

Semestrální práce z předmětu ADS

Analogová čtyřkvadrantová násobička

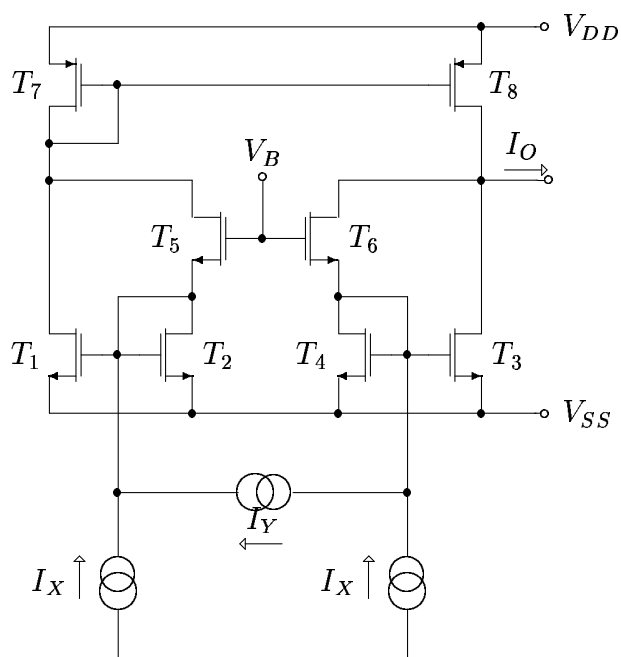
Jan Ingerle

29. října 2000

1 Zadání

10 — Čtyřkvadrantová násobička

Navrhněte čtyřkvadrantovou násobičku pracující v proudovém módu. Analyzujte její vlastnosti. Navrhněte realizaci způsobu buzení. Vyjděte ze zapojení:

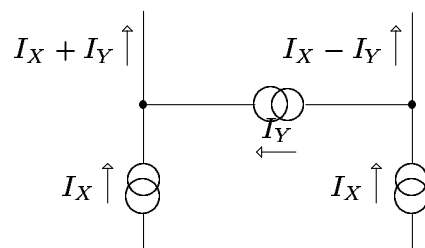


Na obrázku č.1 je vykreslena závislost výstupního signálu na vstupním proudu $I_{Ro} = f(I)$ pro $I = I_x = I_y$ a $U_B = -1V$. Výstupem má být a také je parabola, na níž je vidět, že pokud zvyšujeme vstupní proudy, je na výstupu jistá úroveň proudu dokud se nedostaneme do intervalu vymezeného okrajovou podmínkou, poté násobička pracuje správně až do doby, než opět zmíněný interval opustíme.

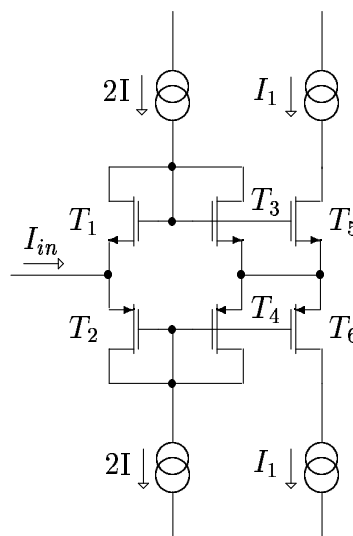
Na obrázku č.2 je ukázán stejný průběh jako na obrázku 1 ($I_{Ro} = f(I)$), ale je zde jako parametr použito napětí U_B . Je vidět, že toto napětí pracuje jako řízení zisku a závisí na něm také hodnota vstupního proudu, kdy začne násobička pracovat. Pokud překročí hodnota U_B jistou mez, začne se na výstupu objevovat stejnosměrná složka a pokud zvětšujeme napětí dále, začne se parabola pohybovat směrem doprava.

Obrázek č.3 zobrazuje průběh výstupního proudu násobičky na vstupním proudu $I_{Ro} = f(I_y)$ pro $I_x = 0,5mA$ a různá řídicí napětí. I zde jsou vidět závěry učiněné v předchozích odstavcích.

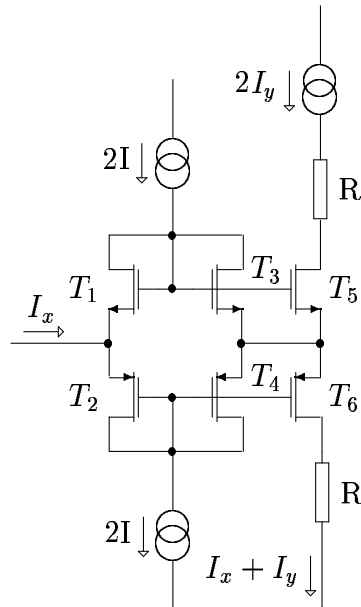
Vzhledem k tomu, že násobička má pracovat s dvěma nezávislými vstupními proudy, je třeba vyřešit buzení:



proudovými zrcadly. Vzhledem k obousměrnosti buzení je realizace provedena tzv. komplementárním zrcadlem:



Použijeme paralelní zapojení dvou zrcadel, se společným vstupem $2I_{in} = 2I_x$, proudem $I_1 = 2I_y$ v prvním zrcadle a $I_1 = -2I_y$ v druhém. $R = 100\Omega$, $I = 5\text{mA}$ a výstupní proud $I_x + I_y$, respektive $I_x - I_y$, budeme odebírat na drainu T_6 . Jedna větev tohoto zapojení bude vypadat následovně:



Proud $2I_y$ a $-2I_y$ realizujeme podobným komplementárním zrcadlem. Výsledný tvar buzení jsem opět analyzoval a lze říci, že přibližně v rozsahu $\pm I$ se chová lineárně.

3 Závěr

Vzhledem k tomu, že jsem nebyl schopen odvodit analytický výraz, podle něhož tato násobička pracuje, nemohl jsem ani ověřit platnost okrajové podmínky. Situace je ještě komplikována tím, že v [1] je uvedena podmínka pro proud, ale v zapojení se provádí řízení napětím.

Numerická analýza však potvrdila správnou funkci obvodu.

Buzení jsem vyřešil pomocí komplementárního zrcadla, umožňujícího obousměrné buzení. Toto řešení však obsahuje velký počet tranzistorů a je pravděpodobné, že existuje jednodušší řešení — vycházející např. z diferenčního stupně.

Reference

- [1] Analogue Integrated Circuits and Signal Processing. An International Journal, v. 1, n. 4.12.1991, Kluwer Academic Publishers.
- [2] Kejhar, M., Kirschner, M., Musil, V., Stříbrný, V.: Program SPICE v příkladech, ČVUT 1995