

Metodický návod:

1. Spuštění souborem „a.3.2_Monostabilní obvod“.

Obvod není připojen ke zdroji napětí – neprocházejí jím proudy. Nastaveno $R_3 = 300k\Omega$, $C = 50\mu F$.

2. Stisknutí tlačítka **START** – připojení napájecího napětí.

Obvodem začnou protékat proudy. Bázový proud tranzistoru I_{b1} je větší, T_1 se otevírá rychleji. Kladnou zpětnou vazbou se obvod překlápí do stabilního stavu. Kondenzátor je nabit na hodnotu napájecího napětí.

3. Stisknutí tlačítka **STOP** .

Tlačítko slouží k opakovanému provedení bodu 2. Je možné ho stisknout kdykoli v průběhu programu. Po jeho stisknutí dojde k odpojení napájecího napětí. Pak se vracíme k bodu 2. Pokud jsou procesy po připojení napětí vysvětleny, přecházíme k bodu 4.

4. Přivedení řídicího impulsu tlačítkem **impuls – Ug** .

Obvod je překlápěn do kvazistabilního stavu. Kondenzátor se vybíjí. Po jeho vybití a nabití na 0,5 V opačné polaritě je obvod překlápěn do stabilního stavu.

5. Nastavení hodnot: $R_3 = 100k\Omega$, $C = 50\mu F$. Stisk tlačítka **impuls – Ug** .

Čas trvání kvazistabilního stavu je nyní 0,7 s.

6. Nastavení hodnot: $R_3 = 500k\Omega$, $C = 100\mu F$. Stisk tlačítka **impuls – Ug** .

Čas trvání kvazistabilního stavu je nyní 34,7 s.

7. Stisk tlačítka **impuls – Ug** během trvání kvazistabilního stavu.

Nenastává žádná změna. Obvod po dobu kvazistabilního stavu a regenerace (nabití kondenzátoru na hodnotu napájecího napětí) na řídicí impulsy nereaguje.

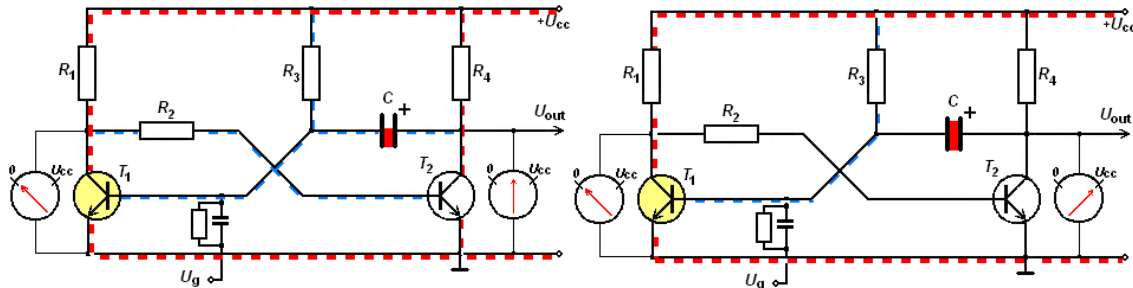
8. Po překlápění do stabilního stavu stisknutí tlačítka **STOP** .

Dochází k odpojení napájecího napětí. Obvodem přestávají téci proudy, průběhy napětí však zůstávají zobrazeny. Z časové osy je možné odečíst dobu trvání kvazistabilního stavu.

