

knowledge of related disciplines and comprehensive digitalization. Integration is possible through the creation of a complex practice-centric discipline, which is based on the ideology of end-to-end design and provides an opportunity to form the necessary skills in the use of modern software in the students of education. The authors of the work have formulated separate areas of project and technological engineering in which the use of digital modeling is expedient. As an example, the implementation scheme of the method of end-to-end design of a welded beam metal structure is given.

Keywords: shipbuilding, master's degree, teaching methods, end-to-end design, digital modeling.

УДК 621.382.2

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ПІДСИЛЕННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ Р-N-P ТРАНЗИСТОРІВ ПРИ ПІДВИЩЕНОЇ ЩІЛЬНОСТІ СТРУМУ

Фролов О.М.

кандидат технічних наук

доцент кафедри автоматики та електроустаткування

*Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування
ім. адмірала Макарова*

м. Херсон, Україна

iskanderfrolov52@gmail.com

Субботкіна О.П.

викладач кафедри автоматики та електроустаткування

*Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування
ім. адмірала Макарова*

м. Херсон, Україна

esubbotkina4@gmail.com

Анотація. Отримані дані дослідження дозволяють визначити коефіцієнти підсилення в залежності від струму, що протікає на ланці зниження коефіцієнту підсилення при великій щільності струму в горизонтальних (латеральних) р-п-р транзисторів.

Ключові слова: горизонтальний р-п-р транзистор, коефіцієнт підсилення.

Вступна частина

Поряд з п-р-п транзисторами, що мають вертикальну структуру, в біполярних мікросхемах часто використовуються комплементарні р-п-р транзистори з горизонтальною структурою, як показано на рисунку 1.

Вертикальний п-р-п

Горизонтальний р-п-р

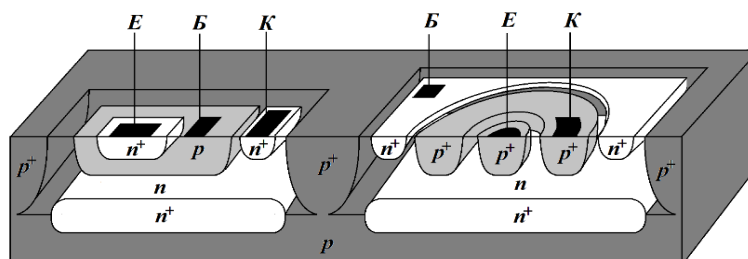


Рис.1. Перетин вертикального п-р-п і горизонтального (бічного) р-п-р транзистора в мікросхемі

Використання такої комбінації транзисторів зручно, так як використовуються однакові дифузійні шари, що не ускладнює технологію біполярних мікросхем [1]. Однак параметри і характеристики комплементарних горизонтальних р-п-р транзисторів мають підпорядковане відношення до параметрів основних вертикальних п-р-п транзисторів. Вони мають менший коефіцієнт підсилення, менші робочі струми та нижчі робочі частоти. Для отримання більш високих коефіцієнтів посилення розміри горизонтальних р-п-р транзисторів повинні бути по можливості мінімальними для зменшення площі кристала мікросхеми. Але через це та через особливості горизонтальної будови через них протікає невеликий струм.

Мета роботи

Досить великі площі горизонтальних конструкцій не дозволяють використовувати велику кількість паралельних горизонтальних транзисторів. Тому горизонтальні р-п-р транзистори в мікросхемах працюють при підвищеній щільності струму. Метою роботи є встановлення залежності коефіцієнтів підсилення р-п-р транзисторів від струму.

Основна частина

Залежності $B_N=f(I_K)$ були досліджені експериментально на тестових елементах кристалів аналогових мікросхем КР1031ХА1 призначених для керування безконтактними двигунами постійного струму.

Електричні параметри і характеристики вимірювалися на установці Л2-56. На підставі отриманих результатів побудовані графіки залежності максимальних, мінімальних та типових значень коефіцієнтів підсилення горизонтальних р-п-р транзисторів від струму колектору за напівлогарифмічною шкалою, наведені на рисунку 2.

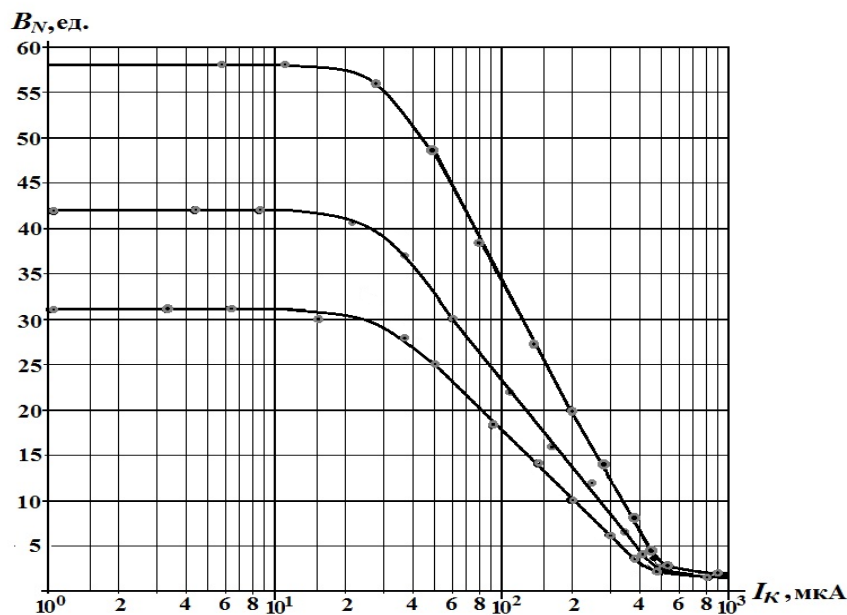


Рис.2. Залежність коефіцієнта посилення від струму колектору для горизонтальних р-п-р транзисторів в мікросхемі КР1031ХА1

Аналіз залежності коефіцієнта підсилення по струму р-п-р транзисторів в області зменшення коефіцієнта підсилення від струму колектору при високій щільності струму показує, що зниження коефіцієнта підсилення відбувається за законом, близьким до логарифмічного. За залежністю коефіцієнтів підсилення, представленій на рисунку 2, можна виділити кілька критичних точок, пов'язаних з процесами накопичення заряду в основних областях горизонтальних р-п-р транзисторів - це критичні струми I_{K1} , I_{K2} та I_{K3} , які наведені на рисунку 3.

