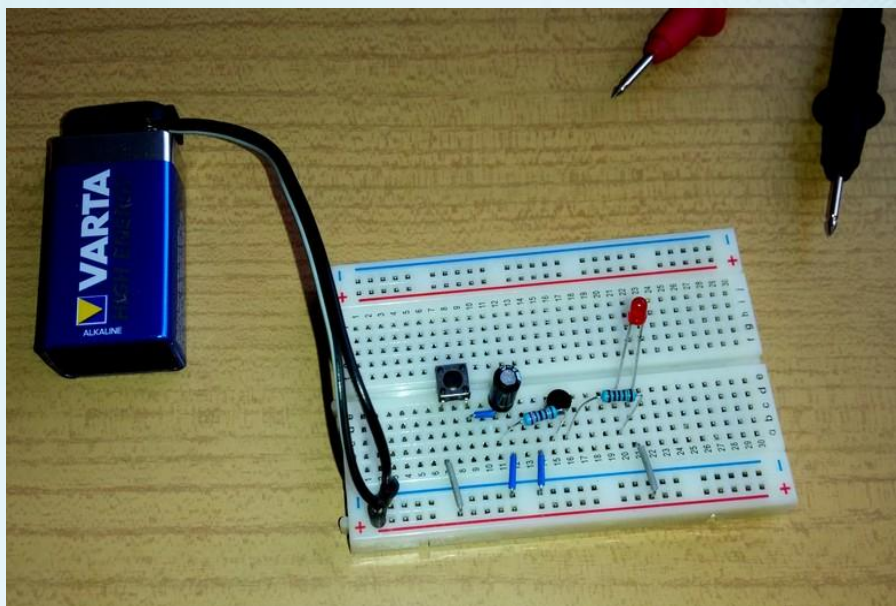


Hobbi Elektronika



Bevezetés az elektronikába: Egyszerű tranzisztoros kapcsolások



Felhasznált irodalom

- ❑ Torda Béla: [Bevezetés az elektrotechnikába 2.](#)
- ❑ F-alpha.net: [The Multivibrator](#)
- ❑ P. Falstad: [Circuit simulation](#)
- ❑ CONRAD Elektronik: [Elektronikai kísérletező készlet útmutatója](#)



Tranziens jelenségek

Az előző fejezetben csupán az áramkörök állandósult állapotaival foglalkoztunk (ki- vagy bekapcsolt állapot), magával az átmenet jelenségével nem.

Az átmeneti jelenségek túlmutatnak az egyenáramú hálózatok területén: a fellépő áramok és feszültségek időbeli változást mutatnak.

A jelenségek megértéséhez meg kell ismerkednünk két további áramköri elemmel: kondenzátor és tekercs.



A kondenzátor

A kondenzátor jellemzője a töltéstároló-képesség (kapacitás). Két, egymástól elszigetelt elektródából áll („fegyverzetek”), melyek között a felhalmozott töltések elektromos teret hoznak létre. A kondenzátor feltöltése után a töltések áramlása megszűnik, tehát egyenáramú körben szakadásként viselkedik.

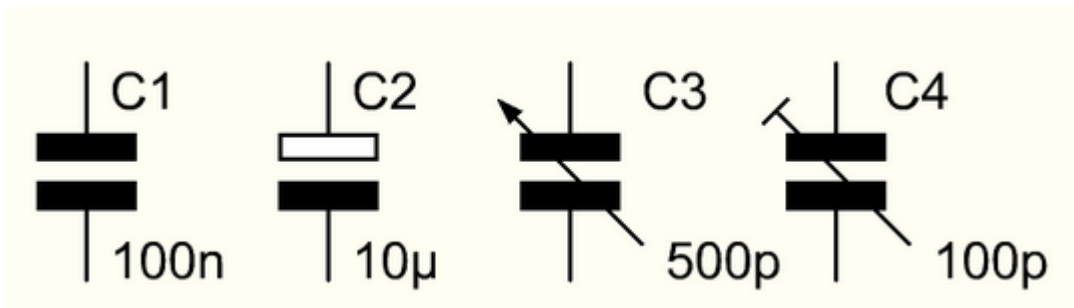
A kapacitás jele: C (a latin capacitas szó kezdőbetűje)

A kapacitás mértékegysége: farad, **mértékegységének jele:** F. (1 F a kapacitás, ha a fegyverzeteken 1 Coulomb töltést felhalmozva 1 V feszültség mérhető). Kisebb egységei: μF (mikrofarad = 10^{-6} F), nF (nanofarad = 10^{-9} F), pF (pikofarad = 10^{-12} F).

A kondenzátor időben változó feszültsége és árama közötti összefüggés:

$$I(t) = C \cdot dU(t)/dt$$

Vannak polarizált kondenzátorok (pl. elektrolit-kondenzátorok), melyeknél ügyelni kell a bekötésre. Ügyelnünk kell a kondenzátorok átütési feszültségére is!



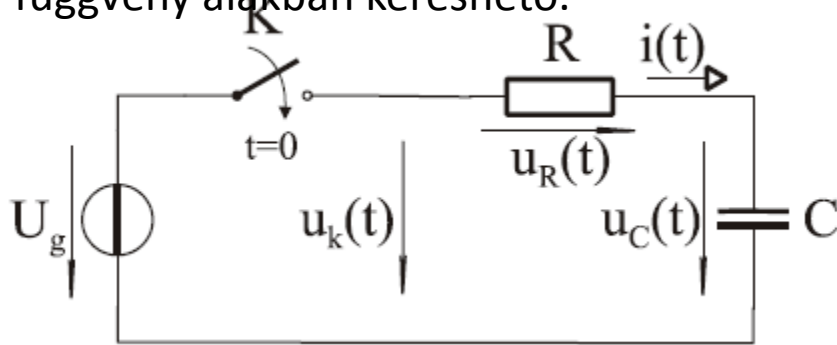
Nem polarizált, polarizált, változtatható és hangoló (trimmer) kondenzátor rajzjele.



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?

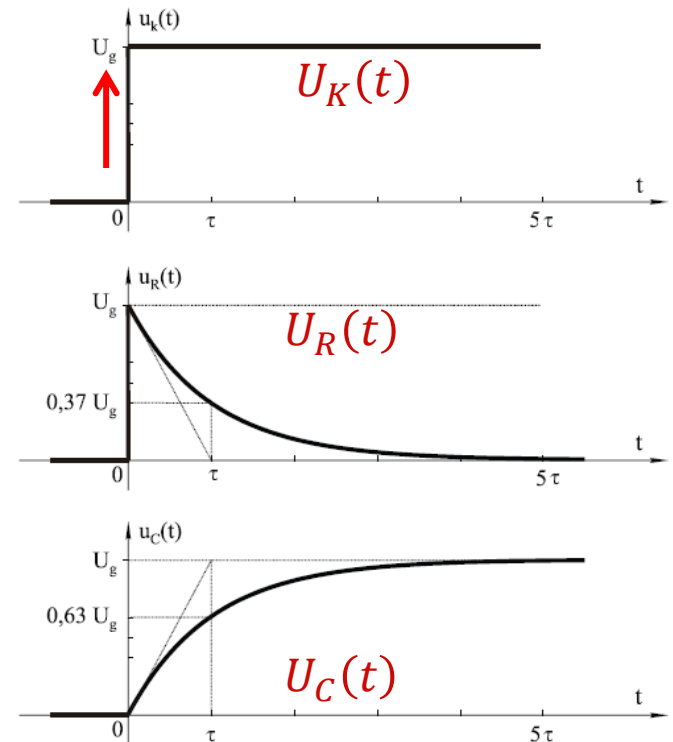
$U_g = U_R + U_C = R \cdot I(t) + U_C(t)$ másrészt $I(t) = C \cdot dU_C(t)/dt$ végeredményben tehát egy differenciálegyenletet kapunk $U_C(t)$ -re, amelynek megoldása exponenciális függvény alakban kereshető.



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

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

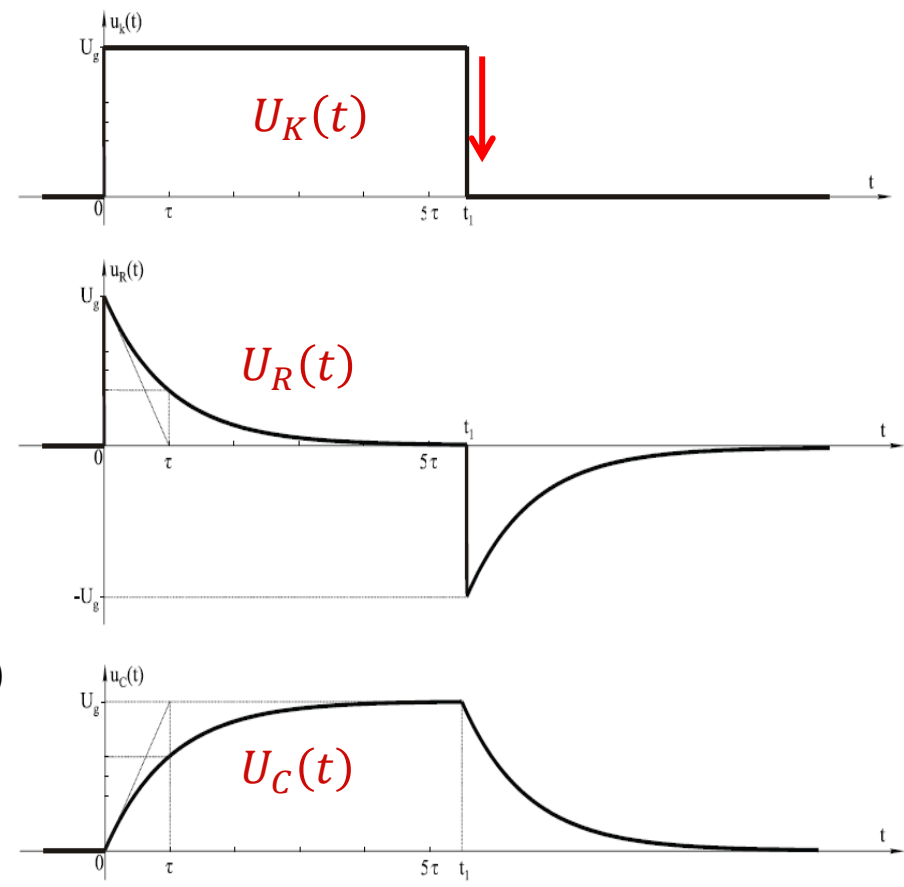
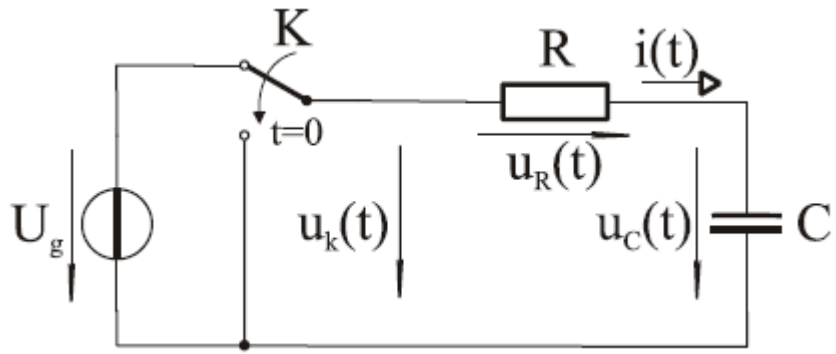
Ahol $\tau = R \cdot C$, az ún. időállandó





Kikapcsolási jelenségek soros RC körben

Kisütés : Ha a feltöltött kondenzátort a soros ellenállással $t = t_1$ pillanatban rövidre zárjuk, egy kikapcsolási tranziens folyamat 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



A tekercs (induktivitás)

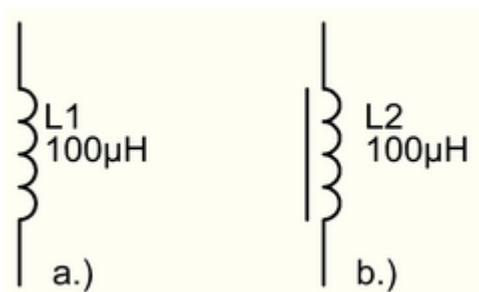
Az induktivitásokkal tekercsek (csavarmenet-szerűen feltekert vezeték) formájában találkozunk. Az induktivitáson átfolyó áram a tekercs körül mágneses teret kelt (ennek gyakorlati felhasználása például az elektromágnes, illetve az elektromágneses jelfogó).

Ha időben változó árammal keltett mágneses térbe egy másik tekercset elhelyezünk, abban feszültség indukálódik (transzformátor). Indukciós jelenségeket az első tekercsben is megfigyelhetünk (önindukció): a változó mágneses tér olyan áramlökéseket indukál, amely az őt létrehozó hatást (pl. a befolyó áram ki- és bekapcsolását) gátolni igyekszik.

Az induktivitás egyenáram esetében egyszerű átvezetésként működik, időben változó áram esetén pedig frekvenciafüggő ellenállásként viselkedik (minél gyorsabb az időbeli változás, annál jobban gátolni igyekszik az átfolyó áramot).

Az induktivitás jele: L , **mértékegysége:** henri, **mértékegységének jele:** H.

Összefüggés: $U(t) = L \cdot dI(t)/dt$ ahol $dI(t)/dt$ az áram változási sebessége.



Légmagos és vasmagos tekercs rajzjele.

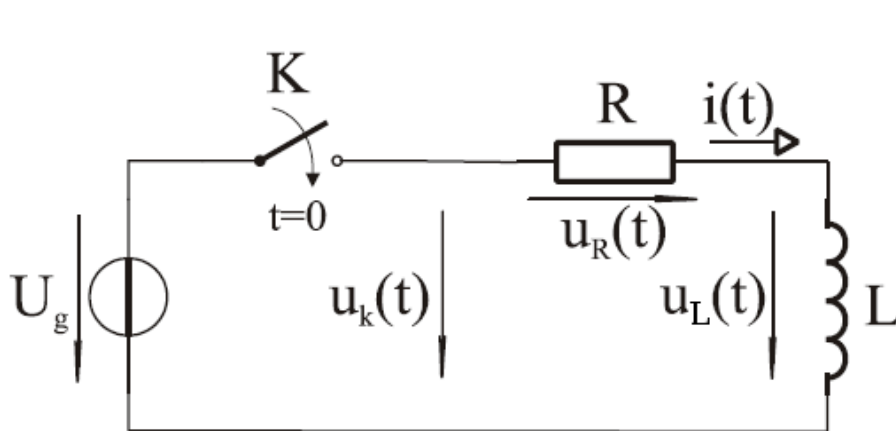




Bekapcsolási jelenségek soros RL körben

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

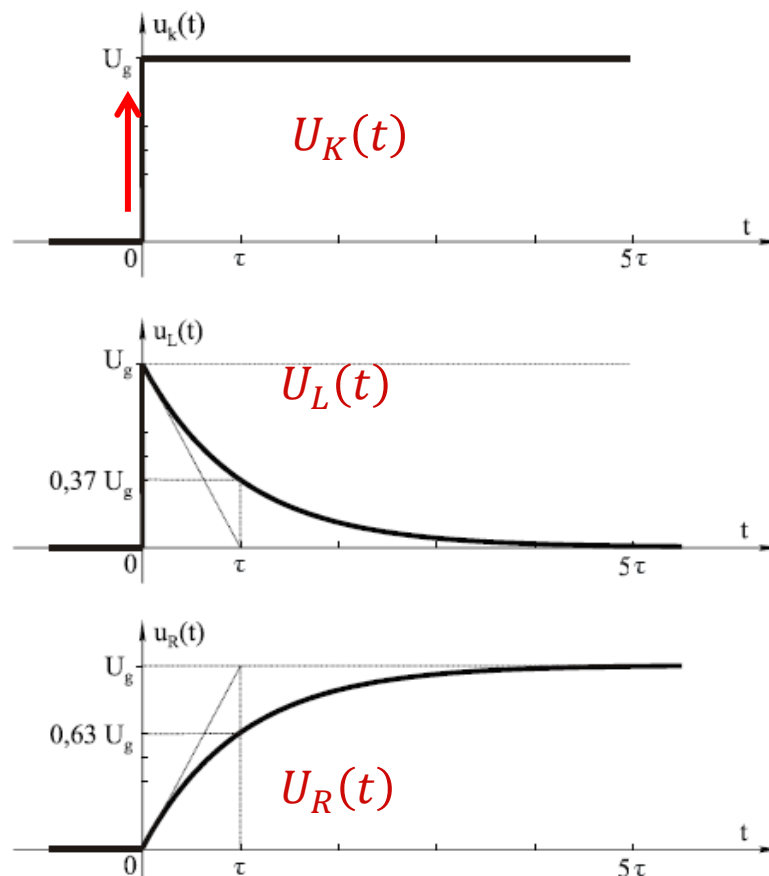
$U_g = U_R + U_L = R \cdot I(t) + U_L(t)$ másrészt $U_L(t) = L \cdot di(t)/dt$ végeredményben tehát az RC kapcsoláshoz hasonló differenciálegyenletet kapunk $I(t)$ -re.



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

$$U_L(t) = U_g \cdot (e^{-t/\tau}) \text{ és } U_R(t) = U_g \cdot (1 - e^{-t/\tau})$$

ahol $\tau = L/R$, az ún. időállandó

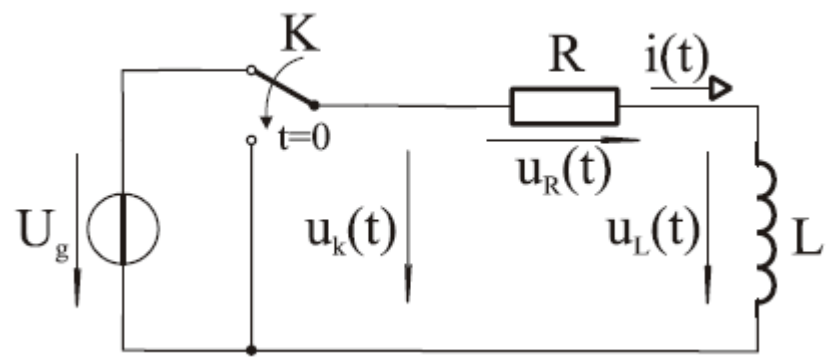




Kikapcsolási jelenségek soros RL körben

Ha állandósult áramú tekercset a soros ellenállással $t = t_1$ pillanatban rövidre zárjuk, egy kikapcsolási tranziens folyamat játszódik le. A kikapcsolás pillanatában U_k nullára vált:

$$0 = U_R + U_L = R \cdot I(t) + L \cdot dI(t)/dt, \text{ melynek megoldása: } I(t) = \frac{L}{R} \cdot e^{-t/\tau}.$$

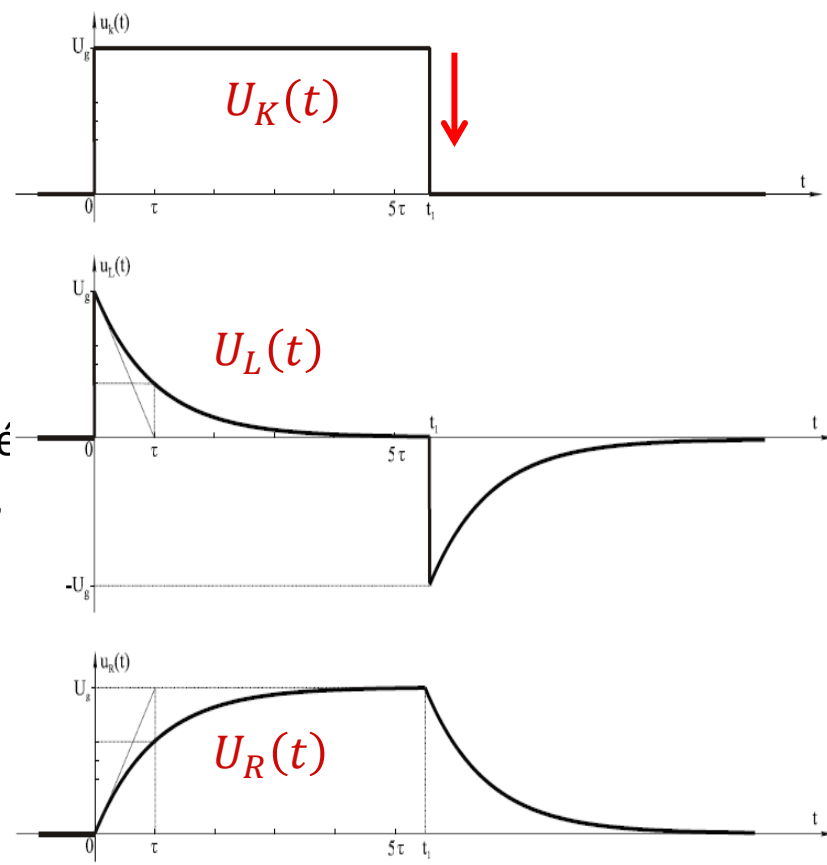


Ha $t = t_1$ pillanatban billentjük át a kapcsolót, u_k , u_R és u_L időbeli lefolyása: u_k = negatív egységugrás,

$$U_R(t) = U_g \cdot (e^{-(t-t_1)/\tau})$$

$$U_L(t) = -U_g \cdot (1 - e^{-(t-t_1)/\tau})$$

ahol $\tau = L/R$, az ún. időállandó

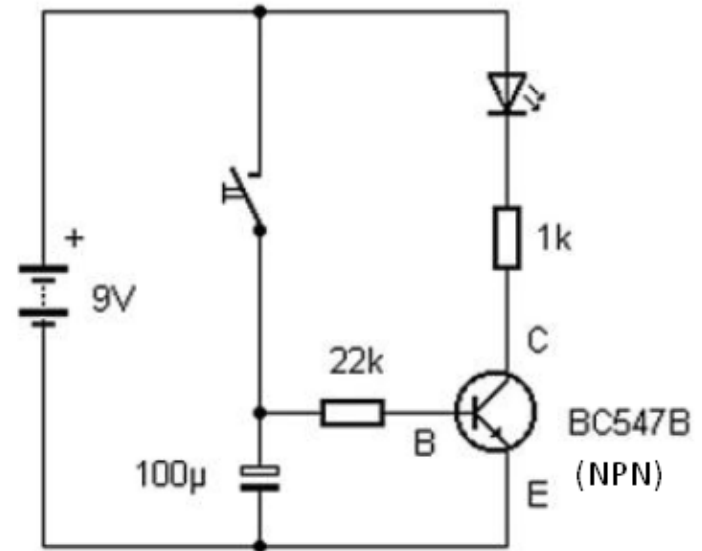




Késleltetett kikapcsolás

Ez a kapcsolás a CONRAD Elektronik elektronikai kísérletező készletének egyik mintapéldája.

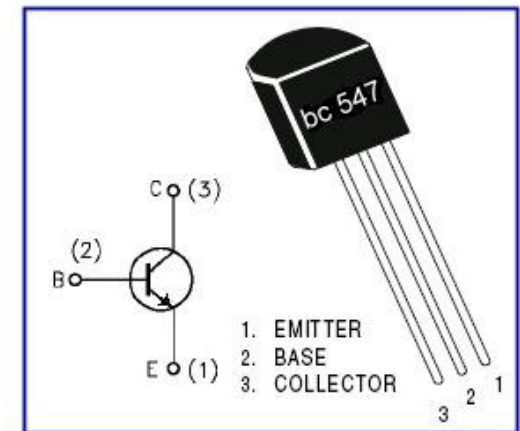
A nyomógomb lenyomásakor a LED azonnal kigyullad. A nyomógomb elengedésekor a kondenzátorban tárolt töltés egy ideig még képes fenntartani a nyitó bázisáramot, majd a LED fénye fokozatosan csökkenni kezd, ahogy a kondenzátor kisül.



