

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

**«Лінійні пристрої аналого-цифрових систем, що самокалібруються, на базі ЦАП із ваговою надлишковістю»**

студент групи 2КІ-16м  
Яворський Дмитро  
науковий керівник  
д.т.н., проф. Азаров О.Д.

**Актуальність дослідження:** На теперішній час відсутні серійні функціонально закінчені схеми аналого функціональних вузлів для багато розрядних АЦП із ваговою надлишковістю.

**Об'єктом** дослідження є підходи побудови аналогових компонентів для багаторозрядних аналого-цифрових систем.

**Предметом дослідження** є аналогові компоненти високоточних аналогово-цифрових перетворювачів та систем цифрового опрацювання сигналів.

### **Наукова новизна:**

- запропоновано підхід що до побудови термокомпенсованих джерел струму і напруги;
- подальшого розвитку отримав метод будови широко смугових двотактних балансних підсилювачів постійного струму;
- подальшого розвитку отримав метод побудови багато розрядних ЦАП із ваговою надлишковістю;
- спосіб схемної реалізації компонентів ДППС із балансним зворотнім зв'язком.

# Задачі досліджень

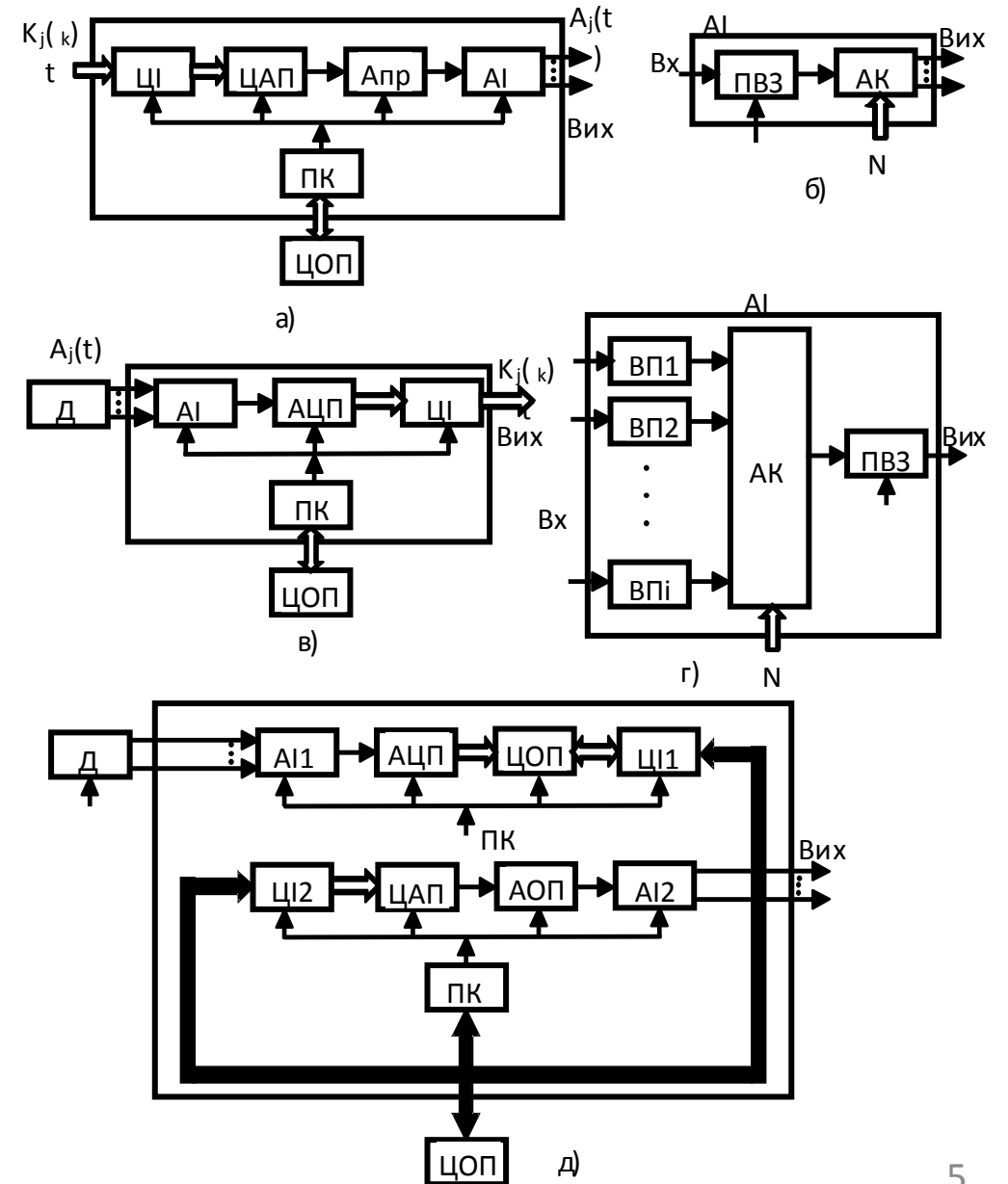
- Проаналізувати існуючі методи побудови аналогових вузлів багато розрядних АЦП, зокрема з ваговою надлишковістю ДППС
- Проаналізувати методи побудови ЦАП на базі двійкових
- Промоделювати статичні та динамічні характеристики запропонованих аналогових вузлів
- Запропонувати новий підхід що до побудови аналогових вузлів порозрядних АЦП що самокалібруються:
  - ДОС
  - ДОН
  - Відбивача струму

## Базові характеристики АЦП

1. Діапазон перетворень :  $-U_{ВХ}, +U_{ВХ}, -I_{ВХ}, +I_{ВХ}$ .
2. Число розрядів: 10-16.
3. Час перетворення.
4. Статичні похибки перетворення.
5. Динамічні характеристики:
  - нерівномірність АЧХ;
  - нелінійність ФЧХ;
  - коефіцієнт нелінійних спотворень.

# Систем перетворення інформації

- а) Система ЦАП;
- б) структура аналогового інтерфейса СЦАП;
- в) Система АЦП;
- г) структура АІ САЦП;
- д) системний АЦП-ЦАП з обробленням даних

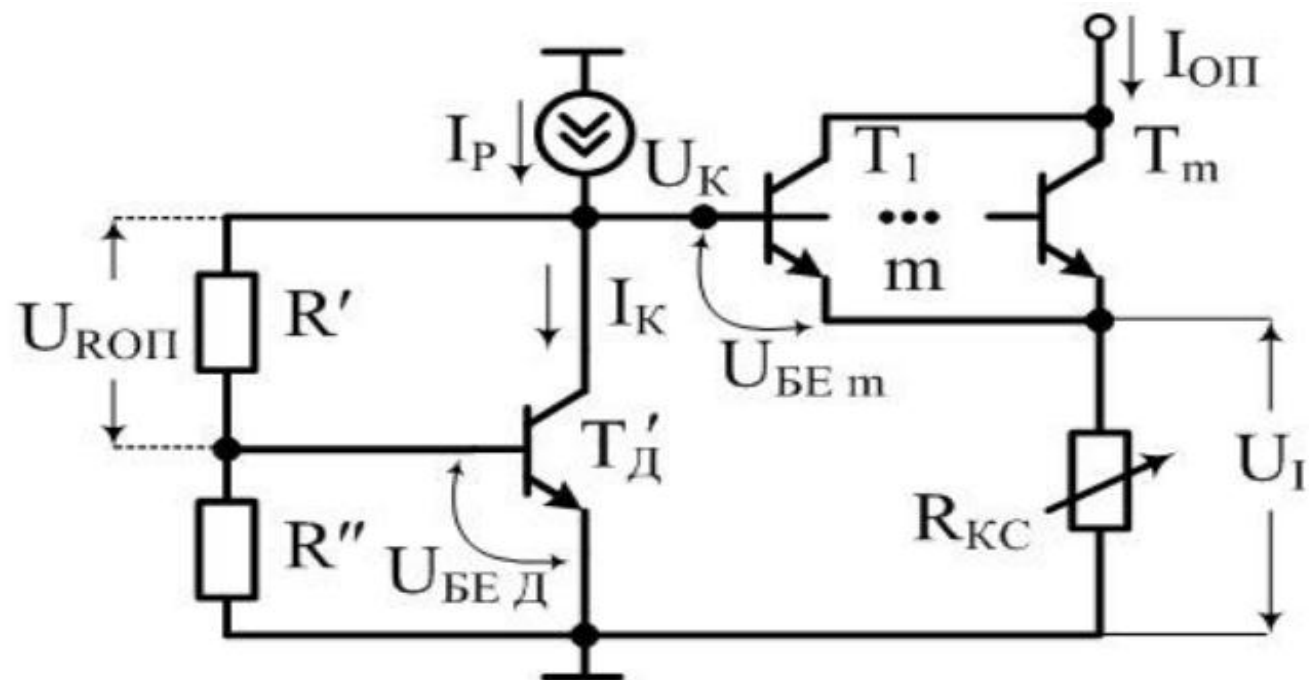
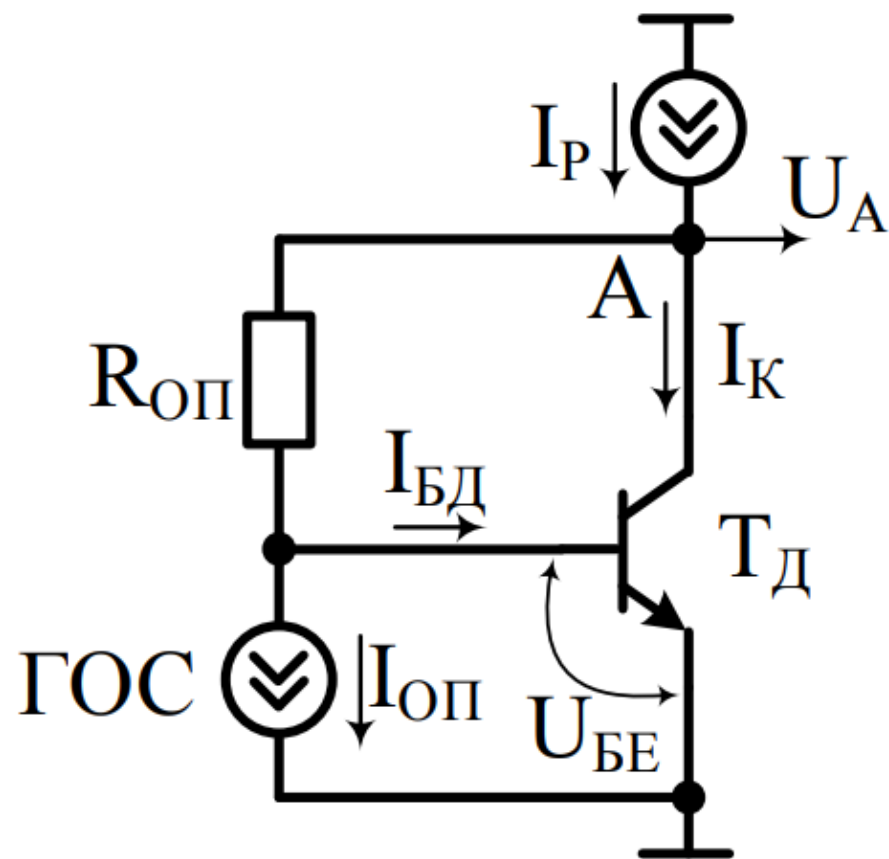


