

ДОСЛІДЖЕННЯ АМПЛІТУДНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПІВПРОВІДНИКОВОЇ ІНДУКТИВНОСТІ

к.т.н. О.П. Карюк , к.т.н., доц. С.В. Хуторненко
(представив д.т.н., проф. О.О. Зеленський)

Проаналізовані шляхи створення напівпровідникової індуктивності (НПІ) та вибраний оптимальний для діапазону частот ВЧ - УВЧ. Проведено експериментальне дослідження параметрів НПІ у режимі великого сигналу, який характерний для роботи транзистора у генераторному режимі. Оцінені амплітудні залежності значення індуктивності та опору при різних токах емітера транзистора та на різних частотах. Отримані залежності можуть бути використані при проектуванні генераторів з НПІ.

Проблемою створення LC-генераторів у мікроелектронному виконанні є складність виготовлення високодобротної індуктивності для мікросхеми у гібридному виконанні та неможливість виготовлення такої індуктивності у структурі напівпровідника. Крім того, зі збільшенням частоти добротність реактивних елементів зменшується.

Для створення елемента з індуктивним опором (напівпровідникової індуктивності (НПІ)) можуть бути використані наступні методи:

а) застосування чотирьохполіусників, частотна характеристика яких має резонансну форму при використанні зворотного зв'язку (гіраторів);

б) отримання індуктивності на основі використання індуктивних ефектів у напівпровідникових р-п-р-п структурах;

в) використання динамічної еквівалентної індуктивності біполярного транзистора [1];

г) використання узагальненого перетворювача імітанта (конвертора) на біполярному чи польовому транзисторі [2];

д) використання безконтурних підсилювачів з резонансом у ланцюгу емітера.

Використання першого методу (гіраторів) у діапазоні ВЧ - УВЧ неможливе завдяки недостатньому частотному діапазону транзисторів. Використання індуктивностей на основі індуктивних ефектів у напівпровідникових р-п-р-п структурах на високих частотах стримується обмеженим частотним діапазоном р-п-р транзистора, який має гірші частотні характеристики порівняно з п-р-п транзистором. Індуктивний характер переходу біполярного транзистора у динамічному режимі виникає

завдяки запізненню у часі змінення концентрації неосновних носіїв струму по відношенню до напруги, яка викликала їх інжекцію у область бази, у результаті дифузійного механізму та дії на них інжекційного електричного поля. Методика розрахунків такого каскаду може бути застосована тільки при роботі транзистора у лінійному (малосигнальному) режимі, що накладає обмеження на синтез генераторів, які працюють на основі цього ефекту.

Найбільш прийнятним для створення коливальних систем діапазонів ВЧ - УВЧ з точки зору діапазону частот, еквівалентної добротності та управління параметрами НПІ є конвертор провідності, виконаний на біполярному транзисторі за схемою з спільною базою.

У літературі [1, 2] приведені результати експериментальних та теоретичних досліджень еквівалентних напівпровідникових індуктивних елементів для режиму малих амплітуд. Але це не дозволяє оцінити параметри еквівалентної індуктивності у режимі великого сигналу, який характерний для генераторних схем, тому авторами проведені експериментальні дослідження еквівалентних параметрів НПІ, яка реалізована конвертором опору та транзисторі типу 2Т363Б у схемі з спільною базою.

На рис. 1 (а, б) приведені отримані авторами залежності еквівалентної індуктивності та опору від амплітуди змінної напруги при змінних токах емітера, відповідно. Конвертований опір дорівнює 91 Ом при колекторній напрузі 5 В на частоті сигналу 300 МГц.

