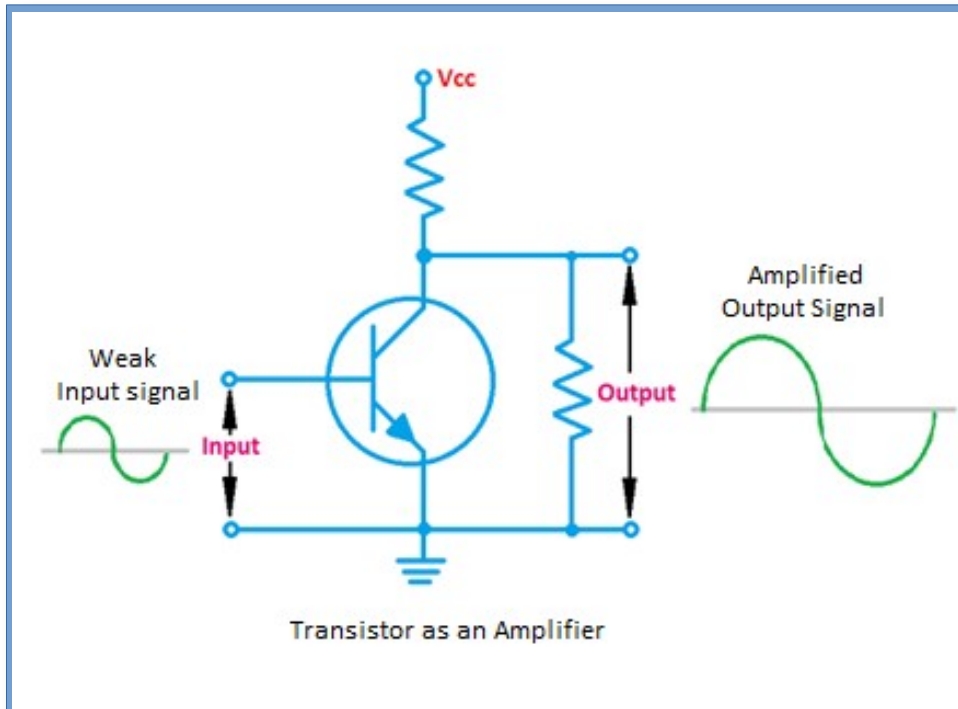
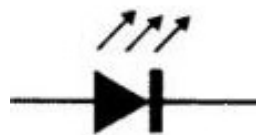


Bevezetés az elektronikába

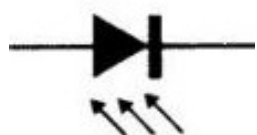


11. A tranzisztor, mint erősítő

A LED mint fényérzékelő

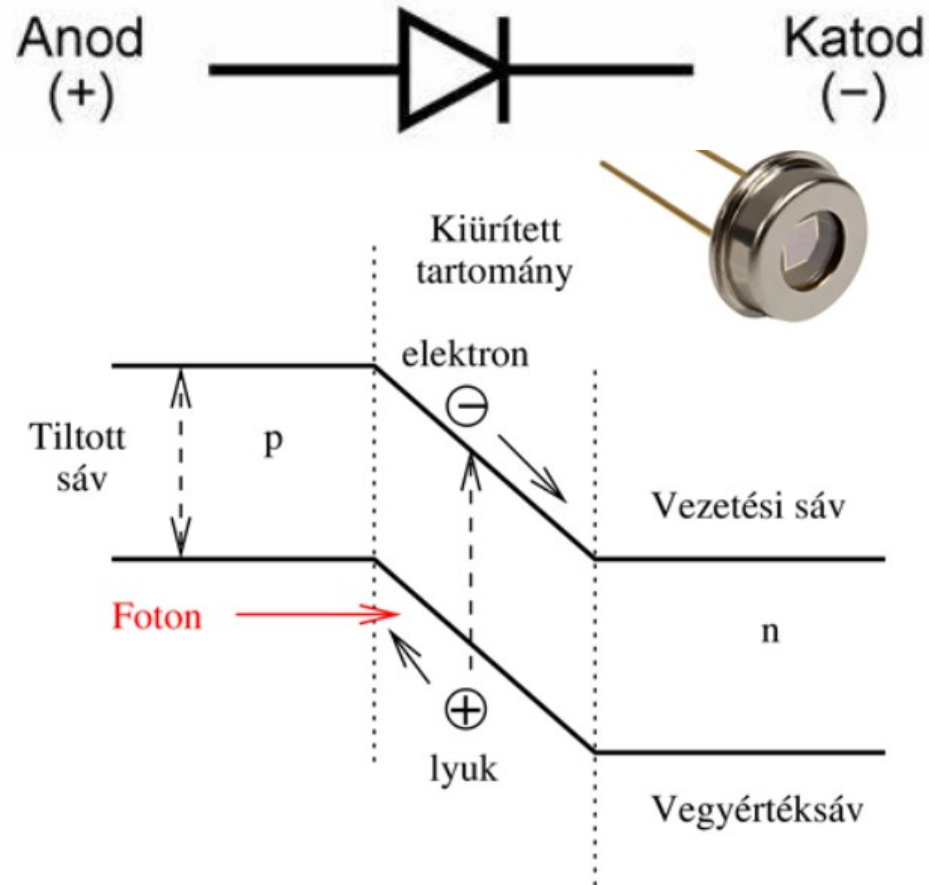


LED normál módban: a nyitóirányú áram hatására fényt bocsájt ki.



LED fordított módban: a fény hatására **elektron-lyuk** pár keletkezik

- Belső elektromos tér hatására: az **elektron** → a katód felé vándorol, a **lyuk** → az anód felé vándorol
- Alapvető működési módok:
fotovoltaikus – töltéspárok hatására az U-I karakterisztika megváltozik
fotokonduktív – vezetőképesség változás

