

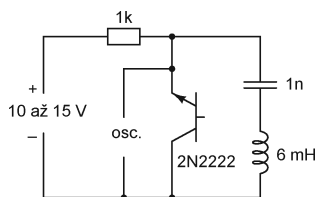
Oscilátory s prvky se záporným dynamickým odporem

Karel Konětopský, OK2SCS

Tranzistor v reverzním zapojení

Je známo, že tranzistor v reverzním zapojení má záporný odpor. Má tedy podobné vlastnosti, jako tunelová dioda. Rozhodl jsem se vyzkoušet, zda je možno tranzistor v tomto zapojení rozkmitat.

Analýzu oscilátorů založených na prvcích s negativním odporem provedl B. van der Pol a lze ji najít například na http://people.deas.harvard.edu/~jones/ap216/lectures/ls_2/ls2_u6/vanderpol/vanderpol.html. Proto se tímto tématem nebudu již dále zabývat. Rozhodl jsem se použít tranzistor 2N2222A. V našich krajích působí poněkud exoticky vzhledem k velké oblibě tranzistorů řady KCxxx později nahrazovaných BCxxx, přesto by měl být běžně dostupný. (V zemích na západ od našich hranic je 2N2222A nejběžnějším tranzistorem.) Patrně by bylo možno použít například běžný BC546C nebo podobný, ale já jsem prováděl měření právě na tranzistoru 2N2222A.



Obr. 1. Oscilátor s tranzistorem v reverzním zapojení

Popis obvodu:

Zapojení nepřináší nic nového a v zásadě lze prohlásit, že se jedná o klasické zapojení oscilátoru s prvkem s negativním odporem. Oscilátor je tvořen klasickým obvodem LC s cívkou 6 mH v sérii s kondenzátorem 1 nF. Použil jsem běžně prodávanou radiální tlumivku 6 mH zakoupenou v GM Electronics, což z hlediska kvality rezonančního obvodu není optimální řešení, ale svému účelu posloužila dobře. Kondenzátor jsem použil běžný keramický typ, což též není optimální. Paralelně k tomuto obvodu LC je připojen prvek se záporným odporem, v našem případě tranzistor 2N2222A v reverzním zapo-

jení a celý obvod je napájen přes rezistor s odporem 1 k Ω z regulovatelného zdroje 10 až 15 V s omezením proudu nastaveným na asi 100 mA. Obvodem by neměl téci proud větší než asi 10 mA. Činnost oscilátoru sledujeme osciloskopem připojeným paralelně na prvek s negativním odporem. To není optimální z hlediska stability obvodu, protože vstupní kapacita osciloskopu rozladuje rezonanční obvod. Kdyby měl být obvod někde prakticky využit, bylo by nezbytné oddělit oscilátor od „zbytku světa“ například emitorovým sledovačem.

Konstrukce:

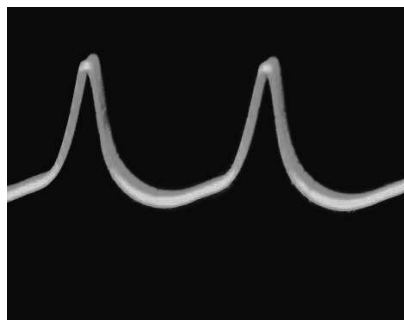
Vzhledem k tomu, že cílem bylo ověřit si vlastnosti oscilátorů s prvky s negativním odporem, byl obvod sestaven na obyčejné „bastlidesce“. Konstrukce typu „vrabčí hnízdo“ příliš nedoporučuji, obzvláště hodláte-li (podobně jako já) experimentovat i s tunelovou diodou (viz níže). Akutně by hrozilo její rozlomení a zničení.



Obr. 2. Zapojení oscilátoru na univerzální desce

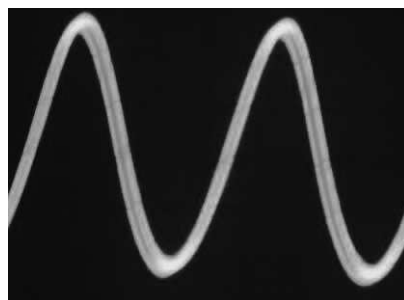
První experimenty:

Připojíme napájecí napětí a osciloskop, který nastavíme na střídavou vazbu, rozsah asi 0,05 až 0,1 V/dílek a časovou základnu na nějaký pomalejší průběh. To nám umožní zachytit i velmi raná stadia kmitání. Napětí napájecího zdroje nastavíme na 10 V a začneme ho zvolna zvětšovat (neměli bychom překročit asi 17 V). Napětí zvětšujeme velmi pomalu. Při určitém napětí uvidíme, že obvod kmitá. Zcela jistě však budeme mimo optimální pracovní bod, a proto budou kmity „znetvořené“.



Obr. 3. Oscilátor kmitá, signál je však zkreslený

Zkusíme změnit napájecí napětí tak, aby se kmitání stalo harmonickým. Toho dosáhneme hned na dvou místech - nad a pod takto znetvořeným kmitáním.



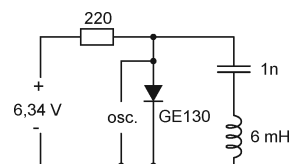
Obr. 4. Signál s malým zkreslením

Pozorujeme, že oblast pracovního bodu, ve kterém oscilátor kmitá harmonicky, není příliš široká, bude menší než asi 0,3 V. Dále si můžeme všimnout, že dostaneme-li se do oblasti, kde oscilátor kmitá harmonicky, klesá velmi prudce amplituda kmitů.

Pokusy s tunelovou diodou

Než se začnu blíže věnovat popisu vlastností tunelové diody, musím odvážného experimentátora upozornit na některé záludnosti této součástky. Příliš neprohýbejte vývody diody a snažte se ji příliš mechanicky nenamáhat. Lze ji velmi snadno rozlomit. Rozlomená dioda pochopitelně fungovat nebude. Dále mi není až tak úplně jasné, kde lze tunelové diody koupit. Já jsem si koupil diodu GE130 u Denkla (<http://www.denkl.cz>), ale kde jinde je dostupná, se mi vypátrat nepodařilo.

Vraťme se k vlastnostem tunelové diody. Pro oblast kladných napětí má první derivace proudu podle napětí dvakrát nulovou hodnotu, což naznačuje výskyt lokálního extrému, či in-



Obr. 5. Oscilátor s tunelovou diodou