

## Модуль 2

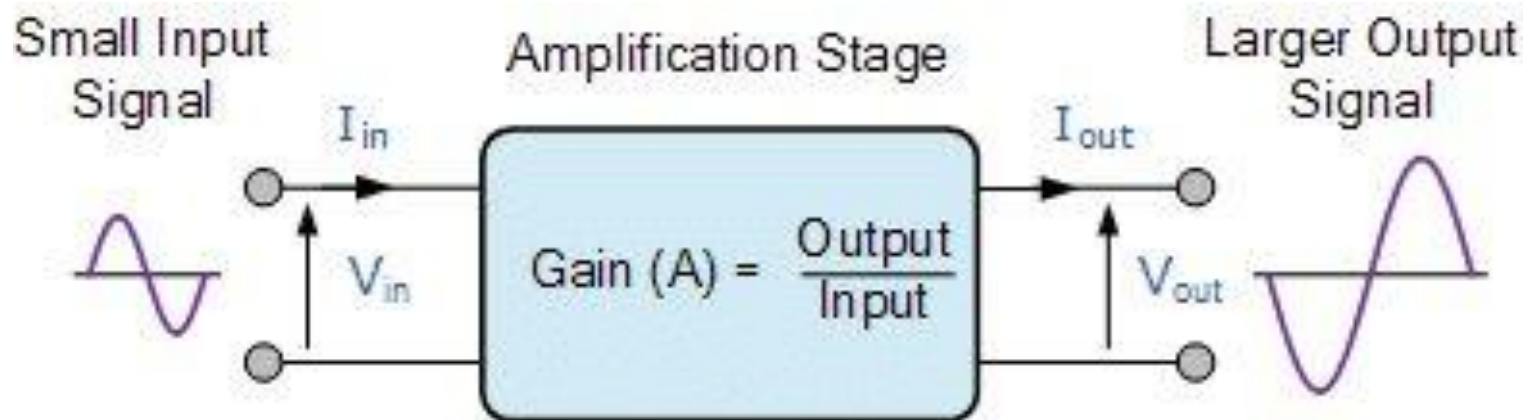
# Транзисторні схеми

## Лекція 2.1

# Загальна теорія підсилювачів

**Підсилювач** - це електронний пристрій або схема, яка використовується для збільшення величини сигналу, поданого на його вхід.

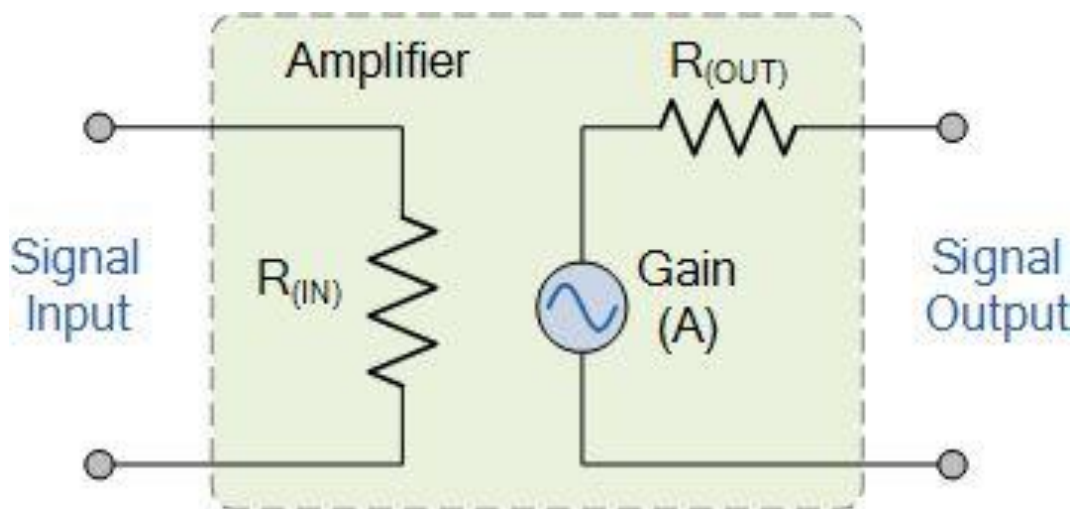
Підсилювач - це загальний термін, що використовується для опису схеми, яка збільшує амплітуду вхідного сигналу. Однак не всі схеми підсилювачів однакові, їх класифікують за конфігурацією схеми та режимами роботи.



# Модель ідеального підсилювача

**Ідеальний** підсилювач потужності має наступні риси:

- має постійне значення коефіцієнту підсилення для різних рівнів (значень) вхідного сигналу;
- на частоту (вихідного) сигналу коефіцієнт підсилення не впливає (тобто всі частоти підсилюються однаково);
- підсилювач не повинен додавати шум до вихідного сигналу;
- на посилення підсилювача не повинна впливати зміна температури (ця властивість називається *температурною стабільністю*);
- рівень коефіцієнту підсилення повинен залишатися сталим протягом тривалого проміжку часу.



Безрозмірні коефіцієнти:

По напрузі:  $A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$

По струму:  $A_i = \frac{I_{out}}{I_{in}}$

По потужності:  $A_p = A_v \cdot A_i$

Виражені у децибелах:

По напрузі:  $a_v = 20 \cdot \lg(A_v)$

По струму:  $a_i = 20 \cdot \lg(A_i)$

По потужності:  $a_p = 10 \cdot \lg(A_p)$

**Задача.** Визначте напругу, струм та посилення потужності підсилювача, що має рівень вхідного сигналу 1 мА при 10 мВ та рівень відповідного вихідного сигналу 10 мА при 1 В. Також виразіть усі три коефіцієнти підсилення в децибелах.

**Розв'язання.** У відповідності з наведеними вище формулами:

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{0,01} = 100$$

$$a_v = 20 \cdot \lg(A_v) = 20 \cdot \lg(100) = 40 \text{ дБ}$$

$$A_i = \frac{I_{out}}{I_{in}} = \frac{10}{1} = 10$$

$$a_i = 20 \cdot \lg(A_i) = 20 \cdot \lg(10) = 20 \text{ дБ}$$

$$A_p = A_v \cdot A_i = 100 \cdot 10 = 1000$$

$$a_p = 10 \cdot \lg(A_p) = 10 \cdot \lg(1000) = 30 \text{ дБ}$$

Як правило, підсилювачі можна розділити на два різних типи залежно від їх потужності або посилення напруги. Один з типів називається *малосигнальним підсилювачем*, або *підсилювачем малого сигналу* (*small signal amplifier*). До цього типу відносяться попередні підсилювачі, інструментальні підсилювачі тощо. Інший тип називають *підсилювачем великих сигналів* (*large signal amplifier*). До цього типу відносять аудіопідсилювачі потужності або підсилювачі комутації живлення. Підсилювачі великих сигналів призначені для посилення великих вхідних сигналів напруги або комутації великих струмів у навантаженні.

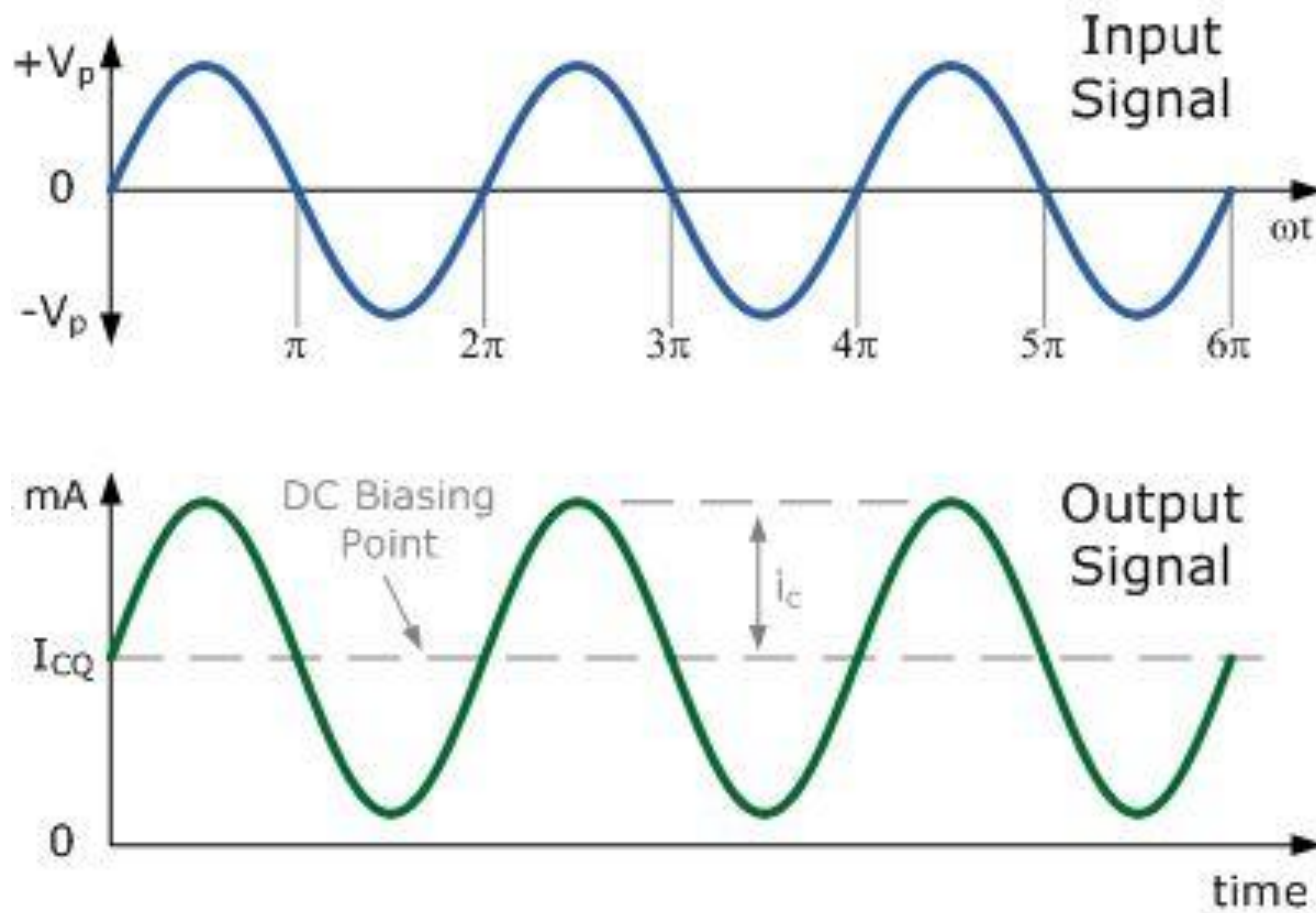
Ідеальний підсилювач дав би нам коефіцієнт корисної дії 100% або, принаймні, вихідна потужність була б рівною вхідній потужності. Однак насправді цього ніколи не може статися, оскільки частина енергії від джерела живлення втрачається у вигляді тепла, бо сам підсилювач споживає енергію під час процесу посилення. Тоді ефективність підсилювача задається як:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

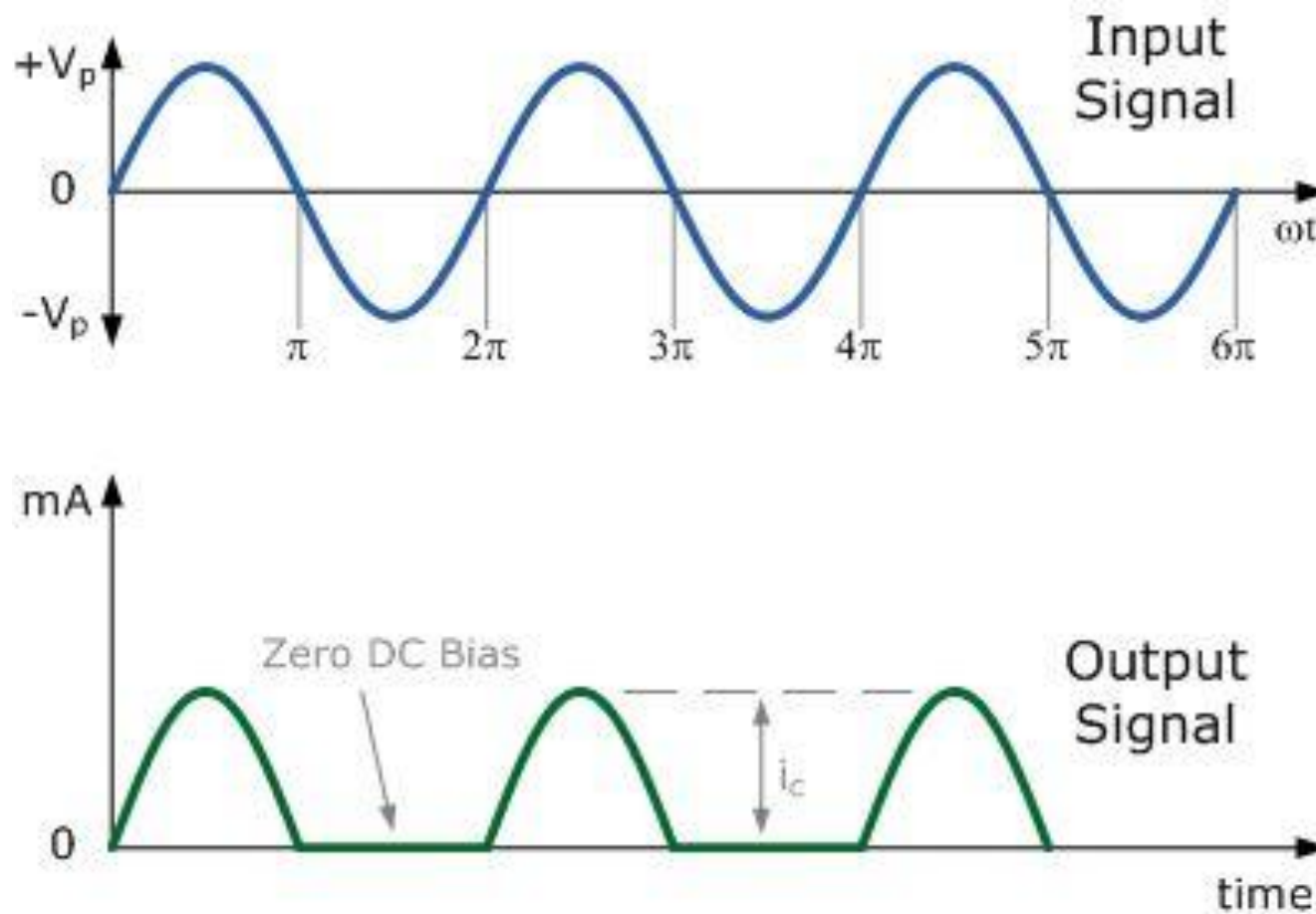
Класифікація підсилювача (електронного вузла) як підсилювача напруги або потужності проводиться шляхом порівняння характеристик вхідного і вихідного сигналів шляхом з урахуванням їх часових особливостей (тобто урахування того, наскільки вони синхронні, чи вихідний сигнал інвертований відносно вхідного чи ні).