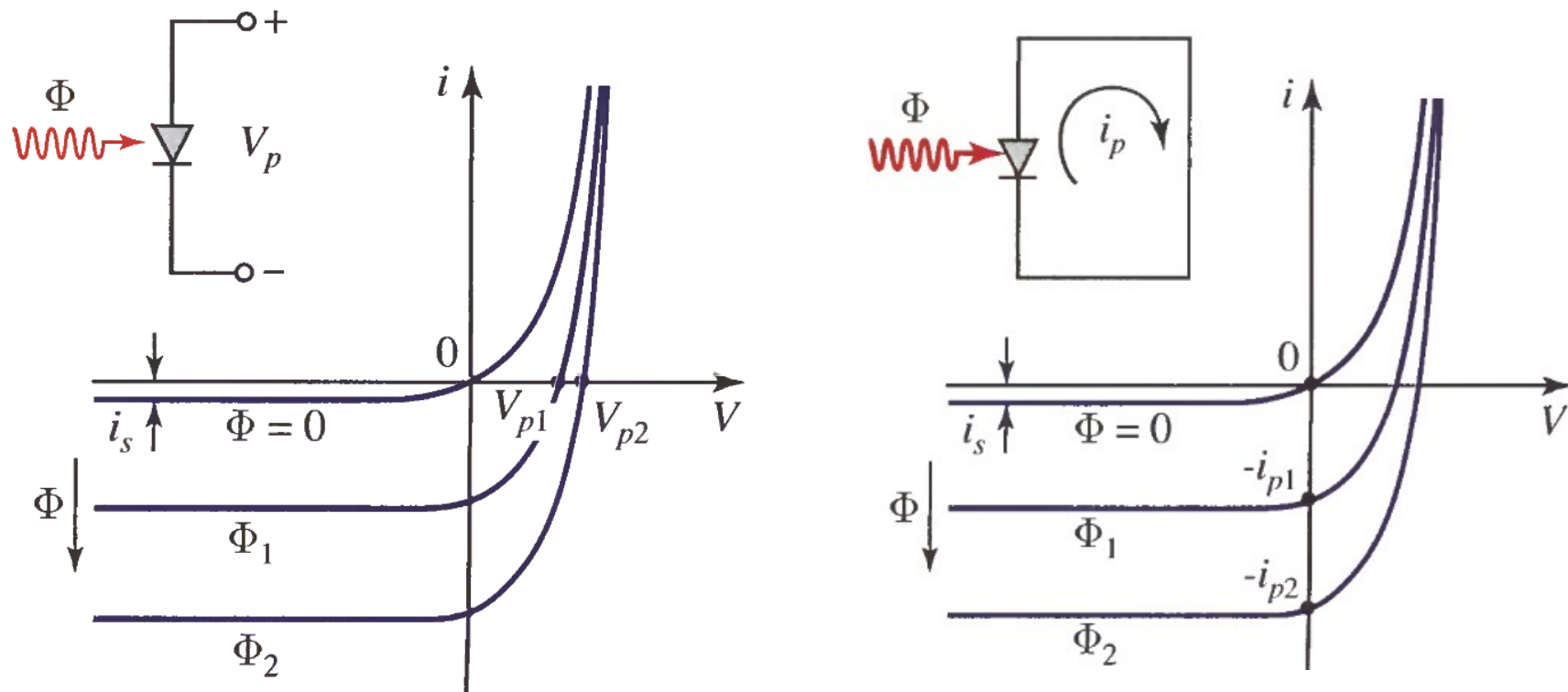


Ref: [Optikai alapok az ELI-ALPS tükrében](#)

Fotodióda fotovoltaiikus módban

- Nyitott áramkörű módban az elektromos tér növekedése létrehoz egy, a foton-fluxussal növekvő V_p fotofeszültséget

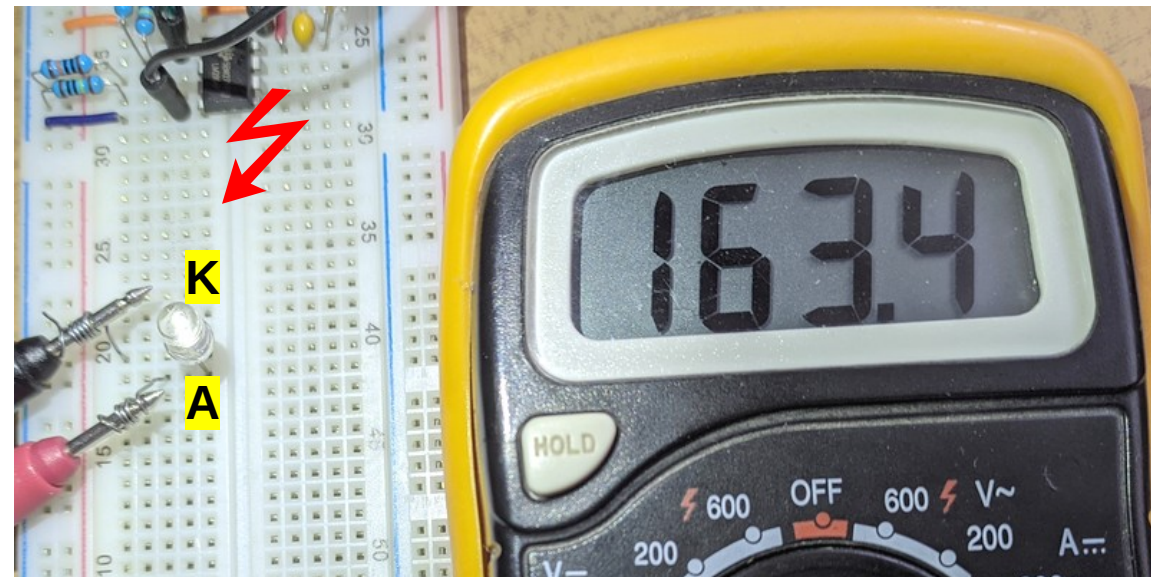
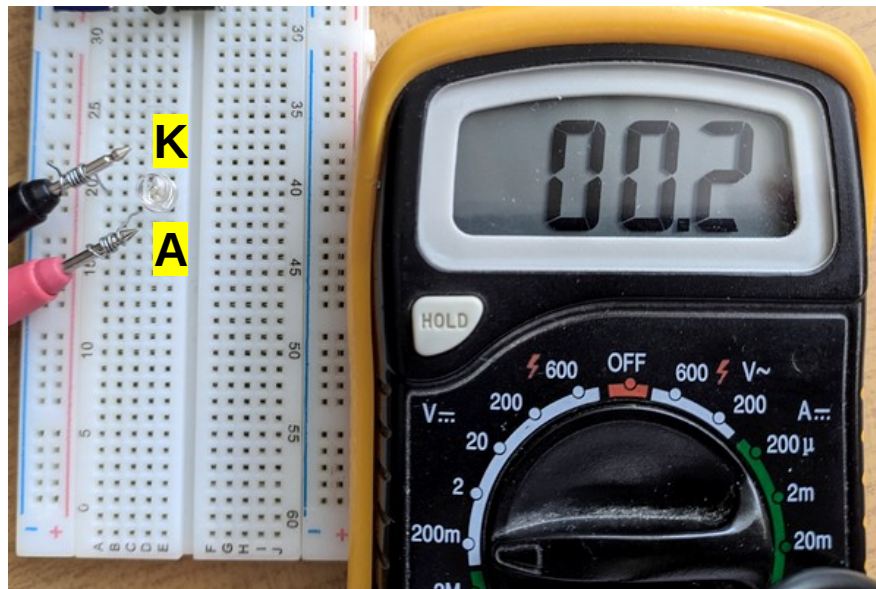
Rövidzárt áramkörű ($V=0$) módban a rövidzárási áram az i_p fotoáram



Ref: [Félvezető optika: Félvezető foton-források és foton-detektorok](#)