9. Nastavování libovolných hodnot R_3 a C .

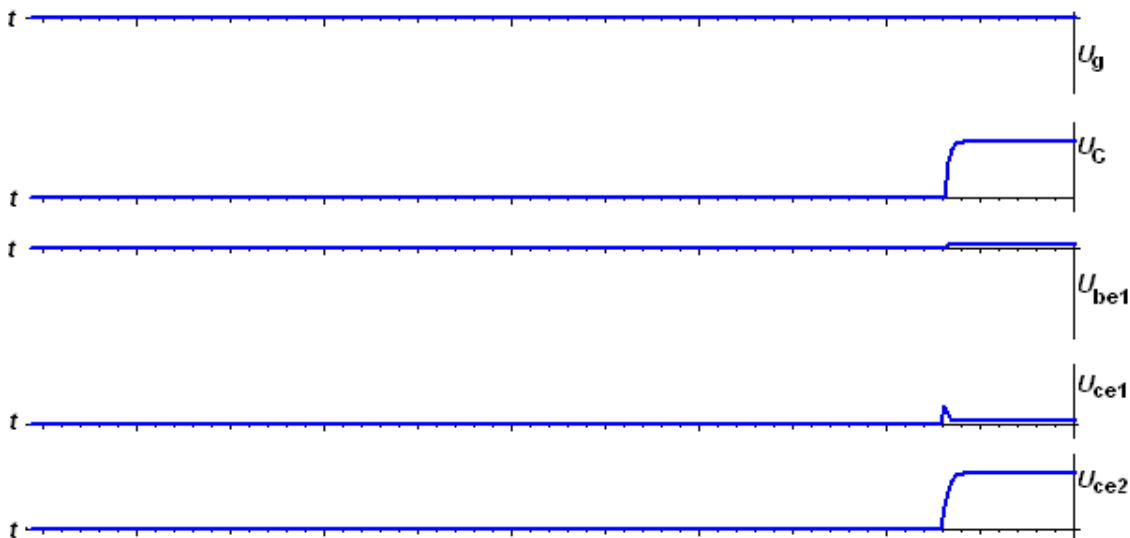
Výklad:

Při zařazení do výuky je třeba nejprve demonstrovat děje probíhající po připojení zdroje napětí (tlačítko **START**). Bázový proud I_{b2} tranzistoru T_2 protéká přes rezistory R_1 a R_2 . Proud I_{b1} je mnohem větší, protože je dán součtem proudu přes R_3 a nabíjecího proudu kondenzátoru C přes R_4 . Tranzistor T_1 se otevírá rychleji a zmenšuje se jeho kolektorové napětí, které je určující pro bázový proud I_{b2} tranzistoru T_2 . Dochází proto k jeho uzavírání. Obvod se rychle dostává do svého stabilního stavu: T_1 otevřen T_2 uzavřen. Kondenzátor C se rychle nabije přes rezistor R_4 a otevřený T_1 na napětí blízké U_{cc} (obr. 13.3).



Obr. 13.3 Překlápění monostabilního obvodu do stabilního stavu po připojení zdroje

Na obr. 13.4 jsou znázorněny průběhy napětí v jednotlivých částech obvodu: Tranzistor T_1 se rychle otevírá, proto napětí mezi jeho kolektorem a emitorem U_{ce1} rychle klesá téměř na nulu (saturační napětí), taktéž napětí mezi bází a emitorem U_{be1} odpovídá otevřenému tranzistoru. V důsledku otevírání tranzistoru T_1 , se tranzistor T_2 uzavírá, a proto napětí mezi jeho kolektorem a emitorem U_{ce2} vzroste s nabíjecím se kondenzátorem C téměř na hodnotu napájecího napětí U_{cc} . Toto napětí je zároveň napětím výstupním.



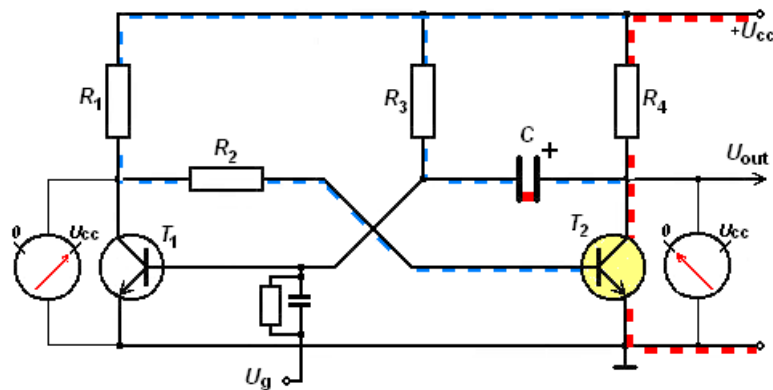
Obr. 13.4 Průběhy napětí po připojení zdroje

Procesy po připojení U_{cc} jsou velmi rychlé, proto je k dispozici tlačítko **STOP**, kterým je možné provést odpojení obvodu od zdroje a znovu ho připojit tlačítkem **START**. Pro větší názornost je otevřený tranzistor vždy podbarven žlutě.

