

УДК 621.3

Гармонический анализ сигнала с использованием цифрового осциллографа С8-37

Герасимович А.С., Качанов А.В.

Научные руководители: Куцьло А.В. старший преподаватель,

Устимович В.А., старший преподаватель

В процессе исследования при помощи цифрового осциллографа С8-37 производилась запись параметров исследуемого сигнала (прямоугольный сигнал встроенного калибратора осциллографа, напряжение лабораторной сети, ток намагничивания торообразной катушки) с дальнейшей обработкой при помощи специального математического аппарата, представленного в исследовании программным пакетом MathCad 14 с разработанными прикладными программами для каждого сигнала, а также наиболее общей версии, которая может использоваться для произвольного сигнала.

Одной из главных целей исследования, на котором мы остановимся подробнее, является разложение неизвестного сигнала в ряд Фурье, а также разложение предположительно известного сигнала в ряд Фурье, целью которого может быть определение качества электрической энергии, одним из требований которого является критерий синусоидальности сигнала. Также при помощи цифрового исследования сигнала с высокой точностью можно определить частоту сигнала, подаваемого на входы осциллографа. Как известно, частота синусоидального сигнала также является критерием качества электрической энергии. Представление исследуемого сигнала в виде ряда Фурье является основой для любого научно-практического анализа сигнала, так как для любого вычисления необходимо знание функции изменения (зависимости) данного сигнала от времени. Также при сопоставлении данных при разных начальных условиях есть возможность делать сравнительные характеристики для определенного диапазона исходных значений параметров.

Осциллограф предназначен для исследования периодических и однократных электрических сигналов в диапазоне частот от 0,6 Гц до 100 МГц с максимальной частотой дискретизации 100 Мв/с (сто мегавыборок в секунду) и напряжения постоянного тока путём их регистрации в цифровой памяти, отображения на экране стандартного SVGA монитора и цифрового измерения амплитудных и временных параметров. Осциллограф работает в режиме как ручного, так и дистанционного управления через интерфейс RS232. Программное обеспечение осциллографа С8-37, реализованное в операционной системе Windows -95, максимально ориентировано на работу с пользователем и обеспечивает управление режимами оцифровки, накопления, отображения и математической обработки измеряемых сигналов. Удобный пользовательский интерфейс обеспечивает широкий выбор аппаратных и программных установок и предустановок (амплитудные и временные масштабы и диапазоны, типы входов и временные масштабы и диапазоны, режимы синхронизации, единицы измерения, цвета элементов и многое другое). Разнообразные детальные измерения с помощью курсоров очень помогают в работе, результаты постоянно присутствуют в строке статуса. Все текущие измерения автоматически фиксируются в рабочей области программы и снабжаются рабочими этикетками.

Таблица 1 Технические характеристики осциллографа С8-38

Полоса частот регистрируемых периодических сигналов	100 МГц
Максимальная частота дискретизации	100 МГц
Вертикальное разрешение	8 бит
Время нарастания переходной характеристики	3,5 нс
Диапазон частот синхронизации	до 110 МГц

Диапазон исследуемых сигналов	0,002 - 40 В
Число каналов	2
Число разрядов АЦП	8
Объем памяти на канал	32 Кбайт
Пред-послезапуск	±100 %
Основная погрешность измерений	
-амплитудных параметров	2 %
-временных параметров	1,5 %

В процессе исследования изучались следующие виды сигналов: прямоугольный сигнал встроенного калибратора осциллографа, напряжение лабораторной сети, ток намагничивания торообразной катушки. Рассмотрим более подробно каждый из них.

1 Гармонический анализ прямоугольного сигнала встроенного калибратора осциллографа

Из паспортных данных осциллографа известны параметры сигнала:

тип сигнала: прямоугольный; амплитудное напряжение: 0.6 В;

частота сигнала: 1 кГц.

По данным цифрового осциллографа получена следующая зависимость, совмещённая с интерполированным графиком:

