

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ФАКУЛЬТЕТ РАДІОФІЗИКИ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

Лабораторна робота №1
з курсу «Комп'ютерний експеримент у радіофізиці»
«Використання аналого-цифрового перетворювача керованого за допомогою інтерфейсу
Centronics (LPT)»
студентки 3 курсу, кафедра «Квантової радіофізики»
Лукашенко Валерії

КИЇВ
2016

Мета: Вивчення принципів роботи паралельного порту EOM Centronics (вітчизняний аналог – ИРПМ-М) та принципів керування за його допомогою зовнішнім пристроєм –аналого - цифрового перетворювачем (ЦАП).

Теоретичні відомості

АЦП, Аналого - цифровий перетворювач (analog-to-digital converter - ADC)) - пристрій, що перетворює вхідний аналоговий сигнал в дискретний код (цифровий сигнал).

Розрядність АЦП характеризує кількість дискретних значень, які перетворювач може видати на виході. Вимірюється в бітах. Розрядність може бути також визначена в величинах вхідного сигналу і виражена, наприклад, в вольтах. Розрядність за напругою дорівнює напрузі, що відповідає максимальному вихідному коду, який ділиться на кількість вихідних дискретних значень.

На практиці розрядність АЦП обмежена відношенням сигнал/шум вхідного сигналу. При великій інтенсивності шумів на вході АЦП розрізнення сусідніх рівнів вхідного сигналу стає неможливим, тобто погіршується розрядність. Для досягнення заявленої розрядності відношення С/Ш вхідного сигналу повинне бути приблизно 6 дБ на кожен біт розрядності.

Типи перетворення:

1. Лінійні АЦП

Термін лінійний стосовно АЦП означає, що діапазон вхідних значень, що відображається на вихідне цифрове значення, зв'язаний за лінійним законом з цим вихідним значенням.

2.Нелінійні АЦП

Якби густина ймовірності амплітуди вхідного сигналу мала рівномірний розподіл, то відношення сигнал/шум (стосовно шуму квантування) було б максимально можливим. З цієї причини зазвичай перед квантуванням за амплітудою сигнал пропускають через безінерційний перетворювач, передавальна функція якого повторює функцію розподілу самого сигналу.

Точність

Є декілька джерел похибки АЦП. Похибки квантування і (вважаючи, що АЦП повинен бути лінійним) нелінійності, що властива будь-якому аналого-цифровому перетворенню. Крім того, існують так звані апаратні похибки, які є наслідком джитера (англ. jitter) тактового генератора (нестабільність періоду та тривалості тактуючих імпульсів), вони

виявляються при перетворенні сигналу в цілому (а не одного відліку). Ці похибки вимірюються в одиницях, що мають назву МЗР — молодший значущий розряд. Наприклад для 8-бітового АЦП помилка в 1 МЗР складає 1/256 від повного діапазону сигналу, тобто 0.4 %.

Абсолютна величина помилки квантування при кожному відліку знаходиться в межах від нуля до половини МЗР.

Усім АЦП властиві помилки, пов'язані з нелінійністю, які є наслідком фізичної недосконалості АЦП. Це призводить до того, що передавальна характеристика (у вказаному вище сенсі) відрізняється від лінійної (точніше від бажаної функції, оскільки вона не обов'язково лінійна). Помилки можуть бути зменшені шляхом калібрування.

В реальності час моменту узяття сигнал має флуктуації із-за тремтіння фронту синхросигналу (clock jitter). До тремтіння фронту сигналу синхронізації встановлюють такі вимоги:

$$\Delta t < \frac{1}{2^q \pi f_0}$$

де q — розрядність АЦП.

Відповідно до теореми Котельникова-Шеннона точне відновлення можливе тільки якщо частота дискретизації вища, ніж подвоєна максимальна частота в спектрі сигналу.

Частота дискретизації - частота, з якою проводяться вибірка цифрових значень.

Оскільки реальні АЦП не можуть провести аналого-цифрове перетворення миттєво, вхідне аналогове значення повинне утримуватися постійним принаймні від початку до кінця процесу перетворення (цей інтервал часу називають час перетворення). Це завдання вирішується шляхом використання спеціальної схеми на вході АЦП — пристрій вибірки-зберігання (ПВЗ). ПВЗ, як правило, зберігає вхідну напругу в конденсаторі, сполученому з входом через аналоговий ключ: при замиканні ключа відбувається вибірка вхідного сигналу (конденсатор заряджає до вхідної напруги), при розмиканні — зберігання.

Типи АЦП

- **АЦП прямого перетворення або паралельний АЦП** містить по одному компаратору на кожен дискретний рівень вхідного сигналу. У будь-який момент часу тільки компаратори, відповідні рівням нижче за рівень вхідного сигналу, видадуть на своєму виході сигнал перевищення. Сигнали зі всіх компараторів поступають на логічну схему яка видає цифровий код, залежний від того, скільки компараторів показали перевищення.

