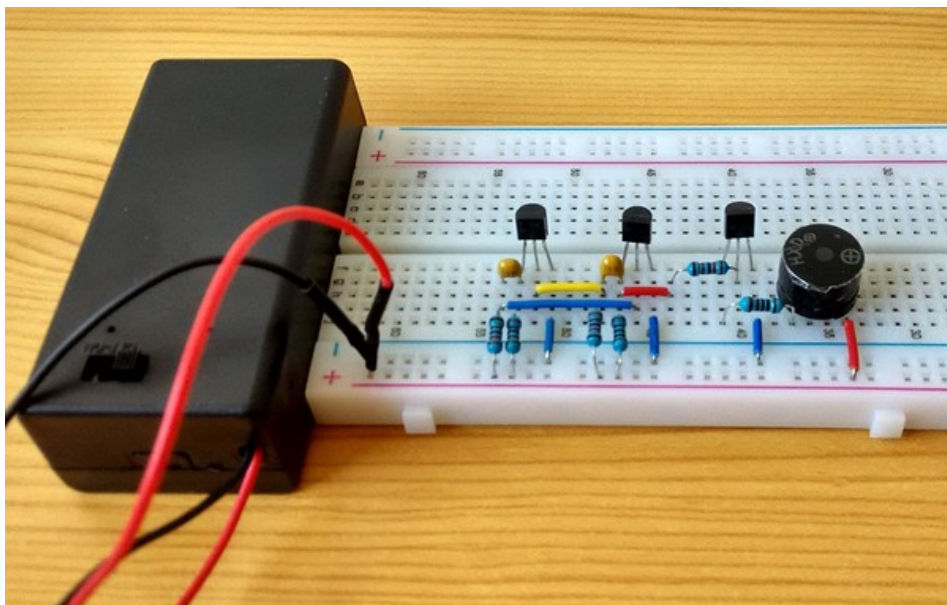


Bevezetés az elektronikába



7. Egyszerű tranzisztoros kapcsolások

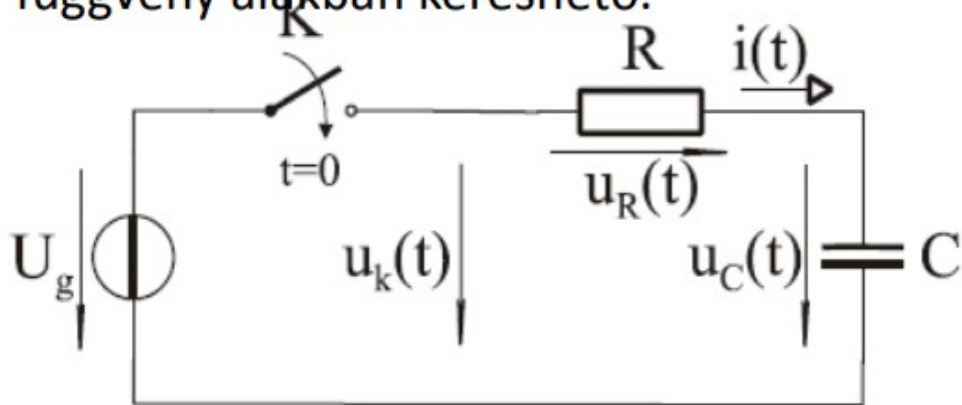
Felhasznált irodalom

- ❑ Tudásbázis: [Bipoláris tranzisztorok](#) (Sulinet - szakképzés)
- ❑ Wikipedia: [Tranzisztor](#)
- ❑ Colin Mitchell: [200 Transistor circuits](#)
- ❑ P. Falstad: [Circuit simulation](#)
- ❑ F-alpha.net: [Transistor basic circuits](#)
- ❑ CONRAD Elektronik: [Elektronikai kísérletező készlet útmutatója](#)

Bekapcsolási jelenségek soros RC körben

Tekintsük az alábbi kapcsolást és vizsgáljuk azt az esetet, amikor a passzív elemek energia- és feszültségmentesek! Mi történik a kapcsoló zárását követően?

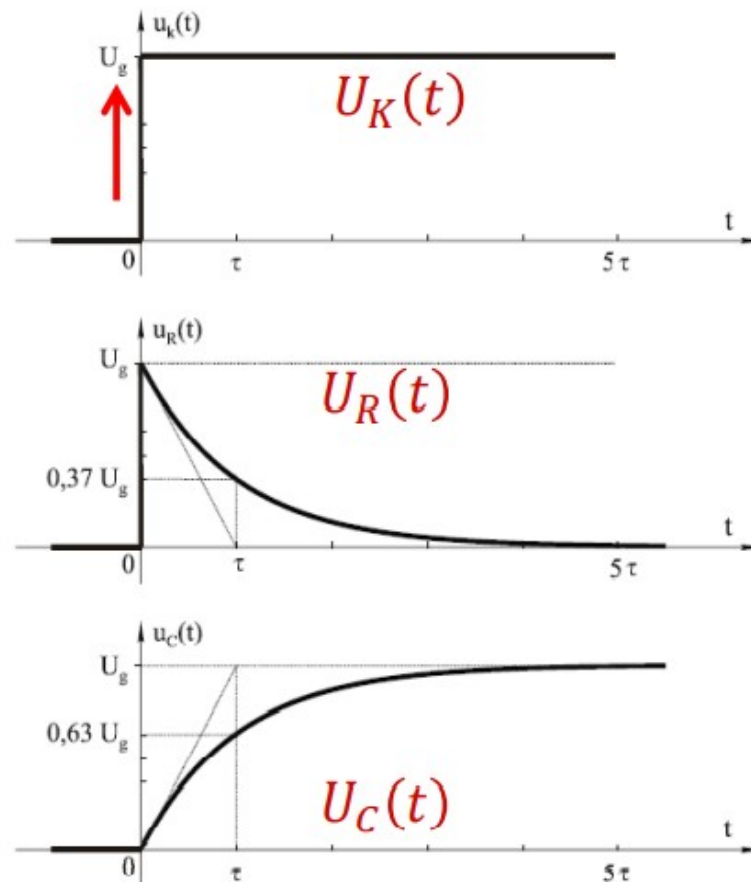
$U_g = U_R + U_C = R \cdot I(t) + U_C(t)$ másrészt $I(t) = C \cdot dU_C(t)/dt$ végeredményben tehát egy differenciálegyenletet kapunk $U_C(t)$ -re, amelynek megoldása exponenciális függvény alakban kereshető.



Ha $t = 0$ pillanatban zárjuk a kapcsolót, u_K , u_R és u_C időbeli lefolyása: $u_K =$ egységugrás,

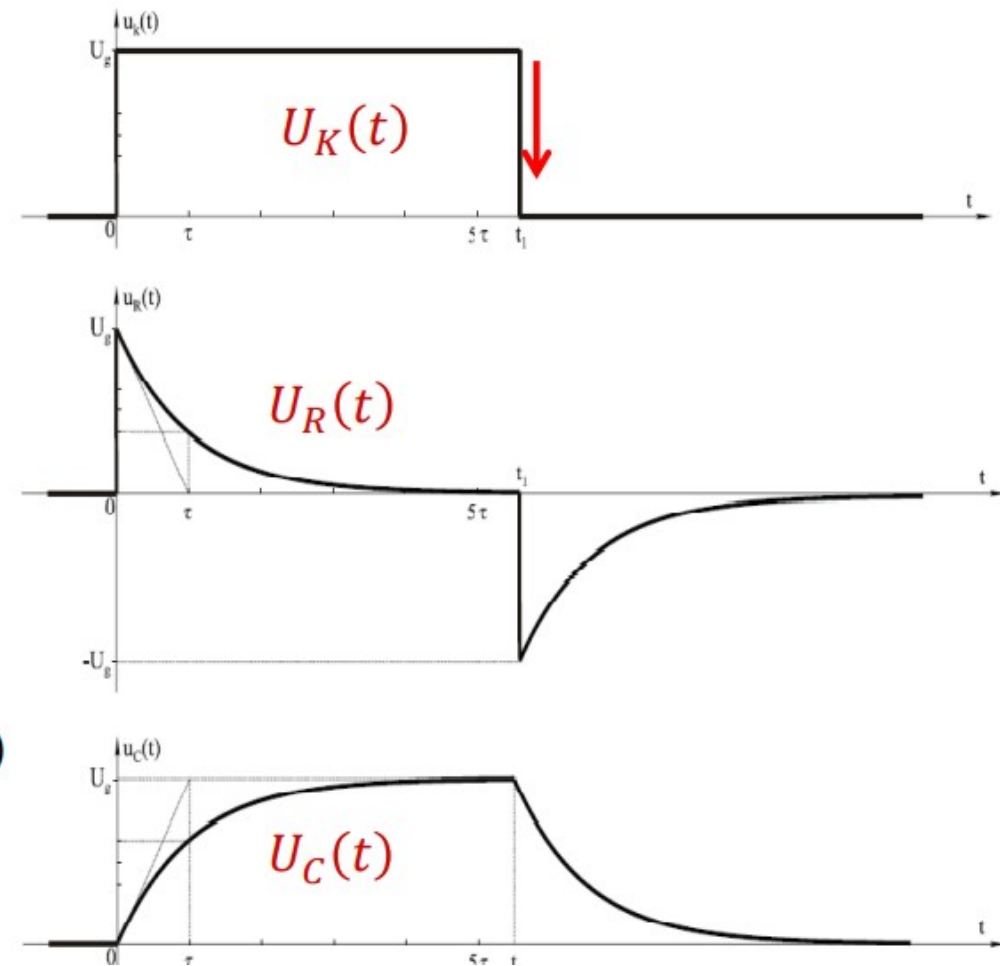
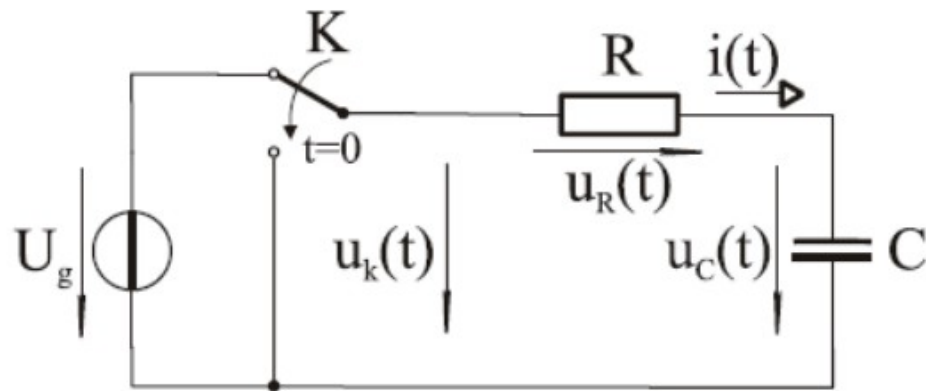
$$u_R = U_g \cdot e^{-t/\tau} \quad \text{és} \quad u_C = U_g(1 - e^{-t/\tau})$$

Ahol $\tau = R \cdot C$, az ún. időállandó



Kikapcsolási jelenségek soros RC körben

Kisütés : Ha a feltöltött kondenzátort a soros ellenállással $t = t_1$ pillanatban rövidre zárjuk, egy kikapcsolási tranzienst játszódik le.



u_K = negatív egységugrás,

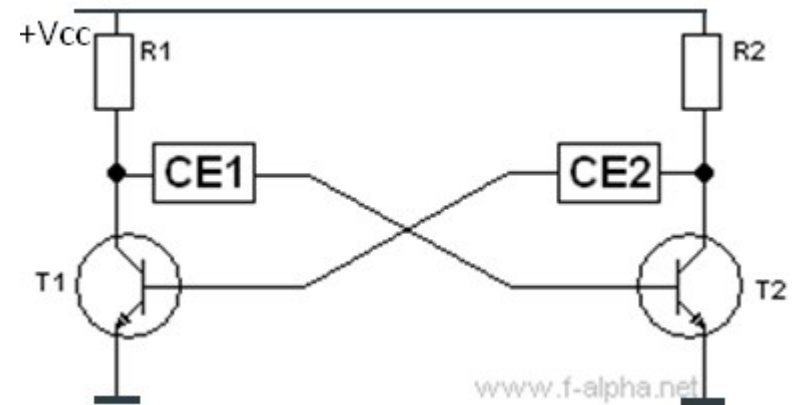
$$u_R = -U_g \cdot e^{-(t-t_1)/\tau} \quad \text{és} \quad u_C = U_g \cdot e^{-(t-t_1)/\tau}$$

ahol $\tau = R \cdot C$, az ún. időállandó

Tranzisztoros billenőkörök

- Az elektronikus kapcsolások fontos területét képviselik a tranzisztoros billenőkörök.
- Ha két kapcsoló üzemű tranzisztort úgy csatolunk egymáshoz, hogy azok nyitáskor kölcsönösen letiltsák a másikat, akkor multivibrátorról beszélünk.

- ❖ Amikor T1 kinyit, a T2 tranzisztort lezárja.
- ❖ Amikor T2 kinyit, a T1 tranzisztort lezárja.

