a hordozón kialakított felületi vezetékmintázatra (forrasztási felületre) forrasztják.

- Forrasztás helyett vezető ragasztást is alkalmaznak

Az alkatrészek:

- Rövid kivezetésekkel rendelkeznek az alkatrész oldalán vagy alján, amelyek egyben forrasztási felületek
- Az alkatrészeket a kötött elrendezésű kivezetéseknek megfelelően kialakított felületi vezetékmintázatra (forrasztási felületre) ültetik rá és ugyanazon az oldalon forrasztják be.



- **Furat**

VIA = átvezetés = olyan átkötés, amibe nem kerül alkatrész

- Temetett VIA (buried via)
- Zsákfurat (blind via)
- Fémezett furat, olyan furat amibe alkatrész kerül

- **Forrszem**

PAD: ehhez forrasztjuk az alkatrész kivezetését (réz)

- **IC** – Integrated Circuit – Integrált áramkör

Monolit: 1 szilícium lapka található egy tokon belül

Multichip modul = **MCM**: több db szilícium lapka található egy tokon belül

- Ültetési oldal = Alkatrész oldal = **TOP**

- Forrasztási oldal = **BOTTOM**

Mértékegységek:

$$1\text{ inch} = 25,4\text{mm}$$

$$0,01\text{inch} = \frac{25,4}{1000} = 0,0254\text{mm} = 1\text{mil}$$

$$0,1\text{inch} = 2,54\text{mm} = 100\text{mil}$$

Nyomtatott huzalozású lemez

(PWB) Printed Wiring Board

- Merev

Hordozó: papír, üvegszál, poliamid, fém,...

Műgyanta: fenol, epoxi, poliamid, PTFE(teflon)...

Alkalmazás: áramköri kártyák és modulok

- Flexibilis Műgyanta: poliészter, poliamid, PTFE,...

Alkalmazás: különböző pozícióban lévő kártyák és modulok összekötésekor

PWB hordozók jellemzői

FR = Flame Retardant: önoltó tulajdonságú (számozás: milyen anyag, miben...)

Pl.: FR2→papír erősítésű fenol gyanta

NYÁK gyártás

- **Additív** technológia

A hordozóra (szigetelőanyag pl. FR4) a vezetősávokat az előre elkészített maszk által szabadon hagyott helyekre kémiai úton viszik fel. Ennek az eljárásnak az előnye főként az árban és a technológia egyszerűségében nyilvánul meg, mindemellett nagyon finom rajzolatot tesz lehetővé. A rézfólia mivel utólag lett elhelyezve a hordozón gyengébb tapadással rendelkezik. Ezt az eljárást ritkábban alkalmazzák.

- **Szubtraktív** technológia

Ezen technológia kiindulási alapanyaga rézbevonattal ($10\mu\text{m}$ - $105\mu\text{m}$) ellátott szigetelőanyag (hordozó) – amelynek vastagsága $0,2\text{ mm}$ és $3,2\text{ mm}$ közé esik (leggyakrabban 1,5-es nyákot használunk). A megtartani kívánt rézfóliát egy maratásálló védőréteggel vonjuk be, majd egy maratószerrel a felesleges rézréteget vegyi úton eltávolítjuk. Az eljárás előnye a jobb réztapadás, míg hátrányként lehet megemlíteni az alámaródás következtében a korlátozott rajzolatfinomságot.