Překlopení obvodu se provádí přivedením záporného impulsu na bázi otevřeného tranzistoru přes oddělovací kondenzátor (tlačítko **impuls** – U_g). K oddělovacímu kondenzátoru je paralelně připojen rezistor, zajišťující jeho vybití před přivedením dalšího řídicího impulsu.

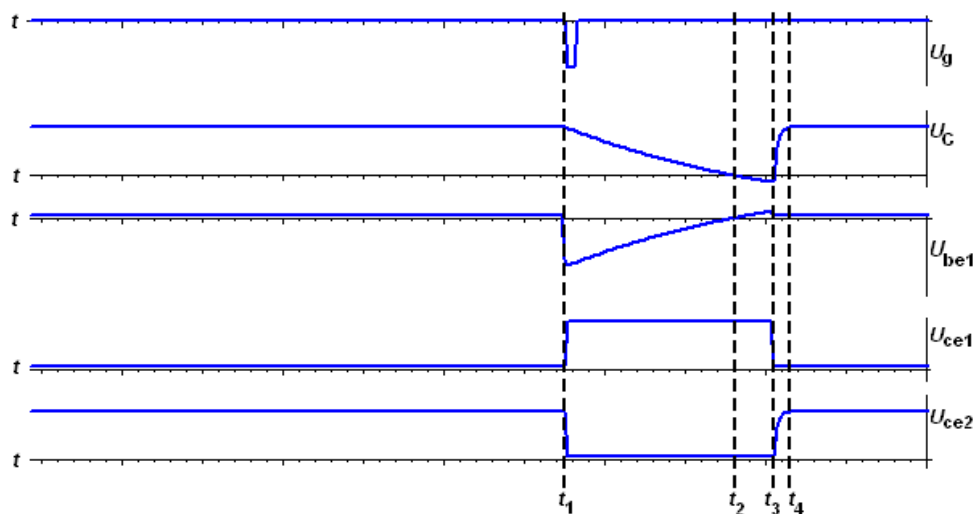
Okamžik přivedení řídicího impulsu $-U_g$ je na obr. 13.6 vyznačen jako čas t_1 . Řídicí impuls způsobí uzavření tranzistoru T_1 , napětí mezi jeho kolektorem a emitorem U_{ce1} vzroste. Toto napětí je však určující pro bázový proud tranzistoru T_2 . Proto dojde k jeho otevření a napětí mezi jeho kolektorem a emitorem klesne na hodnotu saturačního napětí. Dochází k uzemnění kladného pólu kondenzátoru C . Na bázi tranzistoru T_1 se nyní nachází záporné napětí U_{be1} kondenzátoru C , které brání jeho

otevření (obr. 13.5).



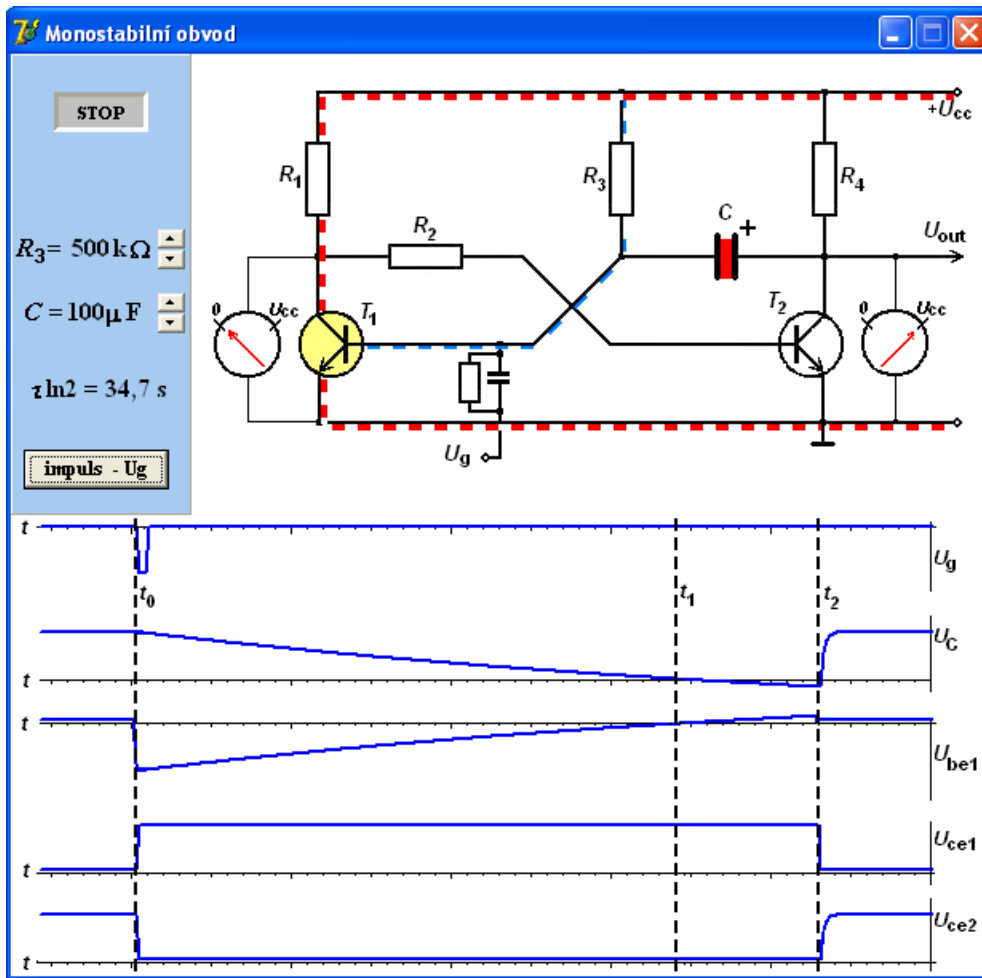
Obr. 13.5 Kvizistabilní stav

Kondenzátor C se začne vybíjet přes rezistor R_3 a otevřený T_2 s časovou konstantou $\tau = R_3 \cdot C$. Jak klesá napětí U_C na kondenzátoru C , zvyšuje se napětí U_{be1} na bázi tranzistoru T_1 . V okamžiku t_2 (obr. 13.6) obě tato napětí dosahují nulové hodnoty, to však ještě k otevření tranzistoru T_1 nestačí. Kondenzátor C se nabíjí dále na opačnou polaritu. V okamžiku t_3 dosahuje napětí na kondenzátoru U_C hodnoty asi 0,5 V. Napětí U_{be1} na bázi tranzistoru T_1 je dáno součtem tohoto napětí a saturačního napětí tranzistoru T_2 . Napětí U_{be1} proto dosahuje hodnoty 0,6 V, což je napětí potřebné k otevření tranzistoru T_1 (křemíkový tranzistor). Napětí U_{ce1} skokově klesne na hodnotu saturačního napětí. Tranzistor T_2 se uzavře. Napětí U_{ce2} vzroste na hodnotu napájecího napětí až po nabití kondenzátoru C přes rezistor R_4 a otevřený T_1 . Nyní je obvod opět připraven na překlopení (t_4).



Obr. 13.6 Průběhy napětí při kvizistabilním stavu

Čas trvání kvizistabilního stavu závisí na volbě hodnot R_3 a C . Model umožňuje změny těchto parametrů v rozsahu: $R_3 = 100k\Omega$ až $500k\Omega$ a $C = 10\mu F$ až $100\mu F$. Lze tedy měnit dobu překlopení od 0,7 s do 34,7 s. Tyto parametry lze měnit pouze, pokud je obvod ve stabilním stavu. Je třeba podotknout, že tato doba odpovídá vybití kondenzátoru na 0V, skutečná doba kvizistabilního stavu je o něco delší, protože kondenzátor je třeba nabít ještě na 0,5 V opačné polarity. Časové osy průběhů napětí jsou opatřeny stupnicí. Tlačítkem **STOP** lze zastavit činnost a snadno spočítat dobu překlopení obvodu. Nejmenší dílek znázorňuje 1 s. Na obr. 13.7 jsou nastaveny hodnoty: $R_3 = 500k\Omega$ a $C = 100\mu F$, což odpovídá době 34,7 s. t_0 je okamžik přivedení řídicího impulsu, t_1 okamžik vybití kondenzátoru na 0 V (34,7 s), t_2 je okamžik překlopení zpět do stabilního stavu.



Obr. 13.7 Doba trvání kvazistabilního stavu