

Лекція 5

Структури ЦАП

План лекції

- 5.1. ЦАП з додаванням струмів і ключами напруги.
- 5.2. ЦАП з додаванням струмів та струмовими ключами.
- 5.3. ЦАП з генераторами струму та зваженими резисторам.
- 5.4. ЦАП з генераторами струму і резисторами R-2R.

5.1. ЦАП з додаванням струмів і ключами напруги

Такий ЦАП складається із суматора (операційний підсилювач), джерела напруги u_0 . Під дією $N_{ВХ}$ змінюється стан ключів і відповідно змінюється $u_{ВІХ}$.

Схема має такі властивості:

1. $u_{ВІХ}$ можна змінювати за допомогою резисторів від'ємного зворотнього зв'язку $R_{ВЗЗ}$.
2. Можна зміщувати рівень вихідної напруги за допомогою введення $u_{ЗМ}$.
3. Можна змінювати вих. напругу, змінюючи полярність u_0 .

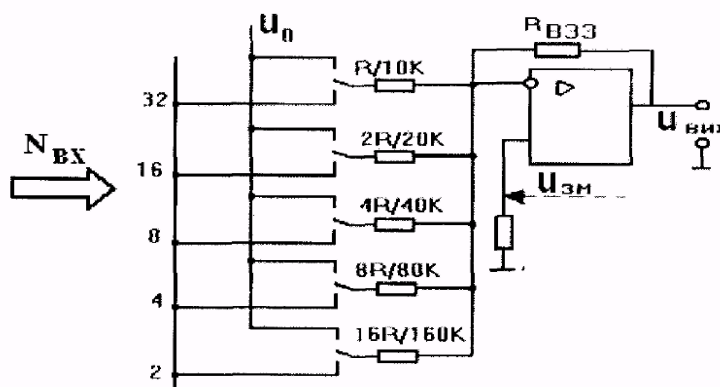


Рис. 5.1. ЦАП з додаванням струмів і ключами напруги

$$u_{вих.i розр} = -u_0 \cdot \frac{R_{взз}}{R_{розр}}$$

Недоліки:

- 1) Похибка від нестабільності u_0 .
- 2) Чим менше значення резистора в старшому розряді, тим більші вимоги до остаточного опору ключа в цьому розряді.
- 3) Опір контактів відносно резисторів схеми повинен бути менше ОМР.
- 4) Ключі знаходяться під напругою u_0 , як наслідок виникають струми витоку, при цьому виникає похибка.
- 5) Нагрівання резисторів різне при різних кодових комбінаціях.
- 6) Між резисторами істотні відмінності (при 10-розр.вхідному кодирезистори відрізняються у 512 разів.

5.2. ЦАП з додаванням струмів та струмовими ключами

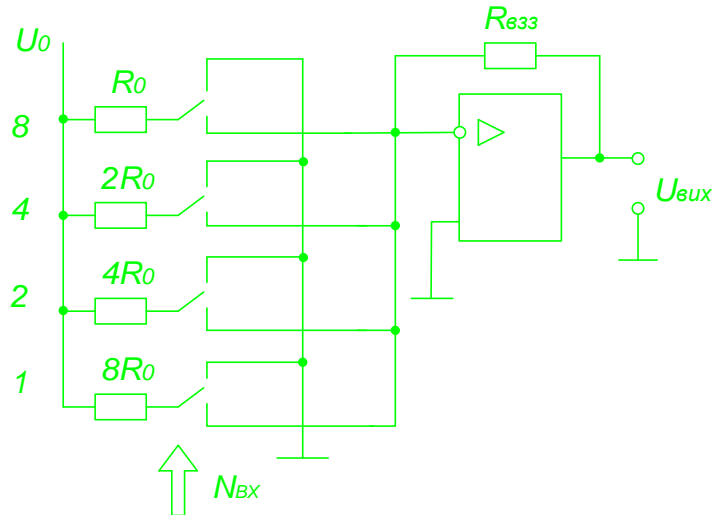


Рис. 5.2. ЦАП з струмовими ключами

Напряга на виході ЦАП при замиканні ключа i -го розряду:

$$u_{вих.i \text{ розр.}} = -u_0 \cdot \frac{R_{взз}}{8R_0} \cdot 2^i$$

Це схема зі "зваженими" резисторами.

Струм усіх вхідних резисторів підсумовується резистором від'ємного зворотнього зв'язку $R_{взз}$.

Потенціал між контактами ключів близький до нуля (віртуальна земля - спільна шина), внаслідок чого струми витoku усіх ключів практично відсутні і, таким чином, похибка всього ЦАП зменшується. Перехідні процеси при перезарядках ємностей ключів незначні і це збільшує швидкодію такого ЦАП у декілька разів.

Незалежно від вхідного коду струми через резистори не змінюються, тому створюється стабільне температурне поле, яке охоплює всі резистори, і вплив на дрейф нуля операційного підсилювача мінімізується.

Недоліки:

1) значна відмінність між номінальними значеннями резисторів, що мало прийнятне для сучасних технологій виготовлення інтегральних схем.

2) залишковий опір ключів впливає на точність схеми так само, як і в схемі рис.5.1.

5.3. ЦАП з генераторами струму та зваженими резисторам

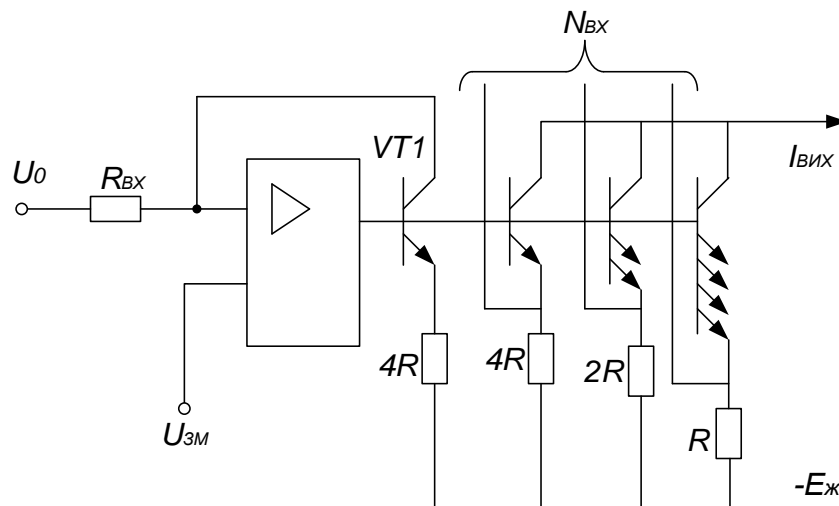


Рис.5.3. ЦАП з генераторами струму

За рахунок глибокого ВЗЗ струм колектору транзистора VT1 дуже стабільний і визначається u_0 та R_{BX} . Інші транзистори теж мають стабільний струм (вони генератори струму), тому що їх характеристики в інтегральній схемі близькі до транзистора VT1. Для того, щоб ця близькість була ще кращою, густину струму в емітерах забезпечують постійною. Таким чином забезпечується стабільність струмів в розрядах ЦАП при подачі нульового коду. При приході логічної одиниці (позитивна напруга) на емітер транзистора він надійно закривається. Тобто в такій схемі практично вирішено питання впливу ключів на характеристики ЦАП.

5.4. ЦАП з генераторами струму і резисторами R-2R

Ця схема вбирає в себе всі переваги попередньої схеми, але має позитивний доробок із-за застосування матриці резисторів R-2R і однакових генераторів струму. Матриця резисторів R-2R в кожній точці під'єднання ключів має напругу в два рази менше, чим у сусідній, тобто це ланцюговий подільник «на два». В такій матриці кількість резисторів зростає в два рази, проте їх опір менше і загальна площа стає меншою, значення резисторів тільки два, що спрощує технологію їх виготовлення.

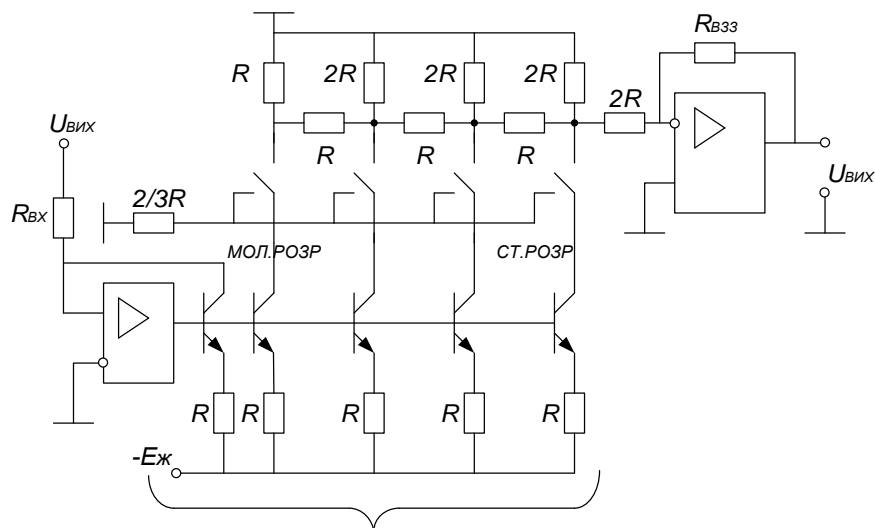


Рис.5.4. ЦАП з генераторами струму і резисторами R-2R