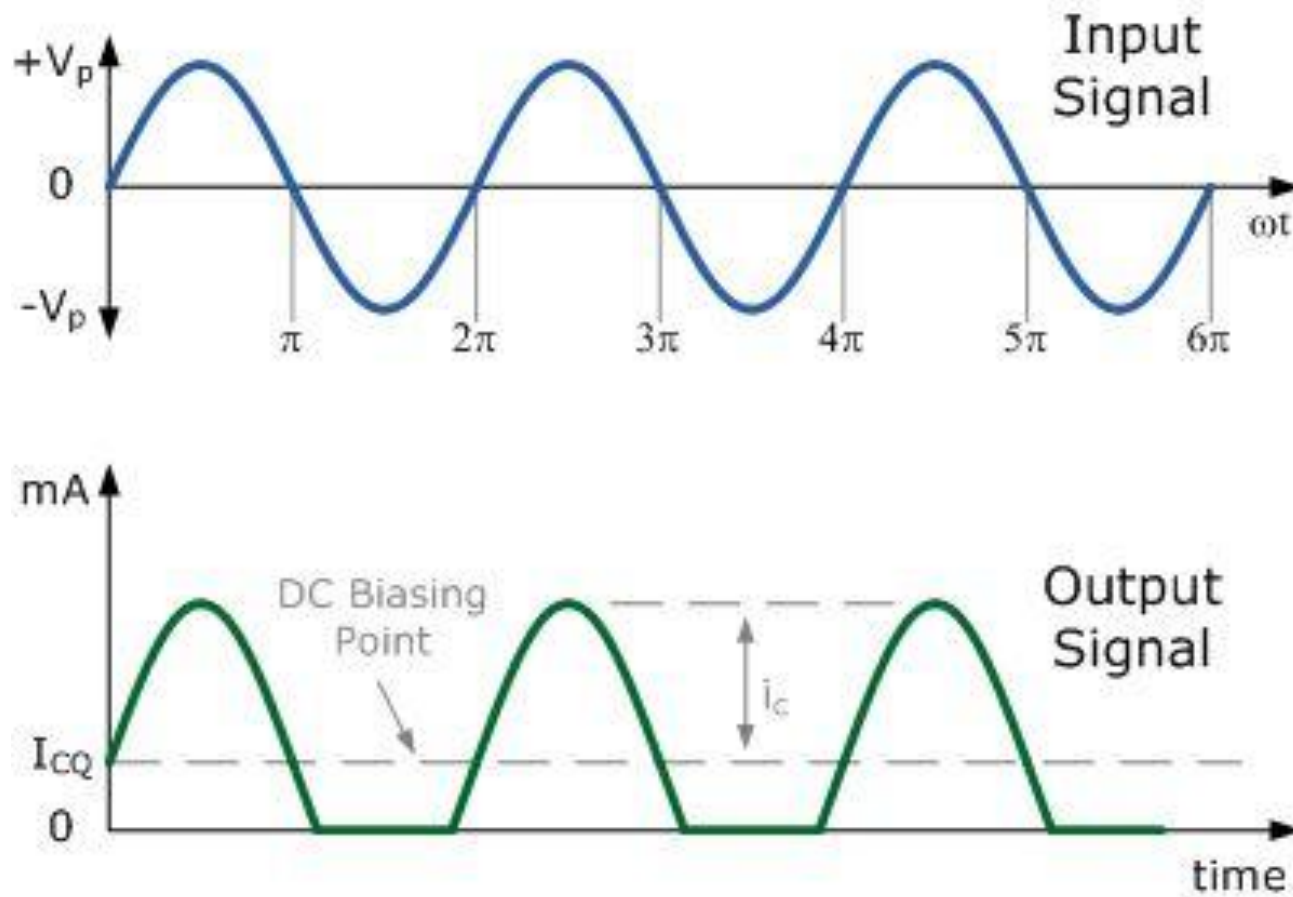
Сигнал	Схема	Клас	Робочі частоти
Малий	Спільний емітер	A	Постійний струм
Великий	Спільна база	B	Звукові частоти
	Спільний колектор	AB	Радіочастоти
		C	KX та UKX-частоти

Жоден клас роботи не є "кращим" або "гіршим", ніж будь-який інший клас, оскільки тип операції визначається використанням електричного кола посилення.









Class	A	B	C	AB
Conduction Angle	360°	180°	Less than 90°	180 to 360°
Position of the Q-point	Centre Point of the Load Line	Exactly on the X-axis	Below the X-axis	In between the X-axis and the Centre Load Line
Overall Efficiency	Poor 25 to 30%	Better 70 to 80%	Higher than 80%	Better than A but less than B 50 to 70%
Signal Distortion	None if Correctly Biased	At the X-axis Crossover Point	Large Amounts	Small Amounts

Погано спроектовані підсилювачі, особливо типу класу А, можуть також вимагати більших потужних транзисторів, більш дорогих засобів примусового охолодження (радіаторів, вентиляторів тощо) або навіть збільшення потужності джерела живлення, необхідного для подачі додаткової витраченої потужності, необхідної підсилювачу. Потужність, що перетворюється на тепло від транзисторів, резисторів або будь-якого іншого компонента з цього питання, робить будь-яку електронну схему неефективною і призведе до передчасного виходу з ладу пристрою.

Тож навіщо використовувати підсилювач класу А, якщо його ефективність менше 40% порівняно з підсилювачем класу В, який має більш високий показник ефективності понад 70%? В основному, підсилювач класу А дає набагато лінійніший вихід, тобто його вихідний сигнал за формою більше схожий на вхідний сигнал, навіть якщо схема підсилювача класу А споживає більший постійний струм.

**...Підсилювачі на біполярних транзисторах.  
Схема зі спільним емітером**