Міністерство освіти і науки України

Львівський національний університет імені Івана Франка

Факультет електроніки та комп’ютерних технологій

Звіт

про виконання лабораторної роботи №1

ДИСКРЕТНА ЗГОРТКА СИГНАЛІВ

Виконав

студент групи ФеС-21

Шавало А. А.

Перевірив

Вдовченко В. М.

Львів 2023 р.

Лабораторна робота №1

Дискретна згортка сигналів

Мета роботи:

Ознайомитися з поняттям дискретних систем. Освоїти процес та алгоритм дискретної згортки сигналів.

Завдання до роботи:

Створити програму для знаходження дискретної згортки {fm} дискретних сигналів {x_k} і {y_k}.

Теоретичні відомості

Узагальнена структурна схема дискретної системи представлена на рис. 1.

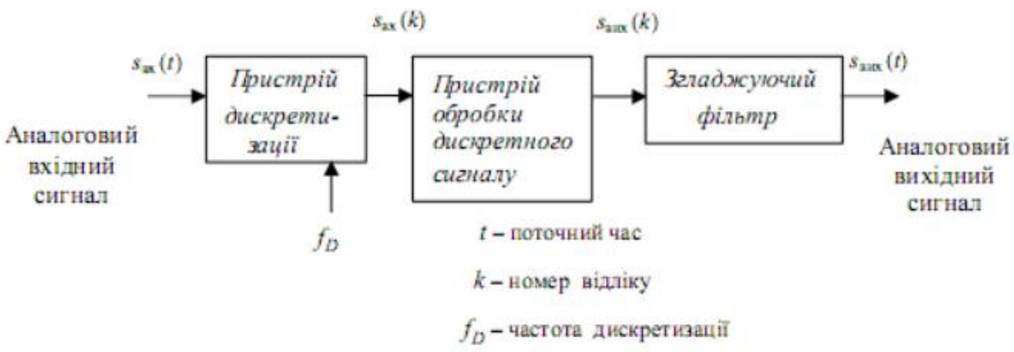

Рис. 1

Вхідний аналоговий сигнал переводиться в послідовність відліків sвх(k) і надходить на пристрій обробки, звідки знімається вихідна імпульсна послідовність sвих(k), яка потім згладжується фільтром. Окремим випадком дискретної системи є система цифрової обробки сигналу (ЦОС), коли послідовність вхідних відліків sвх(k) оцифровується. У цьому випадку, очевидно, пристрій обробки повинен мати аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) на вході і цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) на виході.

Дискретизація аналогового сигналу. Теорема Найквіста-Котельникова-Шеннона.

Перехід від аналогового безперервного сигналу $s(t)$ до дискретного $s_D(t)$ здійснюється шляхом дискретизації по часу (рис. 2). З рисунків бачимо, що вихідний неперервний сигнал $s(t)$ представляється послідовністю відліків $\{s_k\}$, де $s_k = s(k\Delta t)$. Інтервал Δt називають кроком дискретизації, а $f_D = 1/\Delta t$ – частотою дискретизації. Зрозуміло, що для уникнення втрат інформації крок дискретизації повинен бути досить малим. З іншого боку, занадто часті відліки ведуть до невиправданої надмірності інформації і ускладнення апаратури. Відповідь про правильний вибір Δt дає теорема Найквіста-КотельниковаШеннона.