Késleltetett kikapcsolás

Építési tanácsok:

- 5 V-os tápfeszültség esetén az ellenállások értékét felezzük meg!
- PNP tranzisztort is használhatunk, de az áramforrás, a LED és a kondenzátor polaritását ellenkezőjére kell váltani!
- Ügyeljünk a tranzisztor bekötésére!





A késleltető megépítése

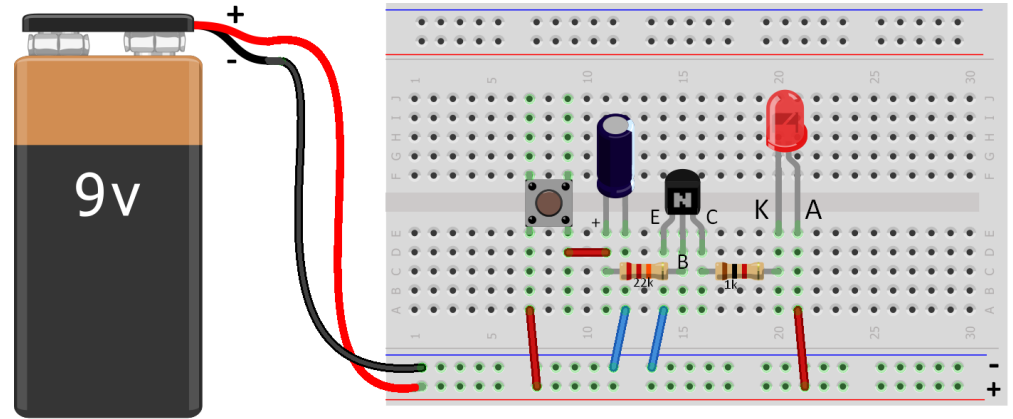
Az ábrán egy lehetséges elrendezést mutatunk be.

Hozzávalók:

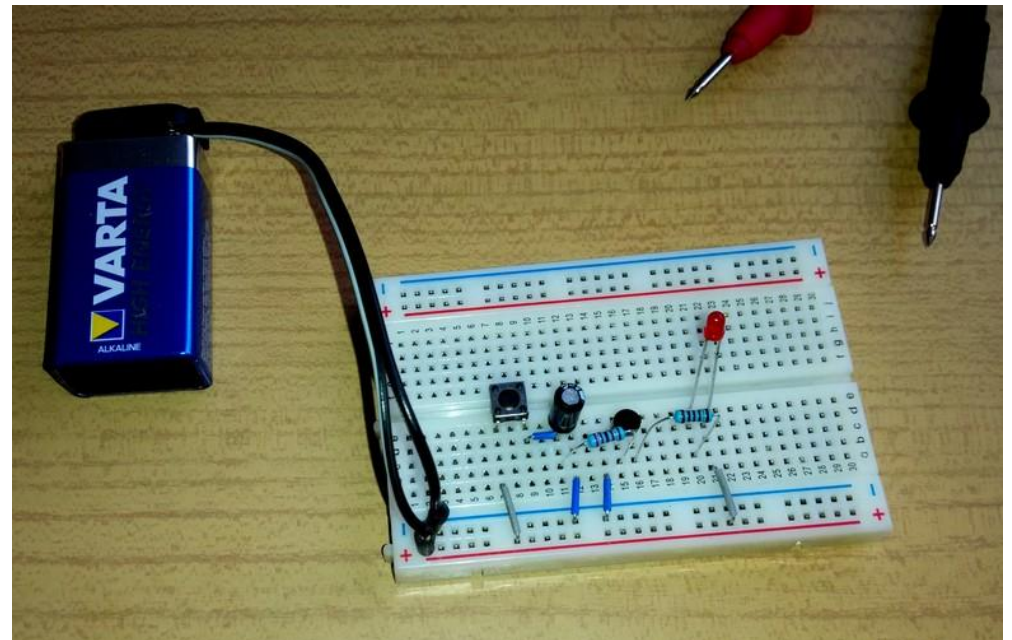
- 1 db NPN tranzisztor (pl. PN2222A)
- 1 db LED
- 1 db 100 μ F ELKO
- 1 db nyomógomb
- 1 db 22 k ellenállás
- 1 db 1 k ellenállás

Dugaszolós próbapanel, áramforrás, vezetékek

Link: [video a működésről](#)



Made with Fritzing.org



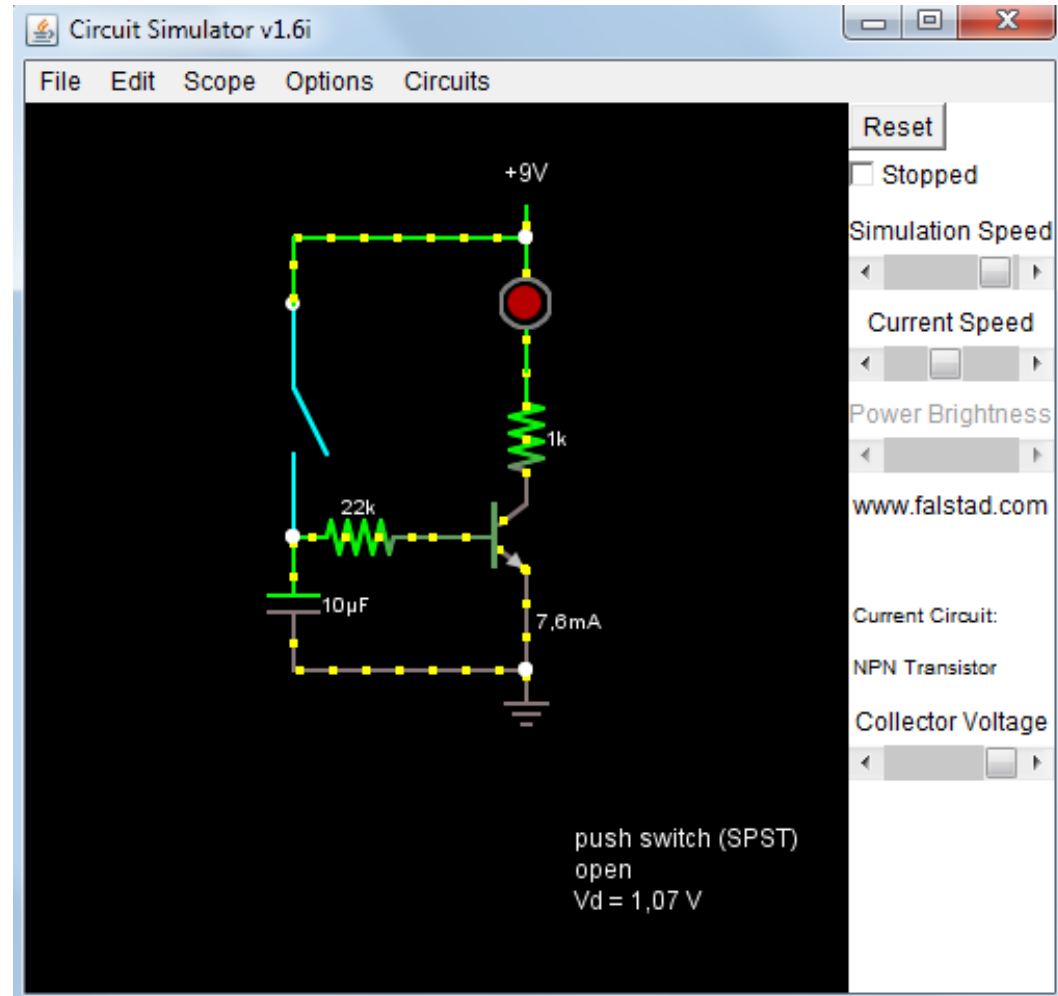


Késleltető – szimuláció

A <http://www.falstad.com/circuit/> címen elérhető áramkör szimulátor segítségével vizsgáljuk a kapcsolás működését!

A kapcsoló zárásakor a kondenzátor feltöltődik, emiatt a nyomógomb elengedése után is világít a LED egy ideig, amíg a kondenzátor ki nem sül.

Az ábrán a nyomógomb felengedése utáni állapot látható, amikor a kondenzátor még feltöltött állapotban van.



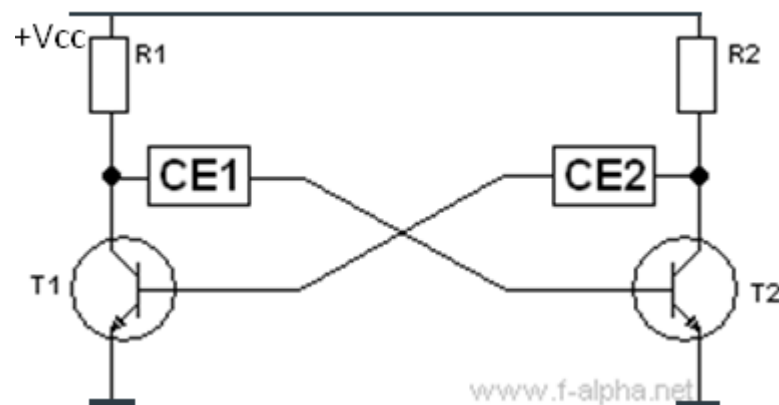


Tranzisztoros multivibrátorok

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 tranzisztorok tehát felváltva vezetnek.



A **CE1**, **CE2** csatolóelemektől függően az áramkör viselkedése más-és más lehet:

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



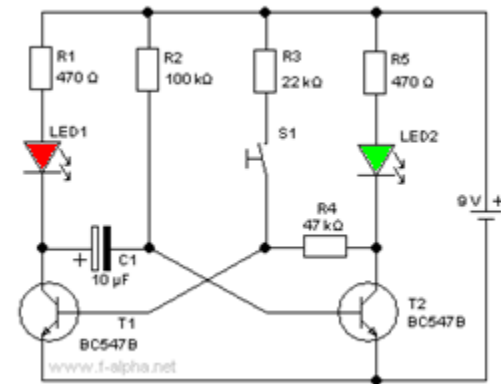
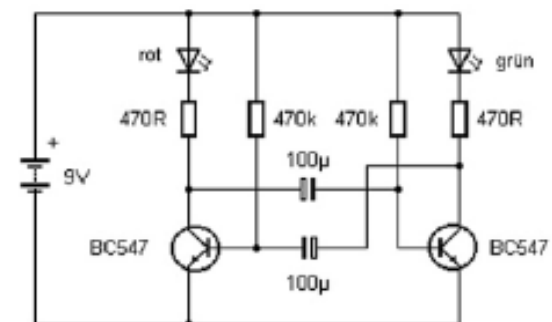
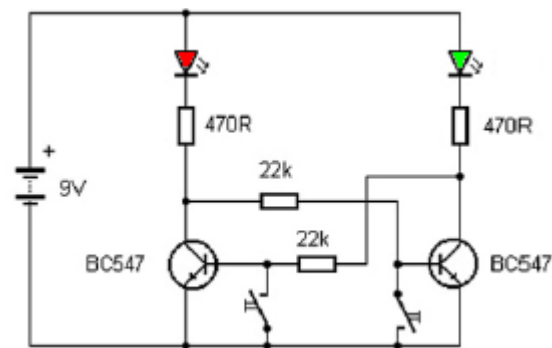
Multivibrátorok

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).

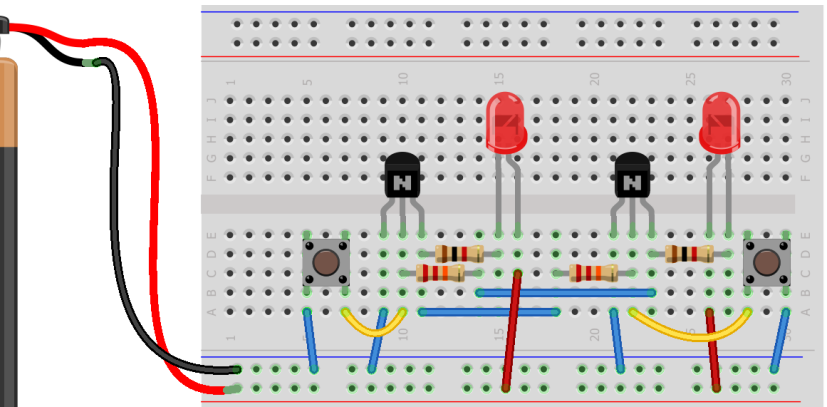
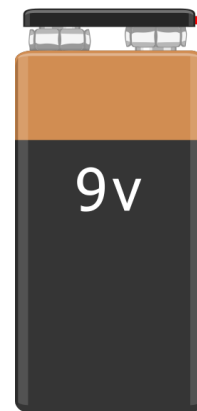
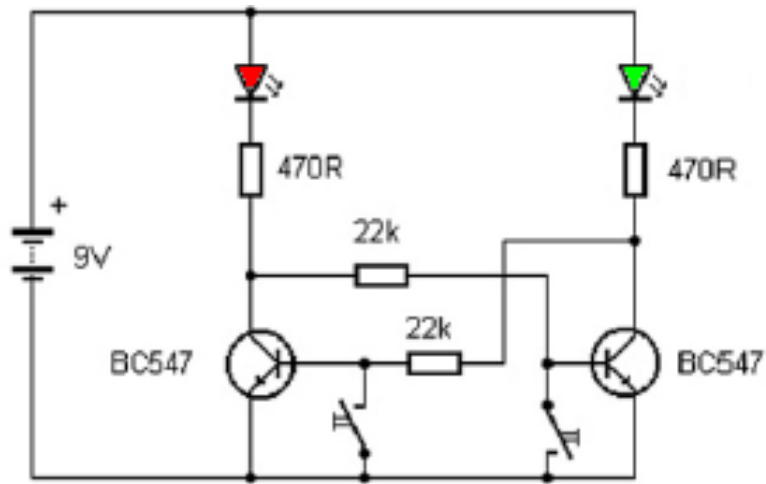




Bistabil multivibrátor

Az alábbi ábrán a **PN2222A** NPN típusú tranzisztorokkal megvalósított kapcsolás egy lehetséges elrendezését mutatjuk be.

Figyeljünk rá, hogy a CONRAD építőkészletben található **BC547** tranzisztorok bekötése ettől eltérő! Emiatt azokat a rajzon látotthoz képest 180 fokkal elforgatva kell bedugni (C – E pozíciócsere).



Made with Fritzing.org

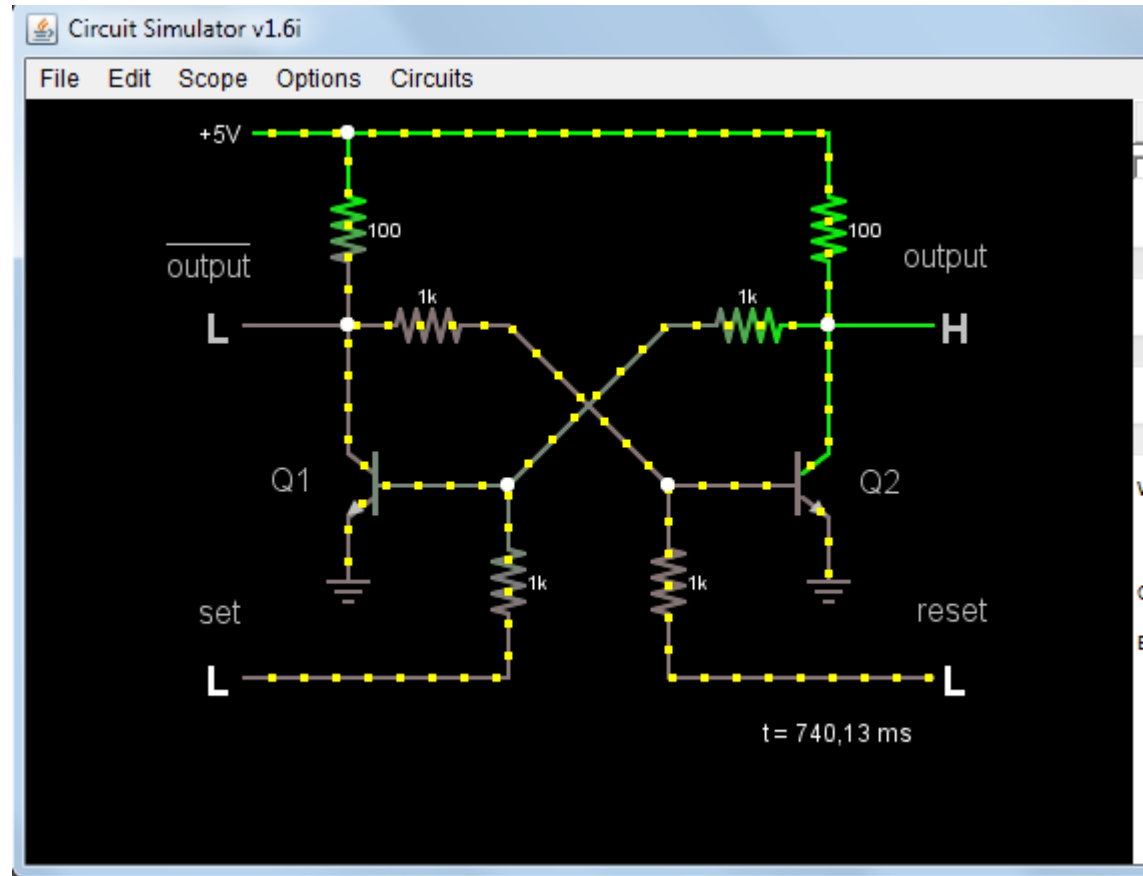


Bistabil multivibrátor – szimuláció

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
L = low



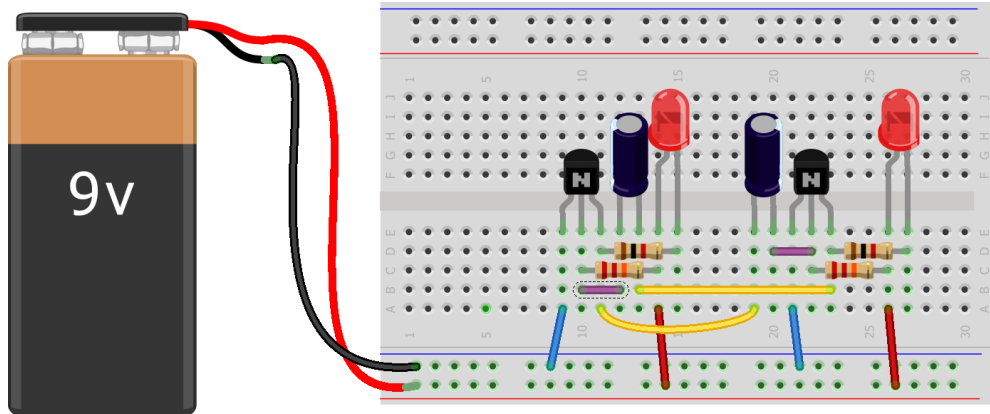
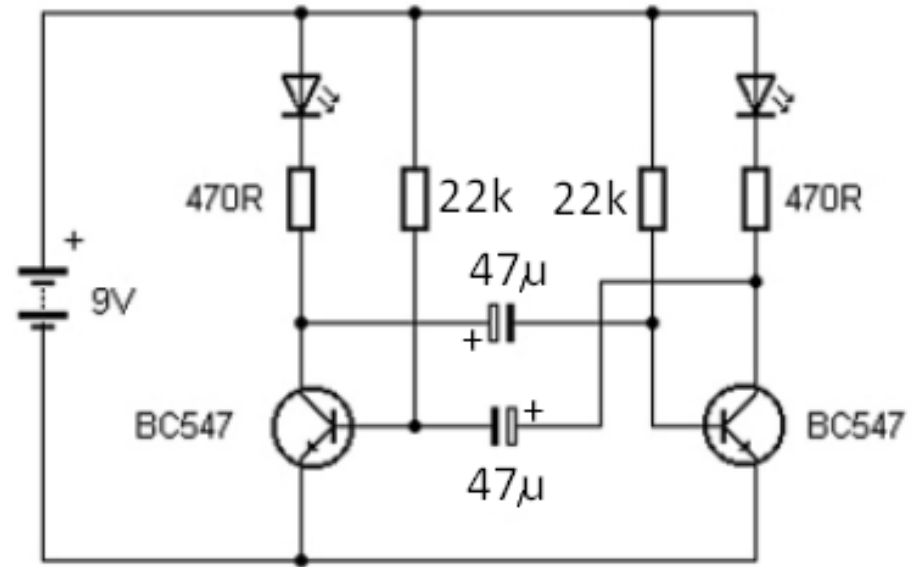
Megjegyzés: Gyakorlati felhasználáskor az ellenállások értéke megtízszerezhető!



Két LED-es villogó (astabil multivibrátor)

Kicsit csökkentettük a kapcsolásban szereplő RC tagok időállandóját a gyorsabb villogás érdekében.

9 V-os táplálás esetén 470R helyett a korábbiakhoz hasonlóan 1k értékű ellenállásokat is használhatunk.



Made with Fritzing.org

Az ábrán a **PN2222A** NPN típusú tranzisztorokkal megvalósított kapcsolás egy lehetséges elrendezését mutatjuk be. (A kondenzátor negatív pólusát hosszanti fehér sáv jelzi.)



Két LED-es villogó - szimuláció

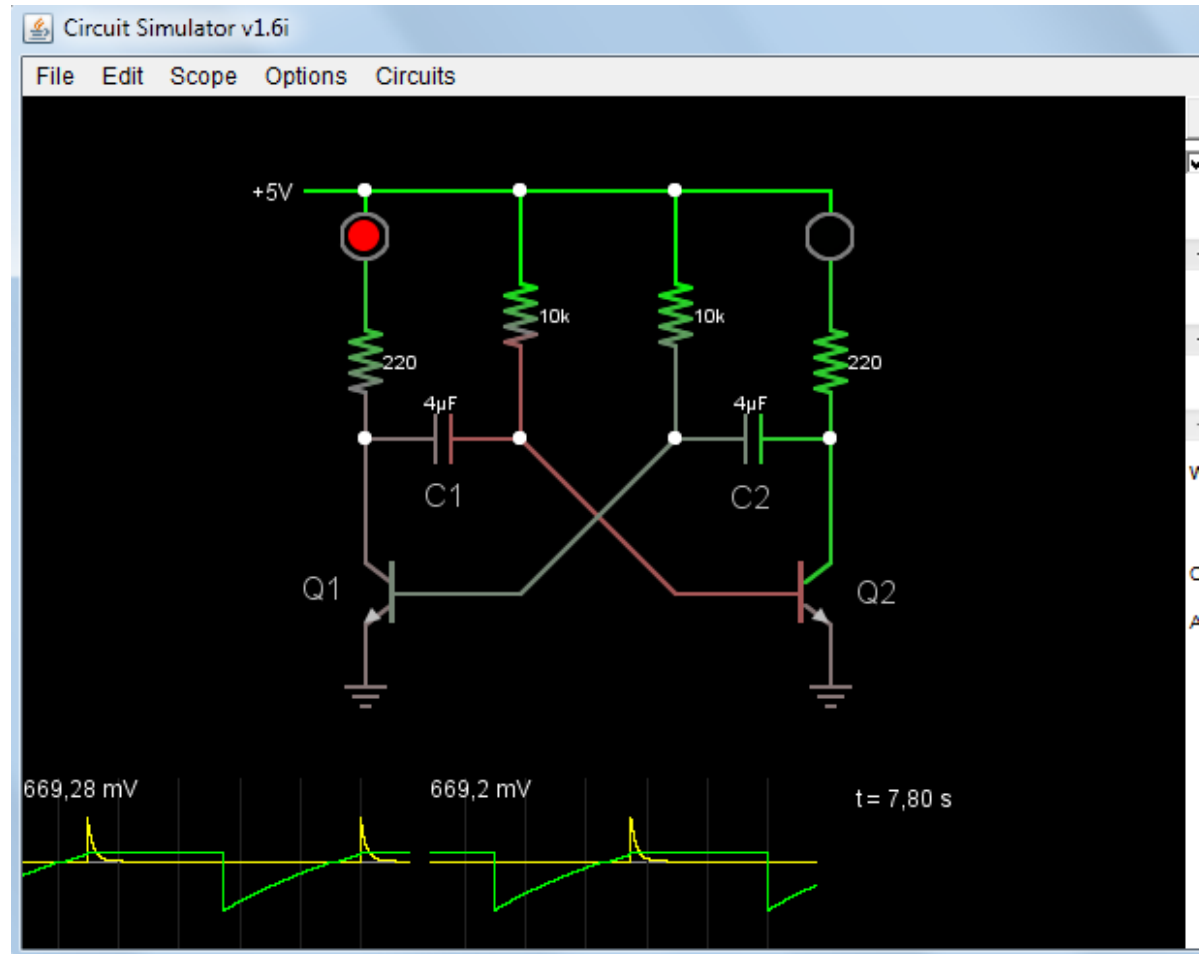
A <http://www.falstad.com/circuit/> címen elérhető áramkör szimulátor segítségével vizsgáljuk a kapcsolás működését!