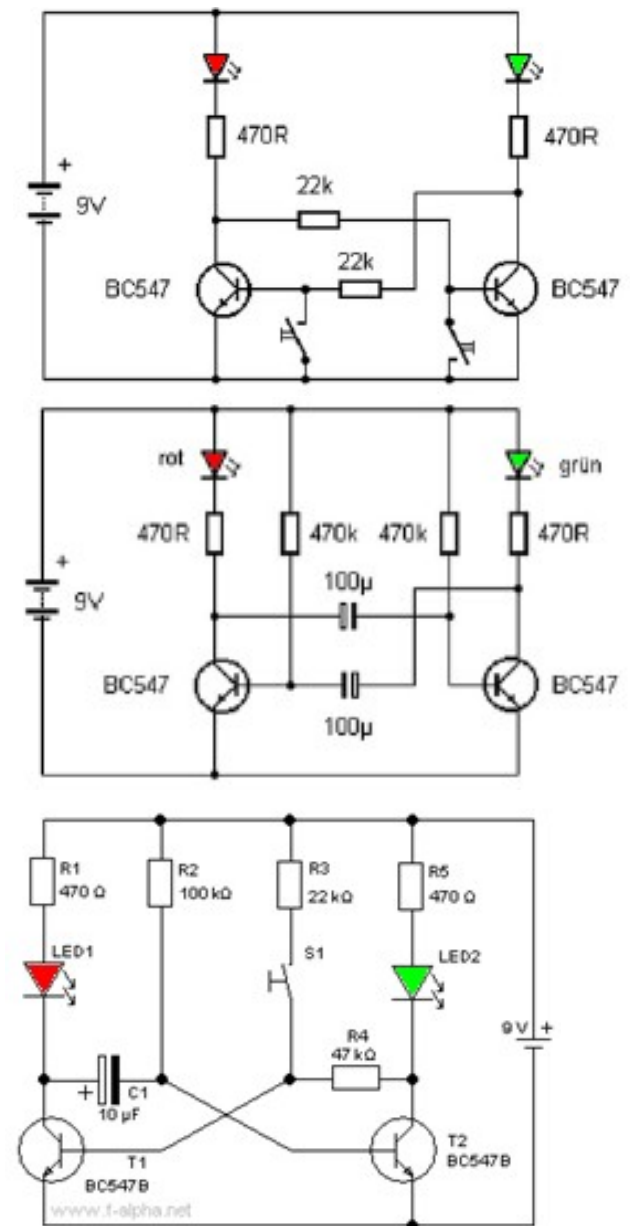


- A CE1, CE2 csatolóelemektől függ az áramkör viselkedése

CE1	CE2	Az áramkör	Tipikus alkalmazás
Ellenállás	Ellenállás	Bistabil multivibrátor	Bináris tárolócella
Kondenzátor	Ellenállás	Monostabil multibvibrátor	Időzítő
Kondenzátor	Kondenzátor	Astabil multivibrátor	Rezgéskeltő

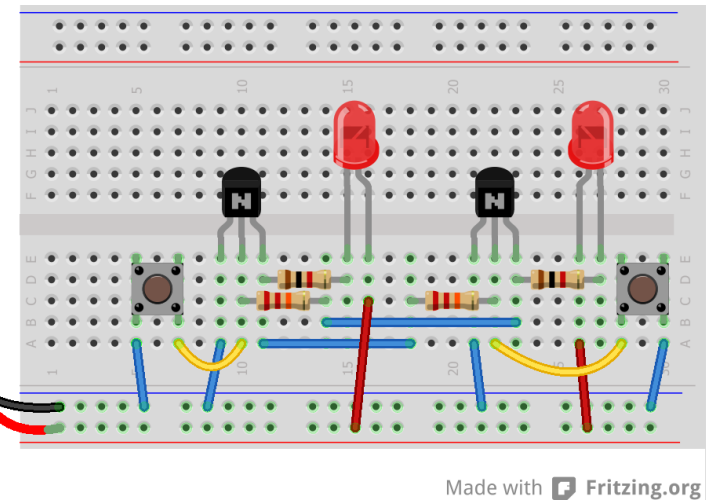
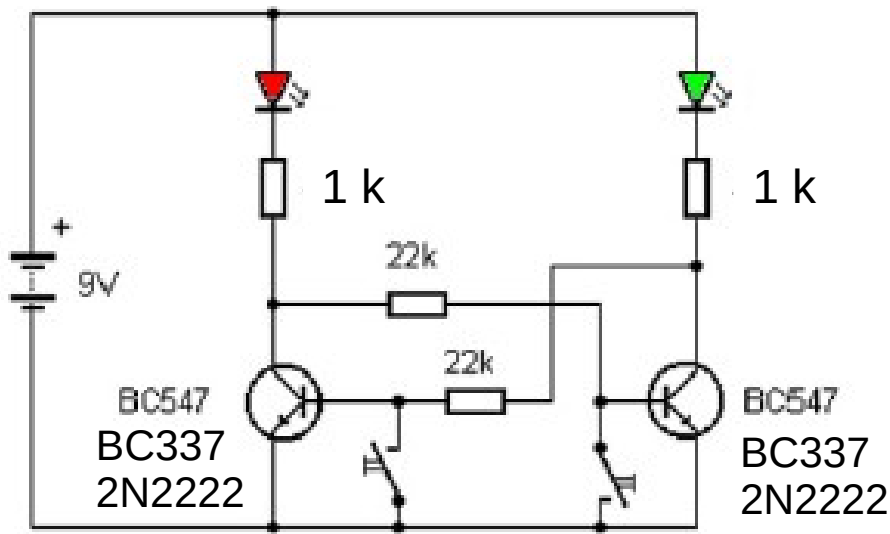
Tranzisztoros billenőkörök

- **Bistabil multivibrátor:** Két stabil állapota van, amelyeket a nyomógombokkal aktiválhatunk. A két nyomógomb nem lehet egyszerre lenyomva (határozatlan állapothoz vezetne)!
- **Astabil multivibrátor:** Nincs stabil állapota, a tranzisztorok egymást indítják (négyszögjel oszcillátor). A működési frekvenciát az RC kör időállandója szabja meg.
- **Monostabil multivibrátor:** Egy stabil és egy metastabil állapota van. Nyugalmi állapotban T2 vezet, LED2 világít. A nyomógomb megnyomásakor T1 kinyit, T2 ideiglenesen lezár (metastabil állapot). A kondenzátor kisülése után T2 ismét kinyit, T1 pedig lezár (stabil alaphelyzet).

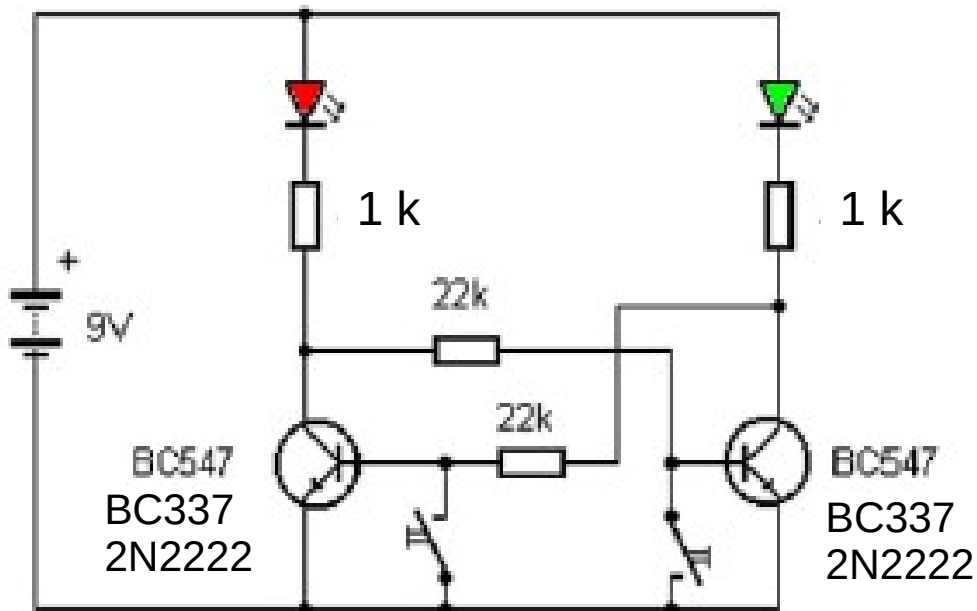


Bistabil multivibrátor

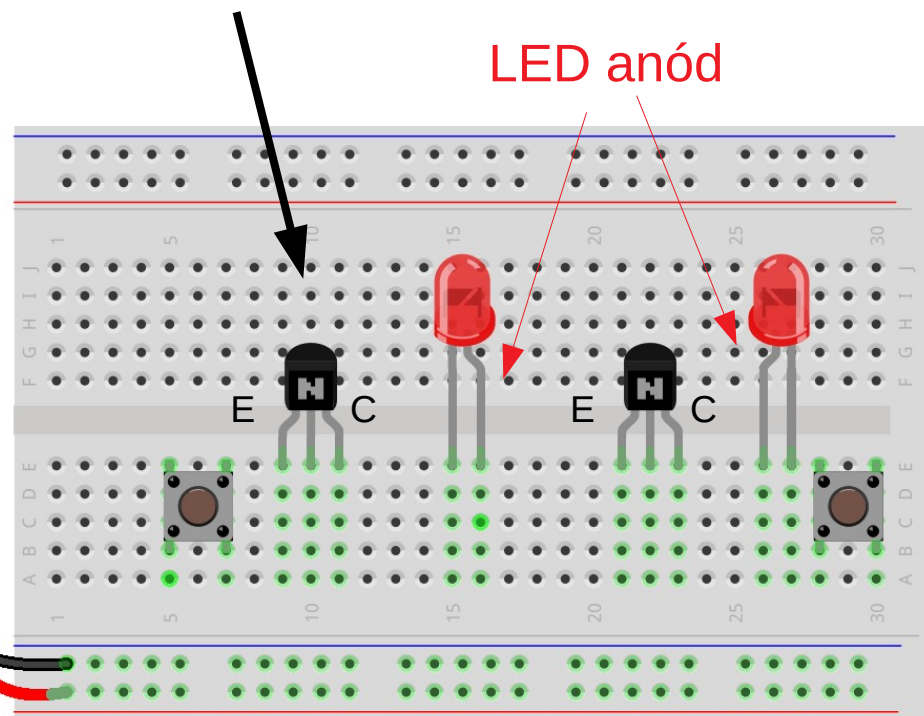
- Az alábbi ábrán 2N2222 NPN típusú tranzisztorokkal megvalósított kapcsolás egy lehetséges elrendezését mutatjuk be
- Figyeljünk rá, hogy a BC337, vagy BC547 tranzisztorok bekötése ettől eltérő, emiatt azokat a rajzon látotthoz képest 180 fokkal elforgatva kell bedugni (C – E pozíciócsere)!



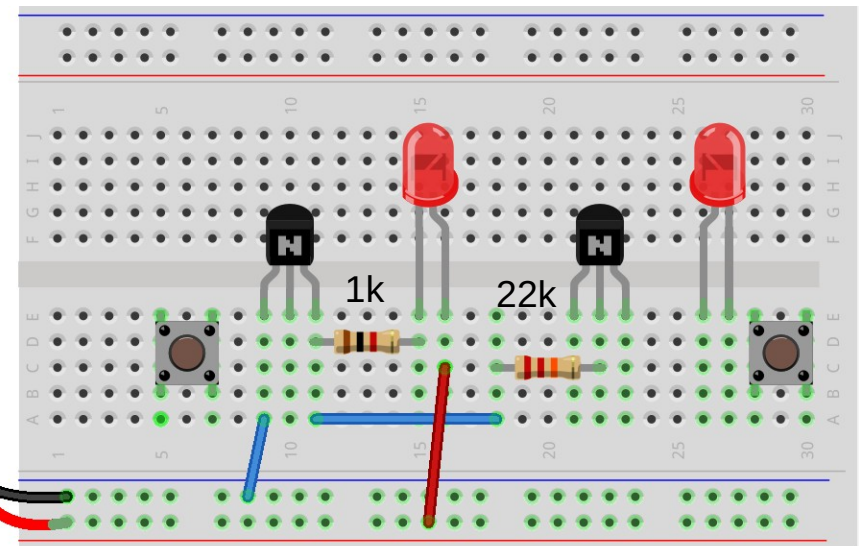
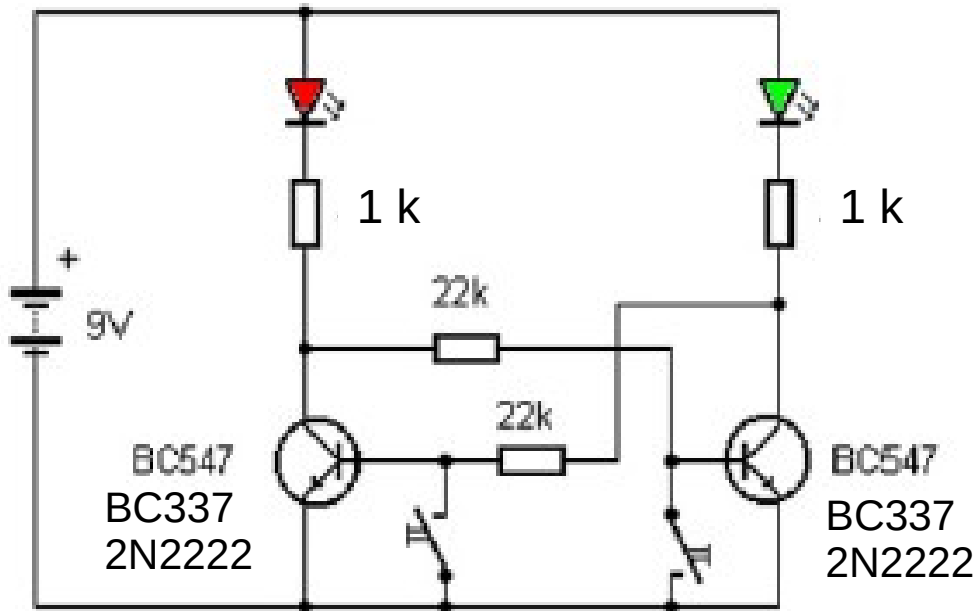
Bistabil multivibrátor építése



2N2222 így, BC337 fordítva!

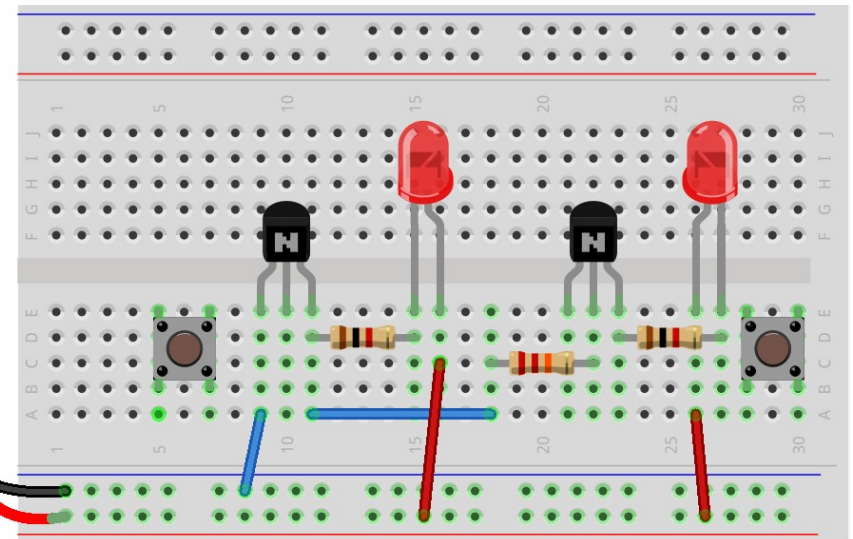
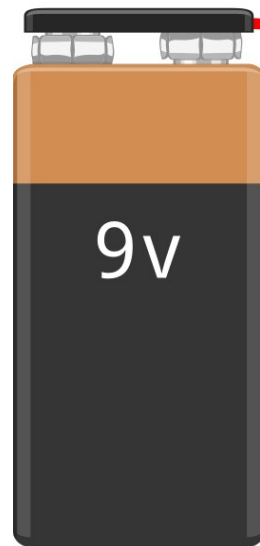
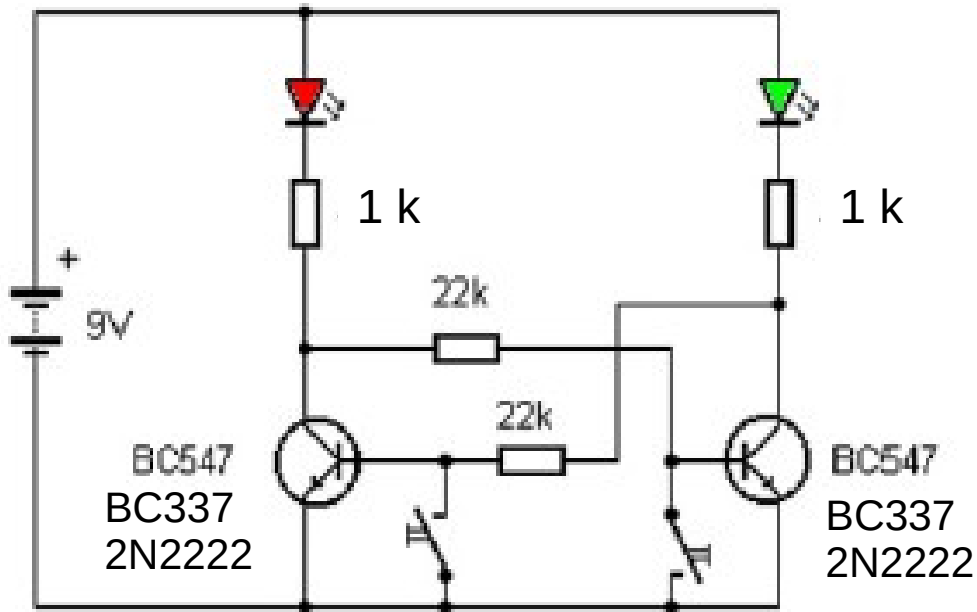


Bistabil multivibrátor építése



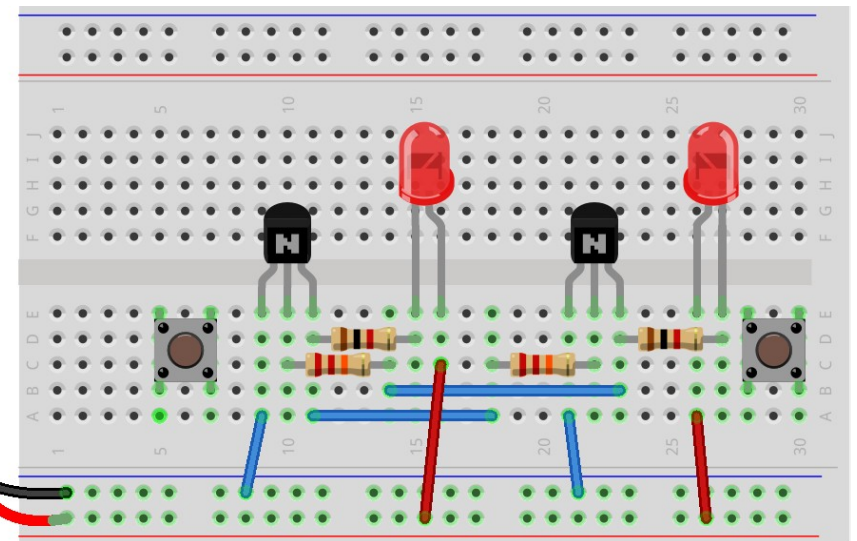
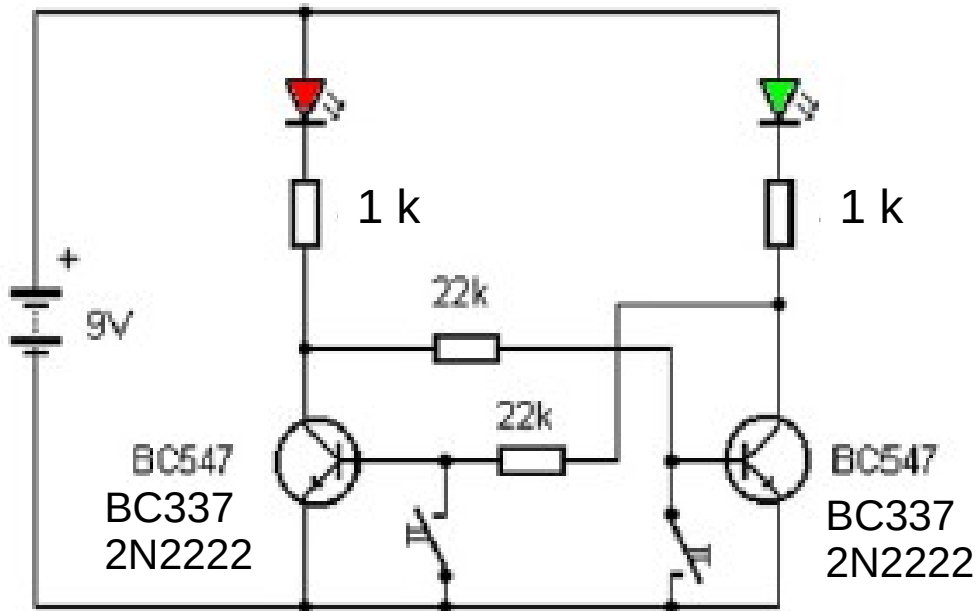
fritzing

Bistabil multivibrátor építése



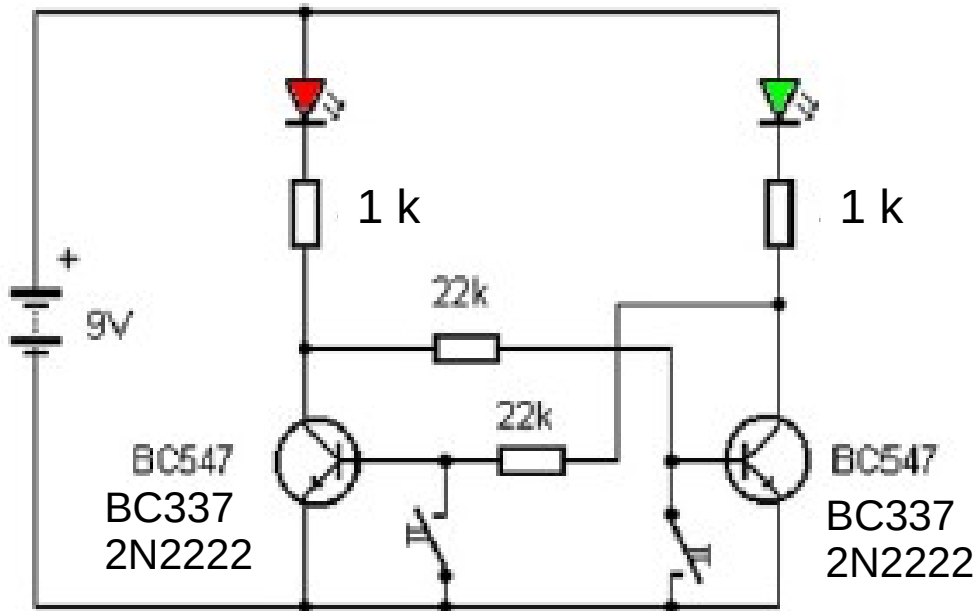
fritzing

Bistabil multivibrátor építése

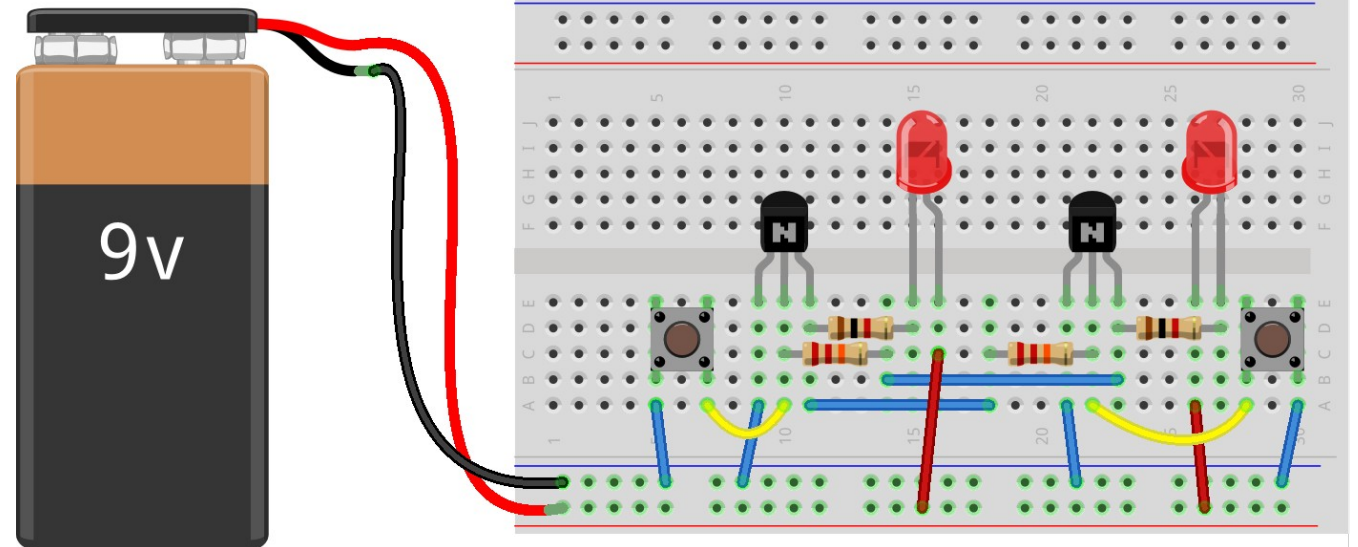


fritzing

Bistabil multivibrátor építése



A nyomógombok bekötése
GND és a tranzisztorok
bázisa közé



fritzing

Bistabil multivibrátor - szimuláció

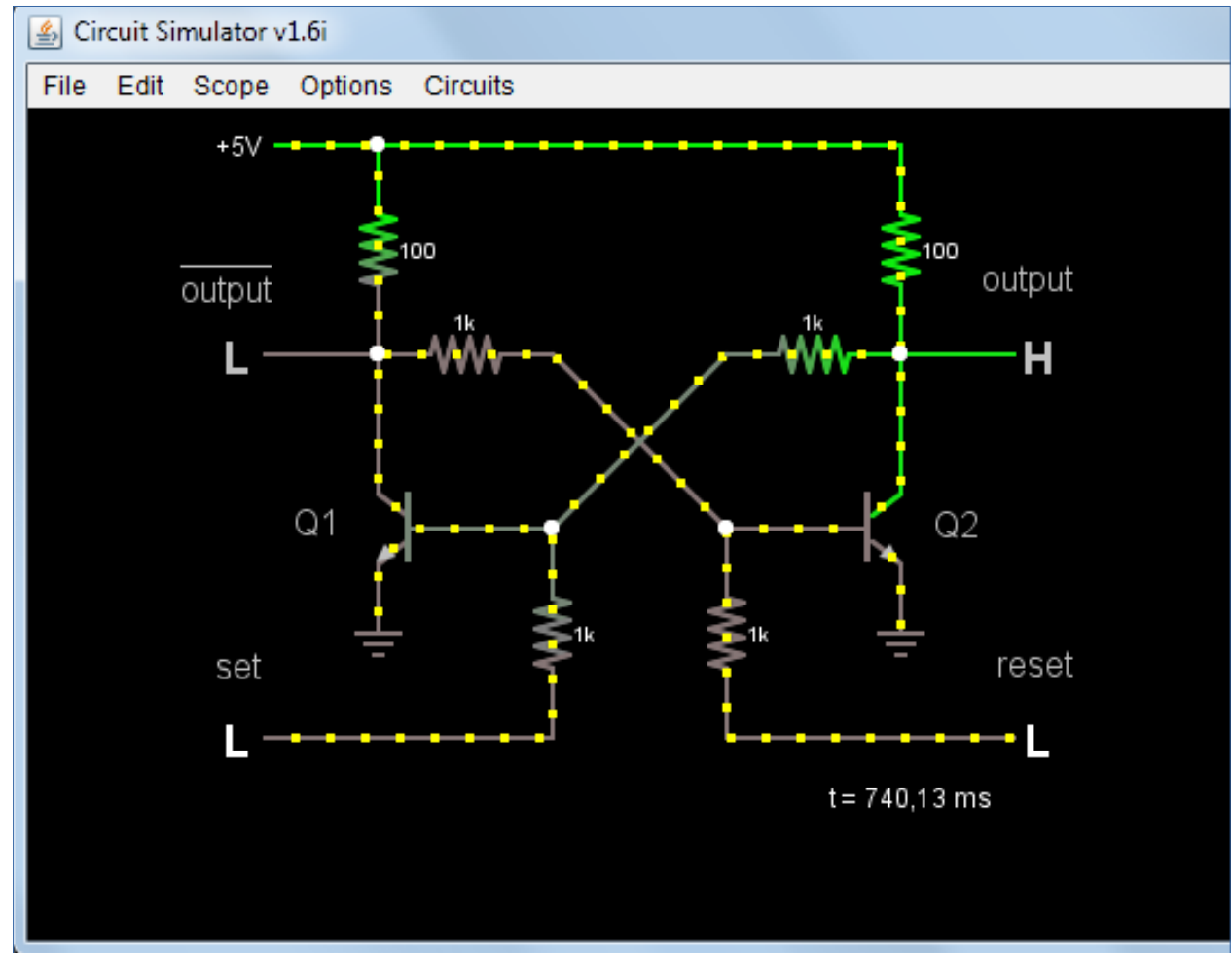
- A <http://www.falstad.com/circuit/> címen elérhető áramkör szimulátor **Circuits/Transistors/Multivibrators/Bistable Multivib (Flip-Flop)** mintapéldája
- A **set**, illetve **reset** bemenetekre kattintva az egér bal gombjával, a kimenetet **H** (magas), illetve **L** (alacsony) szintű állapotba billenhetjük.