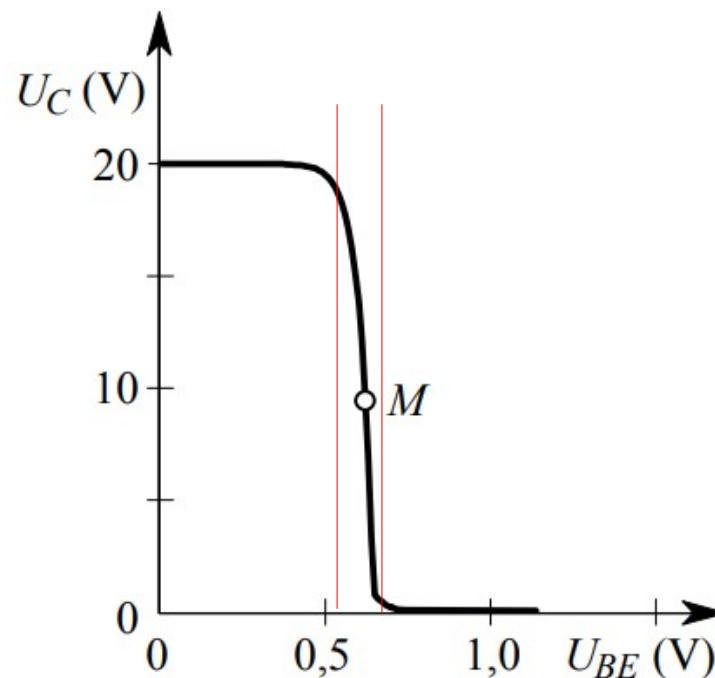
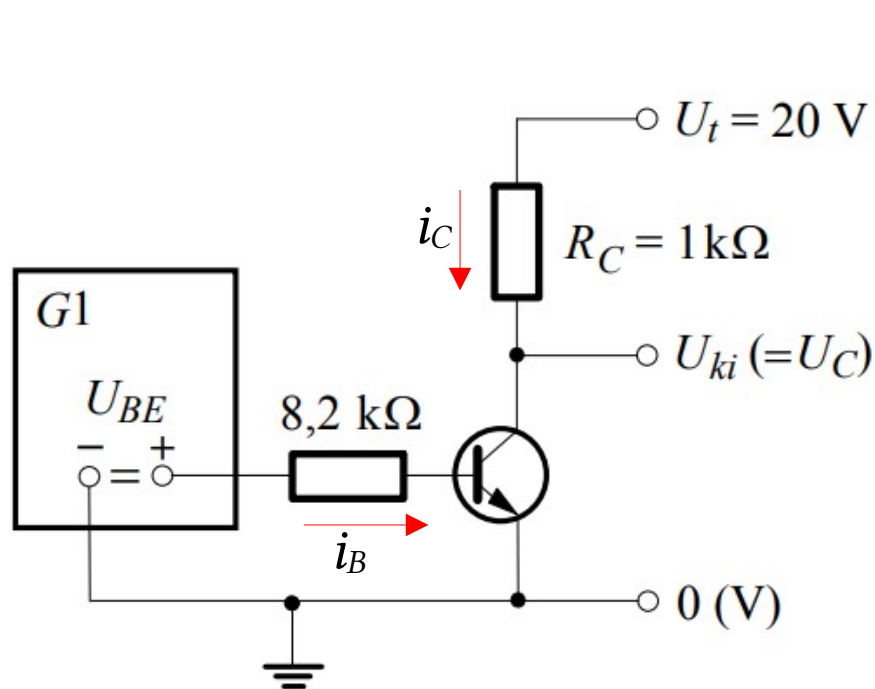
A fotovoltaikus feszültség vizsgálata

- Kössünk egy voltmérőt egy LED két sarkára!
Méréshatár: 200 mV, K → COM, A → Vin
- A baloldali ábrán gyenge, szórt fényben közel nulla (max. 200 μV) a mért feszültség
- Telefon LED-jével megvilágítva, esetünkben 163.4 mV mérhető (a jól látható effektushoz el kell találni az irányt, hogy a fényforrás és a detektáló LED egy tengelyen legyen és „egymást nézze”)



A tranzisztor, mint erősítő

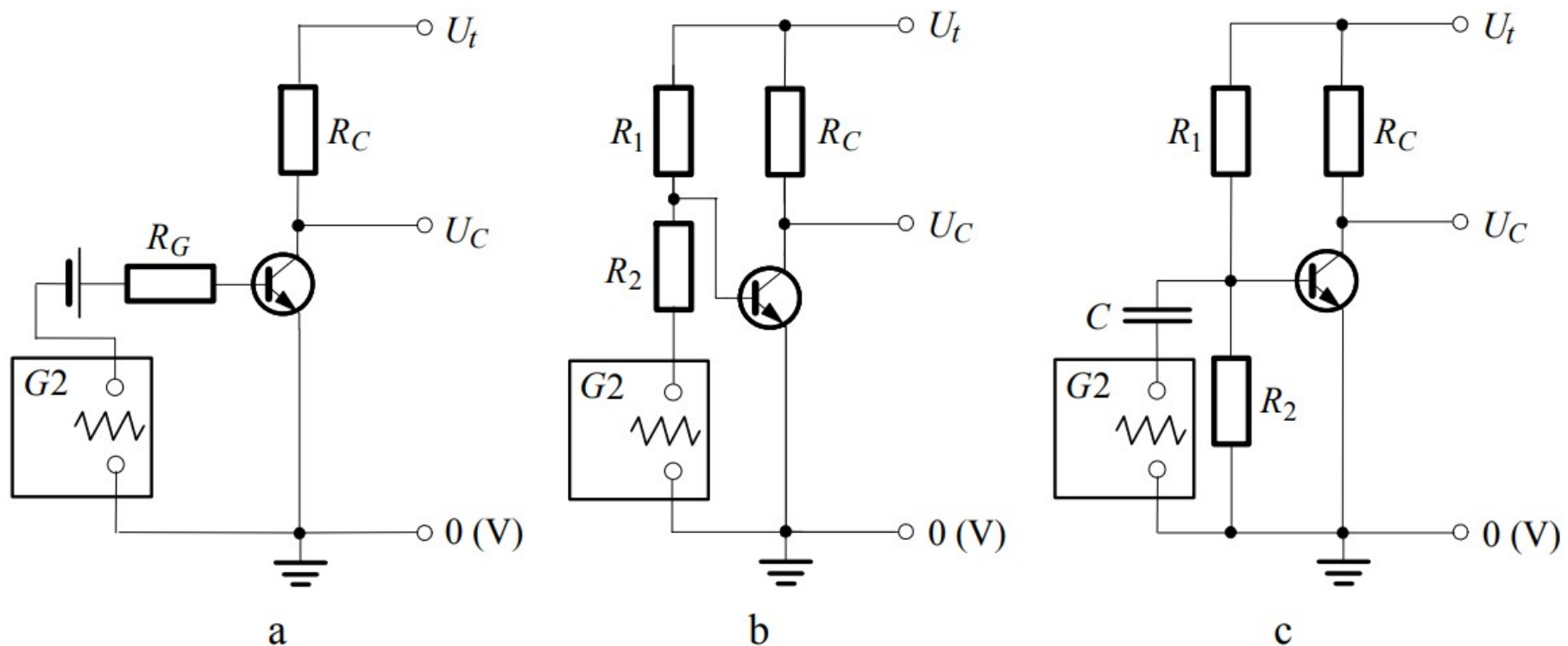
- A földelt emitteres kapcsolásban az i_B bázisáram a bázis-emitter dióda lyukárama, az i_C kollektoráram az emitterből a bázisba folyó elektronárammal azonos. Az emitteráram e két áram összege
- Jó közelítéssel: $i_C = \beta i_B$, továbbá $U_{ki} = U_C = U_t - I_C R_C$
- A bemenő feszültséget változtatva a jobboldali ábrán látható görbét kapjuk, ami láthatóan behatárolja a bemenőjel hasznos tartományát



Ref: [SZTE Elektronika laboratóriumi gyakorlatok/ 15. Tranzisztoros erősítő](#)

A tranzisztor munkapontjának beállítása

- Kis jelek jelentős erősítéséhez a jelfeszültséghez egy állandó értékű feszültséget adunk, hogy a bázis-emitter feszültség az előző ábrán látható meredek szakaszra essen. M a munkapont, és a bemenő és a kimenő feszültség is eme pont környezetében változik