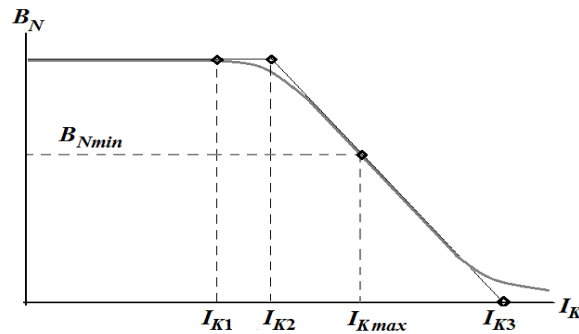


Рис.3. Типова залежність коефіцієнта посилення від струму колектору

При струмі I_{K1} накопичення носіїв заряду в базі практично відсутнє. При струмі I_{K2} починається накопичення носіїв заряду тільки в активній базі р-п-р транзистора. При струмі I_{K3} відбувається сильне накопичення носіїв заряду в активній і пасивній областях горизонтального р-п-р транзистора [2, 3].

У діапазоні струмів від I_{K2} до I_{K3} при високій щільності струму в області зменшення підсилення можна оцінити коефіцієнт підсилення горизонтального р-п-р транзистора за допомогою виразу:

$$B_{P(I_x)} = B_P \cdot \frac{\ln\left(\frac{I_{K3p}}{I_x}\right)}{\ln\left(\frac{I_{K3p}}{I_{K2p}}\right)}; \quad (1)$$

де: - I_x - струм колектору, при якому визначається коефіцієнт підсилення, – максимальний робочий струм;

- $B_{P(I_x)}$ — коефіцієнт підсилення по струму горизонтального р-п-р транзистора на струмі I_x ;

- B_P - коефіцієнт підсилення, коли струм колектору I_{K1p} .

В основному в мікросхемах з горизонтальними р-п-р транзисторами вони працюють в діапазоні струмів від I_{K2p} до I_{K3p} .

Висновки

1. Дослідження залежності коефіцієнта підсилення від струму колектору для горизонтальних р-п-р транзисторів біполярних мікросхем дозволяють виділити від цих залежностей три значення струму, які пов'язані з різним ступенем накопичення носіїв заряду в базі транзистора.

2. Визначено вираз для оцінки коефіцієнта підсилення по струму горизонтальних р-п-р транзисторів при різних робочих струмах в області зниження коефіцієнта підсилення при високій щільності струму.

3. Отриманий вираз дозволяє спростити розрахунки горизонтальних р-п-р транзисторів при розробці нових мікросхем керування електроприводами.

Література

Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. Учебное пособие для вузов. – М.: Сов. радио, 1980. – 424 с.

Зи С. Физика полупроводниковых приборов: В 2-х книгах. Книга 1. Перевод с англ. - 2-е переработанное и дополненное изд. - М.: Мир, 1984.- 456 с.

Кремниевые планарные транзисторы. Под ред. Я.А. Федотова. – М.: Сов.радио, 1973. – 336 с.

DETERMINATION OF GAINS HORIZONTAL P-N-P TRANSISTORS AT ELEVATED CURRENT DENSITIES

Frolov Aleksandr, Subbotkina Olena

Kherson Educational and Research Institute of the National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov, Kherson, Ukraine

Annotation. The obtained research data make it possible to determine the gain factors from the collector current at the gain decay site at high collector current densities for a horizontal (lateral) p-n-p transistor.

Keywords: horizontal p-n-p transistor, gain.

УДК 005.8:338.28

УПРАВЛІННЯ ВАРТІСТЮ В ІНФРАСТРУКТУРНИХ ПРОЄКТАХ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Подаєнко М.Ю.

*асистент Навчально-наукового центру морської інфраструктури
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна,
podaenkomarina@gmail.com*

Анотація. Проєкти розробки та впровадження альтернативних джерел енергії потребують вдосконалення методів та моделей управління ними. Розроблено модель управління вартістю в проєктах створення систем теплозабезпечення на основі використання біопалива, а саме відходів деревини.

Ключові слова: альтернативні джерела енергії, управління проєктами, модель, вартість

Вступ. На теперішній час створення та впровадження в господарську діяльність альтернативних джерел енергії є визнаним світовим трендом[1,2].

Розвиток використання альтернативних джерел енергії в Україні вважається (рис.1) перспективним[3], та таким, що зможе суттєво впливати на її енергетичну безпеку.



Рис.1 Зростання долі відновлюваних джерел енергії в енергетичному балансі України

Одним з напрямків підвищення ефективності проєктів слід вважати вдосконалення методів та моделей управління ними.

Метою роботи є розробка моделі управління вартістю в проєктах створення систем теплозабезпечення на основі використання біопалива, а саме відходів деревини.

Основна частина. Особливістю проєктів розробки та впровадження альтернативних джерел енергії слід вважати багатофакторну залежність вартості складових: