*Лабораторная работа №3*

**Измерение диаграммы направленности полуволнового вибратора в частоте 2,4 ГГц**

**Цель работы**

Ознакомиться основами излучения электромагнитных волн с помощью волнового вибратора. Построить диаграмма направленности полуволнового вибратора в частоте 2,4 ГГц.

**Необходимые оборудования**

* Генератор сигналов
* Полуволновой вибратор с фидером
* Анализатор спектра
* Wi-Fi антенна (измерительная)

**Краткое теоретическое введение**

Перед началом эксперимента студентам необходимо ознакомиться основными измерительными приборами и основными терминами, которые описаны ниже.

**Полуволновой вибратор.** Антенна предназначена для извлечения энергии имеющегося электромагнитного поля (приемная антенна) или для преобразования энергии высокочастотного генератора (передатчика) в электромагнитные волны путем излучения (передающая антенна) [1]. Полуволновый диполь, или вибратор, является простейшим и распространенным резонансным устройством среди антенн. Полуволновой вибратор, как следует из его названия, имеет длину, равную половине длине волны (λ/2) соответствующей частоты (рис.1).



Рисунок 1. Полуволновой вибратор

**Диаграмма направленности.** Антенна, излучающая энергию одинаково по всем направлениям, называется сферическим или изотропным излучателем. В практике невозможно построить строго сферический излучатель. Он существует только в теории и служит целям сравнения. Ни одна реальная антенна не способна обеспечить одинаковую плотность и поляризацию излучения по всем направлениям. Поэтому у любой антенны имеется определенная направленность, описываемая соответствующей диаграммой. Диаграммой направленности называют графическое представление сечения характеристики направленности. Используются диаграммы направленности антенны в вертикальных, горизонтальных плоскостях и может изображаться в полярной системе координат или в сечении этой системы, а также в декартовых координатах.

|  |  |
| --- | --- |
| Элементарный полуволновой диполь | Элементарный полуволновой диполь |
| б) | в) |
| а-вертикальная , б-горизонтальная |
|  |
| Рисунок 2. Диаграмма направленности полуволнового вибратора |

**Генератор синусоидальных сигналов**

Синусоидальные сигналы широко используются для тестирования и отладки самых разнообразных электронных устройств. Это связано с тем, что они являются простейшими, изменяющимися во времени, сигналами, но с постоянными параметрами — амплитудой, частотой и фазой. Источниками синусоидальных сигналов могут быть струны музыкальных инструментов, камертоны, катушки, вращающиеся в постоянном магнитном поле, и другие устройства. В радиотехнике широко используются электронные генераторы электрических и радиотехнических сигналов в виде переменных токов и напряжений. В измерительной технике применяются несколько основных типов таких источников — генераторов синусоидального напряжения:

1. Низкочастотные RC-генераторы.

2. Высокочастотные LC-генераторы.

3. Генераторы с пьезокристаллическими, кварцевыми и электромеханическими резонаторами.

4. Генераторы, формирующие синусоидальные сигналы из треугольных сигналов путем их плавного ограничения.

5. Генераторы, реализующие цифровые методы синтеза синусоидальных сигналов.

В данной работе в качестве источника высокочастотного колебание используется генератор **NI PXI-5652**, который входит в состав комплексного СВЧ прибора **NI PXIe-1065.**

|  |  |
| --- | --- |
| NI PXI-5652 | http://sine.ni.com/images/products/us/041111_pxi1044_l.jpg |
| а) | б) |
|  |  |
| а-генератор сигналов | б-основной шасси |
| Рисунок 3. СВЧ комплексный измерительный прибор NI PXIе |

**Анализатор спектра**

Спектр сигнала — в [радиотехнике](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0) это результат разложения [сигнала](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB) на простые синусоидальных волн. В качестве разложения обычно используются [преобразование Фурье](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%A4%D1%83%D1%80%D1%8C%D0%B5), разложение по [функциям Уолша](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%A3%D0%BE%D0%BB%D1%88%D0%B0), [вейвлет-преобразование](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%B9%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D1%82-%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%22%20%5Co%20%22%D0%92%D0%B5%D0%B9%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D1%82-%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5) и др. С помощью спектра можно определить важных параметров радиосигнала в частотной полосе, такие как мощность (интенсивность), частота, модуляция, искажения и шум. Знание спектрального состава сигнала очень важно, особенно в системах с полосой частот ограниченной ширины.



Рисунок 4. Связь между временной и частотной областью

Для построения диаграммы направленности изучаемой антенны необходимо знать значения мощностей излучаемой антенны в соответствующих углах в полярной системе координат. Измерению можно осуществить с помощью анализатора спектра, который показывает мощность радиосигнала в указанной частоте. В данной работе используется анализатор спектра Agilent CSA N1996А. Диапазон частот данного прибора составляет от 100кГц до 3 ГГц. Для приема электромагнитных волн используется Wi-Fi антенна, которая принимает сигналы с частотой 2,4 ГГц.



Рисунок 5. Анализатор спектра Agilent CSA N1996А

**Порядок выполнения работы**

1. Включите основное шасси установки NI PXIe – 1065.
2. Дождитесь загрузки компьютера, после запустите программу «Measurement and Automation».
3. В появившемся окне нажмите кнопку «Devices and Interfaces».
4. Выберите строку NI PXI – 1065 «Chassis1».
5. В появившемся меню выберите слот NI PXIe – 5652 «PXI1Slot7\_2».
6. Подключите мультивибратор к выходу (RF Out 50 Ω) слота NI PXI 5652 RF Signal Generator который находится на корпусе устройства NI PXI – 1065.
7. Запустите слот NI PXI 5652 «PXI1Slot7\_2» нажатием кнопки «Test Panels».
8. В появившемся окне установите частоту 2.4 ГГц, уровень мощности 18 dB (максимальная мощность 20 dB).
9. Нажмите кнопку «Start».
10. Включите анализатор спектра Agilent нажатием кнопки «ON».
11. Подождите некоторое время, пока анализатор Agilent полностью загрузится.
12. Как только анализатор Agilent загрузится высветиться дисплей с установленным частотным диапазоном от 900 МГц до 950 МГц.
13. Здесь можно наблюдать пики, которые принадлежат мобильной связи стандарта GSM (890 МГц – 960 МГц).
14. Установите на анализаторе Agilent начальную (Start Frequency) и конечную (Stop Frequency) нажатием кнопки «Frequency Chanel».
15. В появившемся окне установите Start Frequency 2,3 ГГц, Stop Frequency 2,5 ГГц. Частота на середине 2,4 ГГц.
16. Установите на вход анализатора Agilent Input принимающую Wi-Fi антенну.
17. После этого можно наблюдать пик на частоте 2,4 ГГц.
18. Меняйте положение мультивибратора и пронаблюдайте эффект.
19. Зарисуйте диаграмму направленности мультивибратора на бумажке.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое волновой вибратор?
2. Принцип работы полуволнового вибратора.
3. Понятие «Диаграмма направленности».
4. Для чего предназначен СВЧ комплексный измерительный прибор NI PXIе?
5. Что такое анализатор спектра.