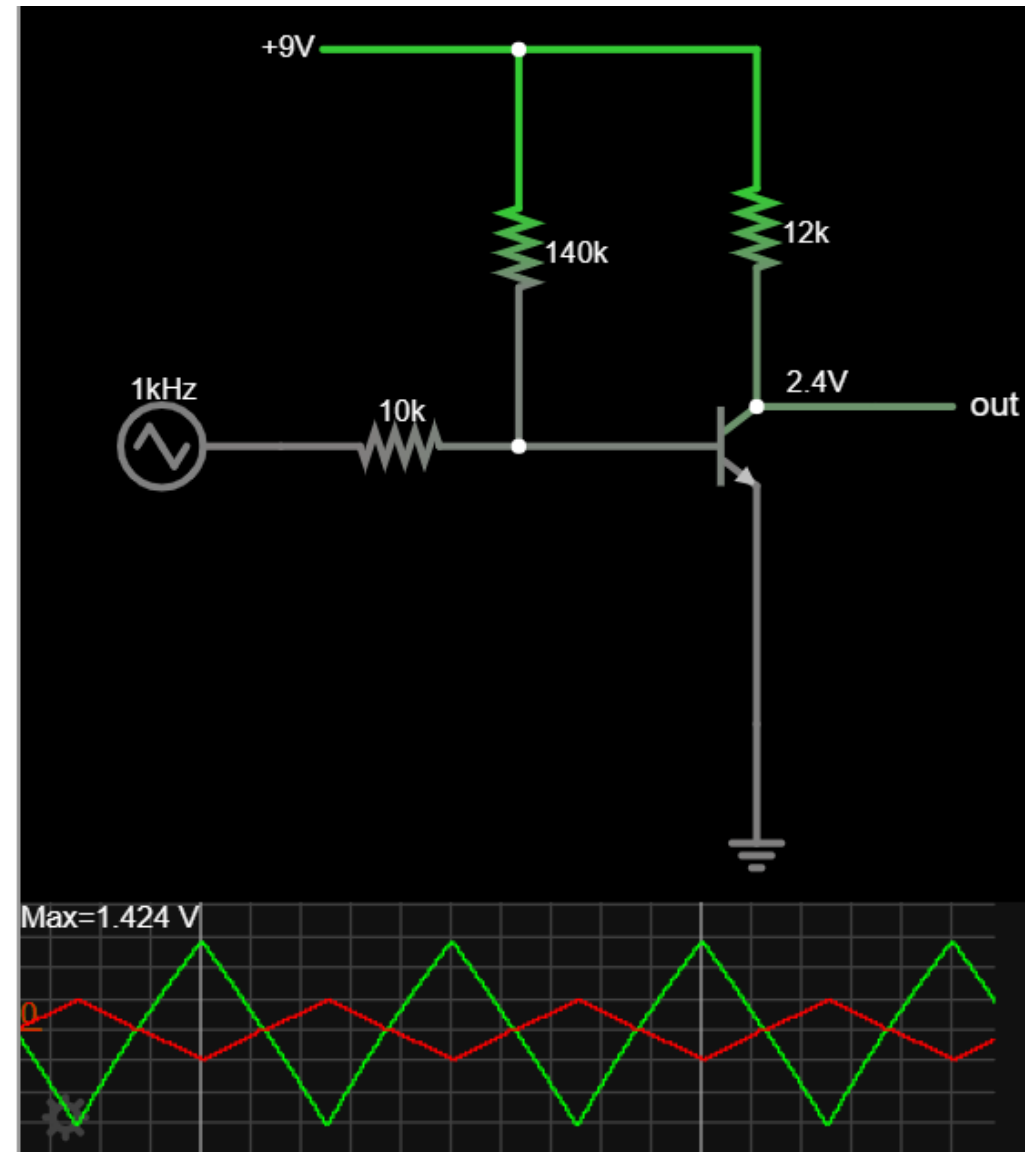
Ref: [SZTE Elektronika laboratóriumi gyakorlatok/ 15. Tranzisztoros erősítő](#)

Tranzisztoros erősítő (szimuláció)

- A 6. oldal *b.*) ábrája szerinti munkapont beállítást alkalmaztuk
- A (hasznos) bemenő jel változása $\Delta V_{PP} = 20 \text{ mV}$ (piros diagram)
- A kimenő jel változása $\Delta V_{PP} = 2.8 \text{ V}$ (zöld diagram)
- A feszültségerősítés:

$$A = \frac{\Delta U_{ki}}{\Delta U_{BE}} = \frac{2800 \text{ mV}}{20 \text{ mV}} = 140$$

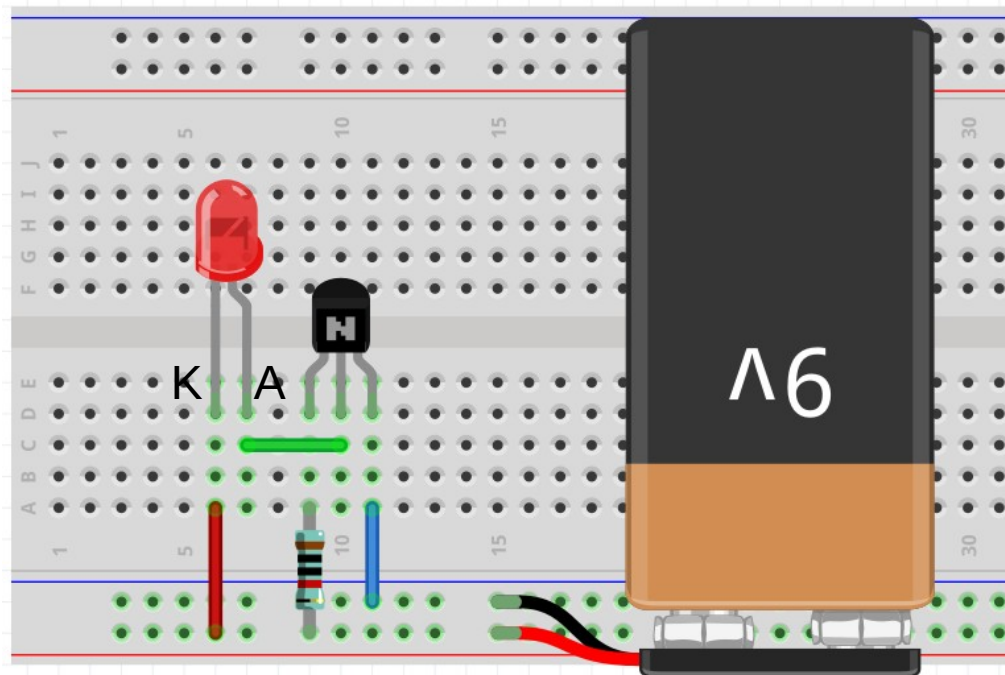
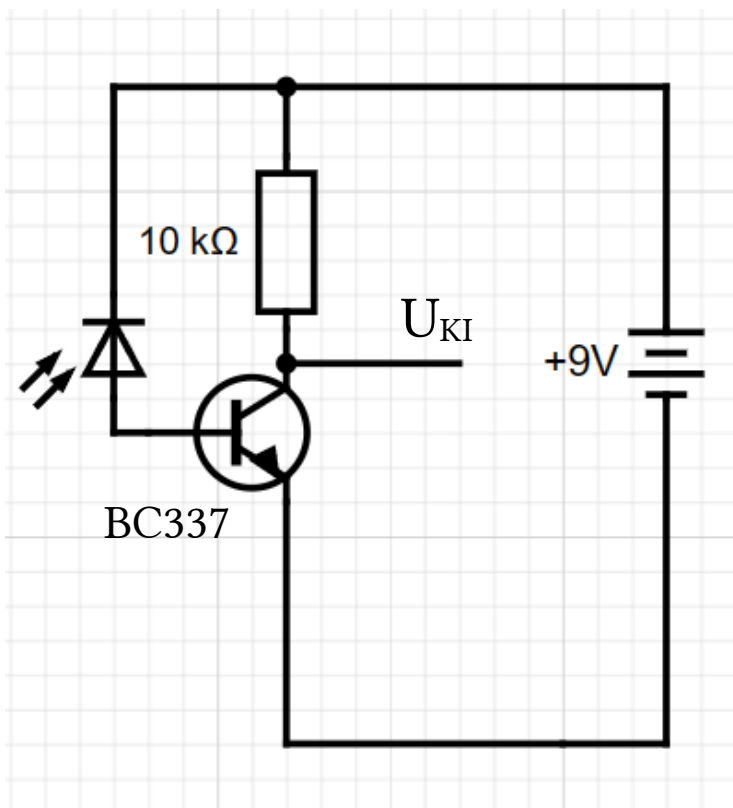
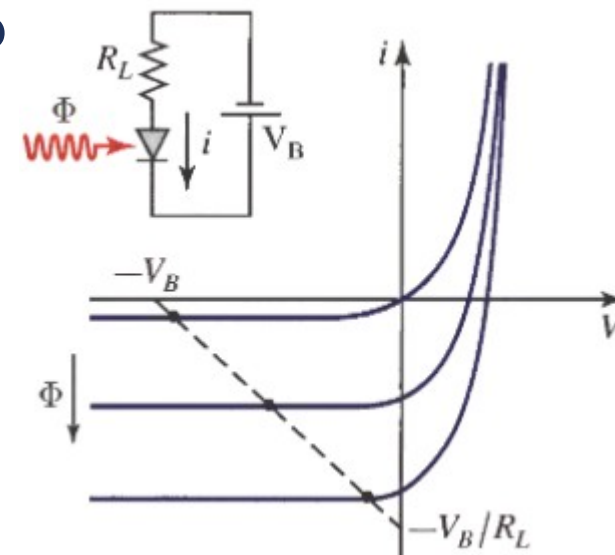
- Ref: [Circuit Simulator Applet](#)



