

ПОМНОЖУВАЧ ІНДУКТИВНОСТІ НА ПОЛЬОВОМУ ТРАНЗИСТОРІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі запропоновано реалізацію помножувача індуктивності на польовому транзисторі. Наведено результати комп'ютерного моделювання характеристик помножувача індуктивності.

Ключові слова: помножувач індуктивності, польовий транзистор.

Abstract

In the article the realization of inductance multiplier on a field-effect transistor is represented. The computer design results of characteristics of this inductance multiplier are shown.

Keywords: inductance multiplier, field-effect transistor.

Вступ

При реалізації електронних пристроїв в мікроелектронному виконанні при зменшенні розмірів індуктивних елементів до розмірів, співвимірних із розмірами інших елементів інтегральних схем, знижується їх добротність. Інтегральні індуктивні елементи виготовляються у вигляді гіраторів або плівкових індуктивностей. Гіраторні індуктивності мають обмежений частотний діапазон, високе споживання енергії та використовують велику кількість транзисторів, що знижує їх стабільність. Значення індуктивності і добротності плівкових котушок індуктивності залежать від їх геометричних розмірів, що обмежує можливість мініатюризації пристроїв. Ще одним шляхом реалізації індуктивних елементів є використання конверторів імітансу, які збільшують значення перетвореної індуктивності та мають високу добротність, - помножувачів індуктивності [1].

Основна частина

Помножувач індуктивності - активний чотириполюсник, величина індуктивності між однією з пар клем якого пропорційно залежить від величини індуктивності, підключеної до іншої пари клем (рис. 1) [1].

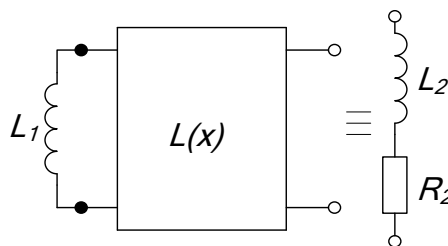


Рисунок 1 – Структурна схема помножувача індуктивності:

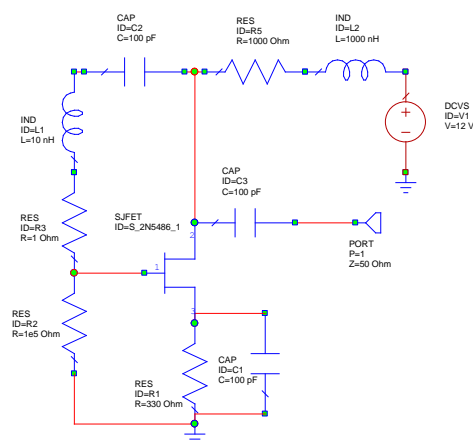
Основними параметрами такого помножувача індуктивності є [2]:

1. Коефіцієнт помноження індуктивності $K_L = \frac{L_2}{L_1}$, де L_1 - величина помножуваної індуктивності, L_2 - величина помноженої індуктивності.
2. Мінімальна частота помноження індуктивності $f_{y\min}$, где $K_L(f_{y\min}) = 1$.
3. Максимальна частота помноження індуктивності $f_{y\max}$, где $K_L(f_{y\max}) = 1$.
4. Абсолютна смуга помноження індуктивності $\Delta f_y = f_{y\max} - f_{y\min}$.

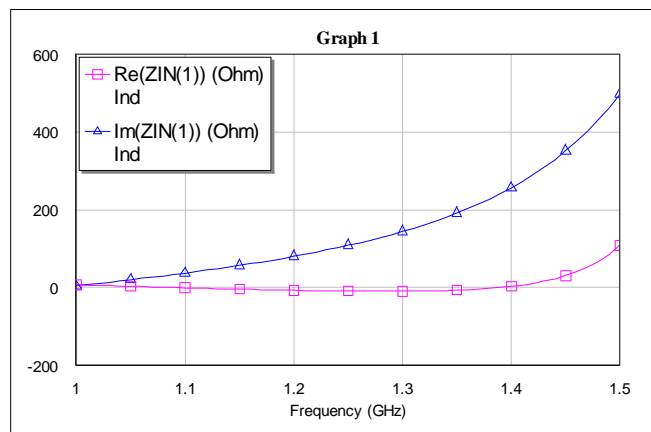
5. Відносна смуга помноження індуктивності $\frac{\Delta f_y}{\Delta f_{ycp}}$.
6. Коефіцієнт помноження добротності $K_Q = \frac{Q_2}{Q_1}$, де Q_1 - добротність помножуваної котушки індуктивності, Q_2 - добротність реалізованої котушки індуктивності [3].
7. Крутизна перестроювання $S_{L_1}^{L_2} = \frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{\partial L_2}{\partial L_1}$.
8. Температурний коефіцієнт помноження індуктивності $TKП = \frac{\Delta K_L}{K_L \cdot \Delta T}$, де ΔK_L - зміна коефіцієнта помноження індуктивності при зміні температури на ΔT °С.
9. Оптимальне значення помножуваної індуктивності L_{opt} , яке знаходиться як максимум залежності K_L від L_1 .