# Недоліки двійкових багато розрядних АЦП

Головний недолі є потреба використання високо точних аналогових вузлів.

Обмеження швидкодії АЦП що обумовлено необхідністю збільшення тривалістю тактів врівноваження

# Джерела опорної напруги



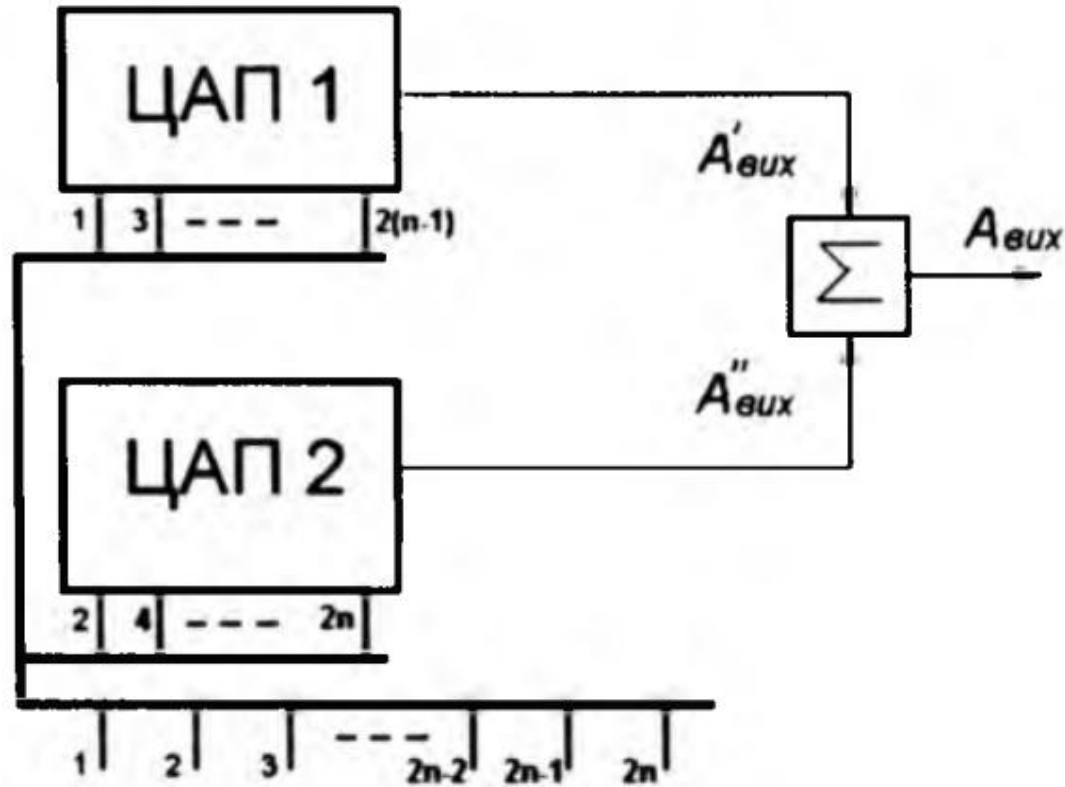
## ЦАП із ваговою надлишковості

Методи побудови надлишкових ЦАП на базі двійкових ЦАП:

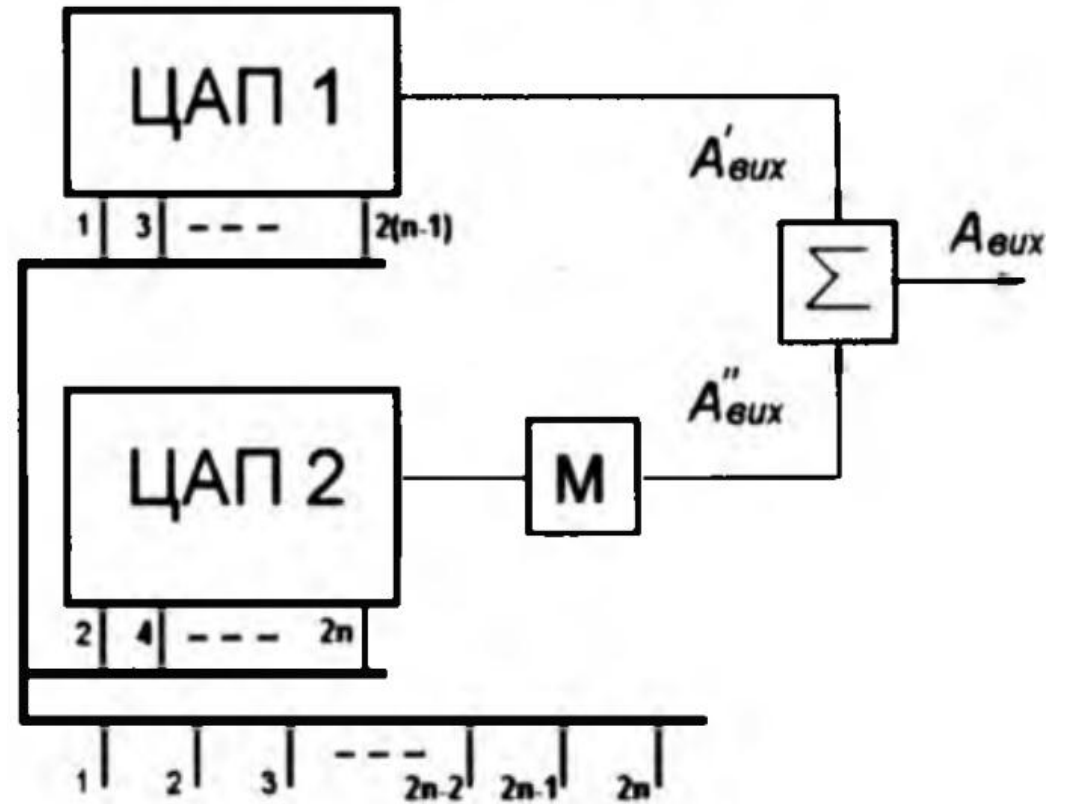
- 1) на базі двох двійкових ЦАП із використанням суматора аналогових;
- 2) ЦАП на базі двох однакових двійкових ЦАП із використанням аналогового суматора і блока масштабування;
- 3) комбінований ЦАП на базі  $m$  однакових двійкових ЦАП з використанням суматора і блоків масштабування.



