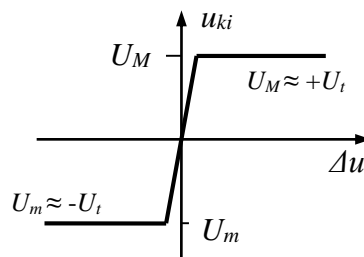
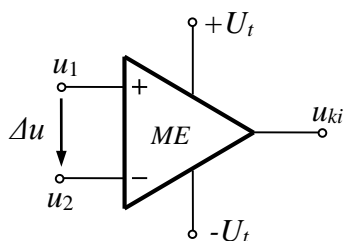


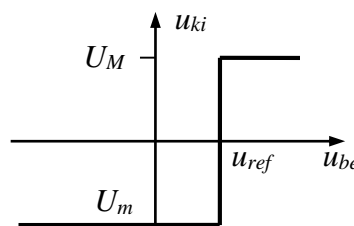
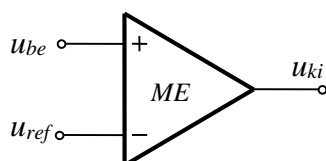
Komparátorok, multivibrátorok, kapcsolók

ME → komparátor: alkalmas feszültségek összehasonlítására (komparálás)

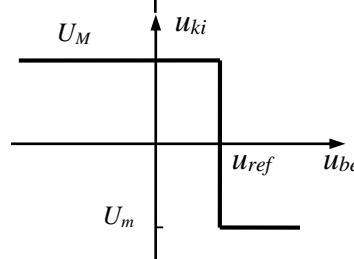
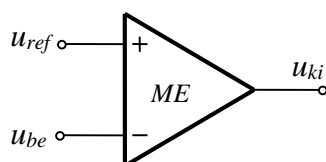
Null komparátor:



Fázist nem fordító komparátor:



Fázist fordító komparátor:

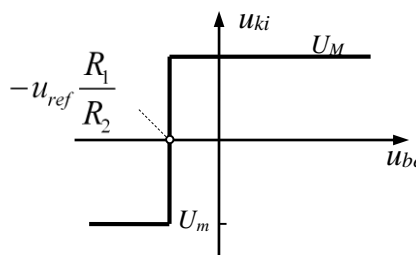
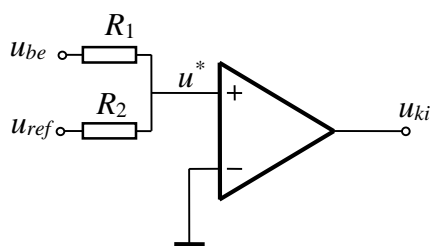


A ME is használható komparátorként, de: az analóg komparátor külön típus család, melynek jellemzői:

- nagy differenciális feszültséget elvisel (általában a teljes tápfeszültség tartományt)
- nincs kompenzálva (nincs a nyílt hurkú átviteli függvényének sávszélessége csökkentve), nincs igen kicsi frekvenciára méretezett domináns pólus
- nagy *Slew Rate* (feszültség változási sebesség)
- lehetséges digitális standard kimenet
- kicsi *offset* feszültség, kicsi *bias* áram

Rajzjele a ME-vel megegyezik.

Feszültség különbség képző komparátor:



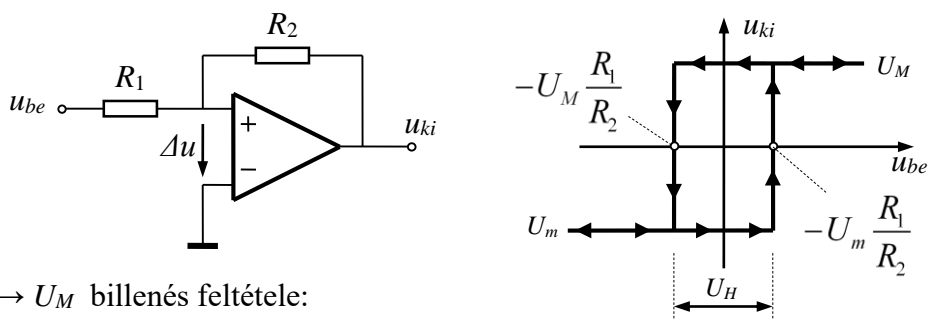
Billenés: $U_m \rightarrow U_M$ feltétele:

$$u^* = u_{be} \frac{R_2}{R_1 + R_2} + u_{ref} \frac{R_1}{R_1 + R_2} > 0$$

$$u_{be} > -u_{ref} \frac{R_1}{R_2}$$

Hiszterézises komparátorok: (bistabil multivibrátorok)

- Fázist nem fordító, hiszterézises komparátor:



Az $U_m \rightarrow U_M$ billenés feltétele:

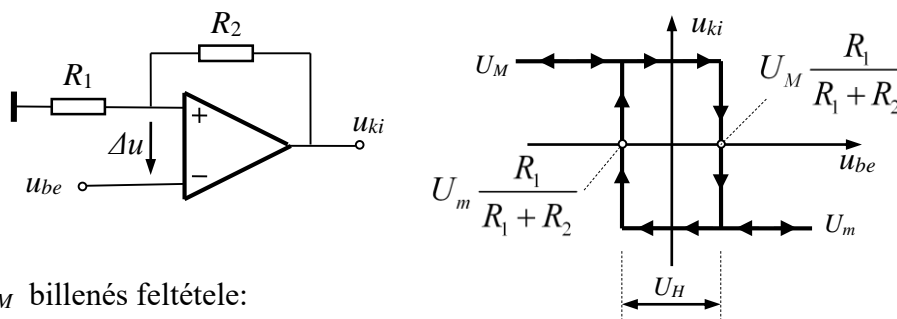
$$\Delta u = u_{be} \frac{R_2}{R_1 + R_2} + U_m \frac{R_1}{R_1 + R_2} > 0 \quad u_{be} > -U_m \frac{R_1}{R_2}$$

Az $U_M \rightarrow U_m$ billenés feltétele:

$$\Delta u = u_{be} \frac{R_2}{R_1 + R_2} + U_M \frac{R_1}{R_1 + R_2} < 0 \quad u_{be} < -U_M \frac{R_1}{R_2}$$

$$U_H = (U_M - U_m) \frac{R_1}{R_2}$$

- Fázist fordító hiszterézises komparátor:



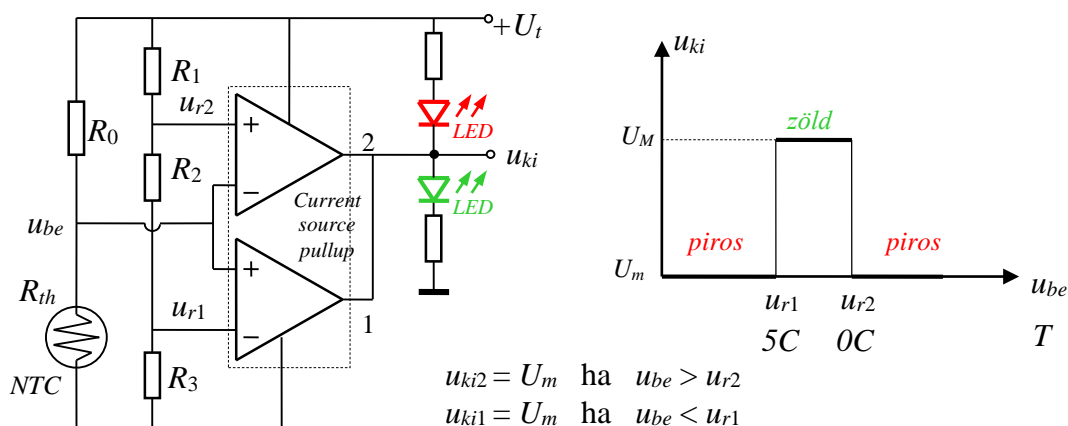
Az $U_m \rightarrow U_M$ billenés feltétele:

$$\Delta u = U_m \frac{R_1}{R_1 + R_2} - u_{be} > 0 \quad u_{be} < U_m \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Az $U_M \rightarrow U_m$ billenés feltétele:

$$\Delta u = U_M \frac{R_1}{R_1 + R_2} - u_{be} < 0 \quad u_{be} > U_M \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$U_H = (U_M - U_m) \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

