

11.2. Лабораторна робота №2.

ДЕТЕРМІНОВАНІ СИГНАЛИ ТА ЇХ ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Мета: Набуття практичних навичок імітаційного моделювання різних видів детермінованих сигналів. Експериментальне вивчення основних характеристик дискретних сигналів, зокрема: енергія та середня потужність сигналу на інтервалі, амплітудний та енергетичний спектри, спектр потужності та функція спектральної густини потужності.

11.2.1. Завдання та порядок виконання роботи

Для успішного виконання роботи необхідно:

1. Провести імітаційне моделювання детермінованого сигналу у вигляді одиночного імпульсу заданого типу тривалістю τ і періодичної послідовності з N подібних імпульсів з періодом T .

2. Провести імітаційне моделювання гармонійного сигналу із заданим типом модуляції тривалістю τ з девіацією частоти в діапазоні $f \in [f_{\min}; f_{\max}]$ на часовому інтервалі $t \in [t_{\min}; t_{\max}]$. Модуляція має здійснюватися за одним із законів:

(а) ЛЧМ – лінійна частотна модуляція формується за законом

$$f(t) = f_{\min} + \frac{f_{\max} - f_{\min}}{\tau} \cdot t;$$

(б) ПЧМ – параболічна частотна модуляція формується за законом

$$f(t) = f_{\min} + \frac{f_{\max} - f_{\min}}{\tau^2} \cdot t^2;$$

(в) ГЧМ – гіперболічна частотна модуляція формується за законом

$$f(t) = \frac{\tau f_{\max} f_{\min}}{(f_{\max} - f_{\min})t + \tau f_{\min}};$$

(г) КЧМ — кубічна частотна модуляція формується за законом

$$f(t) = f_{\min} + \frac{f_{\max} - f_{\min}}{\tau^3} \cdot t.$$

Частота дискретизації має бути обрана відповідно до вимог теореми Найквіста-Котельникова, а саме $f_d > 2 f_{\max}$, де $f_{\max}$ — максимальна частота в спектрі модельованого сигналу.

3. Експериментально розрахувати енергію модельованого гармонійного сигналу в часовій і частотній областях і підтвердити виконання теореми Парсеваля.

4. Оцінити середню потужність модельованого гармонійного сигналу на заданому інтервалі.

5. Побудувати амплітудний та енергетичний спектри, спектр потужності та функцію спектральної густини потужності гармонійного сигналу. Оскільки спектральні характеристики дійсного сигналу симетричні відносно нульової частоти, то рекомендується при виконанні роботи на графіках зображати тільки позитивні частоти, подвоюючи значення характеристики в ділянці позитивних частот за рахунок прихованих на графіку відповідних від'ємних частот. Такий вид зображення є більш інтуїтивно зрозумілим, оскільки у фізичних процесах від'ємні частоти відсутні.

Після виконання експериментальної частини необхідно відповісти на запропоновані контрольні запитання для закріплення пройденого матеріалу і встановлення взаємозв'язку між отриманими результатами практичних робіт і теоретичними знаннями.

11.2.2. Вимоги до звіту

Результати роботи рекомендується оформити у вигляді звіту, в якому має бути така інформація: мета роботи; розв'язані у процесі її досягнення завдання; основні математичні вирази, використані під час вирішення завдань; текст програми чи схема моделювання, результати моделювання у вигляді графіків і висновок, що дозволяє зробити висновок про сумісність результатів практичної роботи з теоретичними відомостями.

Звіт повинен містити наступні розділи:

1. Титульний аркуш;
2. Цілі роботи;
3. Опис сигналів, коди програм, візуальне представлення сигналу.

11.2.3. Варіанти завдань для індивідуальної роботи

Таблиця 11.2. Тип функції та імпульсу

№	Функція	Імпульс
1	Гаусса	ГЧМ
2	Дирихле	ПЧМ
3	Гаусса	ПЧМ
4	Дирихле	ЛЧМ
5	Кардіальний синус	ЛЧМ
6	Прямокутний імпульс	ЛЧМ
7	Дирихле	КЧМ
8	Кардіальний синус	ГЧМ
9	Дирихле	КЧМ
10	Трикутний імпульс	ПЧМ
11	Гаусса	ЛЧМ
12	Трикутний імпульс	ПЧМ
13	Дирихле	ПЧМ
14	Прямокутний імпульс	ЛЧМ
15	Трикутний імпульс	ПЧМ
16	Кардіальний синус	ГЧМ
17	Кардіальний синус	ПЧМ
18	Гаусса	ГЧМ
19	Прямокутний імпульс	ГЧМ
20	Гаусса	КЧМ
21	Дирихле	ЛЧМ
22	Дирихле	КЧМ
23	Трикутний імпульс	ЛЧМ
24	Трикутний імпульс	ПЧМ
25	Гаусса	КЧМ
26	Прямокутний імпульс	ЛЧМ
27	Кардіальний синус	ПЧМ
28	Дирихле	ПЧМ
29	Трикутний імпульс	ГЧМ
30	Дирихле	ЛЧМ

Таблиця 11.3. Параметри функції та імпульсу

№	Функція			Імпульс			
	τ, c	T, c	N	t_{min}, c	t_{max}, c	$f_{min}, Гц$	$f_{max}, Гц$
1	0,5	10	500	4	5	65	390
2	0,4	26,7	200	-2	5	95	665

№	Функція			Імпульс			
	$\tau, \text{с}$	$T, \text{с}$	N	$t_{\min}, \text{с}$	$t_{\max}, \text{с}$	$f_{\min}, \text{Гц}$	$f_{\max}, \text{Гц}$
3	0,2	29,3	300	-2	8	68	204
4	0,7	13,3	800	0	10	98	882
5	0,8	10,1	700	3	13	27	243
6	0,7	27,4	100	5	13	49	392
7	0,2	27,7	700	-4	2	36	252
8	0,4	21,7	600	-3	3	80	160
9	0,7	10,7	200	-3	2	10	70
10	0,1	14,7	600	-2	4	95	475
11	0,4	8,4	900	0	3	85	170
12	0,3	22,9	100	4	11	32	64
13	0,8	21,6	500	3	8	58	580
14	0,3	21	300	-3	3	30	120
15	0,1	26,9	700	0	3	48	288
16	0,6	24,8	700	-4	3	39	156
17	0,2	5,2	500	-2	-1	31	217
18	0,8	28,1	400	2	12	95	475
19	0,5	18	500	-1	7	34	136
20	0,4	26	600	-4	-1	55	275
21	0,2	23,1	700	-4	3	10	70
22	0,2	15,1	300	-5	2	14	98
23	0,8	14,6	1000	-4	-1	21	210
24	0,7	10	600	3	8	59	295
25	0,1	9,5	700	-5	2	37	148
26	0,5	28,4	300	-4	-3	79	553
27	0,5	26,2	500	-5	-3	52	416
28	0,4	8,6	500	0	6	7	14
29	0,6	17	500	2	12	29	261
30	0,3	20,3	700	5	6	70	140

11.2.4. Контрольні питання

1. Яким чином можна отримати частотний спектр сигналу, знаючи його часову реалізацію?
2. Чи зміниться спектр аналогового сигналу після його оцифрування?
3. У чому фізичний сенс теореми Парсеваля?
4. Чому дорівнює енергія періодичного сигналу?
5. Як визначити середню потужність періодичного сигналу?
6. Яким чином можна порівняти енергії різних частотних гармонік одного сигналу?