

## Jednotranzistorový generátor sinusového signálu -

---

Harmonický, sinusový, RC oscilátor s jedním tranzistorem.

Napsal/a: Žirafka

Datum zveřejnění: : 18. 03. 2017 v 13:37

Už před moc lety jsem si koupila první knihu ze série Poznáváme elektroniku a postupně se podle ní učila. Jeden obvod mi ale podle této knihy nikdy nefungoval a brala jsem to skoro jako svojí prohru. Teďka, po létech, jsem dospěla do stádia, kdy jsem si chtěla dokázat, že ten obvod prostě bude fungovat i kdyby já nevím co. Je to přeci kniha pro začátečníky a tak by to mělo být ověřené a funkční zapojení.

Jak se později ukázalo, je to ověřené a funkční zapojení 😊

Obr. 1 - schéma zapojení z knihy Poznáváme elektroniku.

A tak jsem se do toho pustila. Sestavila jsem obvod přesně podle knihy (obr. 1) jen s tím rozdílem, že místo 13 nF kondenzátorů jsem použila kondenzátory 10 nF. A ono to nakonec přeci jenom fungovalo 😊

Nastavení pracovního bodu je ale velmi, ale opravdu velmi ostré a stačí malá změna nastavení pracovního bodu, nebo napájecího napětí, a oscilátor opět vysadí. Přesto jsem byla spokojená a měla radost, že se mi podařilo smazat tento dluh mému vzdělávání. Zkusila jsem i variantu se čtyřmi RC členy a také to fungovalo hezky. Oscilátor dokonce o něco lépe nasazoval kmity, ale zase měl větší zkreslení průběhu. Zajímavé také bylo, že nechtěl fungovat bez zatížení. Záhadu proč tomu tak je, se mi do teďka nepodařilo rozluštit. Při druhém sestavení obvodu, abych mohla udělat fotky a ještě nějaká měření, ale oscilátor fungoval jak se zátěží, tak bez ní stejně dobře. Takže kdo ví, čím to bylo, to už se asi nedozvím.

Pak jsem v jiné knize hledala něco úplně jiného a našla jsem tam obdobný obvod, jen postavený z germaniovým tranzistorem a trochu jinými hodnotami součástek. Originál je vidět na druhém obrázku. Jak vidíte, v obvodu zpětné vazby jsou řádově jiné hodnoty, ale časová konstanta je přibližně stejná, takže i generovaný kmitočet je přibližně stejný.

Obr. 2 - schéma zapojení z knihy Velká příručka radioamatéra.

Nedalo mi to a zkusila jsem ten obvod postavit. S germaniovým tranzistorem moc chodit nechtěl, malý proudový zesilovací činitel tranzistoru, a tak jsem použila tranzistor křemíkový. S původními součástkami se nedá na bázi nastavit potřebné napětí mezi 600 až 700 mV, takže oscilátor nekmitá. Proto jsem 2k odpor nahradila 10k a oscilátor začal krásně fungovat. Pracuje v relativně širokém rozsahu napájecího napětí, se zátěží sluchátky, telefonním sluchátkem i bez zátěže, jen s připojeným osciloskopem. Moje páteční dobrá nálada se začala ještě o něco zlepšovat.

Obr. 3 - schéma zapojení upravené pro křemíkový tranzistor.

Začala jsem hledat v krabičce s tranzistory a nakonec jsem našla germaniový tranzistor s vhodným zesilovacím činitelem, v knize se píše o tom, že je potřeba beta alespoň 60, a zapojení i s

tímto tranzistorem funguje báječně. Kupodivu kmitá trochu rychleji než s tranzistorem křemíkovým, ale to nevadí. Kmitočet je totiž trochu závislý i na velikosti napájecího napětí, takže přesné výpočty tu stejně nejde provádět. Germaniový přechod PN má menší dopředné napětí, což asi hraje také svojí roli.

Během hraní si s obvodem jsem přišla na to, že součástky použité v upravené verzi zapojení vyhovují stejně dobře pro křemíkový i germaniový tranzistor, takže se pro pokusy dá použít jeden i druhý druh beze změny zapojení, jen se občas musí změnit nastavení trimru v bázi tranzistoru, kterým se nastavuje jeho pracovní bod.