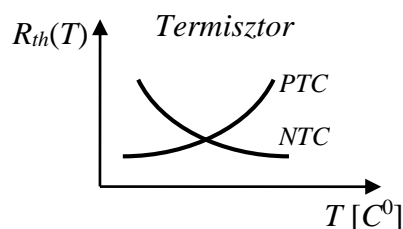
Ablak komparátor: (alkalmazási példa: hűtőszekrény hőmérséklet ellenőrző)

Az R_{th} alktész hőmérséklet függő ellenállás, *termisztor*. A termisztor hőmérséklet függése jóval erősebb a közönséges ellenállásokénál. A hőmérséklet függés nem lineáris.

Kétféle termisztor van:

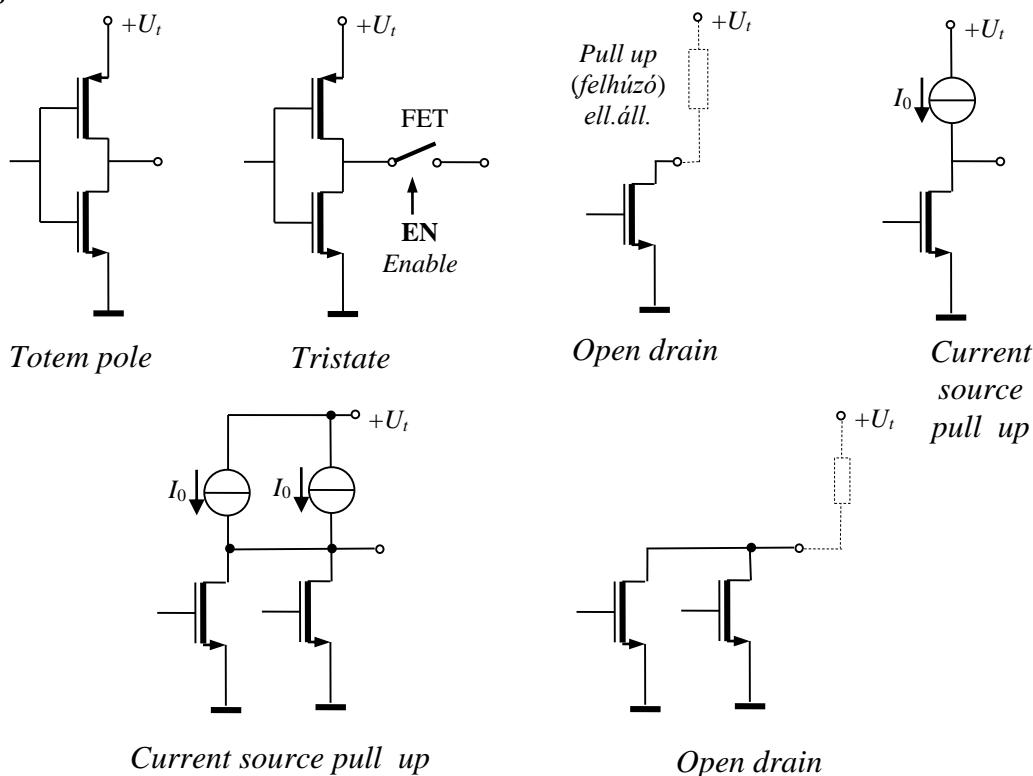
Negatív (NTK) és pozitív (PTK) hőmérsékleti együtthatójú.

