

## **ВИСОКОЛІНІЙНИЙ ДВОТАКТНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ СТРУМУ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРА ФУНКЦІЙ НА БАЗІ БАГАТОРІЗЯДНОГО ЦАП**

**О. Д. Азаров, д.т.н., професор;  
В. А. Гарнага к.т.н., ст. викладач; А. М. Девдюк**

Розвиток сучасних технологій дозволив по новому підійти до проблеми побудови високоточних генераторів форм сигналів. Покращення технології виготовлення цифрових інтегральних мікросхем дало змогу втілити у життя теорію прямого цифрового синтезу різних форм сигналів. Ідея прямого цифрового синтезу полягає у формуванні аналогового сигналу шляхом видачі на високолінійний ЦАП з постійного запам'ятовуючого пристрою відліків з таблиці одного періоду сигналу. Лінійність сигналу та його максимальна частота при використанні цього методу залежить лише від швидкодії та якості цифро-аналогового перетворювача. Водночас важливою задачею є розробка високолінійного драйвера для забезпечення необхідної потужності сигналу. Для забезпечення високих статичних і динамічних характеристик такого пристрою необхідне застосування двотактної симетричної структури підсилювача.

Історія розробки підсилювачів постійного струму на біполярних транзисторах розпочалася із однотоктної асиметричної структури з вхідним диференційним каскадом. Проте такі підсилювачі мали ряд недоліків. Згодом технологія виробництва елементної бази стала досконалішою, що дозволило будувати підсилювачі за двотактною структурою. Двотактні схеми завоювали ринок через ряд своїх переваг перед однотоктними:

- 1) більша максимальна частота повної неспотвореної

потужності і здатність керувати більшими зовнішніми навантаженнями;

2) вища швидкість наростання вихідного сигналу;

3) менша чутливість до інвертування вхідної ємності.

Метою дослідження було розгляд основних підходів та структурних схем підсилювачів, вибір найперспективнішого напрямку роботи та розробка двотактного симетричного підсилювача постійного струму. Результатом роботи є отримання основних статичних та динамічних характеристик підсилювача у середовищі моделювання MicroCap9.0 та виготовлення діючої моделі підсилювача з використанням транзисторних зборок.

Основною проблемою при виготовленні двотактних підсилювачів є розкид параметрів елементів. Для врівноваження коефіцієнта підсилення по обом каналам використано двонаправлений відбивач струму та спеціалізовані відбивачі струму. Також для припасування параметрів транзисторів використано струмообмежуючі резистори. Для реалізації обрано транзистори BC846s/856s з граничною частотою одиничного підсилення 300МГц та коефіцієнтом підсилення 200-400. Отримані характеристики, що досліджено на сучасних цифрових приладах, збіглися з результатами комп'ютерного моделювання.

Наступним кроком було виготовлення генератора сигналів. Його побудовано на мікропроцесорі фірми Atmel AT90USB162, що має вбудований апаратний USB, що значно спрощує процес керування генератором з комп'ютера. В свою чергу мікроконтроллер управляє мікросхемою AD9833, що являє собою DDS-генератор із вбудованим цифро-аналоговим перетворювачем розрядністю 10 біт. Програмне забезпечення на комп'ютері спілкується з приладом через віртуальний COM-порт та передає інформацію про необхідну форму сигналу, частоту та фазу. В результаті дослідження було отримано результати, які підтверджують комп'ютерне моделювання та свідчать про високу лінійність генератора сигналів в цілому.