## ЦАП із ваговою надлишковістю

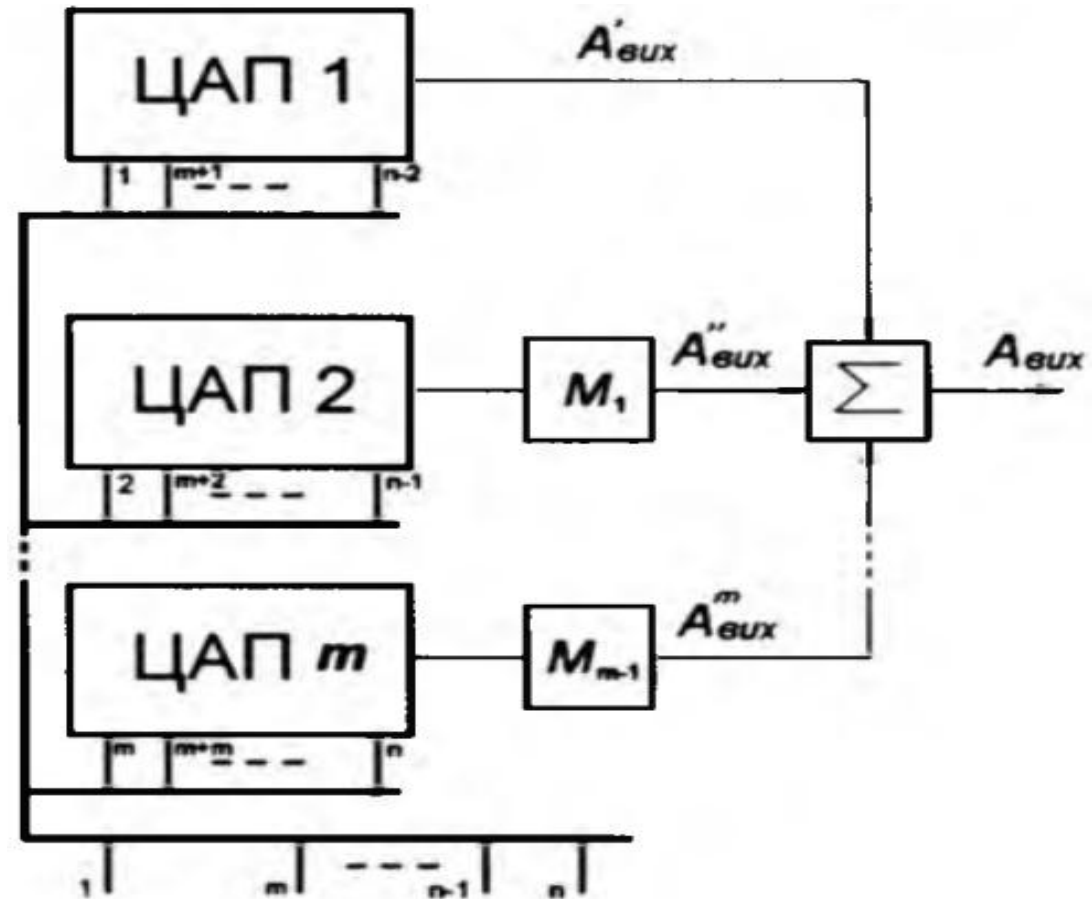


на базі двох однакових двійкових ЦАП з використанням суматора



розташування розрядів ЦАП за методом гребінки

## ЦАП із ваговою надлишковістю

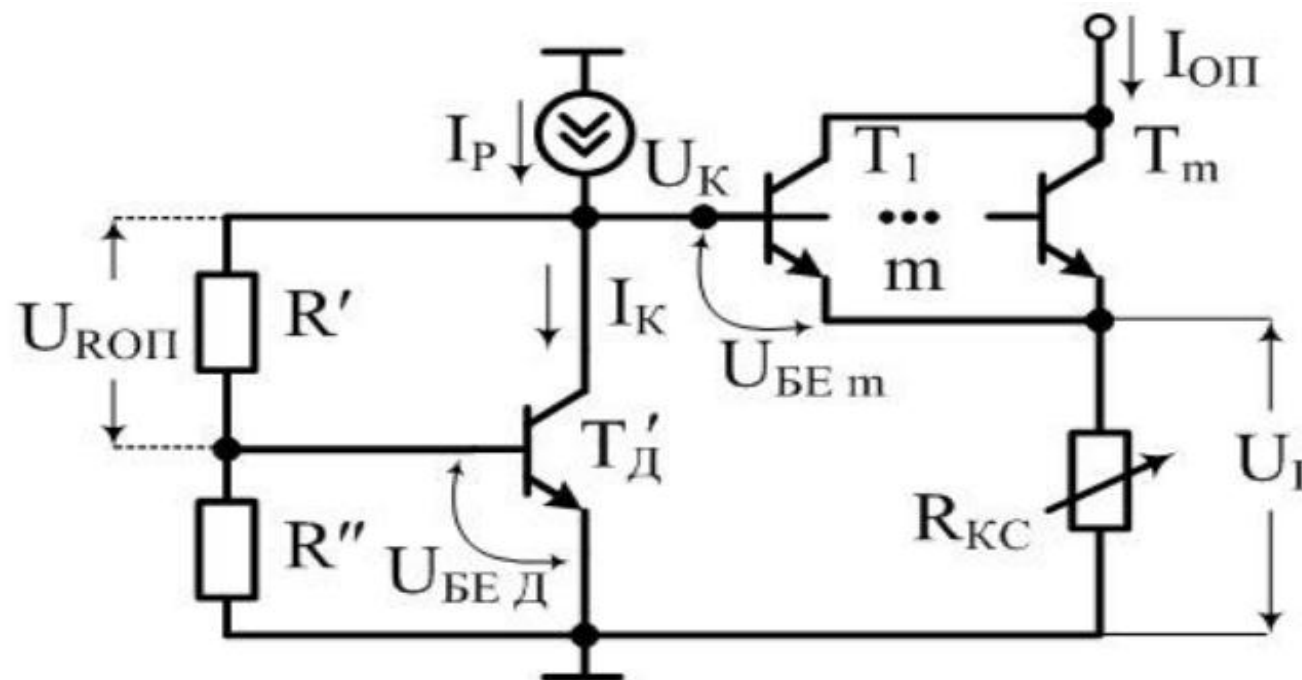
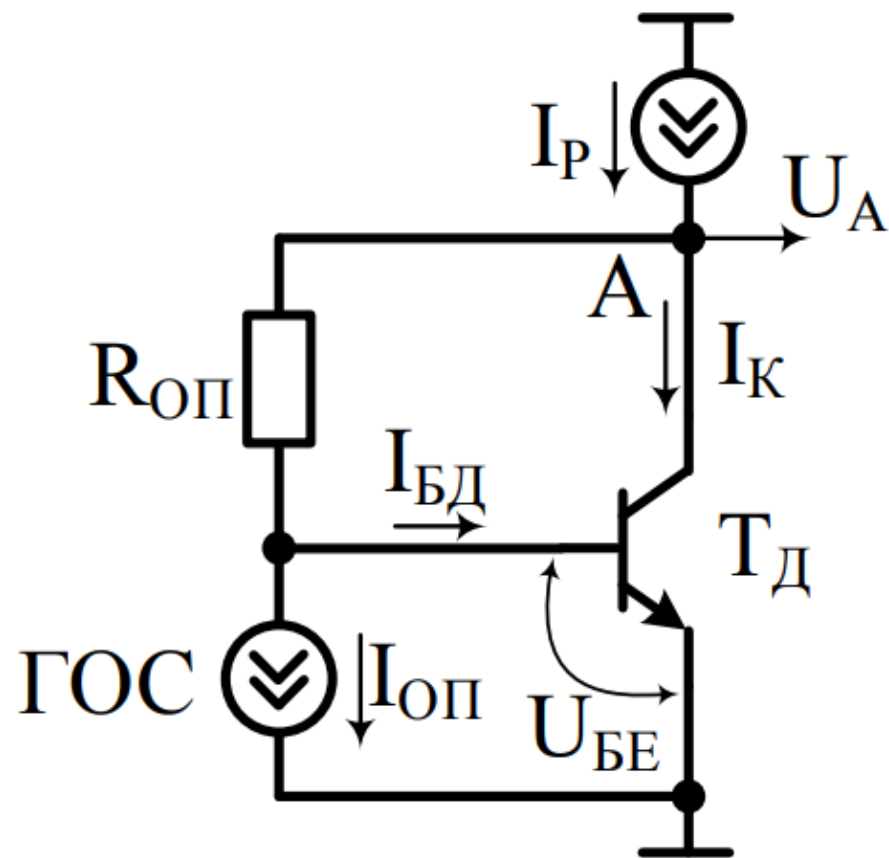