Az ábrán az idődiagramokon a Q1 és Q2 tranzisztorok bázis-emitter feszültsége látható.

A 669 mV-os értéknél a tranzisztor nyitott, ennél kisebb értékeknél a tranzisztor lezár.

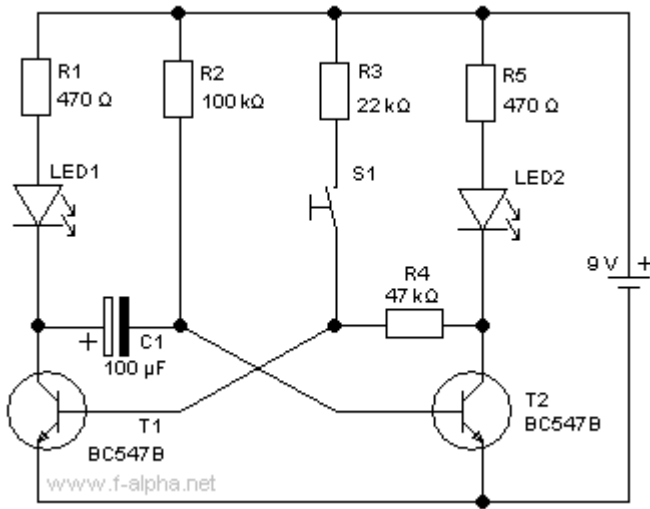
A billenések frekvenciáját a kondenzátorok kisülési ideje (RC állandó) szabja meg.

$10\text{k}\Omega * 4\mu\text{F} \approx 0.04 \text{ s}$
Ez egy félperiódus ideje...



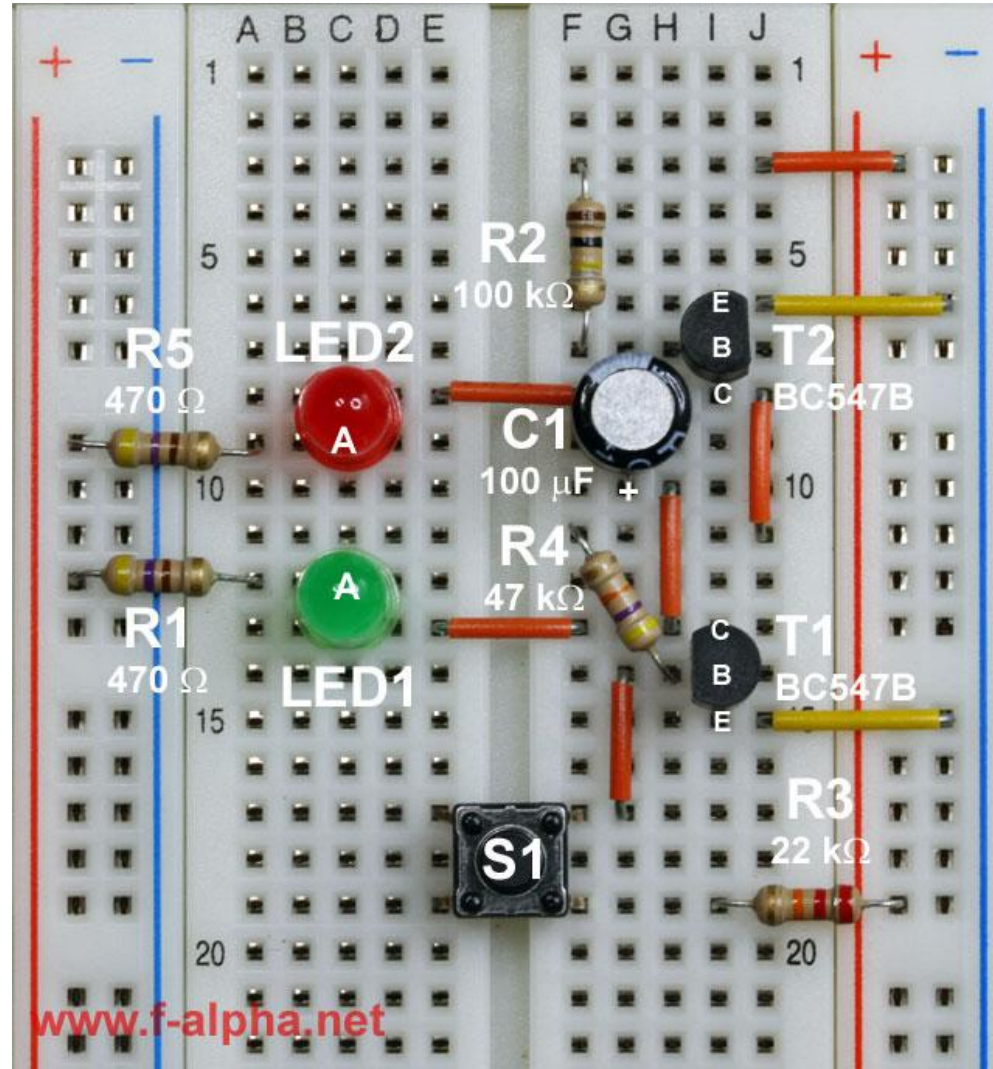


Monostabil multivibrátor



Nyugalmi állapotban T2 vezet, LED2 világít. A nyomógomb megnyomásakor T1 kinyit, T2 ideiglenesen lezár. A kondenzátor kisülése után T2 ismét kinyit, T1 pedig lezár (stabil alaphelyzet).

Figyelem! A BC547 tranzisztor bekötése eltér az általunk használt PN2222A tranzisztorétól!





