

## МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ІНТЕГРОВАНОЇ МІКРОСХЕМИ НИЗЬКОЧАСТОТНОГО ОПЕРАЦІЙНОГО ПІДСИЛЮВАЧА

Кузенков Д. С., студент

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

В наш час операційні підсилювачі мають дуже широке застосування за рахунок своєї універсальності та характеристикам, близьким до ідеальних.

Завдяки сучасним програмним пакетам є можливість виконати моделювання такої складної схеми та дослідити її роботу. Це дозволяє виявити недоліки раніше створених схем та створити схему з кращими показниками. Моделювання у таких програмних пакетах суттєво зменшує затрати при розробленні електричних схем і спрощує електричні розрахунки.

Схема, що проектується (рис. 1), за своєю структурою схожа на підсилювач КД140УД2. Цей підсилювач живиться від джерела постійної напруги 12,6 В та має підсилення приблизно 20000. Виконавши моделювання було виявлено, що в деяких вузлах схеми є суттєві спотворення і реальний коефіцієнт підсилення менше потрібного значення [1].

Операційний підсилювач КД140УД2 створювався за радянських часів, коли технології виготовлення мікросхем були на низькому рівні, відносно сучасних технологій. Але тепер технологічний рівень дозволяє створити підсилювач з кращими показниками.

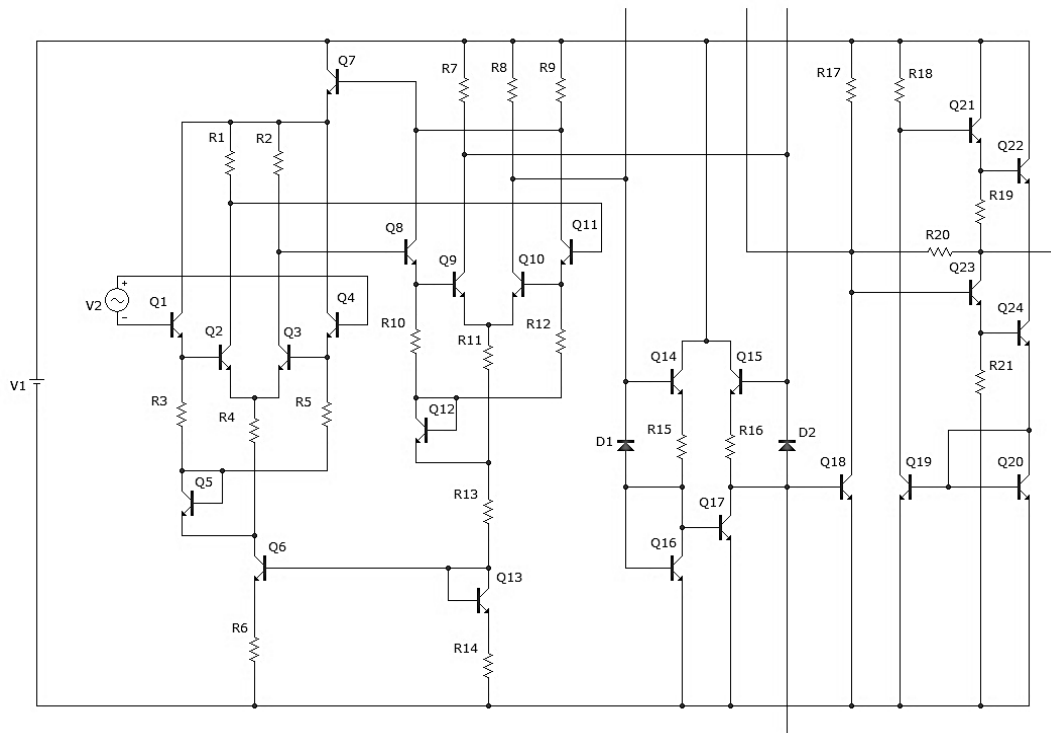


Рис. 1. Схема операційного підсилювача

Моделювання виконується в програмному пакеті *MicroCAP*, який призначений саме для таких досліджень, має велику базу елементів та широкий спектр варіантів досліджень [2].

### **Відмінності схеми від аналогів**

Як вже було зазначено, найближчим аналогом являється підсилювач КД140УД2. Структура перших двох каскадів дуже схожа, але характеристики схеми КД140УД2 гірші. Коефіцієнт підсилення першого каскаду складає приблизно 200, окрім цього синусоїдальний сигнал має трохи спотворену форму, тобто з'являються гармоніки. Це пов'язано з ємностями *p-n* переходів транзисторів каскаду. У запропонованій схемі використовуються інші транзистори, які мають ємності переходів на порядок менші ніж у схемі аналогу. Як результат, форма сигналу на виході каскаду практично повністю зберігає форму, а при вірному виборі опорів в каскаді забезпечуються лінійні режими роботи транзисторів та підсилення, більше ніж у каскаді КД140УД2. Коефіцієнт підсилення становить 250.

Стосовно другого каскаду ситуація схожа. Однак, оскільки у першому каскаді КД140УД2 на виході присутні гармоніки, то другий каскад безпосередньо підсилює їх також, і як результат — на виході другого каскаду маємо ще більш спотворений сигнал. Можливо для пристроїв, де цей підсилювач використовувався, це було допустимо і задовольняло технічним умовам, але якщо наша схема має кращі характеристики, то відповідно і сфера застосування такого підсилювача буде більш різноманітною.

Другий каскад КД140УД2 має підсилення біля 100, і оскільки він побудований на тих самих транзисторах, що і перший — він також породжує гармоніки, які в свою чергу накладаються на гармоніки першого каскаду. В нашому випадку другий каскад використовує такі ж моделі транзисторів як і перший, і відповідно має менший коефіцієнт гармонік ніж другий каскад аналогу. Коефіцієнт підсилення складає приблизно 120.

Підведемо підсумок. Загальний коефіцієнт підсилення КД140УД2 приблизно 20000, а у запропонованого підсилювача — приблизно 30000. Це значно краще, не кажучи про менший коефіцієнт гармонік. Схема також має додаткові входи корекції, що дозволяють робити підсилювач керованим елементом.

### **Література**

1. Прищепа М. М. Мікроелектроніка частина 2 — Елементи мікросхеми техніки / Під ред. М. М. Прищепи — К. : Вища школа, 2006. — 504 с.
2. Резевиг В. Д. Схемотехническое моделирование с помощью Micro-Cap / В. Д. Резевиг — М. : Горячая линия — Телеком, 2003. — 368 с. — ISBN 5-93517-127-9.