Надлишковий ЦАП із використанням суматора і блока масштабування

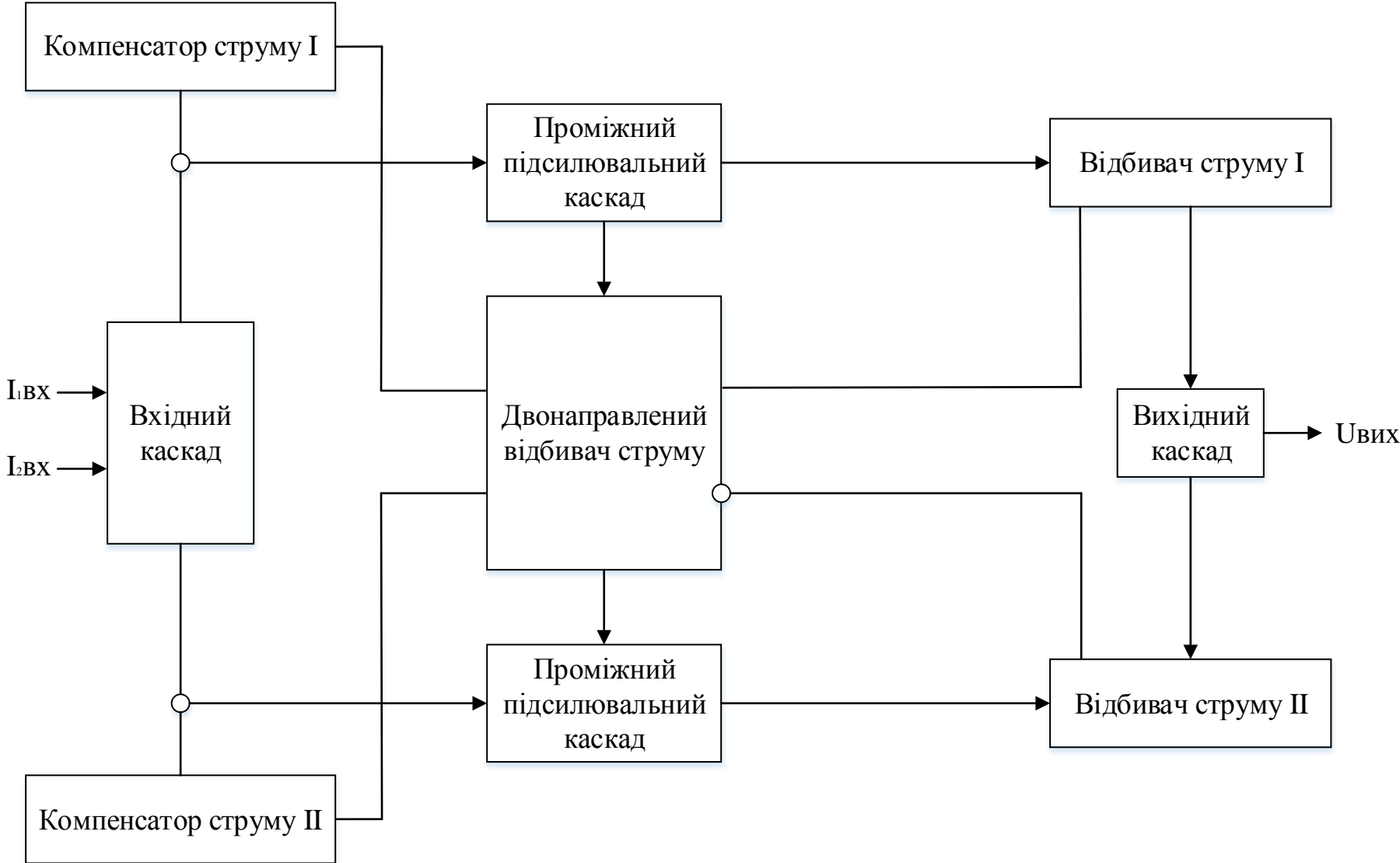
# Джерела опорної напруги й струму

ДОН і ДОС широко використовуються в різноманітних електронних пристроях: АЦП, ЦАП, підсилювачах постійного струму, пристроях вибірки–зберігання аналогових сигналів, джерелах стабілізованої напруги та інших. При цьому точнісні та температурні характеристики останніх значною мірою залежать від аналогічних характеристик джерела опорної напруги й струму.

