

Лекція 4

Цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП)

План лекції

4.1. Вступ.

4.2. Характеристики ЦАП.

4.1. Вступ

ЦАП являє собою пристрій, на вхід якого подається код, а на виході створюється ступенево змінювана аналогова величина заданого розміру (рис.2.13, 2.14). Вхідний код в більшості випадків - це паралельний двійковий код, вихідною величиною ЦАП може бути напруга, струм, опір, частота, кут повороту, лінійне зміщення, світловий потік і т.п.

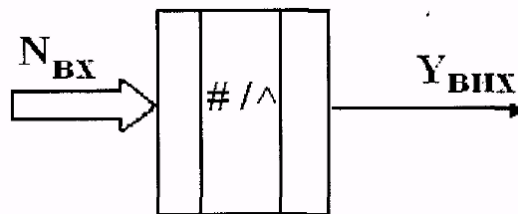


Рис.4.1. Позначення ЦАП

ЦАП виготовляються у вигляді інтегральних схем, а також як окремі вузли, блоки приладів та систем. Застосовуються як периферійні пристрої ЕОМ для зв'язку з об'єктом, як метрологічне обладнання в вимірювальній техніці, для керування силовими установками (двигуни), при синтезі звуку і т.п.

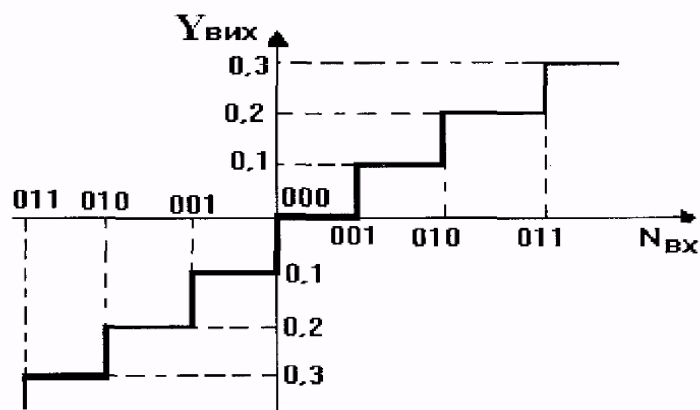


Рис.4.2. Зв'язок між входом та виходом ЦАП.

4.2. Характеристики ЦАП

1. Кількість розрядів - число розрядів коду, що відповідає номінальному значенню вихідної величини.

Наприклад:

при $U_{\text{вих н}} = 10 \text{ В}$, $N_{\text{вх н}} = 2^n$, де n - число двійкових розрядів.

2. Роздільна здатність - це середнє значення мінімальної зміни вихідного сигналу ЦАП, при збільшенні(зменшенні) вхідного коду на 1.

Так, наприклад, для попередніх даних роздільна здатність визначається, як

$$\frac{U_{\text{вих н}}}{N_{\text{вх н}}} = \frac{10 \text{ В}}{1024} \approx 10 \text{ мВ}$$

3. Похибка перетворення у кінцевій точці - відхилення реальної характеристики від ідеальної при $N_{\text{вх н}}$.

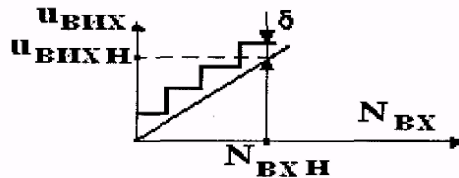


Рис.4.3. Похибка перетворення ЦАП

4. Напряга зсуву нуля - це напряга, присутня на виході ЦАП при подачі на вхід $N_{\text{вх}}=0$. Напряга зсуву виражається в одиницях молодшого розряду (ОМР).

5. Лінійність ЦАП - визначається за такими параметрами:

5.1. Інтегральна нелінійність - максимальне відхилення точок, що відповідають вихідному сигналу, від прямої лінії, що проведена через ці точки найкращим чином. Прийнятним вважається, що ці відхилення повинні бути менше або дорівнювати $\pm 0,5$ амплітуді сигналу у молодшому двійковому розряді.

5.2. Диференційна нелінійність - визначається максимальним відхиленням кроку квантування вихідної напруги від середнього значення цього кроку:

$$\delta_{\text{д.н.}} = \frac{\Delta y - h}{h},$$

де h , Δy - середнє і максимальне значення кванту.

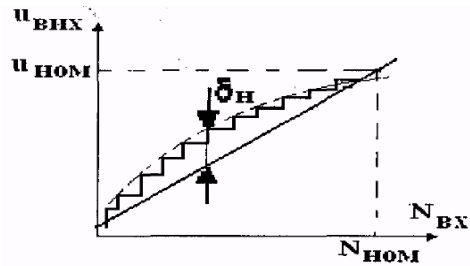


Рис.4.4. Інтегральна нелінійність ЦАП

З диференційною нелінійністю пов'язане поняття монотонності. У монотонному ЦАП аналоговий вихідний сигнал завжди зростає зі збільшенням $N_{ВХ}$. У немонотонному ЦАП $u_{ВНХ}$ може зменшуватися у деяких точках при збільшенні $N_{ВХ}$, це призводить до того, що одному і тому звих можуть відповідати різні $N_{ВХ}$.

6. Динамічні властивості ЦАП характеризуються часом устанавлення $t_{уст}$, максимальною частотою перетворення, а також глітччми (викидами). $t_{уст}$ - інтервал від моменту заданої зміни коду на вході ЦАП до моменту, коли вихідна напруга остаточно ввійде в зону заданої ширини, симетрично розташованої відносно встановленого значення. Ця зона часто приймається рівною ОМР (рис. 4.5.).

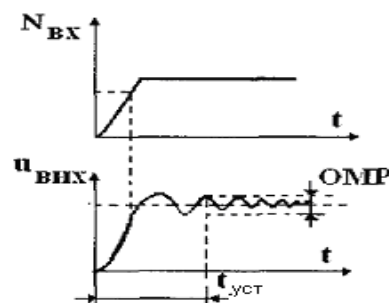


Рис. 4.5. Визначення часу устанавлення ЦАП

Максимальна частота перетворення - найбільша частота дискретизації, за якої параметри ЦАП відповідають заданим значенням.

Глітчч - це викиди напруги на виході ЦАП при зміні вхідного коду.

Вони виникають із-за неодночасного спрацювання ключів ЦАП і можуть бути великого рівня.

Наприклад, при переході коду від 0111 до 1000 може тимчасово виникнути код 1111 із-за упередженого спрацювання ключа в старшому розряді. З'явиться викид, який майже в 2 рази перевищить $u_{\text{вих}}$, що відповідає коду 0111.

З цієї причини іноді на виході ЦАП вмикають пристрій вибірки і збереження, який автоматично від'єднується при зміні коду на вході ЦАП.