

Лабораторная работа № 5 «Построение временных и спектральных диаграмм периодических сигналов. Расчет ширины спектра одиночного прямоугольного импульса»

Цель работы:

Приобрести навыки практического расчета спектра периодических импульсных сигналов.

Приобрести навыки практического расчета спектральной плотности непериодических сигналов на примере расчета спектральной плотности одиночного импульса. Рассчитать ширину спектра одиночного прямоугольного импульса по данным таблицы, построить спектральную диаграмму

1 задание

Даны две последовательности прямоугольных импульсов амплитудой $U_m=2B$, частотой f и скважностью g_1 и g_2 , построить временные и спектральные диаграммы.

Таблица 5.1 - Исходные данные

Ном ер варианта			2	3	4	5	6	7	8	9
Част ота, КГц			1 0	1 5	2 0	2 5	3 0	3 5	4 0	5 0
Сква жность g_1			3	2	2	6	4	8	3	5
Сква жность g_2			5	3	5	4	3	3	8	8

Методические указания по выполнению задачи

1. Начертить временную диаграмму сигналов в масштабе, определив период следования импульсов;

2. Для построения спектра необходимо рассчитать:

— постоянную составляющую сигнала U_0 (это среднее значение сигнала за период):

$$U_0 = U_m \tau / T, \quad 5.1$$

где: τ – длительность импульса;
— частоту первой гармоники (равную частоте следования импульсов);

— частотный интервал между гармониками Δf (равен частоте первой гармоники);

Амплитуды всех гармонических составляющих определяются выражением (решение ряда Фурье):

$$U_{mk} = \left| \frac{2U_m \sin(k\pi/g)}{k\pi} \right| \quad 5.2$$

где: k – номер гармоники.

Задание 2

Таблица 5.2 - Исходные данные

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t_n , мс	1,6	1,5	1	1,5	2	2,5	3	1,4	1,6	4,2
U_m , мВ	9	2	4	6	8	10	3	5	7	1

Методические указания по выполнению задачи:

Спектр одиночного прямоугольного импульса имеет свои особенности в отличие от спектра последовательности прямоугольных импульсов с периодом T . Если период увеличивать до бесконечности, то получим непериодическую функцию времени, которая существует только в интервале от $-t_u/2$ до $+t_u/2$ (см.рисунок 5.1).

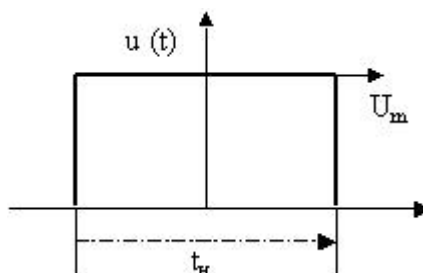


Рисунок 5.1 - Непериодическая функцию времени

Вне этого интервала $u(t) = 0$, расстояние между отдельными спектральными составляющими стремится к нулю (период стремится к бесконечности), спектр становится сплошным (вводится понятие «спектральная плотность»).

Спектральную плотность амплитуд рассчитывают по формуле:

$$S(\omega) = 2U_m t_n \frac{\sin \omega t_n / 2}{\omega t_n / 2} \quad 5.3$$

Максимальное значение $S(\omega)$ имеет при $\omega=0$; частоты, при которых $S(\omega)=0$ равны:

$$\omega = 2\pi/t_n + 2\pi k/t_n \quad 5.4$$

где: $k=0, 1, 2, \dots$

Если t_n уменьшить в два раза, спектр расширится. Шириной спектра радиотехнического сигнала считают ту полосу частот, в пределах которой заключена основная доля энергии, для одиночного прямоугольного импульса это значение заключено в полосе $\Delta\omega = 2\pi/t_n$.

Контрольные вопросы

1. Пояснить зависимость ширины спектра импульсного сигнала от скважности.
2. Что называется спектром сигнала?
3. Математическая модель сигнала с ограниченным спектром (ряд Фурье).
4. Как определить частоту основной гармоники периодического сигнала?
5. Для каких сигналов введено понятие «спектральной» плотности?
6. В какой полосе частот заключена основная энергия импульсного сигнала длительностью 100 мкс?
7. Какие сигналы называются детерминированными?
8. Что называется шириной спектра сигнала?