Схема помножувача індуктивності на польовому транзисторі з керуючим р-п-переходом 2N5486, яка використовувалась для комп'ютерного моделювання, подана на рис.2а [3]. Моделювання проводилося в програмі Microwave Office 10. В схемі значення перетворюваної індуктивності складає 10 нГн. Дослідження проводилося в діапазоні частот 1-1,5 ГГц.

Отримано залежності активного та реактивного опорів схеми, які подано на рис. 2б. З графіків видно, що вихідний опір досліджуваного помножувача індуктивності має виражений індуктивний характер і зростає на всьому частотному діапазоні.



а)

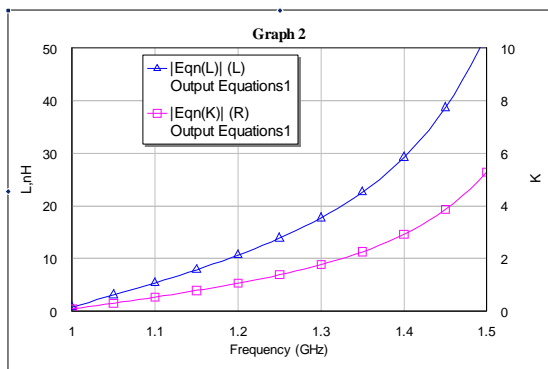


б)

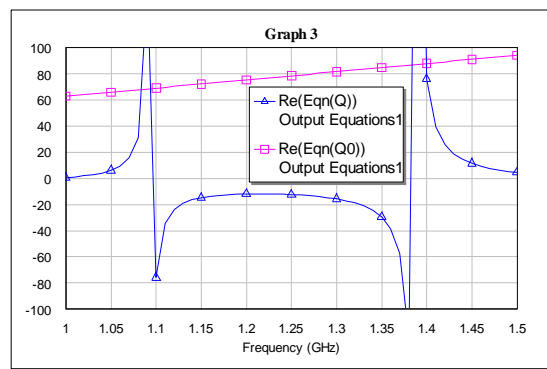
Рисунок 2 – Схема помножувача індуктивності на польовому транзисторі для комп'ютерного моделювання (а); частотні залежності активного та реактивного опорів на виході схеми (б)

Також отримано залежності індуктивності на виході схеми та коефіцієнта помноження індуктивності K_L (рис. 3а). З графіків видно, що коефіцієнт помноження індуктивності K_L зростає із збільшенням частоти та досягає значення $K_L = 5,2$ на частоті 1,5 ГГц.

На рис. 3б подано частотні залежності добротності помножувача індуктивності. З наведених графіків видно, що дана схема збільшує коефіцієнт добротності в певному діапазоні частот.



а)



б)

Рисунок 3 – Частотні залежності індуктивності на виході схеми і коефіцієнта множення індуктивності – а), добротності помножувача індуктивності – б)

Висновки

Отже, проведені дослідження помножувача індуктивності показали, що використання конвертора імпедансу на польовому транзисторі дозволяє отримати множення індуктивності до 5 разів, при цьому добротність перетвореної індуктивності складає понад 100 в певному діапазоні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Филинюк Н. А., Куземко А. М., Булига И. В. Полупроводниковый умножитель индуктивности // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. – Т. 1(93), № 3. – С. 150-152.
2. Ліщинська Л.Б., Булига І.В., Войцеховська О.В. Оптимізація параметрів помножувача індуктивності // Вісник ВПІ. – 2008. – № 2. – С. 81-87.
3. Лищинская Л.Б., Войцеховская Е.В., Лазарев А.А., Филинюк Н.А. Анализ коэффициента добротности умножителя индуктивности // Труды пятой международн. научно-технич. конф. «Актуальные проблемы физики», 25-27 июня 2008. - Том 1. – Баку. - С. 139-142.

Войцеховська Олена Валеріївна – к.т.н., доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vojcehovska.o.v@vntu.edu.ua.

Олександр Олександрович Лазарєв – к.т.н., доцент кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, email: Alexandr.Lazarev.VNTU@gmail.com.

Voytsekhovska Olena V. – Ph.D., associate professor, Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vojcehovska.o.v@vntu.edu.ua.

Lazarev Oleksandr O. – Ph.D., associate Professor, Department of Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Alexandr.Lazarev.VNTU@gmail.com.