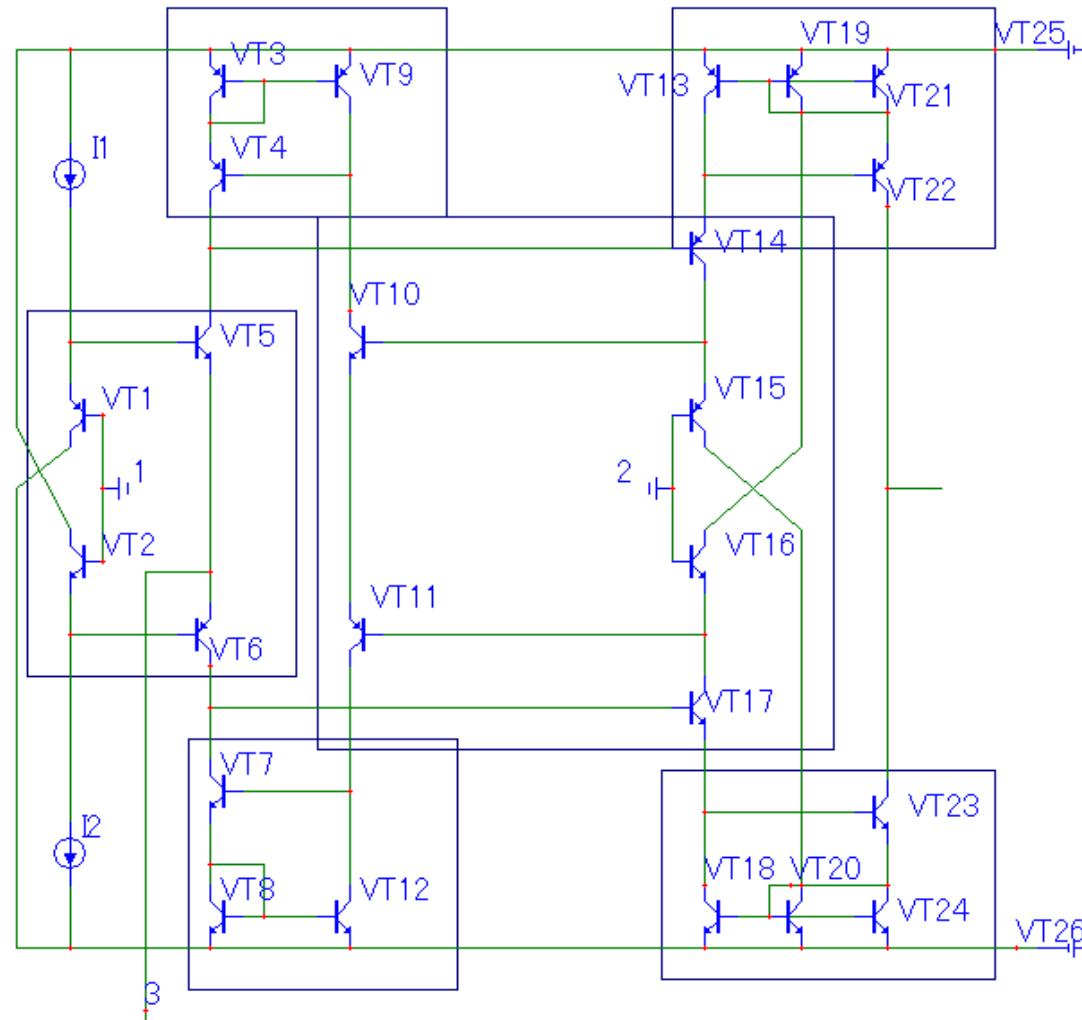
# Джерела опорної напруги



# Структурна схема двотактного симетричного підсилювача струму



# Двотактний симетричний підсилювач струму



Патент на корисну модель «Двотактний симетричний підсилювач струму»