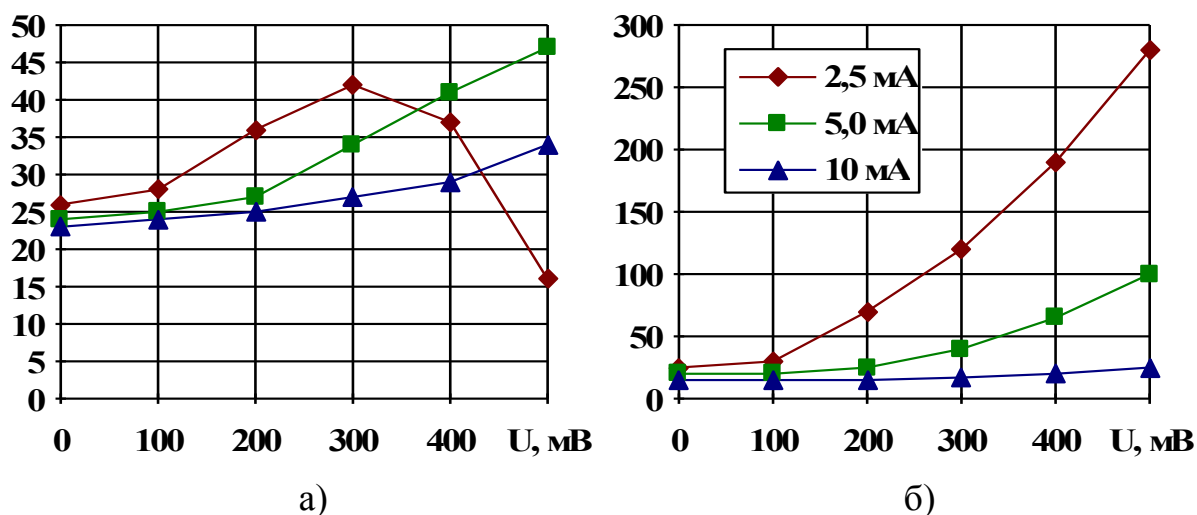


Рис. 1. Амплітудна залежність параметрів НПІ при різних токах емітера: а) індуктивності, нГн; б) опору, Ом

На рис. 2 (а, б) приведені залежності еквівалентної індуктивності та опору від амплітуди змінної напруги для різних частот. Конвертований опір дорівнює 54 Ом при колекторній напрузі 5 В та току емітера 10 мА.

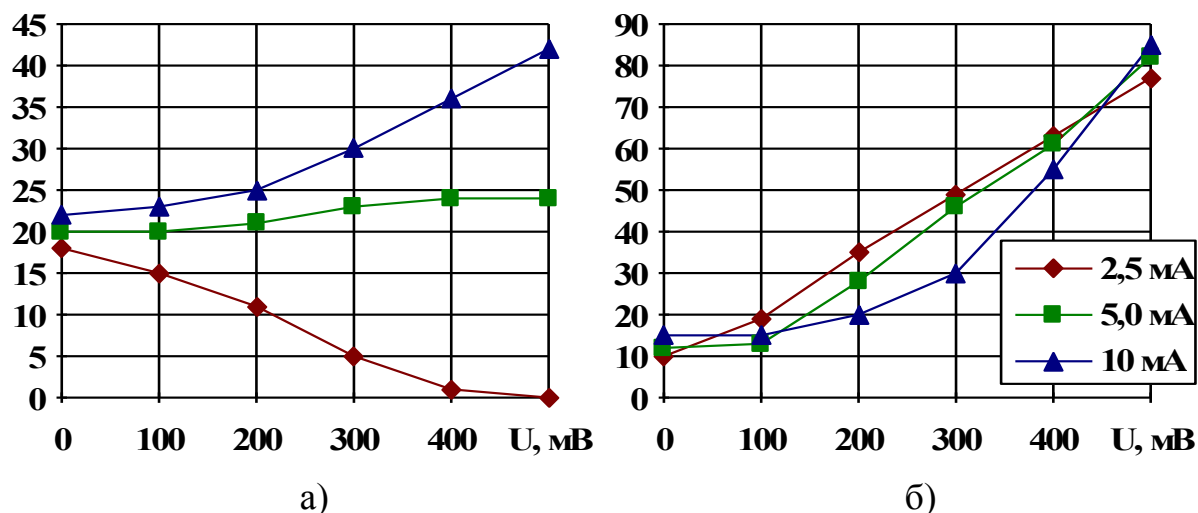


Рис. 2. Амплітудна залежність параметрів НПІ при різних частотах:
 а) індуктивності, нГн; б) опору, Ом

Найбільш прийнятним для створення коливальних систем генераторів діапазонів ВЧ - УВЧ з точки зору забезпечення робочого діапазону частот, простоти реалізації основних характеристик, енергоспоживання та можливості управління параметрами еквівалентної індуктивності є конвертор провідності. Параметри його еквівалентної індуктивності залежать від амплітуди та частоти вхідного сигналу. Отримані залежності дозволяють конструювати генератори з НПІ, керовані напругою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Осадчук В.С. Индуктивный эффект в полупроводниковых приборах.- К.: Вища школа, 1987.- 155 с.
2. Филинюк Н.А. Активные СВЧ фильтры на транзисторах.- М.: Радио и связь, 1987.- 112 с.