

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2.

ОСНОВНІ ОПЕРАЦІЇ З СИГНАЛАМИ.

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

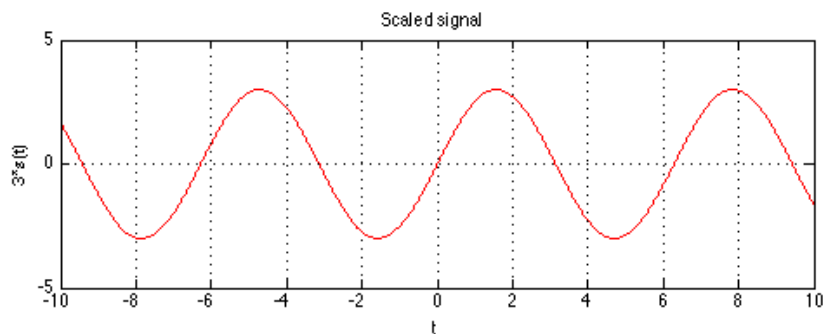
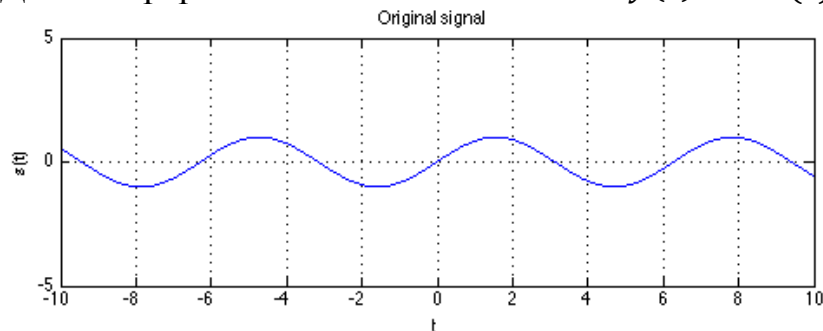
Операції з сигналами.

Складні сигнали можна утворити шляхом комбінування маніпуляцій з найпростішими сигналами. Розглянемо такі операції з сигналами.

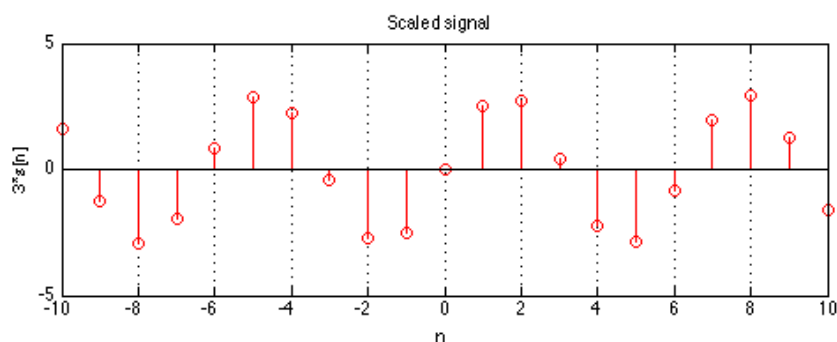
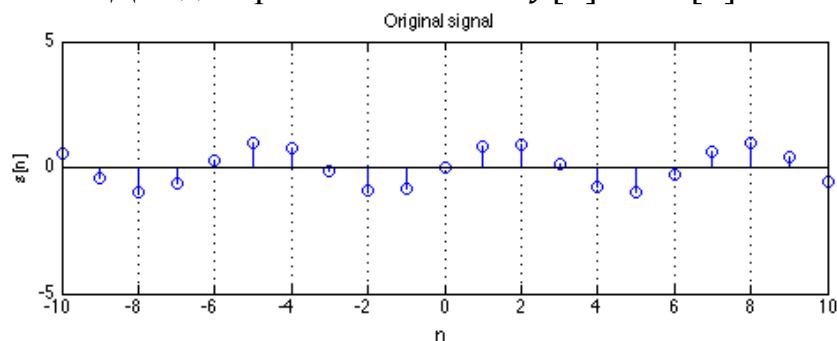
Масштабування

Просте збільшення, або зменшення сигналу на певний коефіцієнт a .

Для неперервних аналогових сигналів: $y(t) = ax(t)$



Для дискретних сигналів: $y[n] = ax[n]$

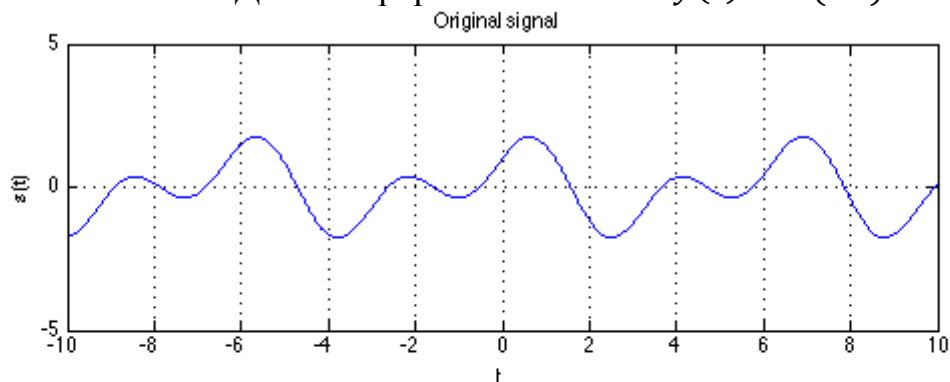


Коефіцієнт a може бути дійсний/уявний, додатній/від'ємний. При від'ємному a сигнал просто перевертається відносно осі y .

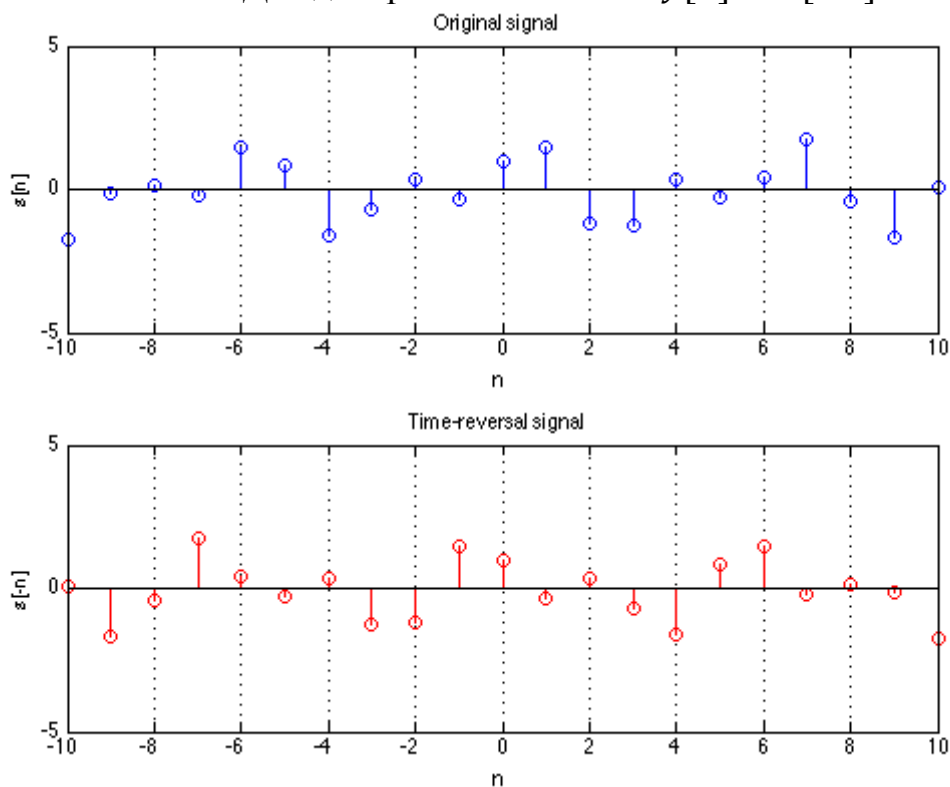
Реверс по часу

Суть операції – відображення сигнала зліва направо, або зміна напрямку осі часу (зазвичай – вісь x).