Fotodióda „fotovezetési” módban

- A záróirányban előfeszített fotodiódán átfolyó gyenge visszáram fény hatására megnő

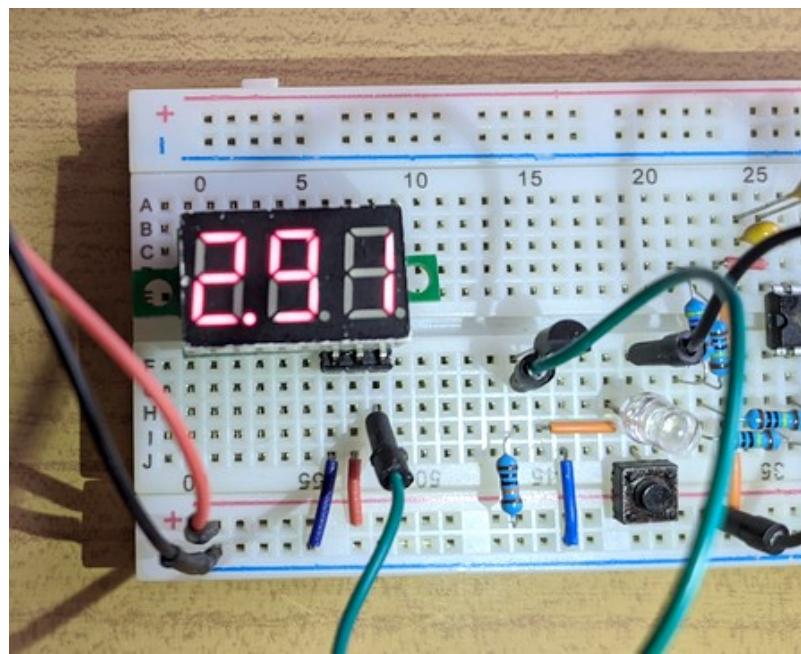
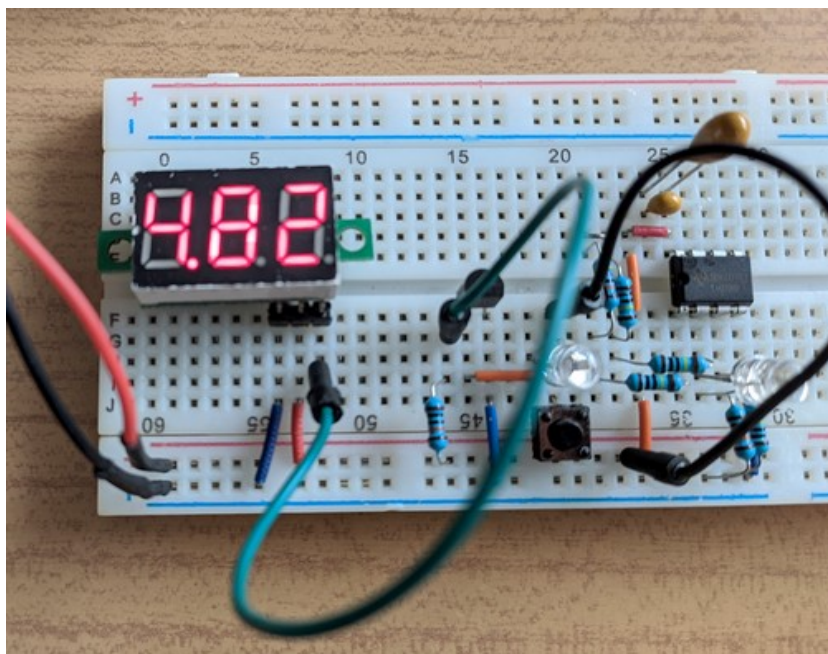
$$\Delta U_{KI} \approx \beta \cdot I_p \cdot R_C$$