Set = beállítás

Reset = helyreállítás

H = high (magas)

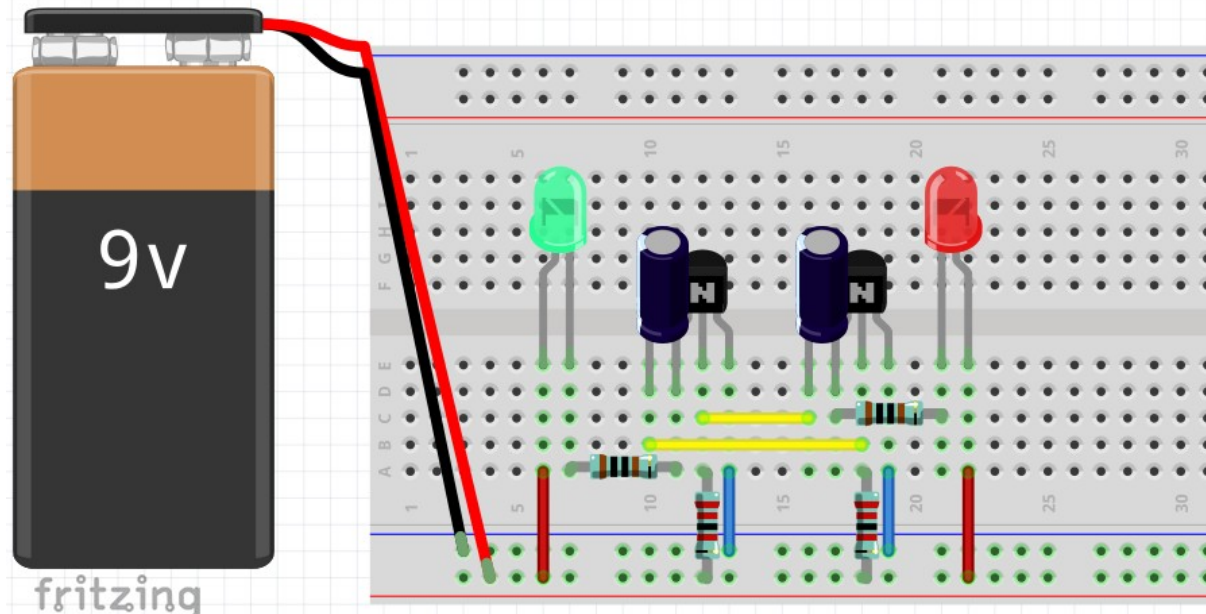
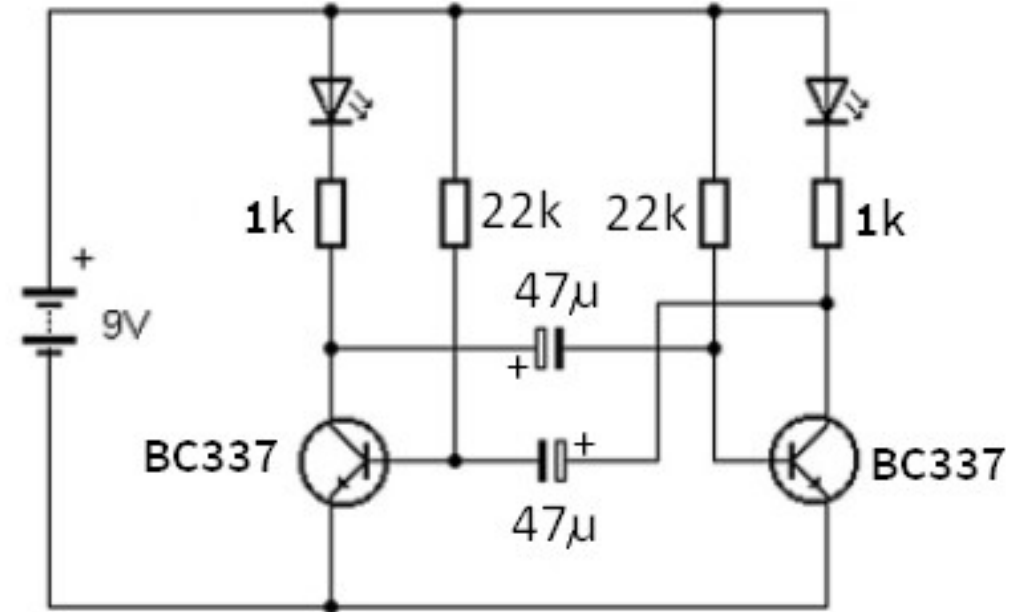
L = low (alacsony)



Megjegyzés: Gyakorlati felhasználáskor az ellenállások értéke megtízszerezhető!

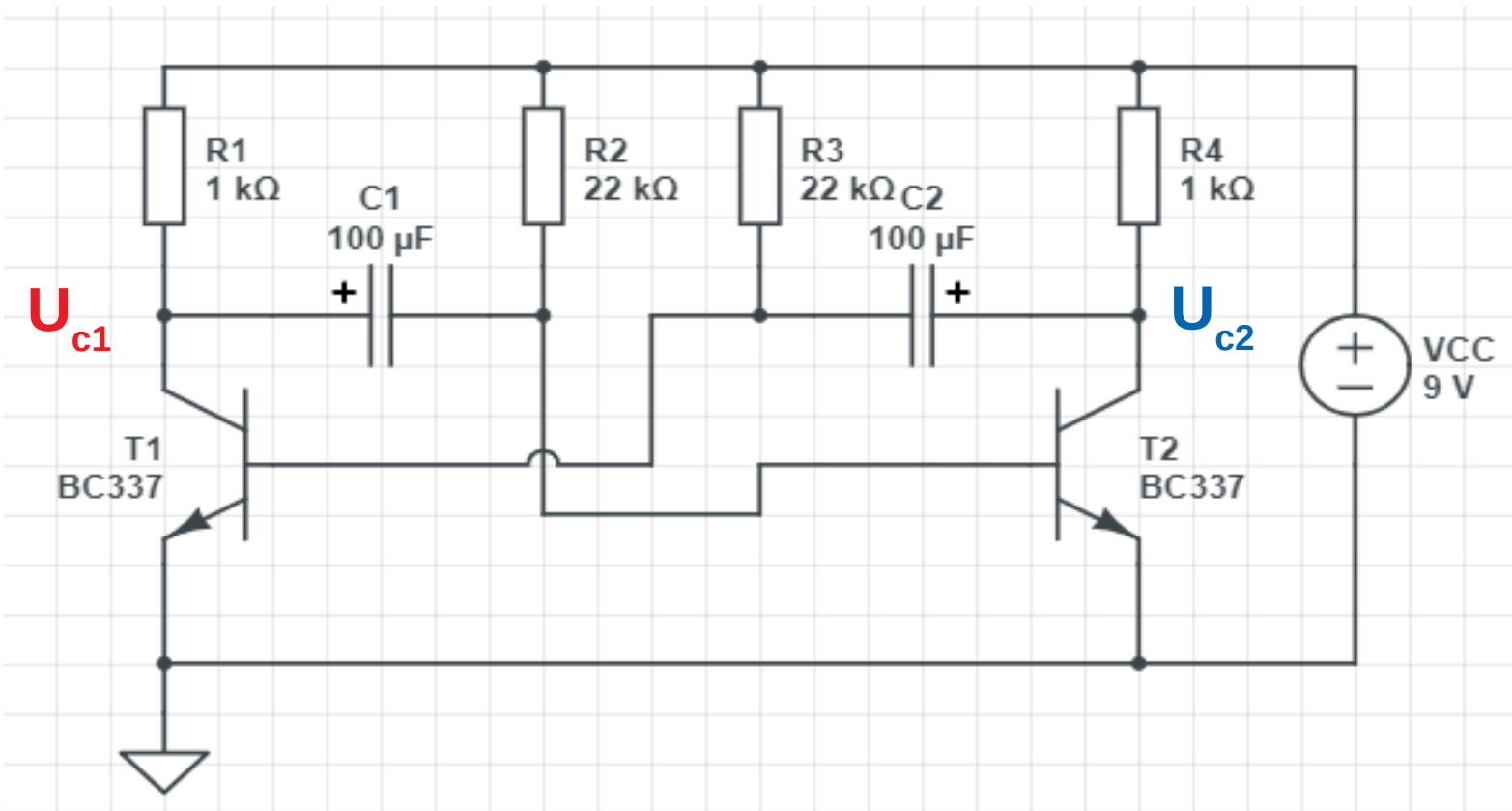
Két LED-es villogó (astabil multivibrátor)

- A 7. oldalon látható ábrához képest csökkentettük a kapcsolásban szereplő RC tagok időállandóját a gyorsabb villogás érdekében
- 9 V-os táplálás esetén 470R helyett 1k értékű ellenállásokat is használhatunk



Az astabil multivibrátor működése

- Amikor T2 kinyit, U_{c2} alacsony (néhány tized V) lesz, az eredetileg feltöltött kondenzátor negatívba viszi T1 bázisát, emiatt T1 lezár
- T1 lezárásakor C1 R1-en keresztül töltődni kezd, C2 pedig R3-on keresztül fokozatosan kisül. Az állapot addig tart, amíg T1 bázisa el nem éri a 0,7 V körüli nyitófeszültséget. Ekkor az állapot átbillen.



Az astabil multivibrátor szimulálása

- A www.falstad.com/circuit/ címen található áramkör-szimulátor segítségével megvizsgálhatjuk a kapcsolás működését

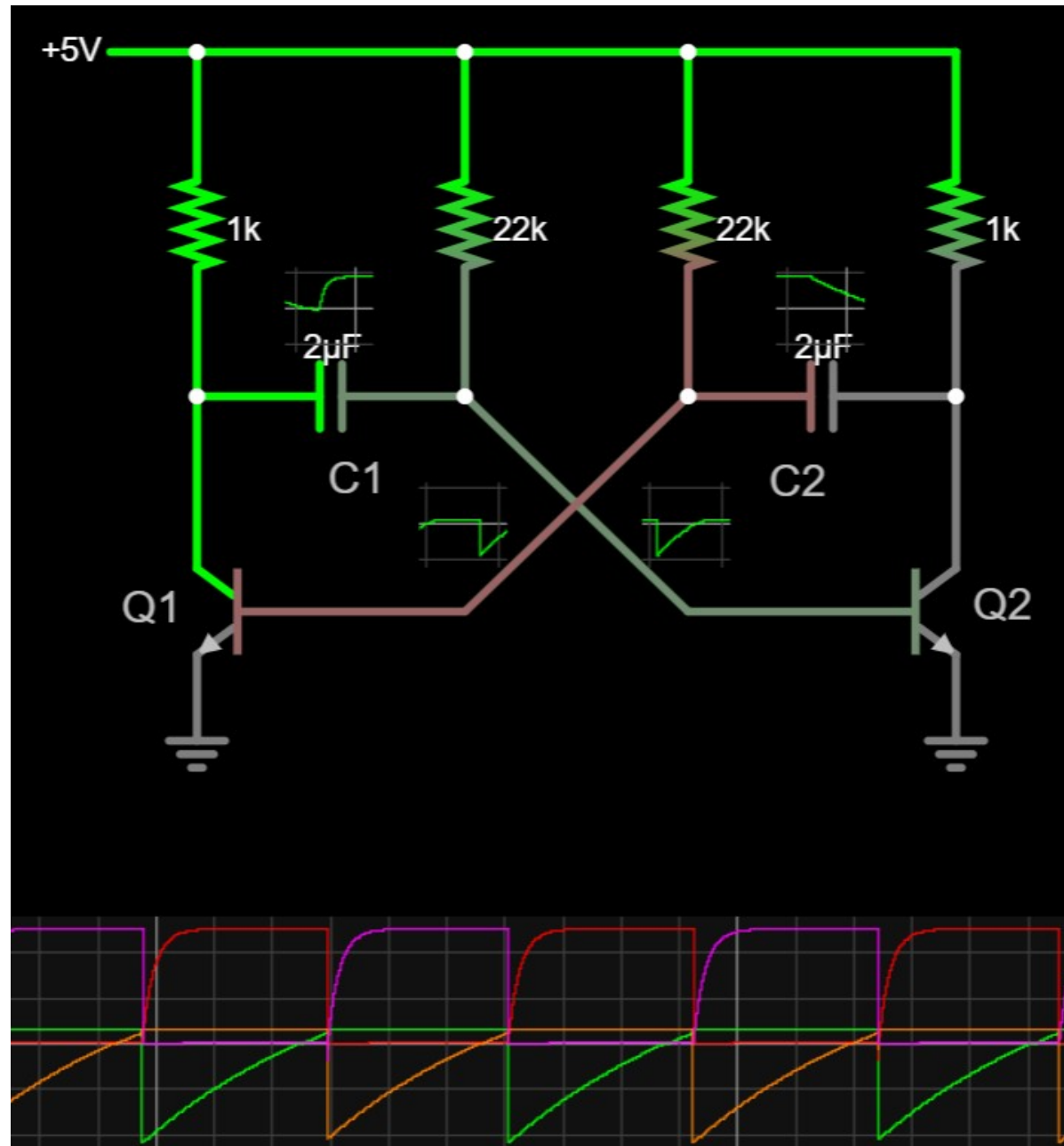
Zöld: Q1 bázis-emitter feszültség

Narancs: Q2 bázis-emitter feszültség

Vörös: Q1 kollektor-emitter feszültség

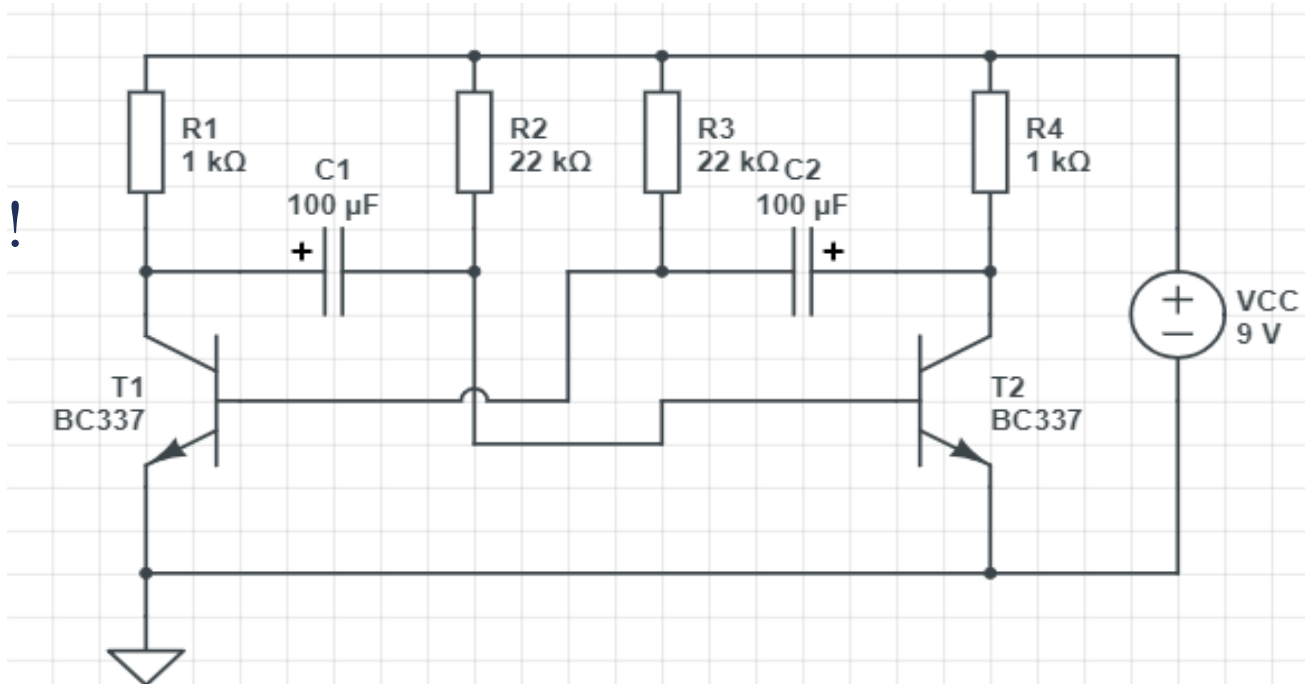
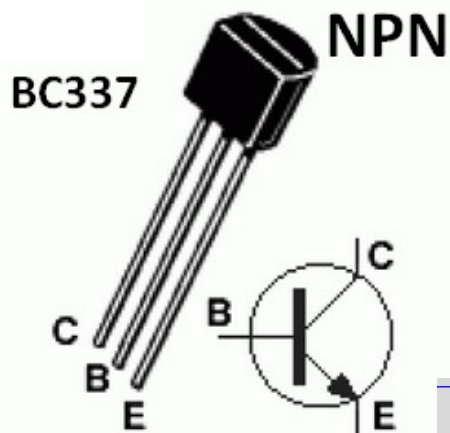
Lila: Q2 kollektor-emitter feszültség