Для неперервних сигналів: $y(t) = x(-t)$



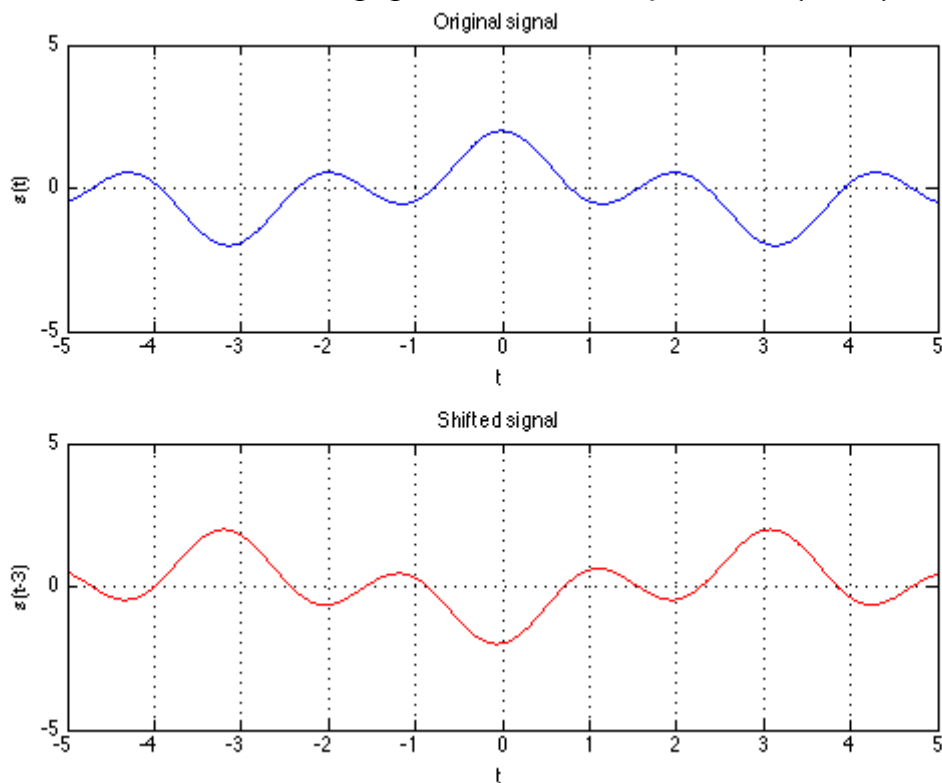
Для дискретних сигналів: $y[n] = x[-n]$



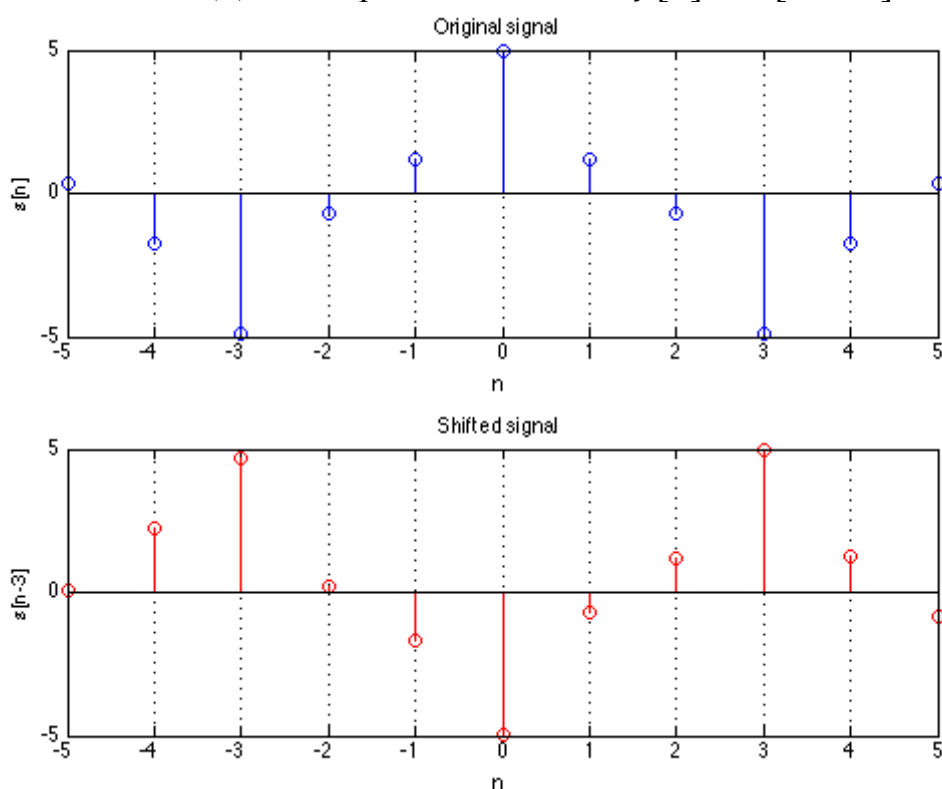
Зсув по часу

Сигнал зміщується вздовж осі x на певну величину τ (або N для дискретних сигналів). Якщо τ додатне, то сигнал затримується, і τ від'ємне, то сигнал випереджає вхідний, або початковий сигнал.