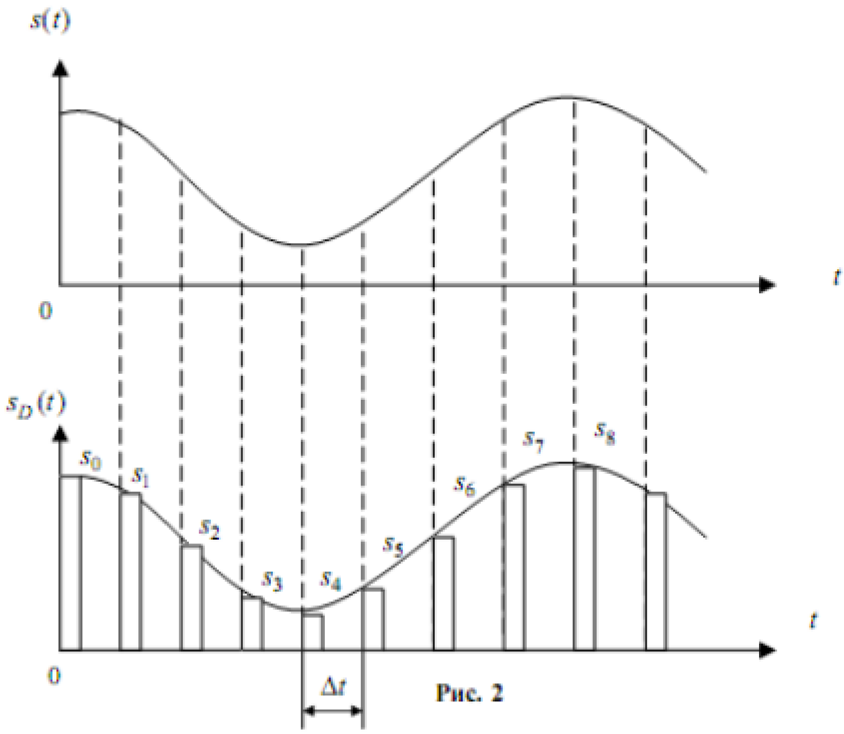

Рис. 2

Теорема Найквіста-Котельникова-Шеннона: довільний сигнал $s(t)$, спектр якого обмежений частотою F може бути повністю відтворений по послідовності своїх відліків, взятих з інтервалом

$$\Delta t \leq \frac{1}{2F_B}$$

При цьому відновлення здійснюється за допомогою ряду

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} s_k \frac{\sin\left[\frac{\pi}{\Delta t}\left(t - k\Delta t\right)\right]}{\frac{\pi}{\Delta t}\left(t - k\Delta t\right)} .$$

Фізичний зміст цієї теореми стає зрозумілим, якщо розглянути спектри сигналів $s(t)$ і sD(t).

Дискретна згортка сигналів

Згортку двох аналогових сигналів можна зобразити у вигляді:

$$x(t) * y(t) = f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau)y(t-\tau)d\tau = \int_{-\infty}^{\infty} y(\tau)x(t-\tau)d\tau .$$

За аналогією зі згорткою неперервних сигналів в теорії дискретних систем вводять дискретну згортку - сигнал, відліки якого пов'язані з відліками дискретних сигналів $\{x_k\}$ і $\{y_k\}$ співвідношенням:

$$f_m = \sum_{k=0}^{\infty} x_k y_{m-k} , \qquad m = 0,1,2,\dots .$$

Варіант 8

```
def discrete_convolution(x, y):
  n = len(x)
  m = len(y)
  result = [0] * (n + m - 1)
  for i in range(n):
    for j in range(m):
      result[i + j] += x[i] * y[m - j - 1]
  return result

x = [4, 1, 1]
y = [7, 4, 5]
convolution_result = discrete_convolution(x, y)
print(f"Результат згортки: {convolution_result}")
x = [9, 8, 7, 4, 9, 5, 0]
y = [5, 3, 2, 4, 0, 1, 2]
convolution_result = discrete_convolution(x, y)
print(f"Результат згортки: {convolution_result}")
x = [7, 1, 9, 8, 7, 5]
y = [8, 7, 3, 4, 6, 0, 9, 2, 1, 6]
convolution_result = discrete_convolution(x, y)
print(f"Результат згортки: {convolution_result}")
```

8	4, 1, 1	7, 4, 5
	9, 8, 7, 4, 9, 5, 0	5, 3, 2, 4, 0, 1, 2
	7, 1, 9, 8, 7, 5	8, 7, 3, 4, 6, 0, 9, 2, 1, 6

```
Результат згортки: [20, 21, 37, 11, 7]
Результат згортки: [18, 25, 22, 51, 72, 90, 104, 105, 85, 57, 60, 25, 0]
Результат згортки: [42, 13, 69, 122, 77, 176, 125, 152, 181, 164, 153, 169, 128, 91, 40]
```