- Az időtengelyen 10 ms egy osztás

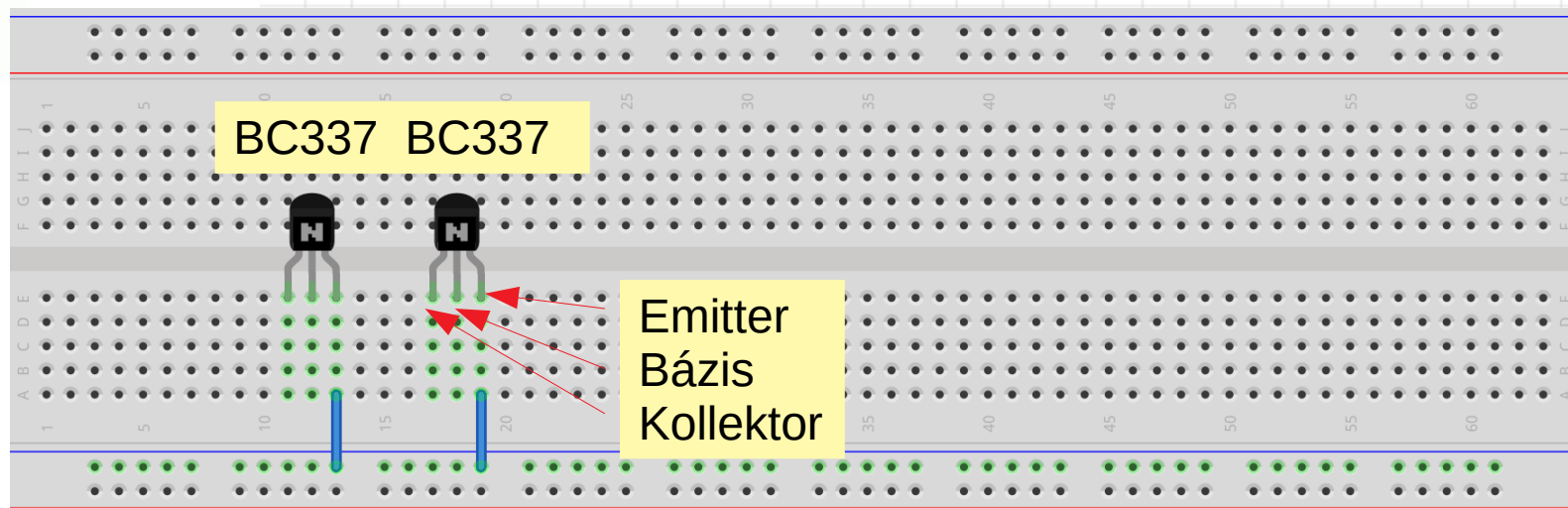


Astabil multivibrátort építünk

- Építsük meg ezt a kapcsolást BC337 NPN tranzisztorokkal!



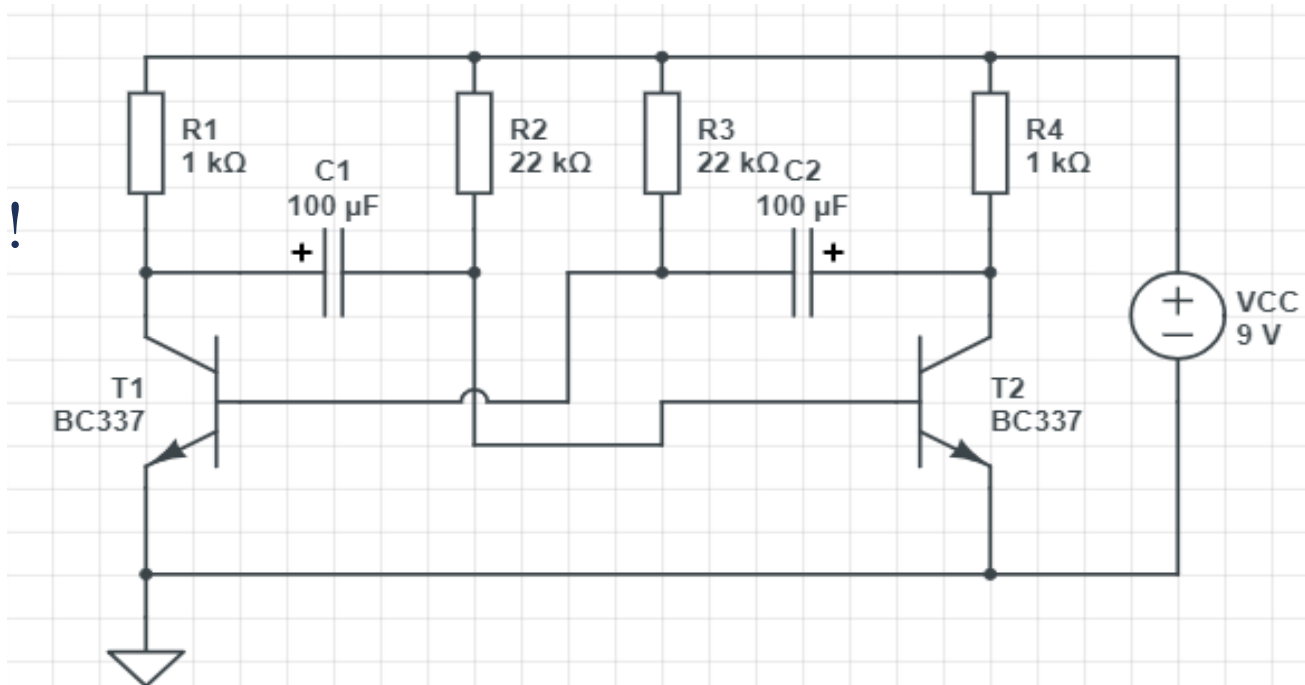
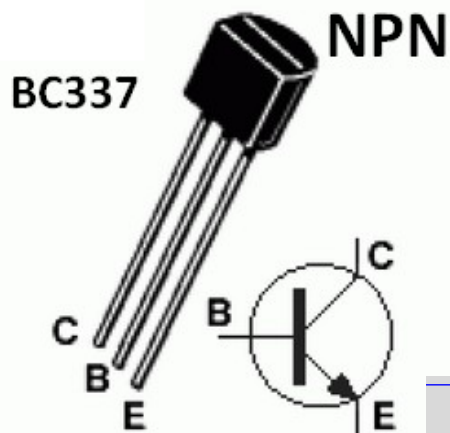
- 1. lépés:
kössük földre az emittereket!



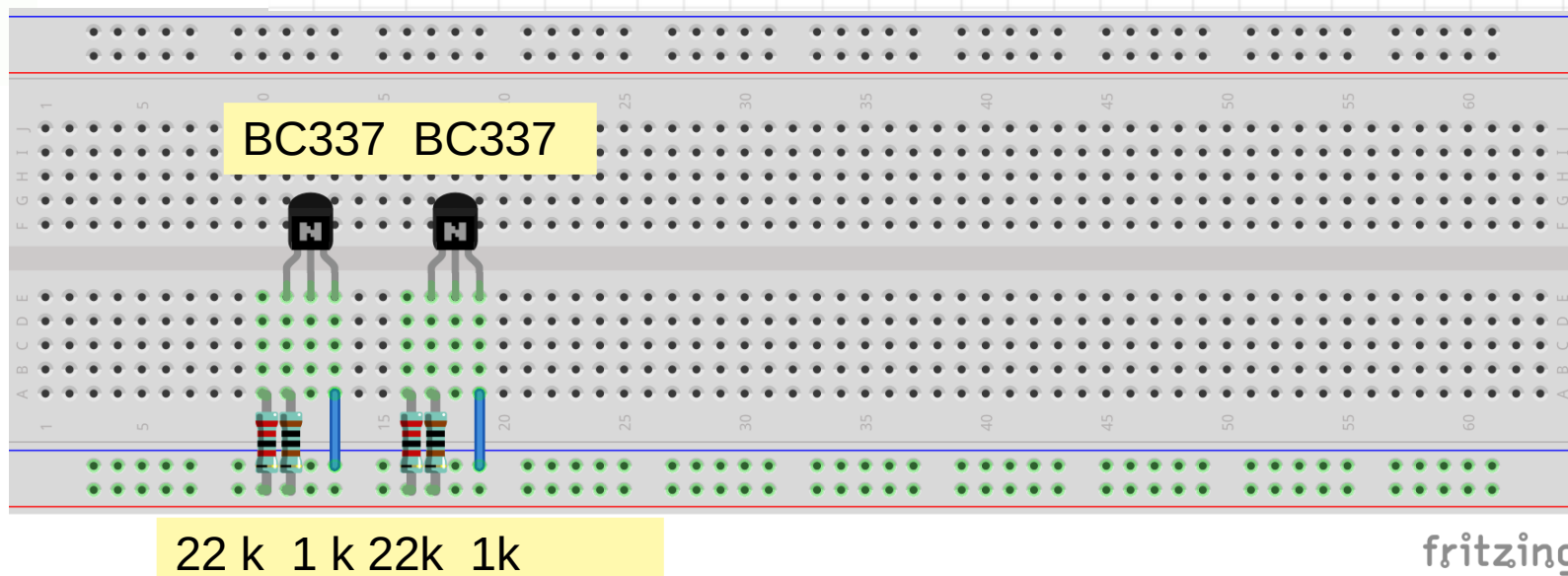
fritzing

Astabil multivibrátort építünk

- Építsük meg a kapcsolást BC337 NPN tranzisztorokkal!

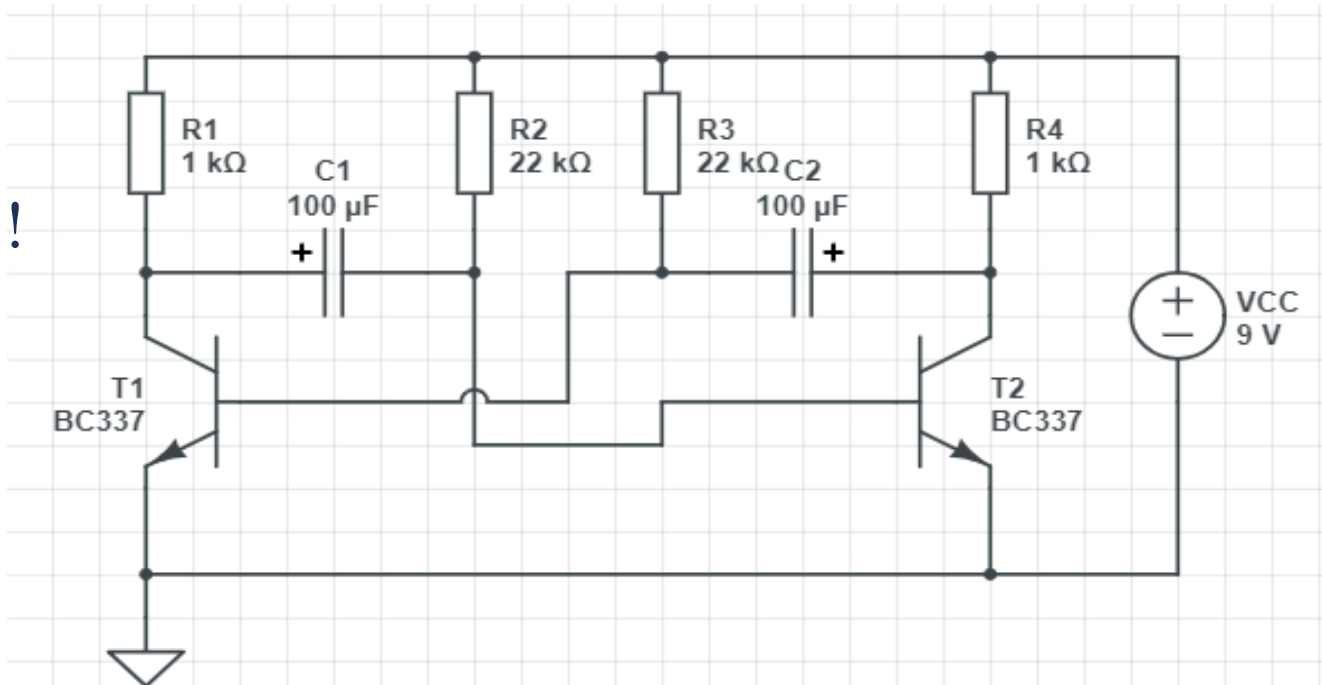
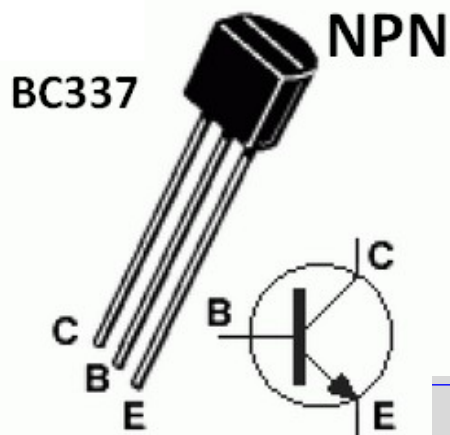


- 2. lépés:
kössük be az ellenállásokat!