- АЦП послідовного наближення або АЦП з порозрядним врівноваженням** містить компаратор, допоміжний ЦАП і регістр послідовного наближення. АЦП перетворює аналоговий сигнал в цифровий за N кроків, де N — розрядність АЦП. На кожному кроці визначається по одному біту шуканого цифрового значення, починаючи від СЗР і закінчуючи МЗР. Послідовність дій за визначенням чергового біта полягає в наступному. На допоміжному ЦАП виставляється аналогове значення, утворене з бітів, вже визначених на попередніх кроках; битий, який повинен бути визначений на цьому кроці, виставляється в 1, більш молодші біти встановлені в 0. Отримане на допоміжному ЦАП значення порівнюється з вхідним аналоговим значенням. Якщо значення вхідного сигналу більше значення на допоміжному ЦАП, то визначуваний біт отримує значення 1, інакше 0.
- АЦП диференціального кодування (англ. delta-encoded ADC)** містять реверсивний лічильник, код з якого поступає на допоміжний ЦАП. Вхідний сигнал і сигнал з допоміжного ЦАП порівнюються на компараторі. Завдяки негативному зворотному зв'язку з компаратора на лічильник код на лічильнику постійно міняється так, щоб сигнал з допоміжного ЦАП якомога менше відрізнявся від вхідного сигналу. Після деякого часу різниця сигналів стає менше, ніж МЗР, при цьому код лічильника прочитується як вихідний цифровий сигнал АЦП.
- АЦП порівняння з зубчастим сигналом** містять генератор напруги зубчастої форми, компаратор і лічильник часу. Зубчастий сигнал лінійно наростає до деякого рівня, потім швидко спадає до нуля. У момент початку наростання запускається лічильник часу. Коли пилоподібний сигнал досягає рівня вхідного сигналу, компаратор спрацьовує і зупиняє лічильник; значення прочитується з лічильника і подається на вихід АЦП.
- АЦП з урівноваженням заряду** (до них відносяться АЦП з двостадійною інтеграцією, АЦП з багатостадійною інтеграцією і деякі інші) містять генератор стабільного струму, компаратор, інтегратор струму, тактовий генератор і лічильник. Перетворення відбувається в два етапи (двостадійне інтегрування). На першому етапі значення вхідного сигналу перетворюється в струм, який подається на інтегратор струму (заряд інтегратора спочатку рівний нулю); цей процес триває протягом часу T_N , де T — період тактового генератора, N — константа (велике ціле число, визначає час накопичення заряду). Коли накопичення заряду закінчене, вхід інтегратора відключається від входу АЦП і підключається до генератора стабільного струму. Полярність генератора така, що він зменшує заряд, накопичений в інтеграторі. Процес розряду триває до тих

пiр, поки заряд в iнтеграторi не зменшиться до нуля. Час розряду вимiрюється шляхом рахунку тактових iмпульсiв вiд моменту початку розряду до досягнення нульового заряду на iнтеграторi. Порахована кiлькiсть тактових iмпульсiв i буде вихiдним кодом АЦП.

- **Конвеєрні АЦП** використовують два або бiльше крокiв-пiддiапазонiв. На першому кроцi проводиться грубе перетворення (з низькою розряднiстю). Далi визначається рiзниця мiж вхiдним сигналом i аналоговим сигналом, вiдповiдним результату грубого перетворення (з допомiжного ЦАП, на який подається грубий код). На другому кроцi знайдена рiзниця пiддається перетворенню, i отриманий код об'єднується з грубим кодом для набуття повного вигiдного цифрового значення.
- **Сигма-Дельта АЦП (також Дельта-Сигма АЦП)** проводить аналого-цифрове перетворення з частотою дискретизацiї, що у багато разiв перевищує потрiбну i шляхом фiльтрацiї залишає в сигналi тiльки потрiбну спектральну смугу.

- **Комерційні АЦП**

Паралельний порт

IEEE 1284 (порт принтера, паралельний порт, англ. Line Print Terminal, LPT) — мiжнародний стандарт паралельного iнтерфейсу для пiдключення периферiйних пристроїв персонального комп'ютера.

В основi даного стандарту лежить iнтерфейс Centronics i його розширенi версiї (ECP, EPP).

Паралельнi iнтерфейси характеризуються тим, що в них для передачі бiт у словi використовуються окремi сигнальнi лiнii, i бiти передаються одночасно. Паралельнi iнтерфейси використовують логiчнi рiвнi ТТЛ (транзисторних-транзисторної логiки), що обмежує довжину кабелю через невисоку перешкодозахищеностi ТТЛ-iнтерфейсу. Гальванiчна розв'язка вiдсутня.