Для неперервних сигналів: $y(t) = x(t - \tau)$:



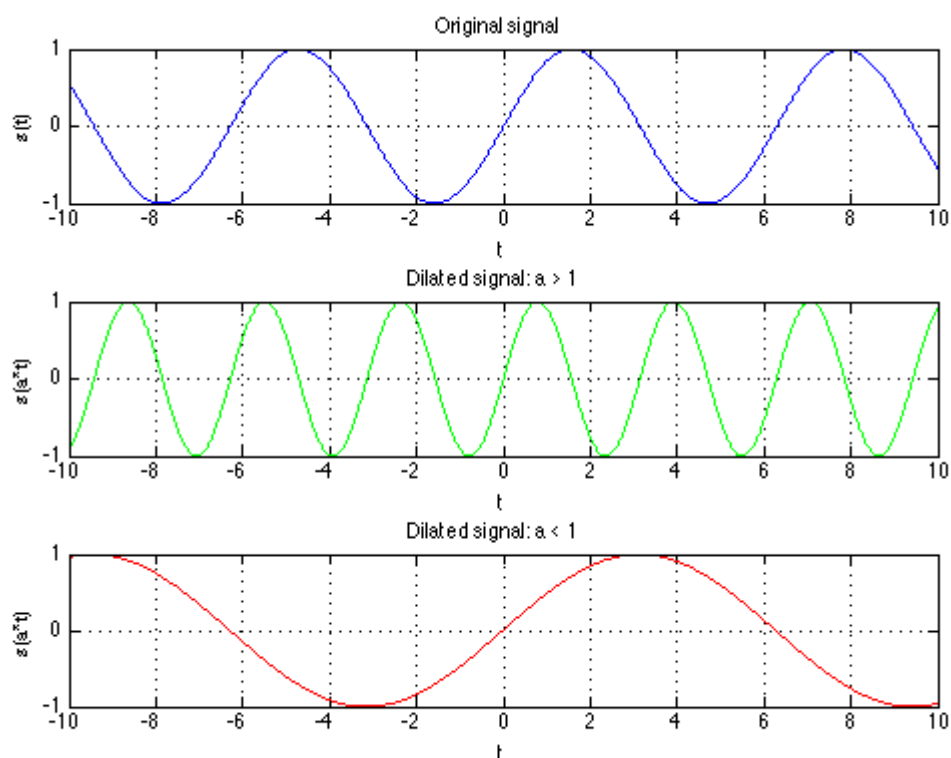
Для дискретних сигналів: $y[n] = x[n - N]$:



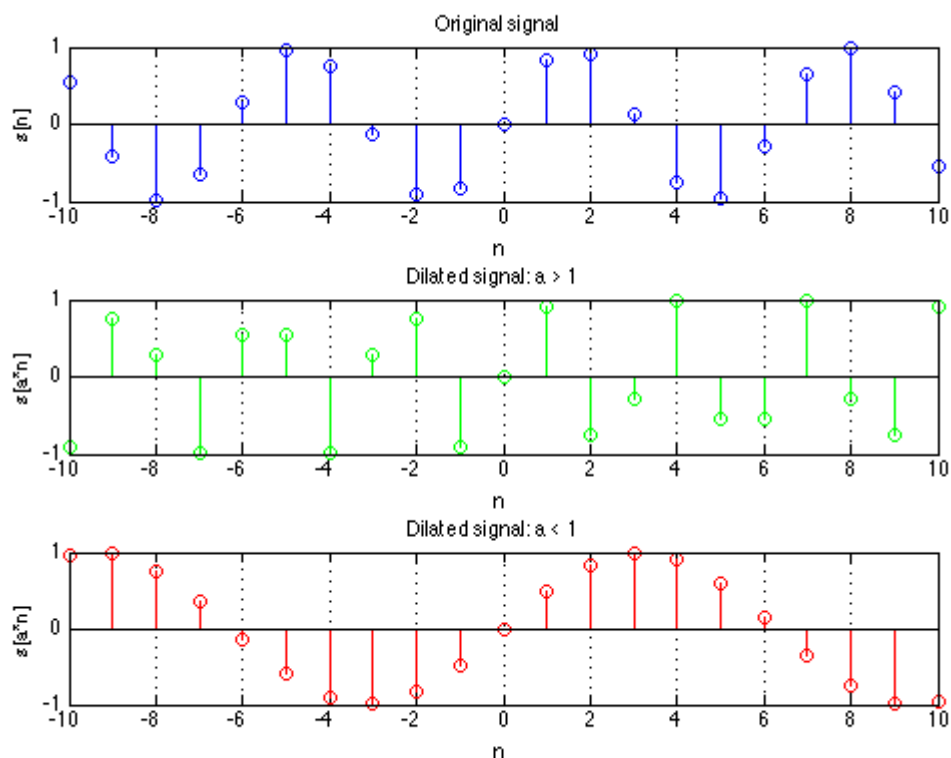
Розширення

Вісь часу можна змасштабувати на певну величину a .