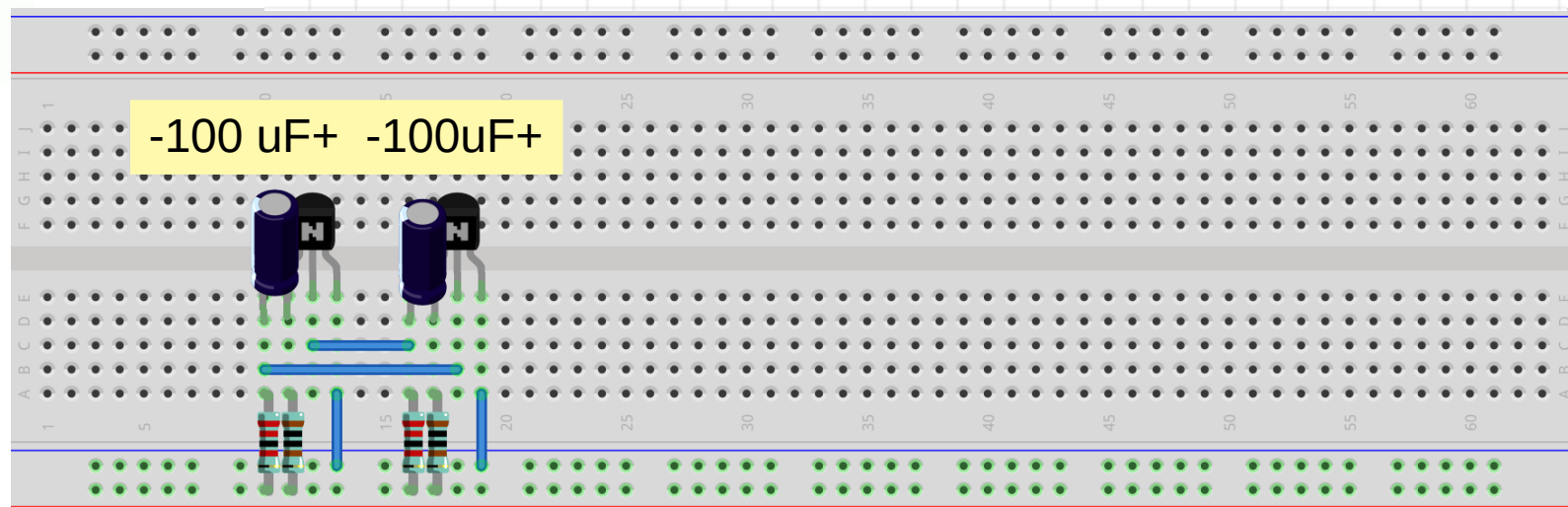


Astabil multivibrátort építünk

- Építsük meg a kapcsolást BC337 NPN tranzisztorokkal!



- 3. lépés: kössük be a kondenzátorokat!

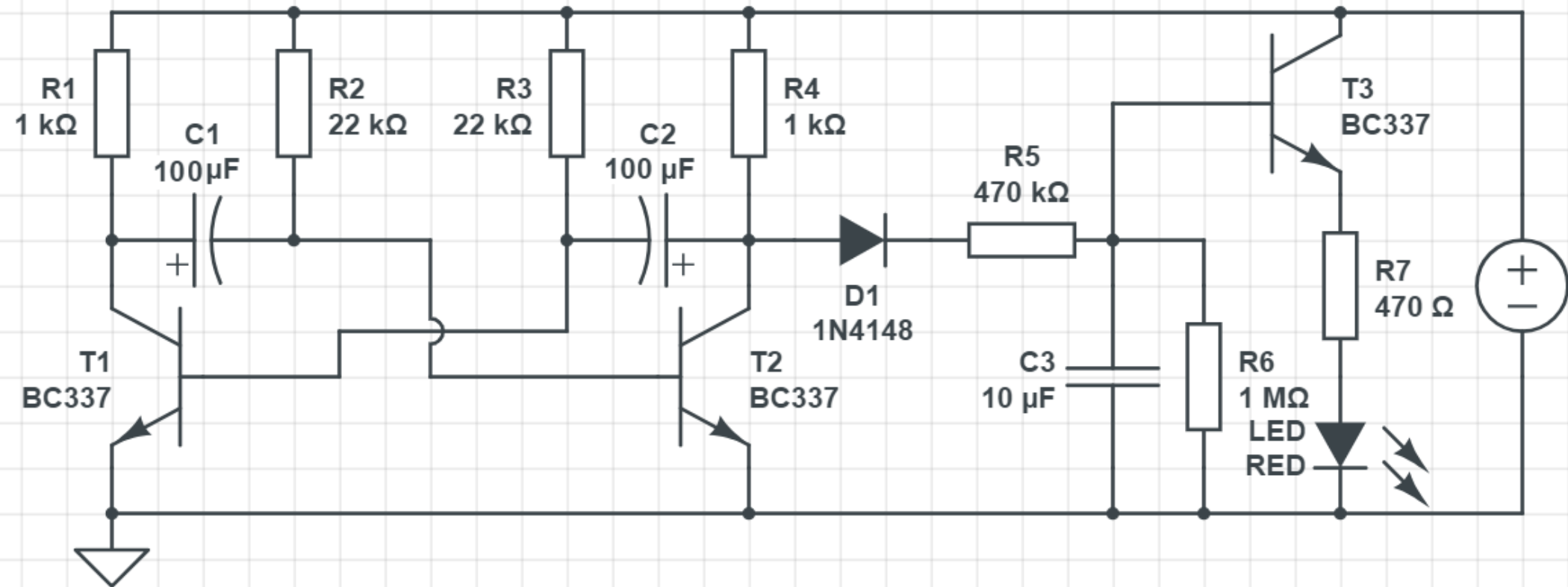


Kész a multivibrátor, de mire használjuk?

fritzing

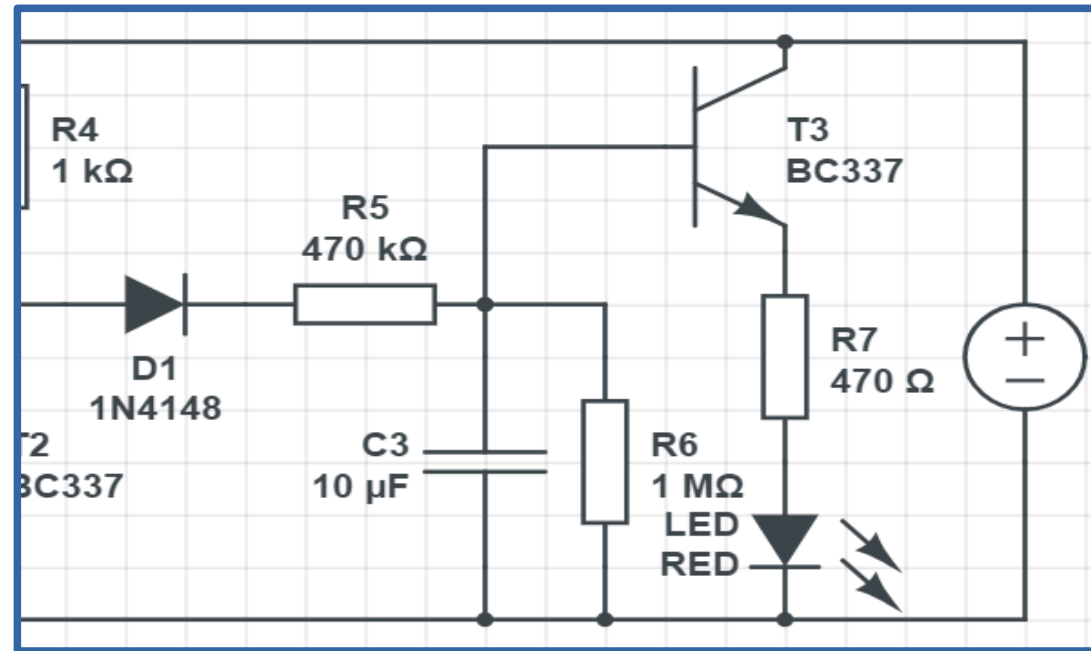
A „lélegző” LED kapcsolás

- A C3 kondenzátort T2 „kikapcsolt” állapotában a D1 diódán és az R5 ellenálláson keresztül töltjük.
- Amikor a T2 tranzisztor vezet, akkor a C3 kondenzátor az R6 ellenálláson keresztül kisül. Így a LED fokozatosan világosodik és sötétül.

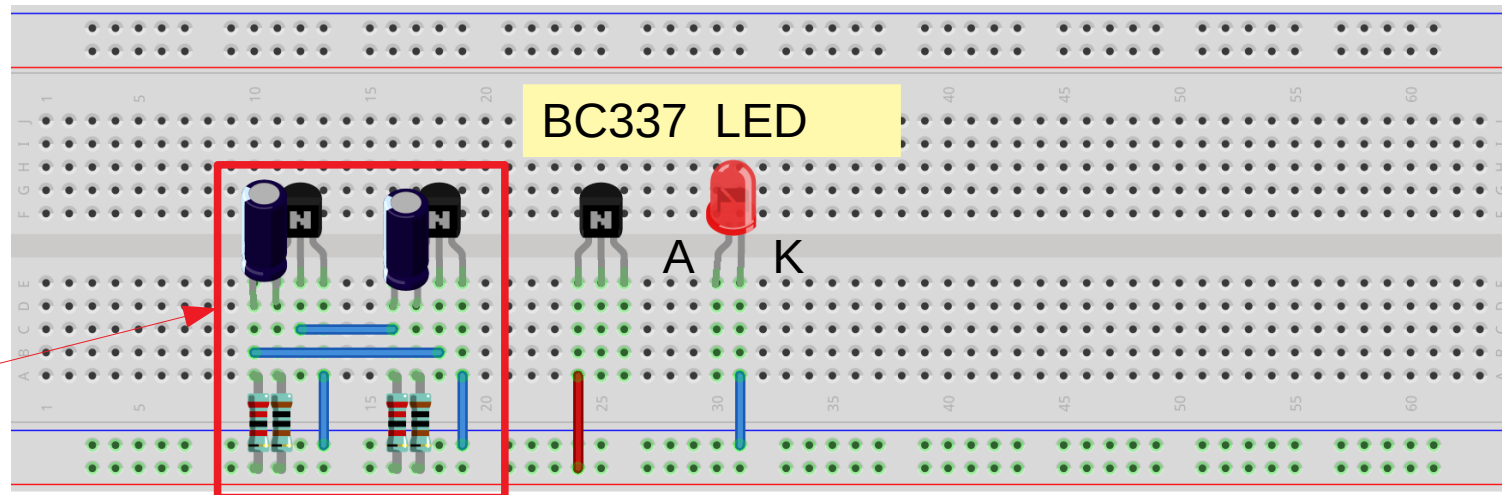


A „lélegző” LED kapcsolás

- Építsük tovább a kapcsolást!
- A T3 tranzisztor kollektorát kössük a tápfeszültségre! (a fogyasztó most az emitterkörbe kerül)
- A LED katódját kössük földre! (A LED rövidebb lába a katód)



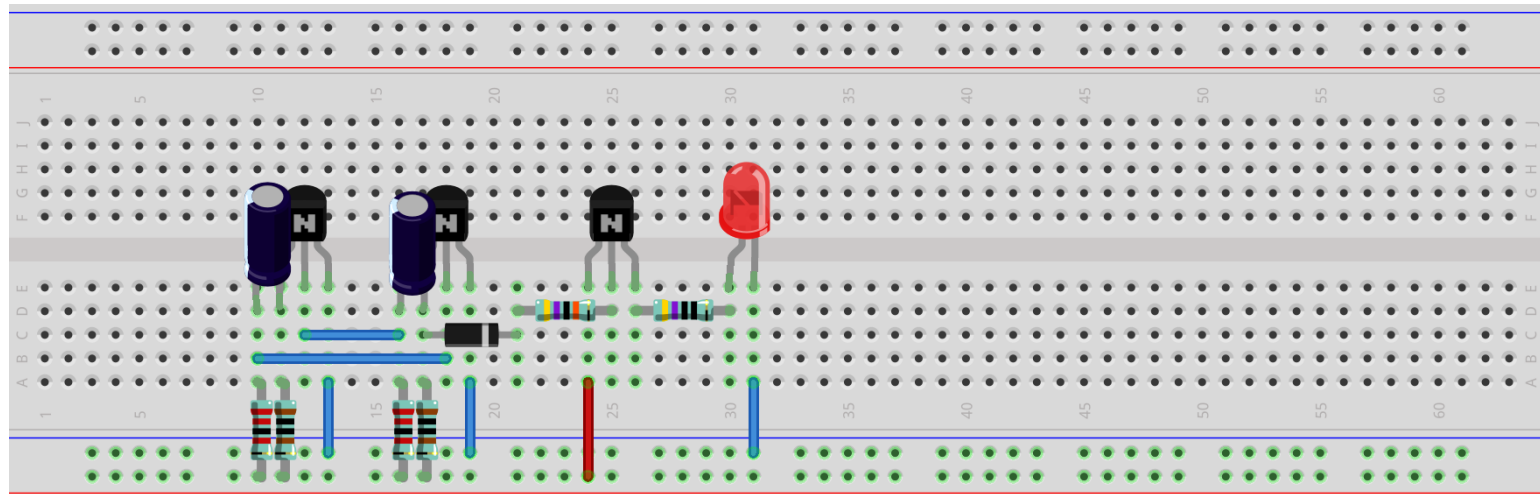
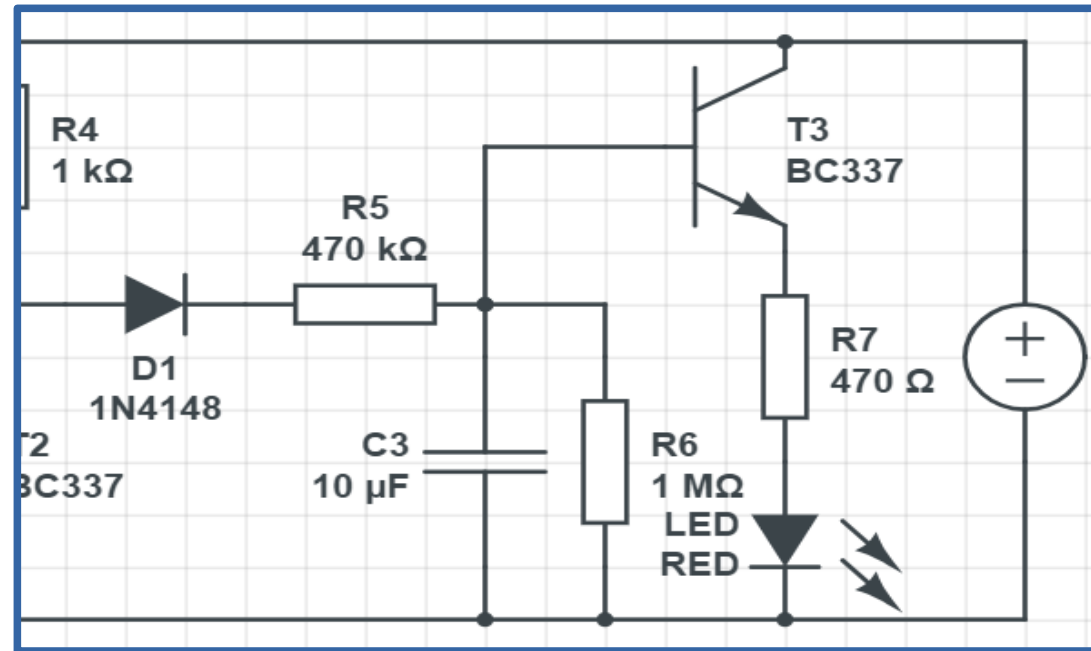
A korábbi
astabil multi-
vibrátor