Паралельний порт Centronics — порт, який використовується з 1981 року на персональних комп'ютерах фiрми IBM для пiдключення друкуючих пристроїв, розроблений фiрмою Centronics Data Computer Corporation; вже давно став стандартом де-факто, хоча насправдi офiцiйно в цей час вiн не стандартизований.

Порт на сторонi керуючого пристрою (комп'ютера) має 25-контактний 2-рядний роз'єм DB-25-female («мама») (IEEE 1284-A). На периферiйних пристроях зазвичай використовується 36-контактний мiкророз'єм стрiчкового типу Centronics (IEEE 1284-B),

тому кабелі для підключення периферійних пристроїв до комп'ютера по паралельному порту зазвичай виконуються з 25-контактним роз'ємом DB-25-male на одній стороні і 36-контактним IEEE 1284-B на іншій (AB-кабель). Зрідка застосовується AC-кабель з 36-контактним роз'ємом MiniCentronics (IEEE 1284-C).

Базовий інтерфейс Centronics є односпрямованим паралельним інтерфейсом, містить характерні для такого інтерфейсу сигнальні лінії (**8 для передачі даних**, строб, лінії стану пристрою).

Дані передаються в один бік: від комп'ютера до зовнішнього пристрою. Але повністю односпрямованим його назвати не можна. Так, **4 зворотні лінії використовуються для контролю за станом пристрою**. Centronics дозволяє підключати один пристрій, тому для спільного чергового використання декількох пристроїв потрібно додатково застосовувати селектор.

Швидкість передачі даних може варіюватися і досягати 1,2 Мбіт/с.

Хід роботи

1. Ознайомитися з організацією та принципами роботи паралельного інтерфейсу Centronics
2. Ознайомитися з принциповою, програмною схемами та принципами роботи схемами аналого - цифрового перетворювача
3. Ознайомитися з описами приладів, що входять до блок-схеми експериментальної установки.
4. Сформувати напруги керування синусоїдальної форми різної частоти.

Текст програми:

```
program ADC;
uses crt, graph; {crt -
var
d1,d2,d3,d4: integer; {оголошуємо змінні типу Integer}
x,y: integer;
gd, gm:integer;
i:integer;
h:char; {оголошуємо змінну для виходу з циклу програми }

begin
```

```

i:=0; {змінна циклу}
gd:=Detect; {запускаємо графічний інтерфейс}
InitGraph(gd,gm,"");
repeat
if (keypressed) then {якщо натиснута кнопка, то зчитуємо її у h}
    h:=readkey;
Port[$37A]:=0+2; {Вмикаємо-вимикаємо АЦП. Отримуємо 14 бітів}
Port[$37A]:=1+2; {0 – вимкнено, 1 — ввімкнено, 2 — це контроль над перемикачем
(вмикаємо лише в один бік, щоб уникнути перегріву)}
Port[$37A]:=0+2;
Port[$37A]:= 0+8+2+32; {Виділяємо перший регістр}
d1:=Port[$378]; {передаємо значення і записуємо його у змінну}
Port[$37A]:=4+8+2+32; {Виділяємо другий регістр}
d2:=port[$378];
d3:=d2+(d1 shl 6); {зклеюємо два регістри у одне 14 бітне число}
d4:=d3; {перезаписуємо його}
if (d3 and $2000)=$2000 then {детектуємо чи від'ємне число: 2000=100000000000000}
d4:=-(((not d3)+1)and $1FFF); {якщо від'ємне, то записуємо модуль з мінусом:1FFF
=11111111111111}
y:=trunc(((d4+$1FFF)/($1FFF*2))*200)+100; {масштабуємо }
x:=i; {відлік часу робимо рівним відліку змінної циклу}
PutPixel(x,y,green); {малюємо зеленим кольором один піксель}
inc(i); {збільшуємо змінну циклу }
if i>640 then {якщо змінна циклу, вона ж змінна часу виходить за межі роздільності екрану}
begin
ClearDevice; {очищуємо екран}
i:=0; {починаємо малювати з початку}
end
until h='w'; {малюємо доки не натиснута кнопка w }
end.

```

5. Висновок

У даній лабораторній роботі було вивчено роботу АЦП (Аналого-цифрового перетворювача). У роботі використовувався 14-розрядний АЦП та паралельний порт Centronics з 8-розрядною шиною даних. Під час роботи було створено програмне забезпечення для виводу

сигналу на екран (у роботі використовувався синусоїдальний сигнал). Для цього 14 бітів, що створювалися АЦП, розбивалися на два регістри (відповідно 6 та 8 біт) та передавалися за допомогою Centronics. Потім два регістри склеювалися і значення по-піксельно виводилося на екран. При зміні частоти вхідного аналогового сигналу змінювалась частота синусоїди на екрані.