Для неперервних сигналів: $y(t) = x(at)$:



Для дискретних сигналів: $y[n] = x[an]$:



Зазначмо, що розширення для дискретних сигналів відрізняється від розширення

неперервних сигналів тим, що $x[an]$ визначена тільки при цілих n . Тобто, для $y[n] = x[an]$ **параметр an повинен бути цілим числом**.

Однак $x[an]$ для $a \neq 1$ втрачає деякі значення. Цей процес називається *децимація*. Після нього $x[n]$ повністю не відновлюється. Іншими словами децимація – зменшення частоти дискретизації дискретного в часі сигналу шляхом видалення його відліків.

Для дискретних сигналів $y[n] = x[an]$ при $a < 1$ не існує.

$y[0] = x[0]$, $y[1] = x[a]$ Якщо $a < 1$ вираз не має сенсу. Замість цього ми повинні *інтерполювати* нулі для невизначених величин (якщо an не ціле число).

ДОВІДКА. *Інтерполяція* – спосіб знаходження проміжних значень величини за наявним дискретним набором відомих значень.

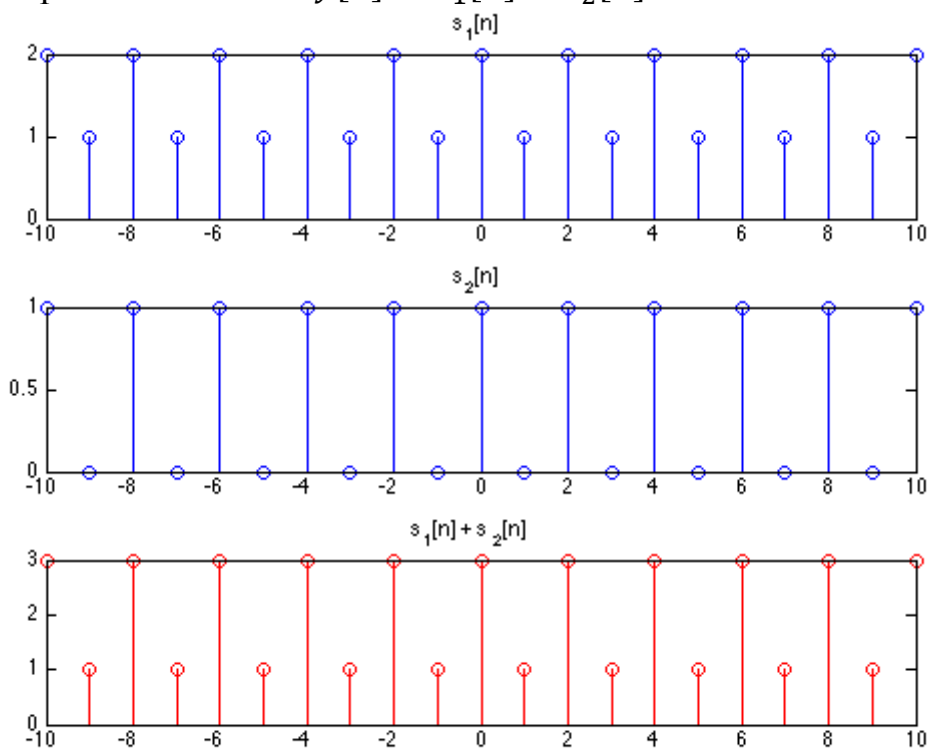
Накладання сигналів

З сигналами можна проводити різноманітні маніпуляції. Існує багато методів комбінування сигналів, але розглянемо два основних:

Додавання

Для неперервних сигналів: $y(t) = x_1(t) + x_2(t)$

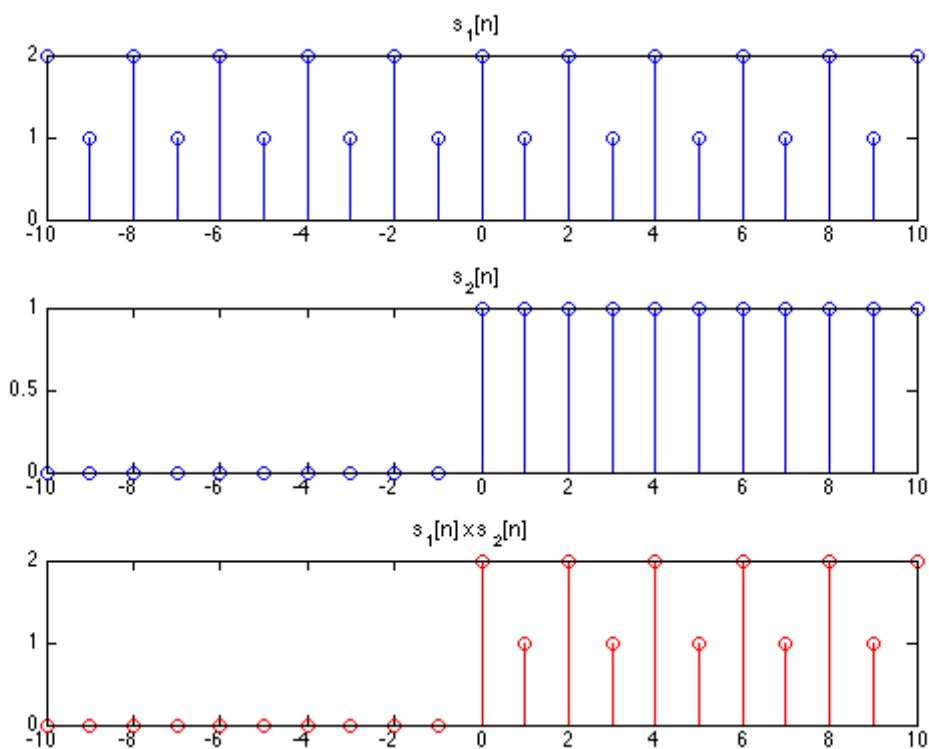
Для дискретних сигналів: $y[n] = x_1[n] + x_2[n]$