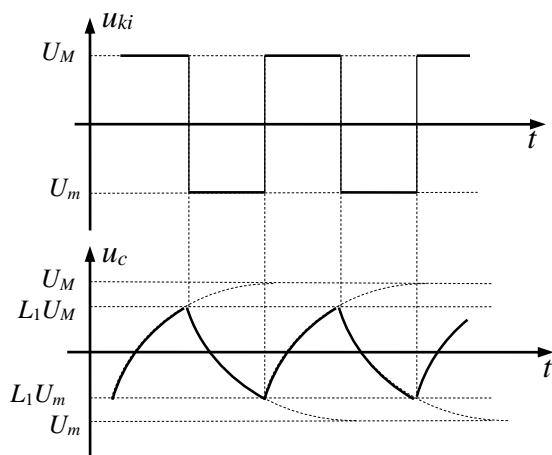
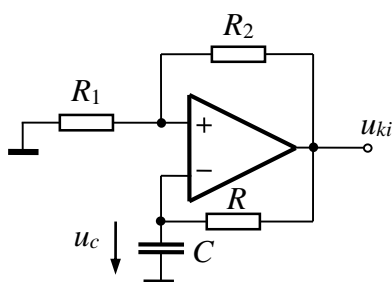
(Angol irodalomban: NTC, PTC)



Az ábrán egy hűtőszekrény hőmérséklet indikáló kapcsolás látható, ahol az R_0 , R_3 ellenállásokat úgy állították be, hogy a küszöb feszültségek a 0 és az 5 C foknak legyenek megfelelők.

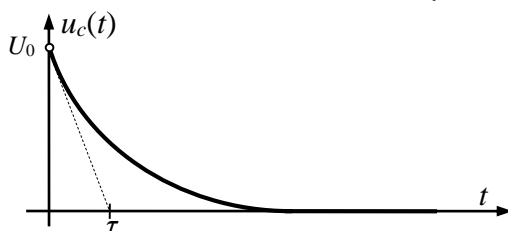
A kapcsolásban össze van kötve két komparátor kimenete. Ez általában nem tehető meg, hiszen a műveleti erősítő kimenetek kis kimeneti impedanciájú feszültség generátorok. Speciális digitális kimenetek, mint amilyen ebben az alkalmazásban is szerepel, összeköthetők. Az áramgenerátoros felhúzással rendelkező digitális kimenetek felhúzó ellenállás nélkül összeköthetők, bármelyik low-ba húzhatja a kimenetet.

Digitális kimeneti standardok:

Astabil multivibrátor:

Emlékeztető:

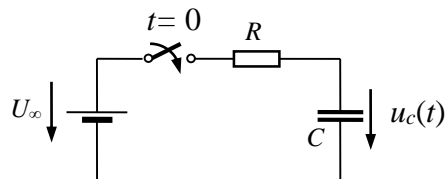
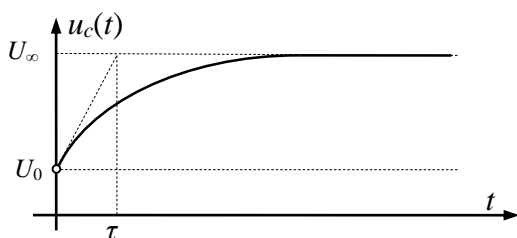
RC-tag kisütése:



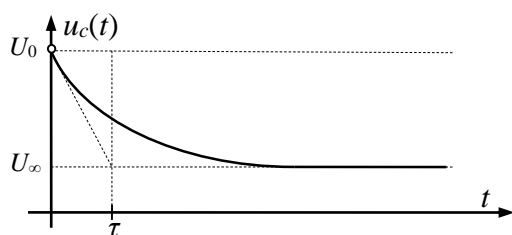
$$\tau = RC \quad U_0 = u_c(0)$$

$$u_c(t) = U_0 e^{-t/\tau}$$

U_0 -ra töltött kondenzátorra kapcsolt U_∞ feszültség hatására a kondenzátor feszültségének időfüggése:



$$\tau = RC \quad U_0 = u_c(0)$$



$$u_c(t) = U_\infty + (U_0 - U_\infty) e^{-t/\tau}$$

Ennek használatával:

Ha $u_{ki} = U_M$: akkor: $U_\infty = U_M$, és $U_0 = U_m L_1$, ahol: $L_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

$$u_c(t) = U_M + (U_m L_1 - U_M) e^{-t/\tau}$$

Ha t_1 az $U_m \rightarrow U_M$ billenés és az $U_M \rightarrow U_m$ visszabillenés közötti idő:

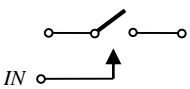
$$u_c(t_1) = U_M + (U_m L_1 - U_M) e^{-t_1/\tau} = U_M L_1$$

Ha $U_m = -U_M$ akkor:

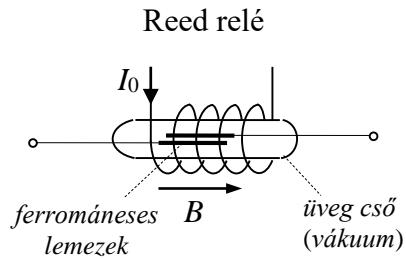
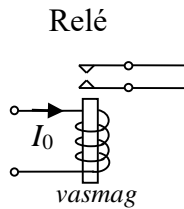
$$U_M (1 - L_1) = U_M (1 + L_1) e^{-t_1/\tau} \quad e^{-t_1/\tau} = \frac{1 - L_1}{1 + L_1} = \frac{R_2}{2R_1 + R_2} \quad t_1 = RC \ln \left(1 + 2 \frac{R_1}{R_2} \right)$$

Analóg kapcsolók:

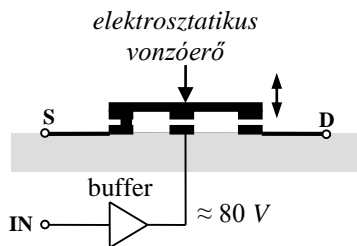
Kapcsoló:  SPST

Elektronikus kapcsoló: 
elektronikusan
vezérelhető

Relék



A MEMS kapcsoló



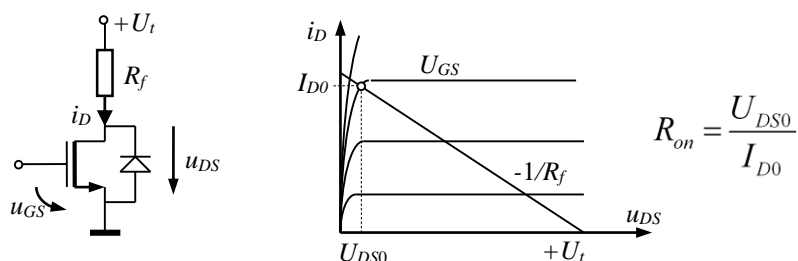
Micro
Electro
Mechanical
System

Analog Devices: 0-14 GHz

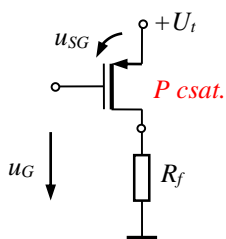
Integrált áramköri technológiával szilícium lapka felületén alakíthatók ki mechanikai elemek, pl. kapcsoló. Ha az IN bemenet aktív, akkor a buffer erősítő kb. 80V egyenfeszültséget állít elő a csipen, ami már elegendő sztatikus vonzóerőt kelt a fix csip rész és a rugalmasan elmozdulni képes érintkező között, ami szintén jól vezető szilíciumból van kiképezve.

A MOSFET mint egyenáramú fogyasztó kapcsolója:

- low side switch (kapcsoló eszköz a földön, fogyasztó a tápon)
Megoldás NMOS FET-tel (ha $u_{GS}=+U_t$ a kapcsoló zárva (MOSFET teljesen kinyitva), R_{on} minimális):



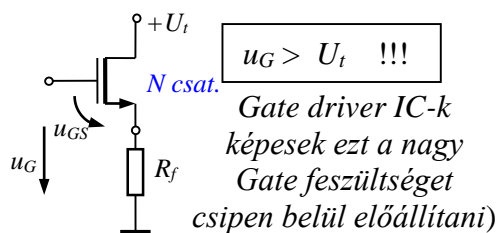
- high side switch (kapcsoló eszköz a tápnál, fogyasztó a földön):
A leggyakrabban kívánatos a fogyasztót föld potenciálra kötni.
Megoldás PMOS FET-tel (ha $u_G=0$ a kapcsoló zárva)