Fotodióda „fotovezetési” módban

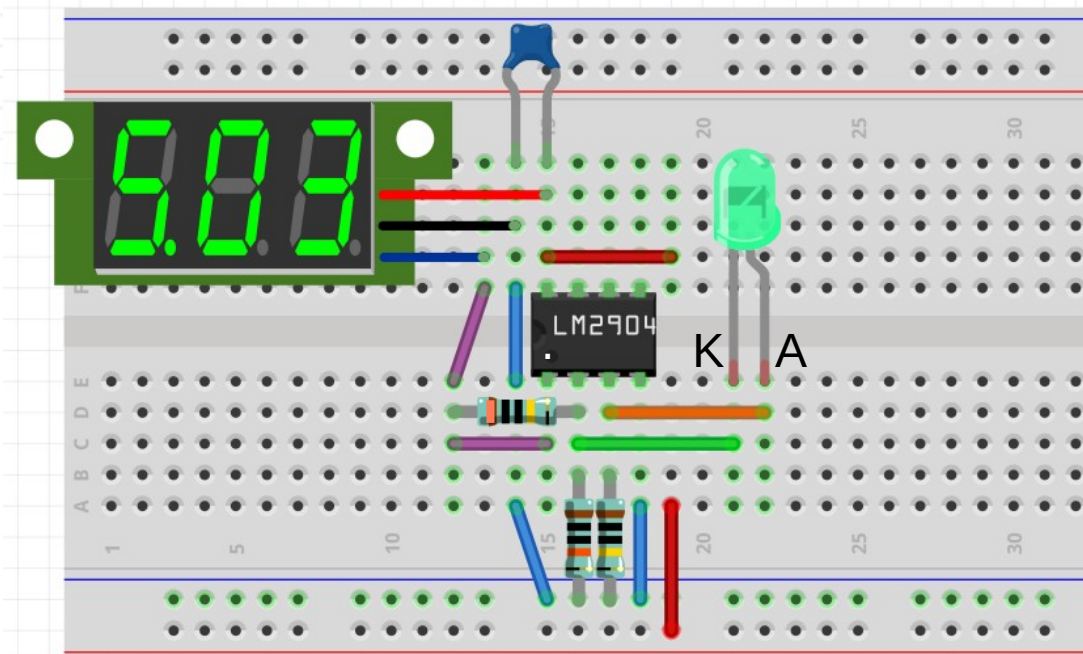
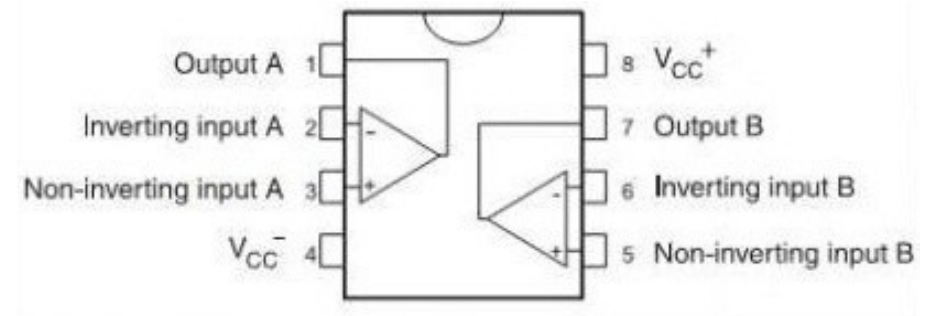
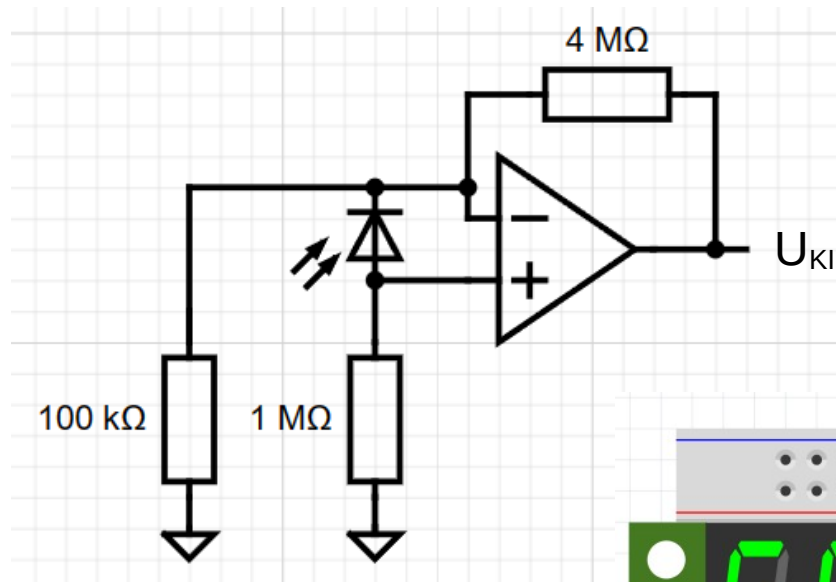
- A kimenő feszültséget a digitális panelmérővel mérjük
- A baloldali képen a LED csak gyenge szórt fényt kap
- A jobboldali képen a fotodiódának használt LED-et erős fénnel megvilágítottuk (mobiltelefon LED lámpa módban)

Megjegyzés: az IC-s áramkör nem tartozik ehhez a kísérlethez



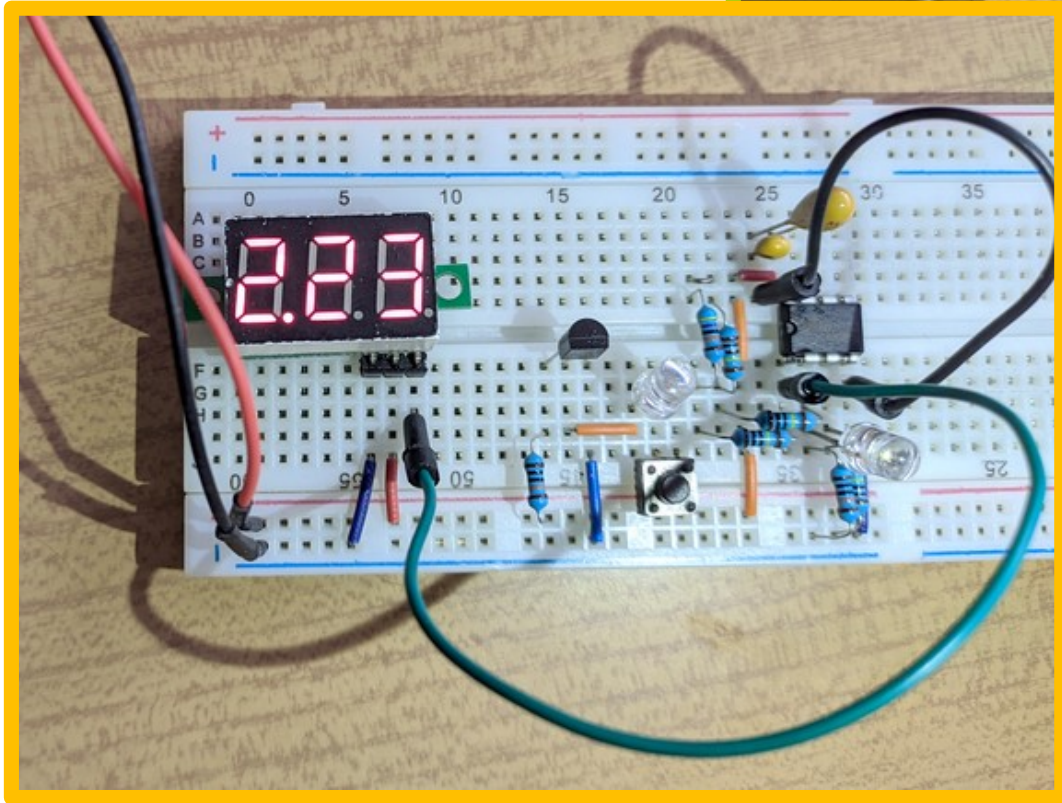
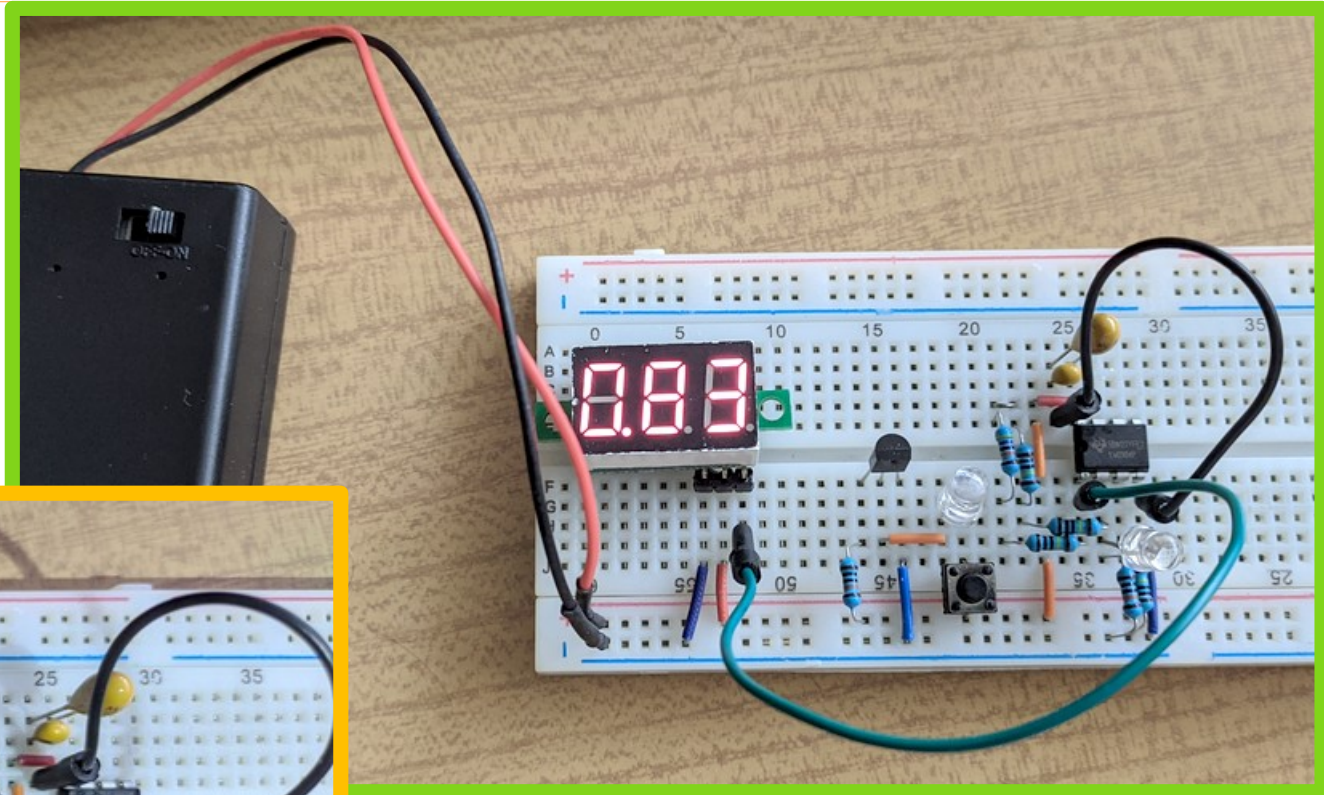
Kis kitérő: fotodióda műveleti erősítővel