Множення

Для неперервних сигналів: $y(t) = x_1(t) \cdot x_2(t)$

Для дискретних сигналів: $y[n] = x_1[n] \cdot x_2[n]$

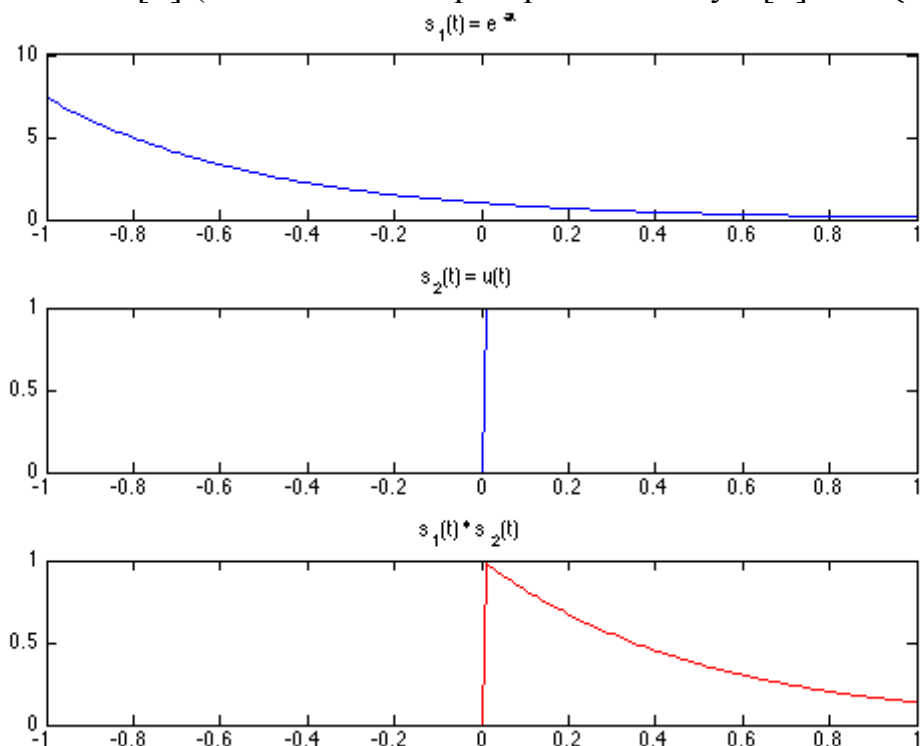


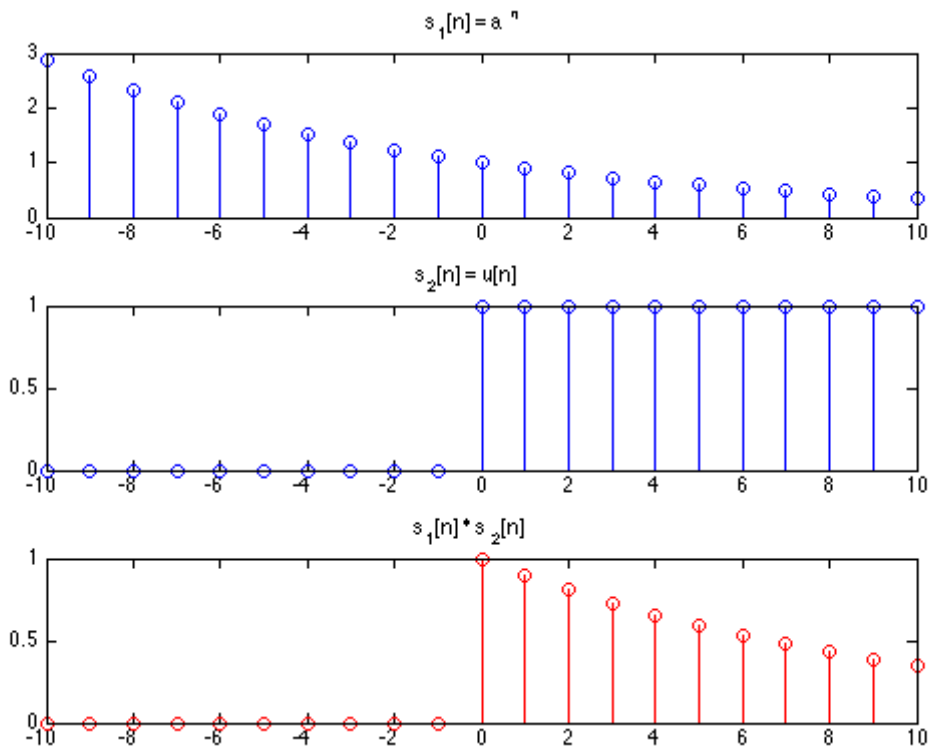
$x_1[n]$ і $x_2[n]$ можна отримати після модифікації інших сигналів. Для прикладу нижче приведено обмеження експоненційної залежності в точці $t = 0$.

Цей сигнал може бути отриманий шляхом множення

$$x_1(t) = e^{at} \quad \text{і} \quad x_2(t) = u(t),$$

де $y(t) = e^{at}u(t)$ при $a < 0$. Таке твердження справджується і для дискретних сигналів. У загальному випадку, односторонні сигнали можна отримати шляхом множення на $u[n]$ (або зміщенням/реверсом по часу $u[n]$ чи $u(t)$).





Отримання сигналів з основних функцій

Один сигнал можна отримати з інших шляхом математичної обробки. Для неперервних сигналів: $u(t)$ і $\delta(t)$

$$\delta(t) = \frac{du(t)}{dt}$$

$$u(t) = \int_{-\infty}^t \delta(\tau) d\tau$$

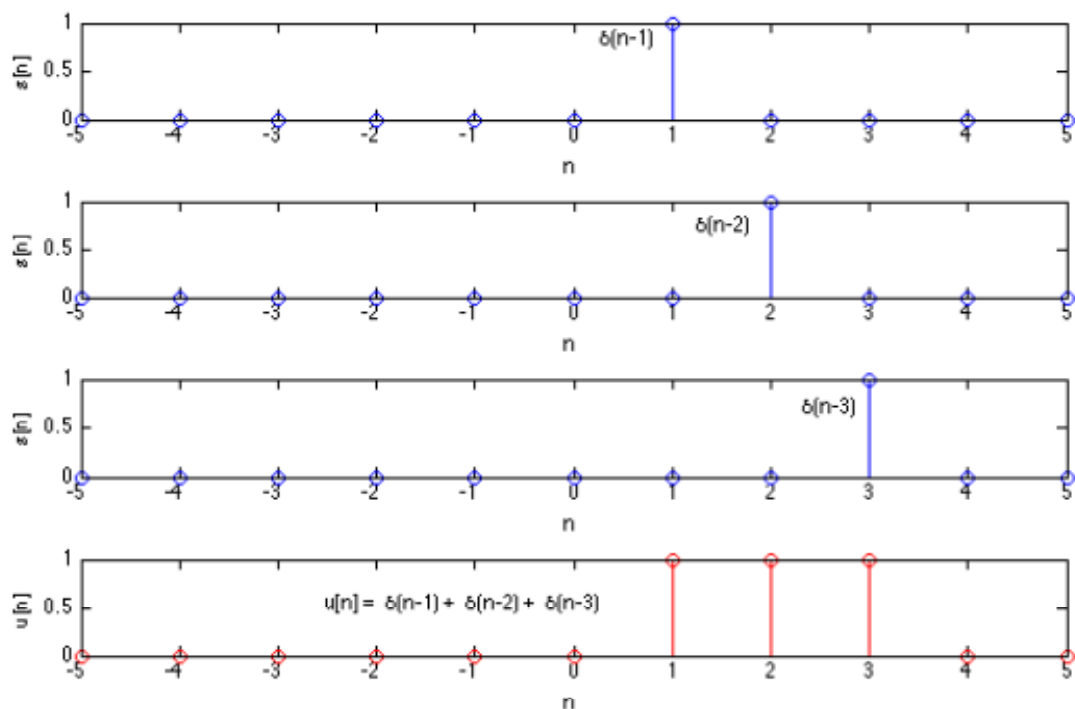
Для дискретних сигналів: $u[n]$ і $\delta[n]$