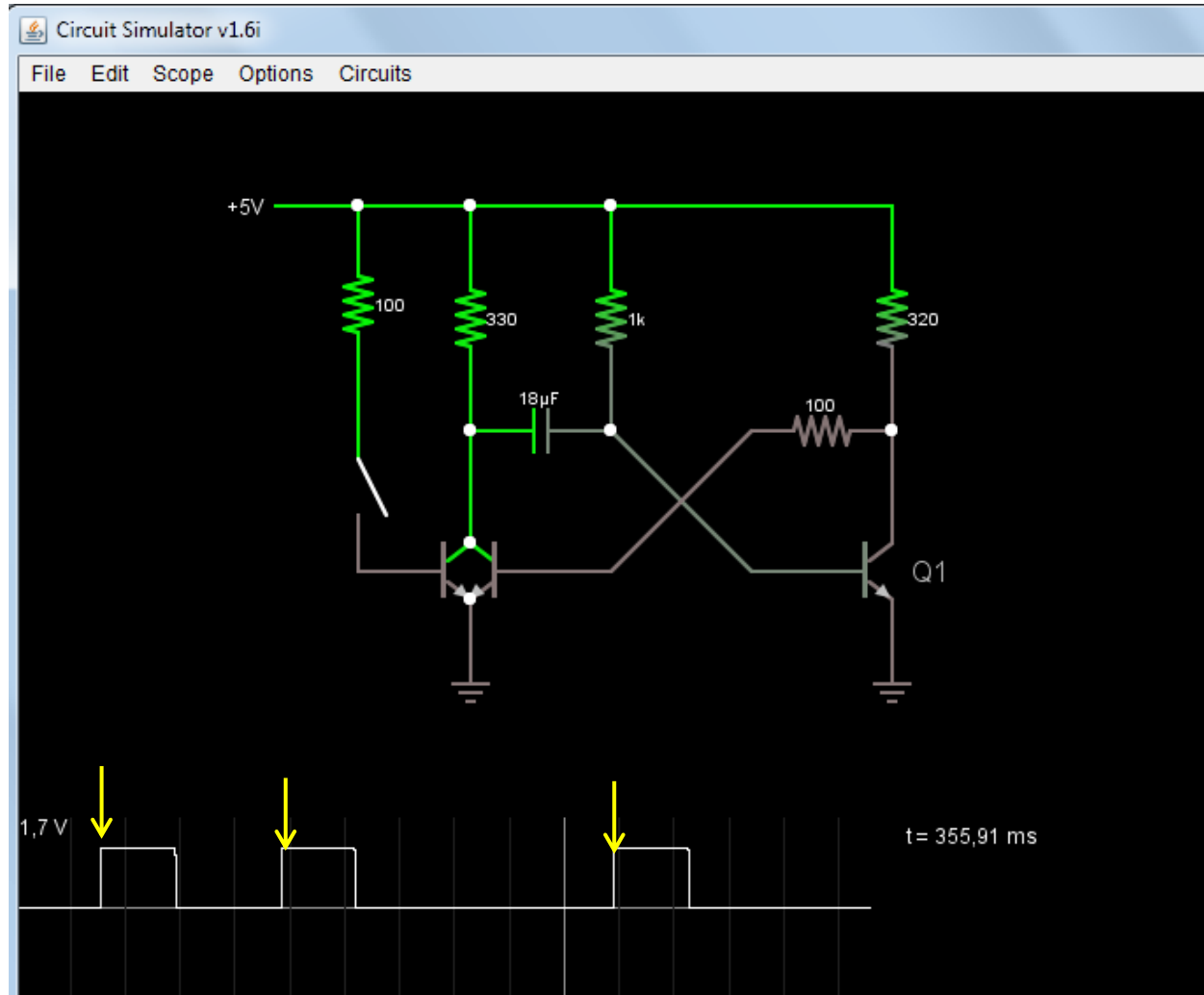
Monostabil multivibrátor- szimuláció

A <http://www.falstad.com/circuit/> címen elérhető áramkör szimulátor
Circuits/Transistors/Multivibrators/Monostable Multivib mintapéldája

A nyomógombot a sárga nyilakkal megjelölt időpontokban aktiváltuk.

A visszabilenés időpontja független a nyomógomb elengedésének időpontjától.

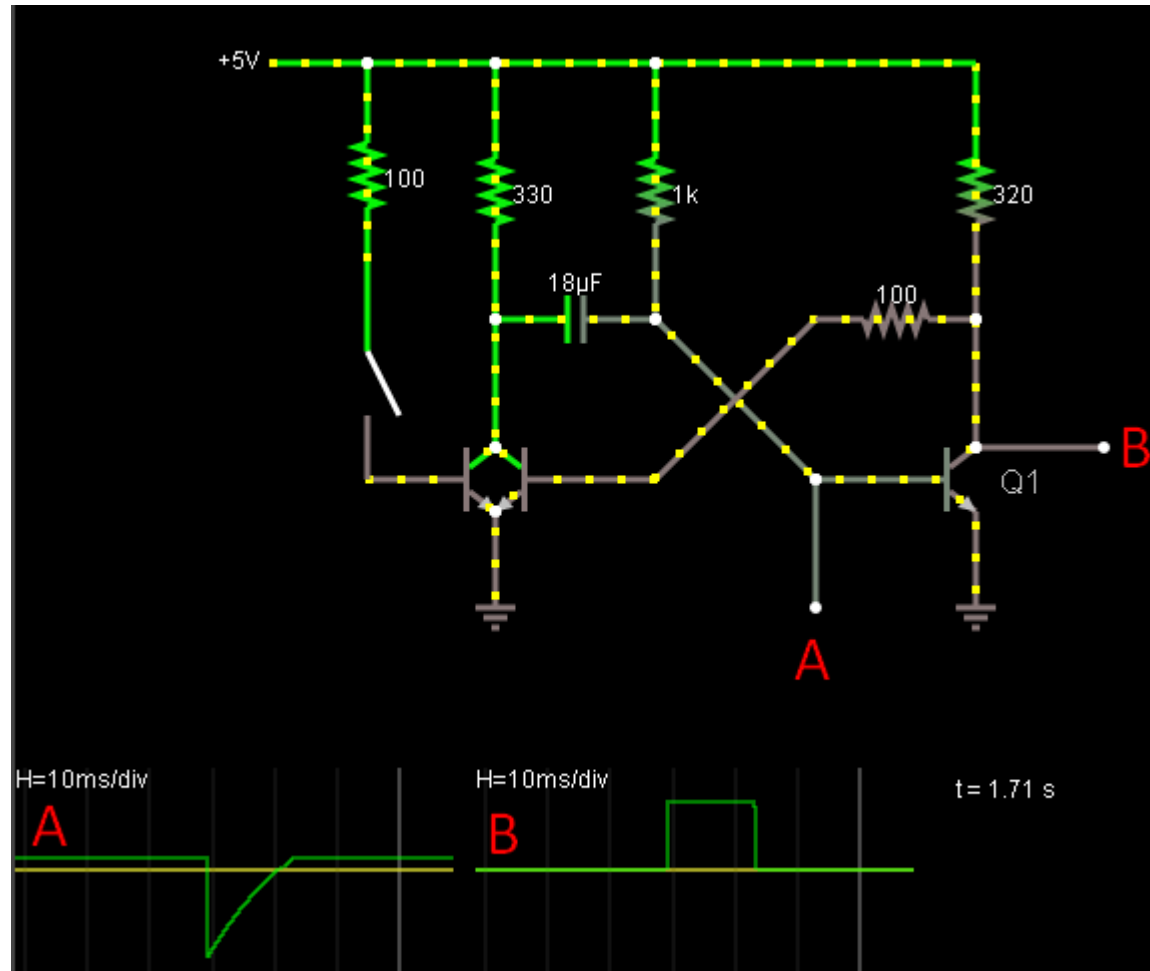
Az idődiagramon Q1 kollektor-emitter feszültsége van kirajzolva.





Monostabil multivibrátor- szimuláció

A működés ellenőrzésére kiveztük **Q1** bázisának és kollektorának (a közös ponthoz viszonyított) feszültségét. A nyomógomb lenyomásakor **Q1** bemenő jele (**A**) negatívba vált (a **B** kimenet ekkor magasra vált), s amíg a kondenzátor ki nem sül, **Q1** zárva marad.





Tranzisztorok lábkiosztása

Ügyeljünk a polaritásra és a tokozás eltéréseire!

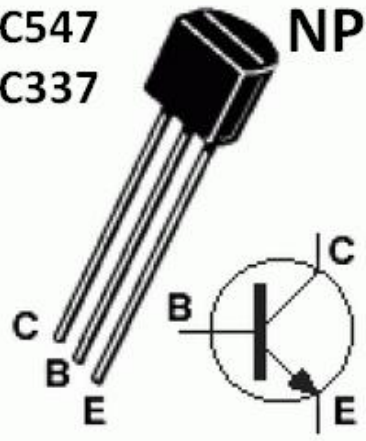
NPN tranzisztorok



PNP tranzisztorok

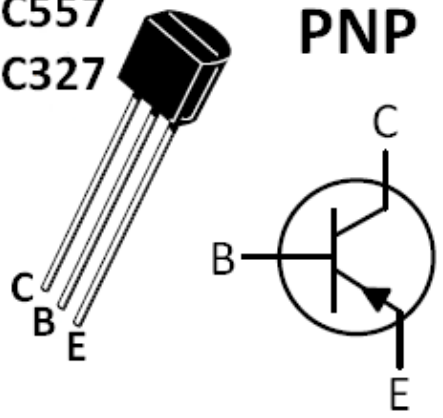


BC547
BC337



Például:
BC182
BC337
BC547

BC557
BC327



PNP
Például:
BC212
BC327
BC557

Általában a BC jelzésű tranzisztoroknál fordított a lábsorrend, mint a 2N sorozatnál!