fritzing

A „lélegző” LED kapcsolás

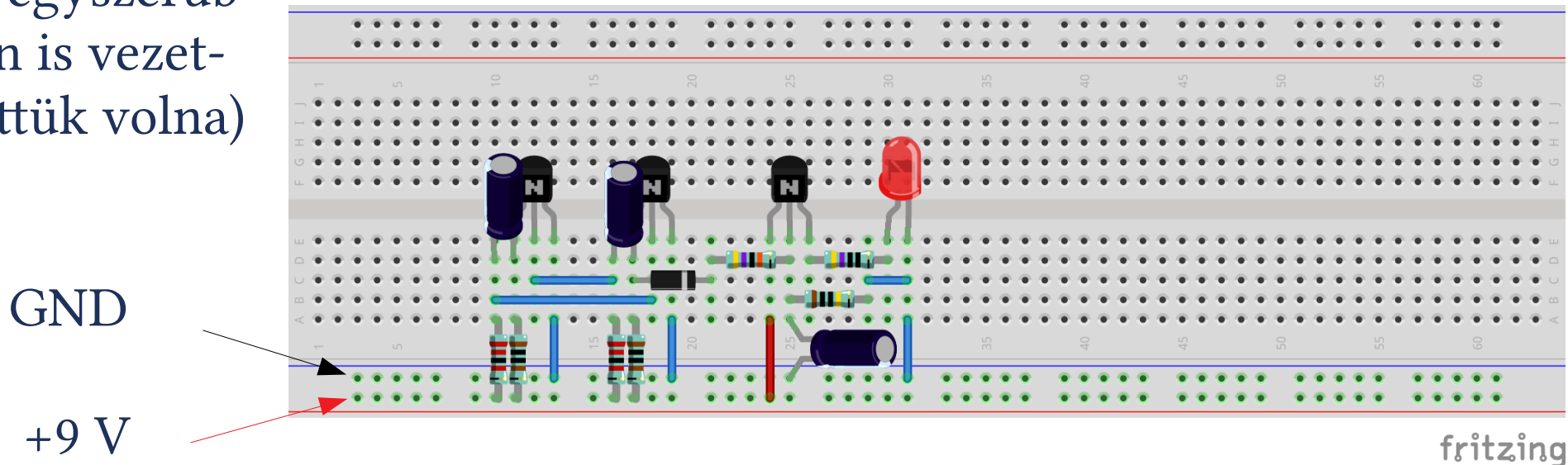
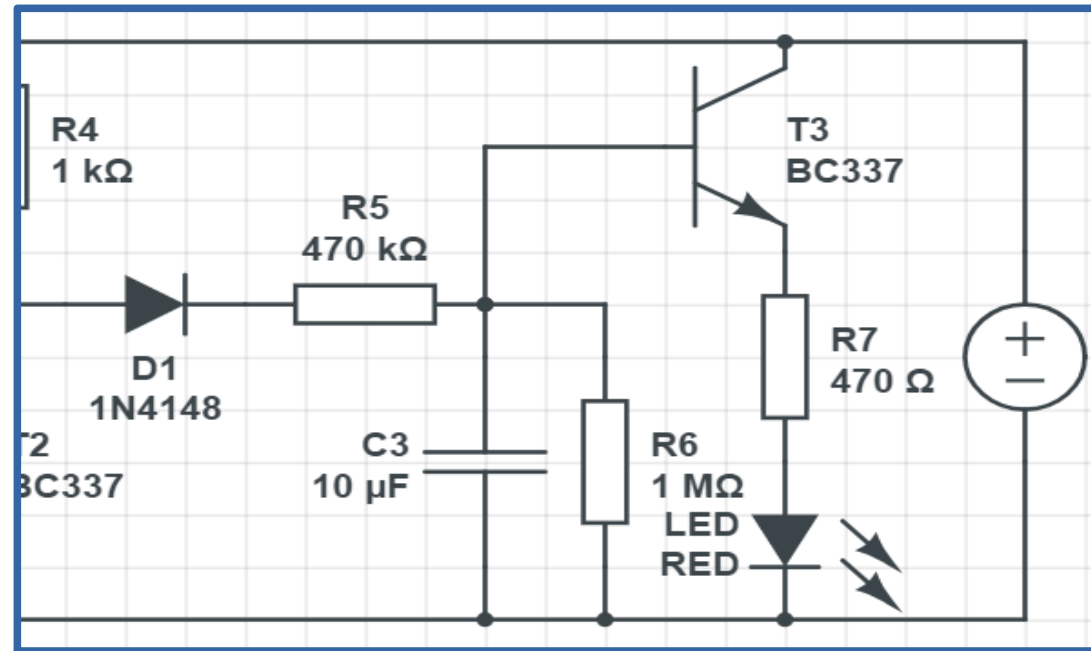
- A dióda katódját egy vastag csík jelzi. Ez megy T3 felé.
- T3 bázisára egy 470 k Ω -os ellenálláson keresztül megy a jel (sárga-lila-fekete-narancs)
- A LED áramkorlátozója egy 470 Ω -os ellenállás (sárga-lila-fekete-fekete jelzés)



fritzing

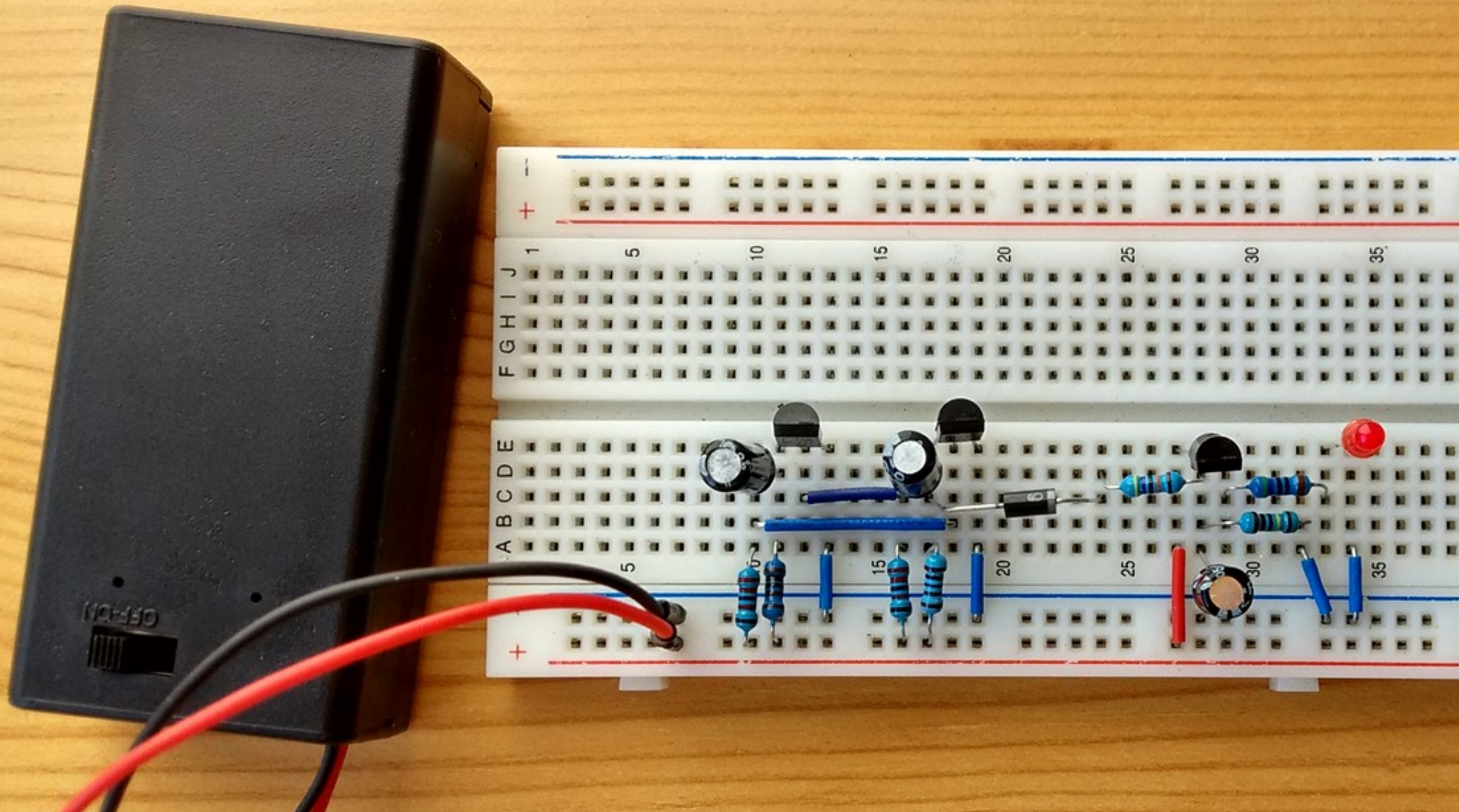
A „lélegző” LED kapcsolás

- A C3 kondenzátor negatív sarkát vastag csík jelzi, ez megy a föld felé
- Az R6 1 M Ω -os ellenállás (barna-fekete-fekete-sárga) T3 bázisa és a föld közé megy (itt – a látthatóság miatt – egy kis toldással és kerüléssel, de egyszerűbben is vezethették volna)



A megépített „lélegző” LED kapcsolás

- Ügyeljünk a tranzisztorok láb kiosztására és a polaritásra!



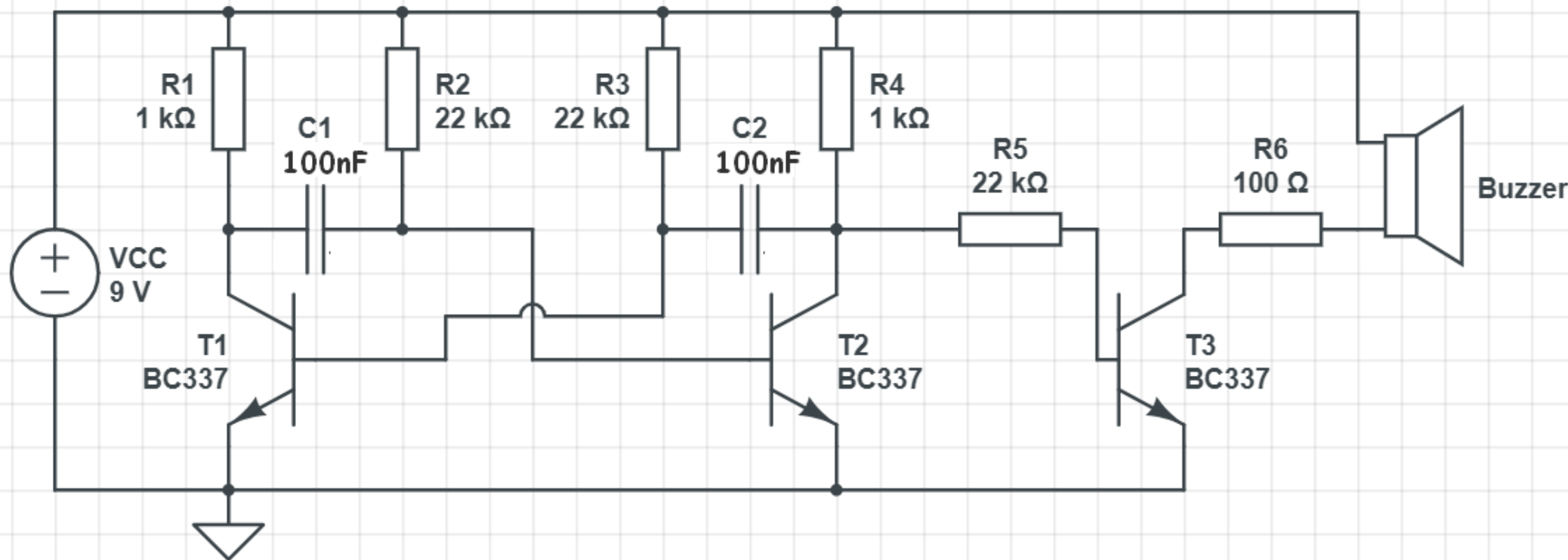
Hangkeltés

- Egy másik alkalmazási lehetőség a hangkeltés, de ehhez meg kell változtatnunk az astabil multivibrátor frekvenciáját!

- Az alábbi kapcsolás adataival:

$$T = 0,69 \cdot (R2 \cdot C1 + R3 \cdot C2) \approx 3,063 \text{ ms} \quad f = 1/T \approx 329 \text{ Hz}$$

ahol T a periódusidő, f pedig a frekvencia.