- Itt az LM3904 műveleti erősítő invertáló és neminvertáló bemenete közé kötött fotodióda jelét erősítjük



Kis kitérő: fotodióda műveleti erősítővel

„Alaphelyzet”: gyenge, szórt fény

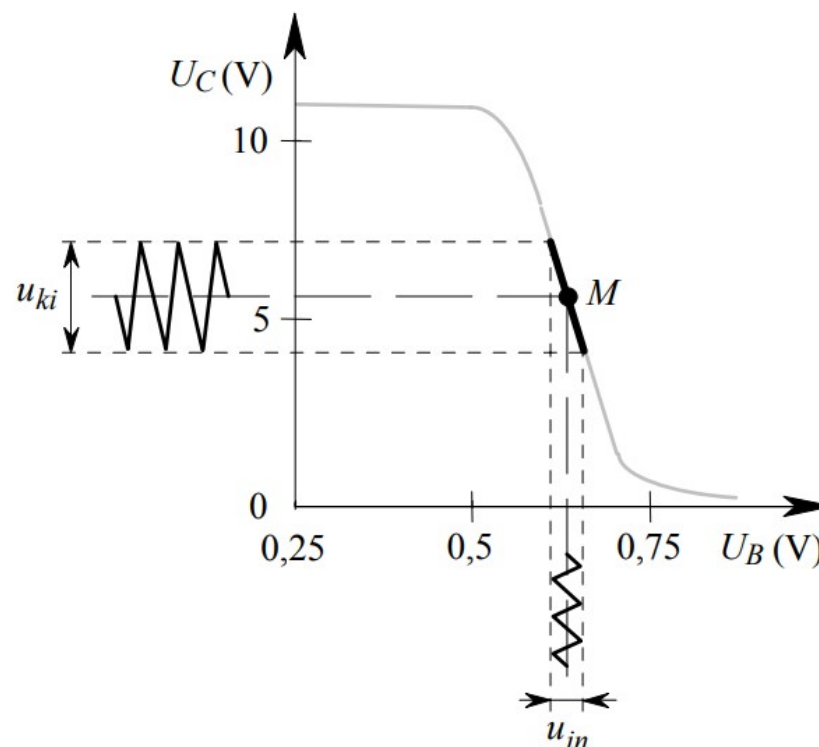
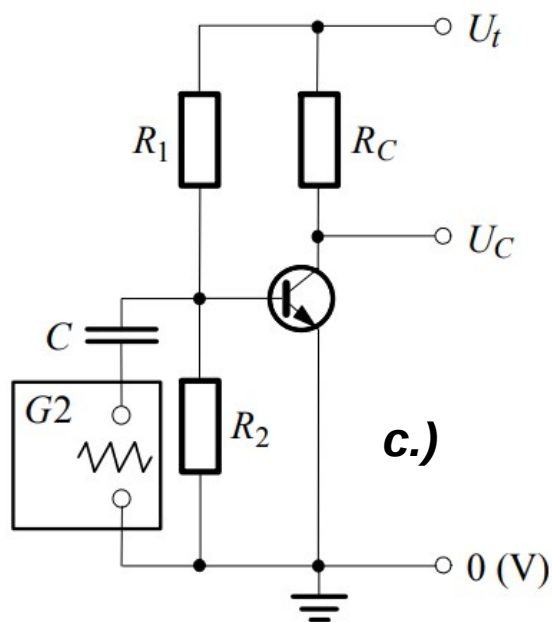


Erős fénnel megvilágítva



AC csatolt erősítő

- A 6. oldal c.) ábrája olyan esetet mutat, mikor a bemenő jelnek csupán a nyugalmi helyzethez képesti megváltozása a hasznos jel számunkra, ezt kívánjuk erősíteni
- A C kondenzátor leválasztja a bemenő jel egyenfeszültségű komponensét, az időbeli változást pedig átengedi (AC csatolás)

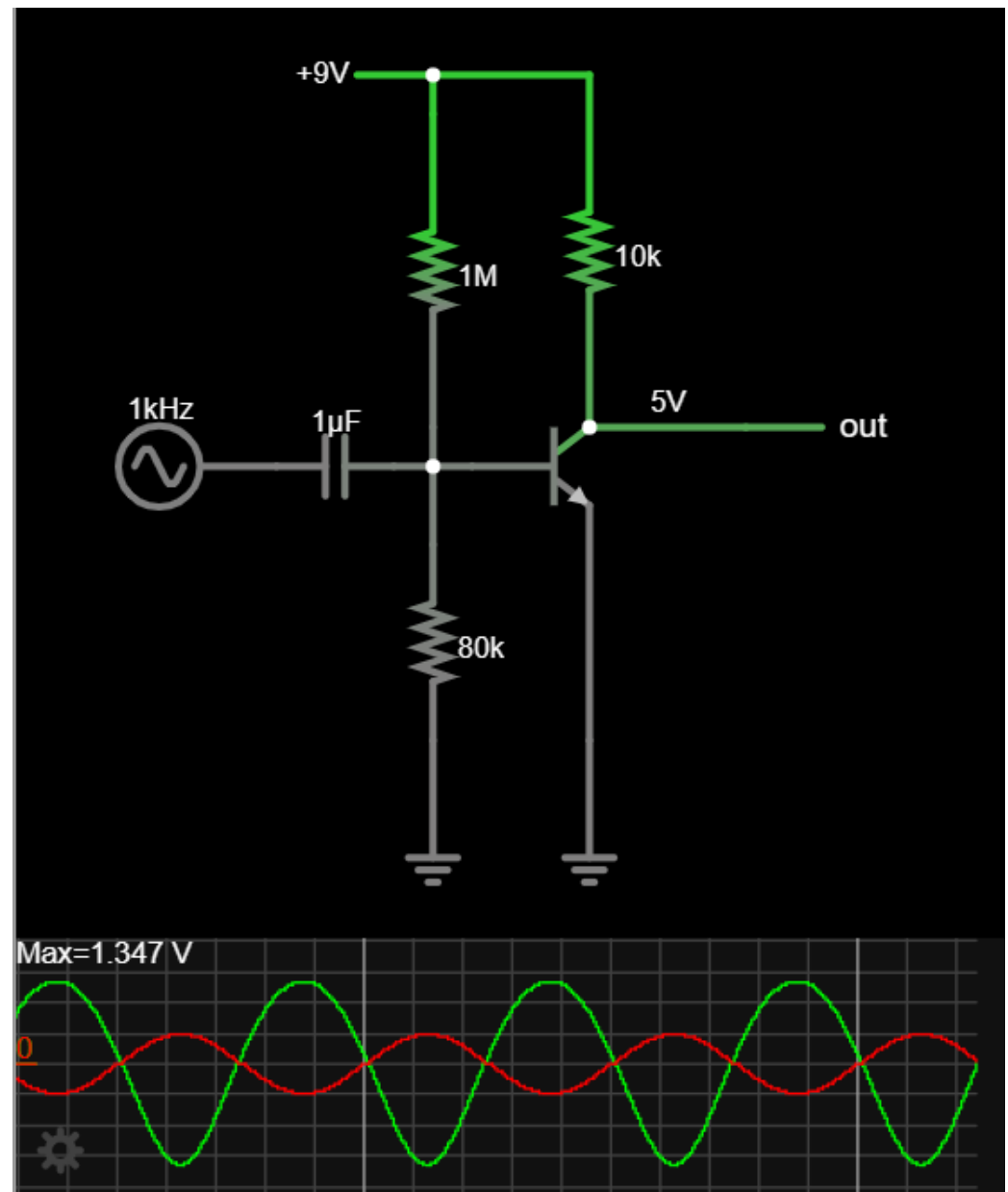


Ref: [SZTE Elektronika laboratóriumi gyakorlatok/ 15. Tranzisztoros erősítő](#)

AC csatolt erősítő szimulációja

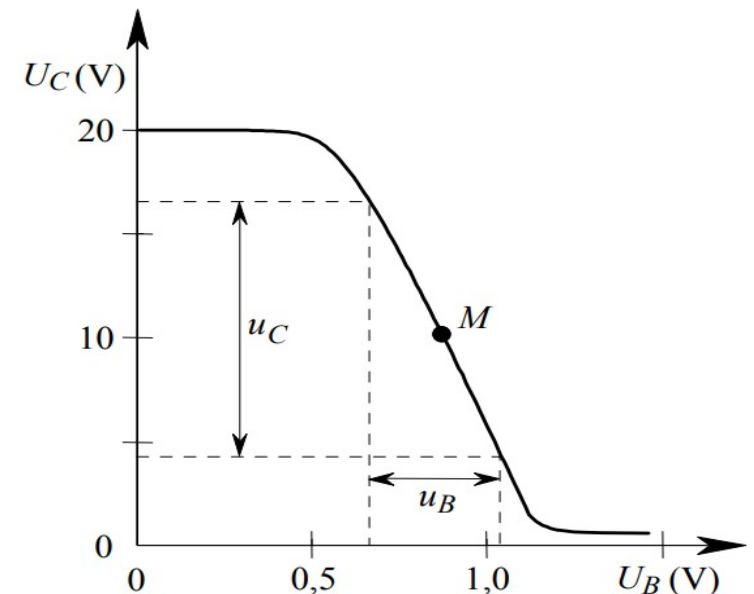
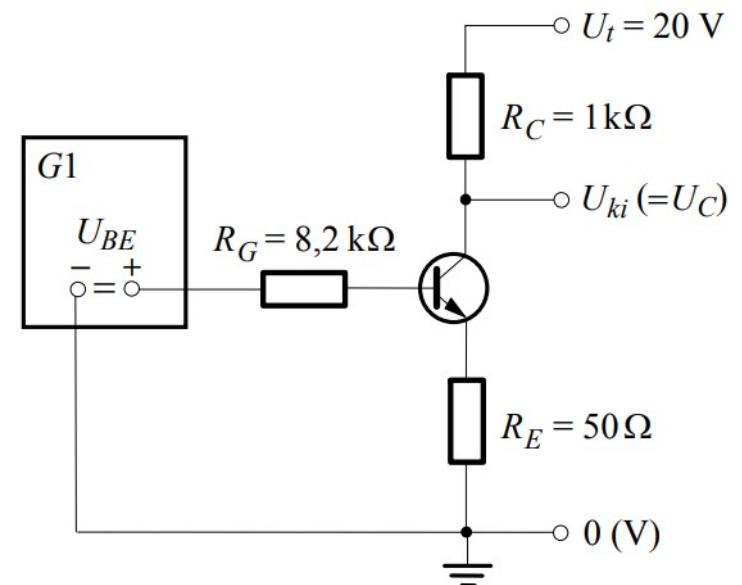
- Ebben a példában egy 10 mV amplitúdójú szinuszhullám a bemenő jel ($V_{PP} = 20$ mV)
- A hangerősítő méréseket 1 kHz-en kell végezni
- Az erősítés itt kb. 134-szeres

- Ref: [Circuit Simulator Applet](#)



A munkapont stabilizálása

- Ha egy ellenállást beiktatunk az emitter-körbe, akkor a bázisra kapcsolt U_B feszültség az U_{BE} bázis-emitter és az U_E emitter feszültség összege
- A bázisfeszültség megváltozásának csak egy része hoz létre bázis-emitter feszültségváltozást
- Az $U_{ki}(U_B)$ karakterisztika „laposabb”, a kollektor feszültség változása most jelentősen nagyobb bemenő feszültségtartományhoz tartozik:
 - ❖ Könnyebb beállítani a munkapontot
 - ❖ Nagyobb bemenő jel is torzulás nélkül erősíthető



Ellenállás színkódok