Zkusila jsem změřit, při v jakém rozsahu napájecích napětí oscilátor funguje bez změny nastavení pracovního bodu. A naměřila jsem toto:

Zapojení „Malina“

Minimální napětí: 5,08

Maximální napětí: 6,43

Minimální kmitočet: 531 Hz

Maximální kmitočet: 546 Hz

Zapojení „Schubert“ s křemíkovým tranzistorem

Minimální napětí: 4,60

Maximální napětí: 9,28

Minimální kmitočet: 854 Hz

Maximální kmitočet: 927 Hz

Zapojení „Schubert“ s germaniovým tranzistorem

Minimální napětí: 3,8

Maximální napětí: 25,5 (maximální napětí zdroje)

Minimální kmitočet: 1073 Hz

Maximální kmitočet: 1203 Hz

Obě napětí jsou měřena v okamžiku, kdy oscilátor vysadí.

Jak obvod vlastně funguje? Celkem jednoduše: tranzistor je zapojený jako jednoduchý jednostupňový zesilovač v zapojení se společným emitorem. Toto zapojení obrací fázi signálu o  $180^\circ$  a toho se zde využívá. S kolektoru je zavedená do báze kladná zpětná vazba přes zpětnovazební síť sestavenou z RC článků. Tato síť také obrací fázi o  $180^\circ$  a to dohromady dává potřebných  $360^\circ$ , což je jedna z podmínek vzniku oscilací. Další podmínkou je vhodné zesílení zesilovače, které nesmí být ani malé, ani velké. Pokud je zesílení malé, oscilátor se nerozkmitá, protože vazba není dostatečná. Pokud je velké, tak oscilátor sice kmitá, ale produkuje velmi zkreslený signál a pokud je zesílení ještě větší, tak oscilace opět ustanou, protože se tranzistor dostane do trvale otevřeného stavu a už nezesiluje. Proto je potřeba nastavit trimrem pracovní bod tak, aby oscilátor spolehlivě kmital, ale přitom bylo zkreslení minimální.

Obr. 4 - tvar výstupního napětí u zapojení „Malina“ (5 ms/díl 1V/díl).

Obr. 5 - tvar výstupního napětí u zapojení „Schubert“ s Si tranzistorem (2 ms/díl 1V/díl).

Obr. 6 - tvar výstupního napětí u zapojení „Schubert“ s Ge tranzistorem (2 ms/díl 1V/díl).

Mimochodem, na sedmém obrázku je vidět originální, nepřekreslené, schéma zapojení přímo z knihy. Byl by to vhodný kandidát i do rubriky Schematikum, protože tak, jak je to nakreslené, by oscilátor nefungoval. Proč? Protože je buď opačně připojena baterie, nebo je špatně nakreslená značka tranzistoru. Tranzistor NPN potřebuje na kolektoru kladnější napětí než na emitoru, zrovna tak proud do báze musí být kladný, ne záporný. Výstupní kondenzátor je také zapojený opačně, jako kdyby měl být tranzistor skutečně typu PNP. Tranzistor 103NU70 je ale opravdu typu NPN, takže značka je v pořádku.

Obr.7 - originální schéma zapojení.

Hledat ve staré knize mě přiměl jeden z komentářů zde na webu. Hledala jsem nějaká zapojení oscilátorů pro nácvik morseovky a chtěla jsem, provokativně, zveřejnit zapojení s elektronkou. K tomu také jednou dojde, ale až časem. Teďka jsem se chtěla podělit s svojí radost z fungujícího oscilátoru, který tak dlouho vzdoroval mému snažení 😊

Součástky použité při pokusech:

Tranzistory křemíkové: KC508, PN2222

Tranzistory germaniové: 106NU70

Použitá literatura:

Poznáváme elektroniku I, Václav Malina, KOPP, ISBN 80-85828-17-0

Velká příručka radioamatéra, Inž. Karl-Heinz Schubert, Naše vojsko - Svazarm 28-012-66

---

Dodatek z 19. března 2017

Další zajímavé informace najdete třeba na této adrese:

[http://forum.zirafoviny.cz/\\_b\\_forum/viewtopic.php?f=14&t=34](http://forum.zirafoviny.cz/_b_forum/viewtopic.php?f=14&t=34)