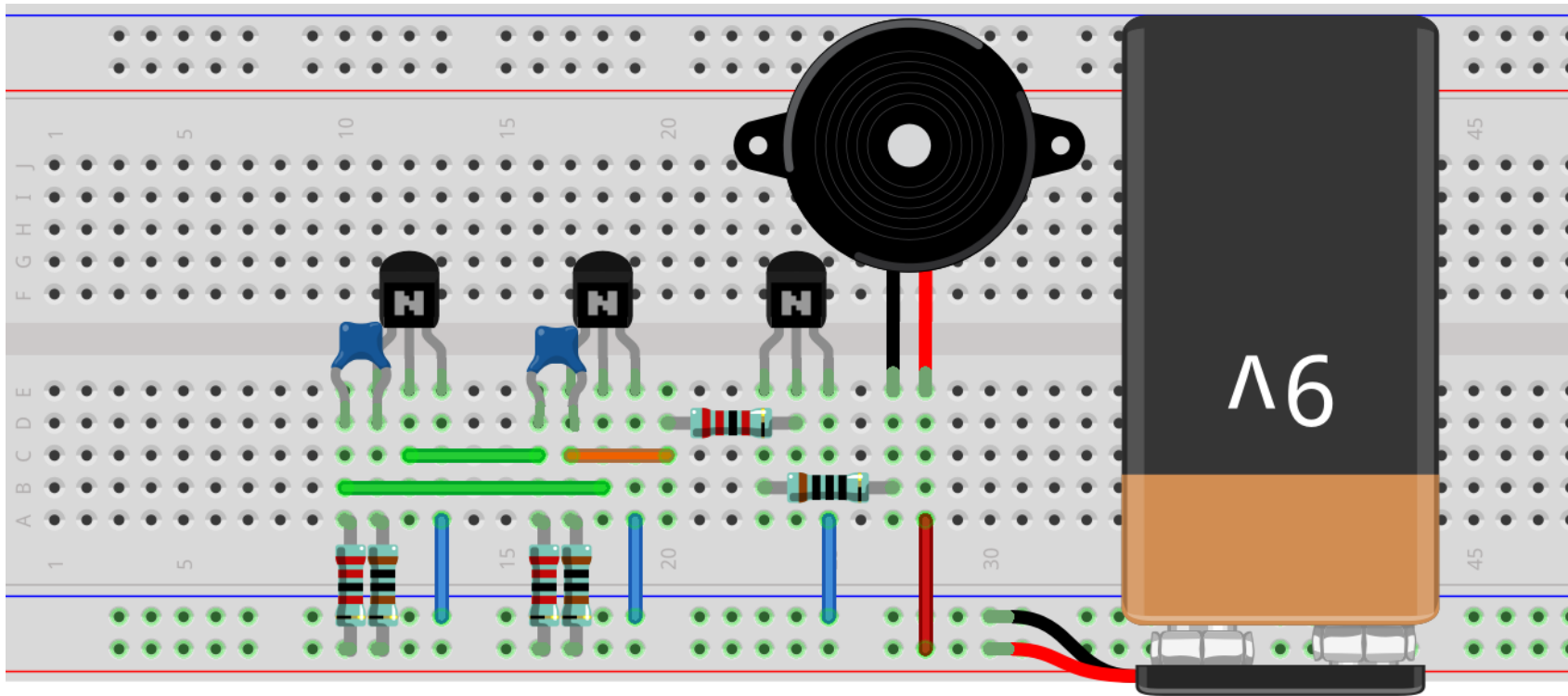
A zenei hangok frekvenciatáblázata

- A „normál A” hang frekvenciája egyezményesen 440 Hz
- Az általunk generált hang Esz, ami egy szűk kvinttel lejjebb van

Hang	Hangköz	Temperált hangérték	Tiszta hangköz-arány	Hangközarány szorzószáma	Tiszta hangérték	Tiszta és temperált hang közti eltérés
C	prím	261.6256	1/1	1.000	264.0000	2.3744
Desz	kisszekund	277.1826	25/24	1.042	275.0000	-2.1826
D	szekund	293.6648	9/8	1.125	297.0000	3.3352
Esz	kisterc	311.1270	6/5	1.200	316.8000	5.6730
E	terc	329.6276	5/4	1.250	330.0000	0.3724
F	kvart	349.2282	4/3	1.333	352.0000	2.7718
Gesz	szűk.kvint	369.9944	25/18	1.389	366.6667	-3.3278
G	kvint	391.9954	3/2	1.500	396.0000	4.0046
Asz	kisszext	415.3047	8/5	1.600	422.4000	7.0953
A	szext	440	5/3	1.667	440	0.0000
B	kisszeptim	466.1638	9/5	1.800	475.2000	9.0362
H	szeptim	493.8833	15/8	1.875	495.0000	1.1167
C	oktáv	523.2511	2/1	2.000	528.0000	4.7489

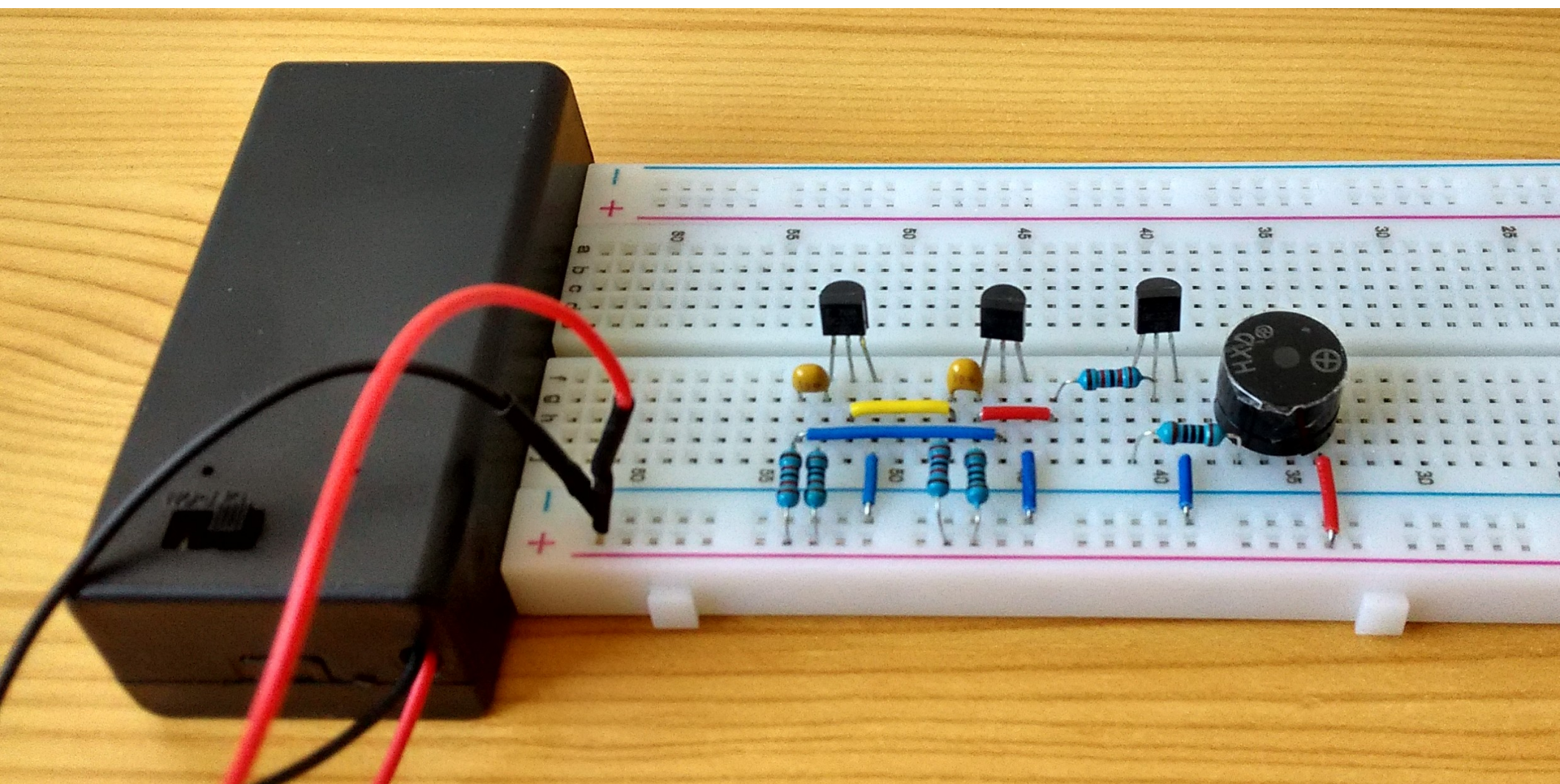
Az áramkör megépítése

- Az astabil multivibrátorban csak a kondenzátorokat cseréljük ki (100 nF-os értékűre)
- A piezó csipogót egy harmadik tranzisztorral hajtjuk meg
- A csipogó áramár itt egy 100 Ω -os ellenállással korlátoztuk



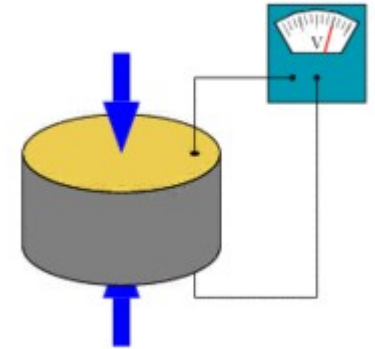
A megépített hangkeltő

- A kapcsolást 3 db BC337 tranzisztorral építettük meg, dugaszolós próbapanelon. Ügyeljünk a csipogó polaritására!

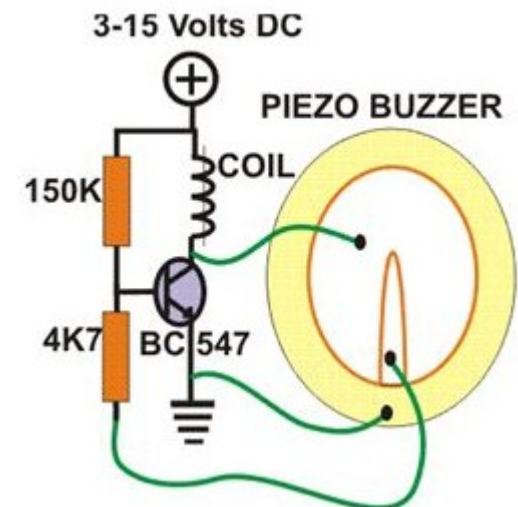


A piezoelektromos jelenség

- Bizonyos kristályok (kvarc, turmalin, Rochelle-só) meghatározott irányú nyomására elektromos töltések jelennek meg a kristály felületén (lásd pl. elektromos gázgyújtó)
- A jelenség fordítva is működik: ha ezekre a kristályokra feszültséget kapcsolunk, a kristály deformálódik. Ezen az elven működik a csipogónk is, de számos más eszköz is, pl. atomerő-mikroszkóp, pásztázó mikroszkóp, dízelinjektor, ultrahangos távolságmérő, szúnyogriasztó.

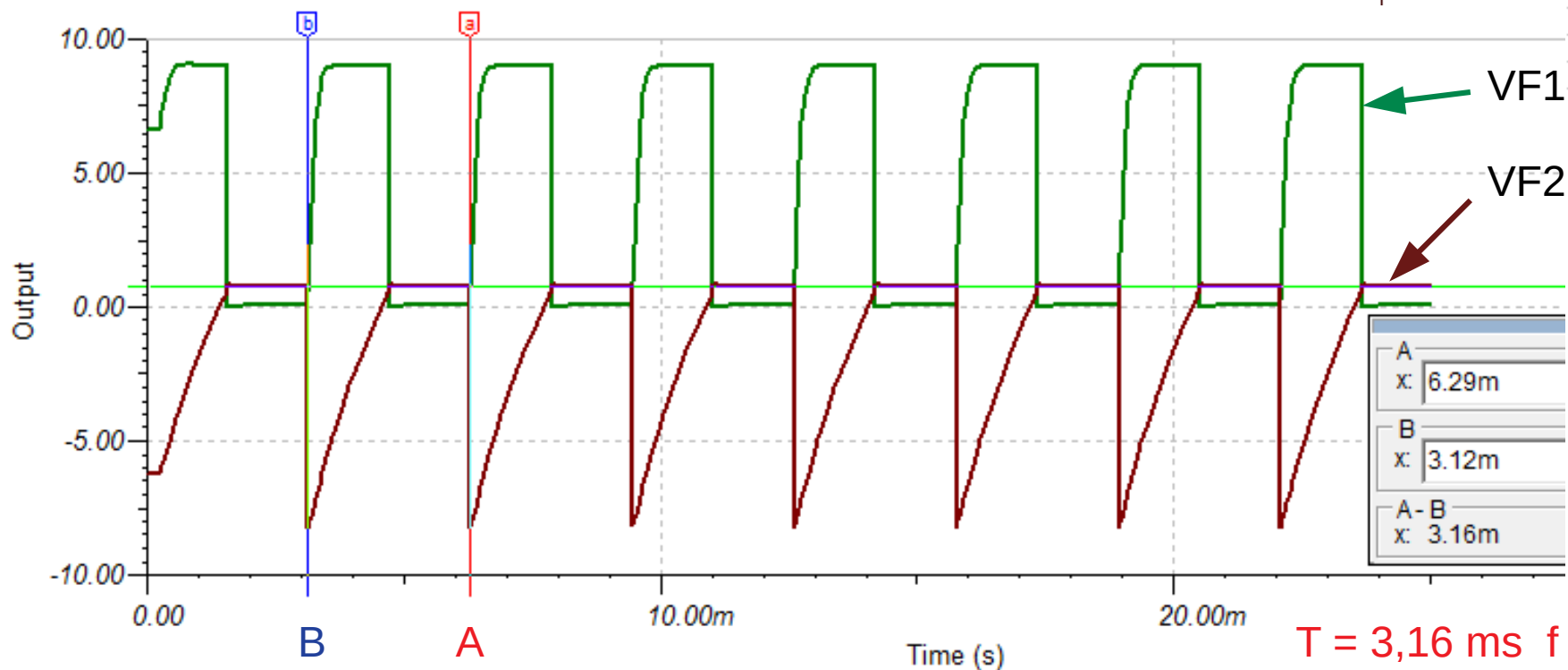
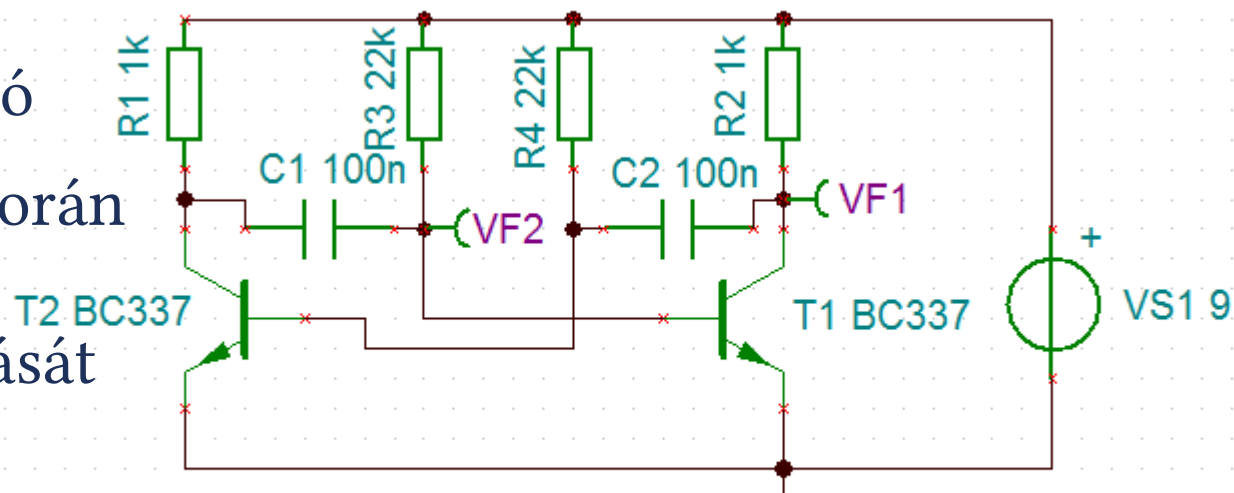


A csipogó belseje



Áramkörszimuláció a Tina programmal

- Az áramkör a Tina programmal szimulálható
- Az alsó ábrán T1 kollektorán és bázisán vizsgáljuk a feszültség időbeli változását



Ellenállás színkódok