$$\delta[n] = u[n] - u[n - 1]$$

$$\delta[n] = u[n] - u[n - k] \text{ і } u[n] = \sum_{k=-\infty}^n \delta[k]$$

Інший спосіб визначення $u[n]$:

$$u[n] = \sum_{k=0}^{\infty} \delta[n - k]$$



В загальному випадку:

$$u[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} u[k] \delta[n - k]$$

Завдання до роботи.

1. Отримати особистий варіант завдання згідно з порядковим номером студента в журналі.
2. Створити програму для реалізації основних операцій з чотирма дискретними сигналами (сигнали $\{x_k\}$, $\{y_k\}$ в табл. 1):
 - масштабування
 - реверс по часу
 - зсув по часу
 - розширення
 Коефіцієнти обрати на власний розсуд.
3. Створити програму для реалізації додавання та множення дискретних сигналів $\{x_k\}$ та $\{y_k\}$.
4. У звіті подати результати роботи програми у вигляді скріншотів та лістинг програми.

Таблиця 1. Вхідні дані

Варіант №	$\{x_k\}$	$\{y_k\}$
1	6, 4, 0, 1, 2, 3, 6, 4, 0, 3, 8, 7	4, 0, 8, 2, 7, 3,
	2, 6, 4, 0, 8, 2	6, 4, 0, 1, 2, 8, 6, 4, 0, 8, 3, 7
2	2, 8, 7, 3, 4, 5, 1, 0	1, 2, 8, 3, 4
	2, 4, 0, 9, 1, 2, 7	0, 8, 2, 1, 6, 4, 2
3	2, 6, 5, 4, 7, 6, 5	1, 8, 4, 3, 5, 0, 9
	1, 6, 5, 0, 9, 4, 7	8, 7, 3, 2, 4, 5
4	4, 0, 8, 7, 0, 3, 7	4, 3, 9, 0, 8, 7
	8, 4, 3, 6, 5, 2, 1	3, 2, 4, 9, 0, 8, 7, 3, 2
5	9, 8, 7, 2, 1, 0	7, 1, 3, 2, 9, 4, 7, 1
	5, 7, 6, 1, 0, 8, 7, 6	8, 2, 9, 3, 0,
6	7, 4, 8, 0, 1, 3, 2, 7	8, 7, 7, 5, 8, 1, 0
	4, 0, 1, 7, 5, 1, 0	2, 4, 3, 9, 6, 5
7	0, 7, 1, 4, 5, 6, 1, 2	1, 0, 9, 2, 8, 7,
	0, 9, 4, 5, 0, 7, 5	4, 7, 3, 4, 9, 2, 1, 3, 7, 4
8	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
9	0, 9, 2, 7, 4, 3	6, 8, 6, 4
	5, 1, 0, 2, 6, 4, 7, 8	0, 1, 2, 8, 7, 4, 0
10	6, 4, 2, 7, 9, 3	4, 9, 0, 8, 1, 7, 2,
	6, 4, 7, 0, 8, 1, 2	3, 4, 8, 7, 0, 6
11	6, 4, 7, 9, 2, 3, 6, 4, 9	8, 2, 7, 3, 6, 4, 0
	2, 3, 6, 4, 2, 4, 8, 2	1, 2, 8, 6, 4, 0, 8, 3, 7, 6, 4, 0
12	2, 1, 4, 3, 6, 8	8, 4, 1, 8
	6, 4, 0, 1, 2, 8, 7, 4, 0, 1, 2	8, 3, 4, 0, 8, 2, 1
13	3, 2, 4, 0, 1, 2, 8, 7	1, 8, 7, 6, 4
	3, 4, 6, 0, 9, 2, 1, 6, 4, 0	0, 1, 2, 3, 6, 4
14	4, 5, 7, 3	4, 1, 6, 7
	6, 4, 7, 8, 1, 1, 5	5, 3, 6, 7, 1, 0
15	2, 3, 4, 7	0, 3, 8, 7, 2, 6, 4,
	6, 3, 2, 4, 6	0, 8, 2, 3, 7, 4, 0, 8, 5