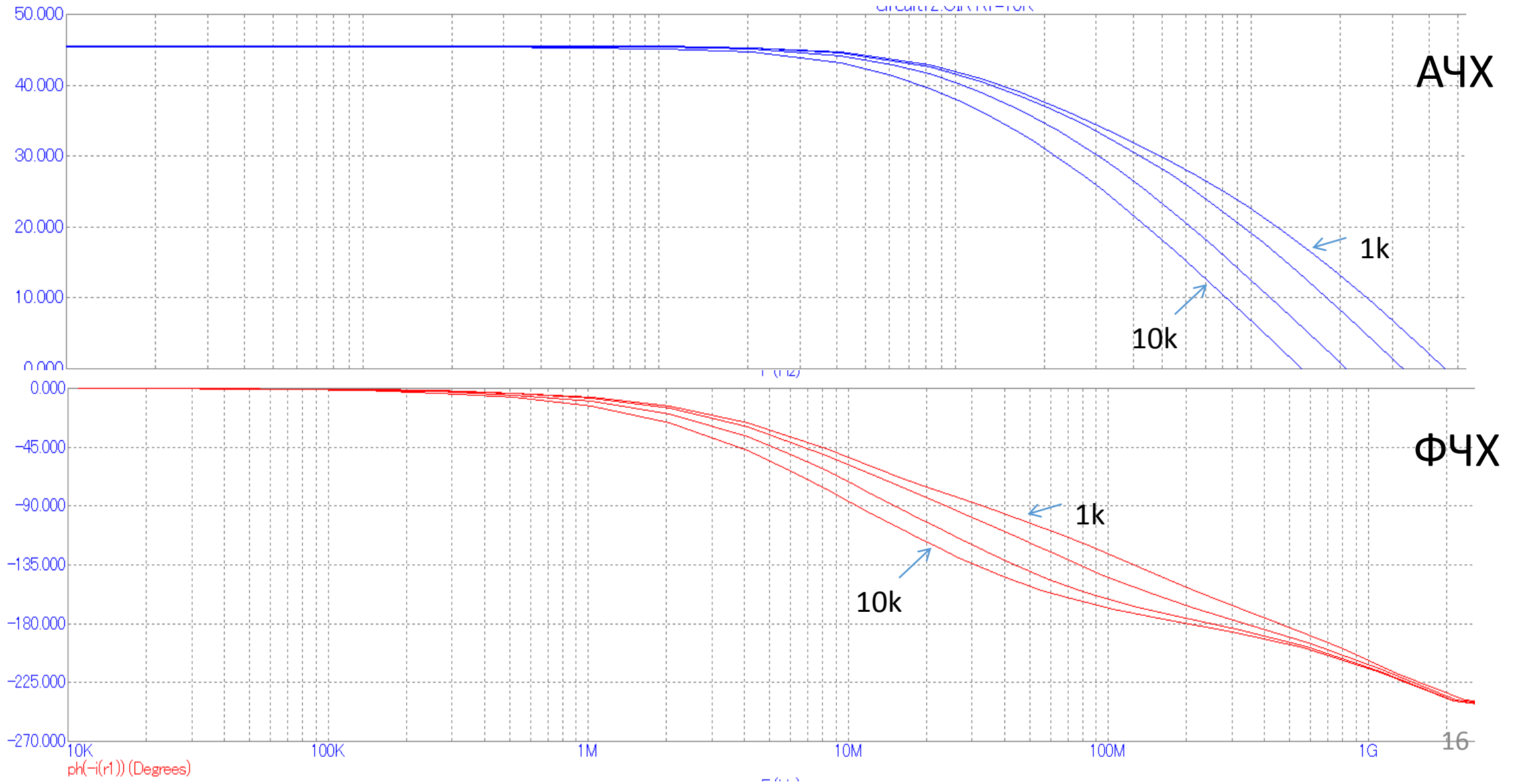
# Малосигнальні коефіцієнти підсилення

Враховуючи структуру ДППС, коефіцієнти передачі по струму такого підсилувача будуть визначатись у вигляді

$$K_{i\Sigma} = \frac{I_{\text{ВИХ}}}{I_{\text{ВХ}}} = K_I + K_{II} = \frac{1}{2} \alpha_{npn} \cdot \beta_{pnp} + \frac{1}{2} \alpha_{pnp} \cdot \beta_{npn},$$

де  $K_I$  і  $K_{II}$  – коефіцієнти передачі верхнього і нижнього тактів підсилення,  $\alpha_{npn}$  та  $\alpha_{pnp}$  – коефіцієнти підсилення по струму вхідних транзисторів VT11 і VT12.

# Динамічні характеристики





# Нелінійні спотворення ДППС

Амплітуда (дБ)	THD, %			
	Частоти			
	1МГц	2МГц	5МГц	10МГц
100	0.063907	0.063894	0.063813	0.063779
200	0.123134	0.122928	0.122756	0.122479
500	15.831	15.822	15.787	15.767
1000	15.459	15.459	15.429	15.326

В ході виконання роботи отримано такі результати:

- проаналізовано вимоги до аналого – цифрових і аналогових пристроїв для систем перетворення сигналів;
- детально існуючі методи побудови лінійних схем компонентів АЦП та їх характеристики;
- проаналізовано методів побудови аналогових компонентів для багаторозрядних аналого-цифрових систем
- виведені рекомендації щодо проектування лінійних пристроїв що самокалібруються;
- промодельовані статичних та динамічних характеристики лінійних схем за допомогою пакету програм Microcap 11.

## Публікації за темоюдослідження

- Патент на корисну модель «Двотактний симетричний підсилювач струму» UA 99337 U;
- Патент на корисну модель «Двотактний підсилювач постійного струму» UA 100340 U.
- Патент на корисну модель «Джерело опорної напруги» UA 117377 U;

## Апробація результатів роботи:

- Участь в XLVI Науково-технічна конференція факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії (2017) з темою «Метод підтримання відмовостійкості багаторозрядних ацп і цап із ваговою надлишковістю»

Дякую за увагу!