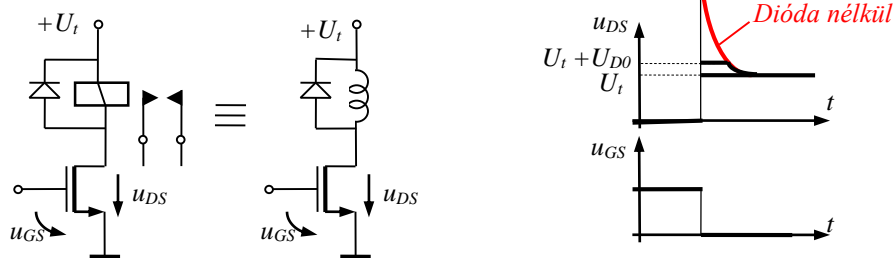
Mivel tipikusan:

$$R_{ON}^{(N)} < R_{ON}^{(P)}$$

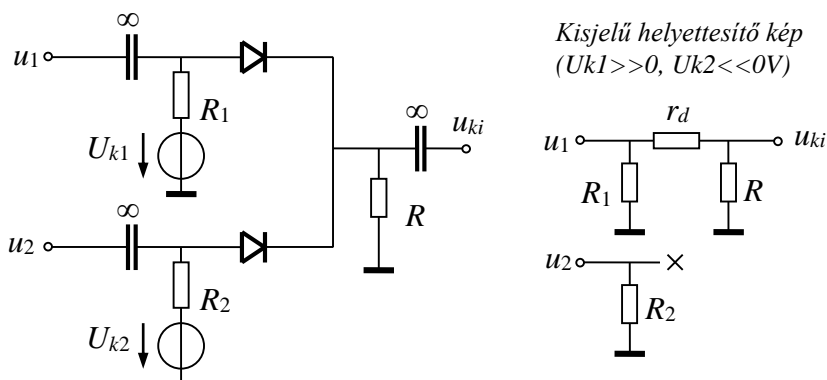
Ezért itt is NMOS tranzisztort használunk gyakran



Induktív terhelés (relé) esetén: diódás védelem a túlfeszültség ellen, ami tönkre teheti a MOSFET-et: (feszültség túske kioltás)



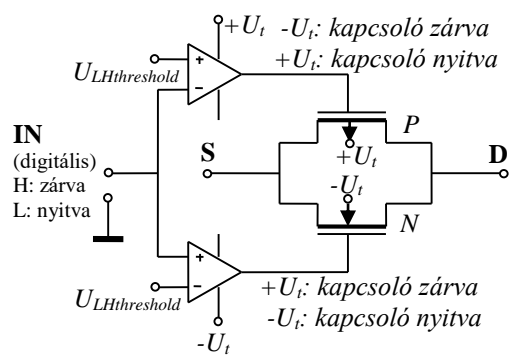
Jelút kapcsolása diódákkal:



A zárt kapcsoló R_{on} értéke pl.:

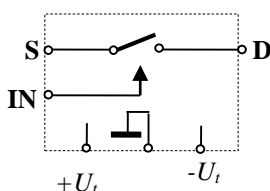
$$I_D = \frac{U_{k1} - 0.6V}{R + R_1} = 1 \text{ mA} \rightarrow r_d = 26\Omega$$

Jelút kapcsoló analóg kapcsoló IC-vel (pl. ADG441 moodle) SPST (Single Pole Single Throw):



$-U_t$

Elvi kapcs. rajz:



6 lábú SOT 23 tokban (nagyon kicsi) elhelyezhető

Mindkét tranzisztor nyitva – kapcsoló zárva,
(PMOS Gate: $-U_t$, NMOS Gate: $+U_t$)
Ron a nyitott tranzisztor SD ellenállása