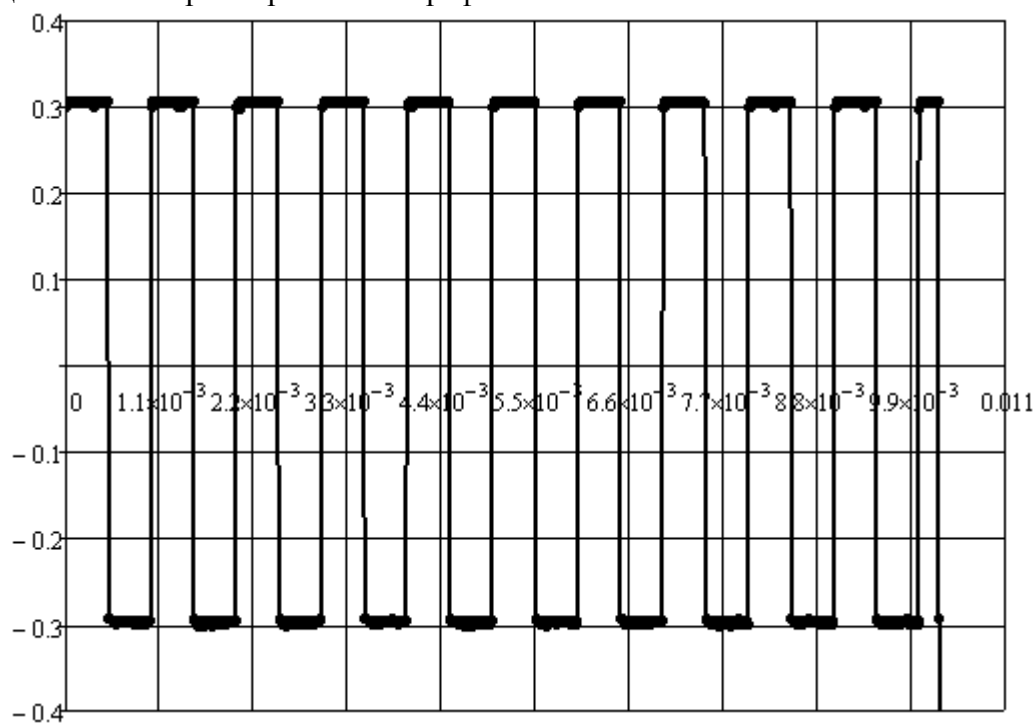


Рис. 1 Данные осциллографа для прямоугольного сигнала, совмещённые с интерполированным графиком

Гармонический анализ функции:

$$U_1=0.384 \text{ В}$$

Таблица 2 Результаты гармонического анализа прямоугольного сигнала

Гармоники	Отношение гармоник к первой, %
Первая гармоника	100
Вторая гармоника	0.167
Третья гармоника	33.378
Четвёртая гармоника	0.133
Пятая гармоника	20.196
Шестая гармоника	0.331
Седьмая гармоника	14.408

2 Гармонический анализ напряжения лабораторной сети

Известные параметры сигнала:

тип сигнала: синусоидальный;

амплитудное напряжение: внешней сети 220 В, далее следует трансформатор;

частота сигнала: 50 Гц.

По данным цифрового осциллографа получена следующая зависимость, совмещённая с интерполированным графиком:

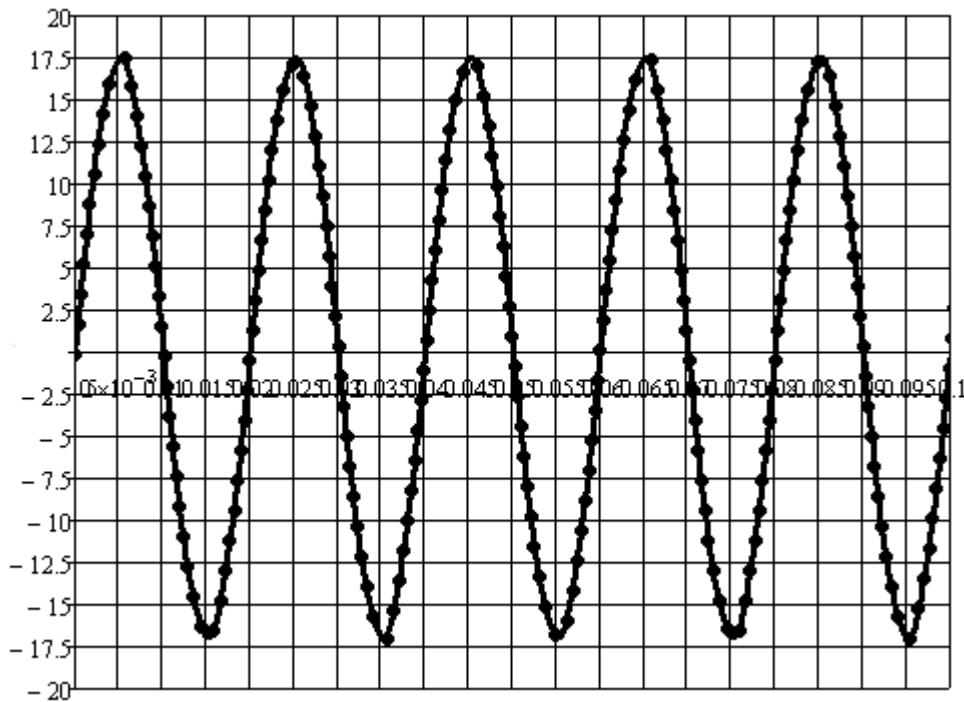


Рис. 2 Данные осциллографа для напряжения лабораторной сети, совмещённые с интерполированным графиком

Гармонический анализ функции:

$$U_1 = 17.07 \text{ В}$$

Таблица 2 Результаты гармонического анализа синусоидального сигнала

Гармоники	Отношение гармоник к первой, %
Первая гармоника	100
Вторая гармоника	0.151
Третья гармоника	0.322
Четвёртая гармоника	0.071
Пятая гармоника	1.088
Шестая гармоника	0.136
Седьмая гармоника	0.491

3 Гармонический анализ намагничивающего тока

Исследованию подвергалось падение напряжения на шунте, включенном в цепь намагничивающего тока.

Режим намагничивания характеризуется амплитудой магнитной индукции 0,5 Тл.

По данным цифрового осциллографа получена следующая зависимость, совмещённая с интерполированным графиком:

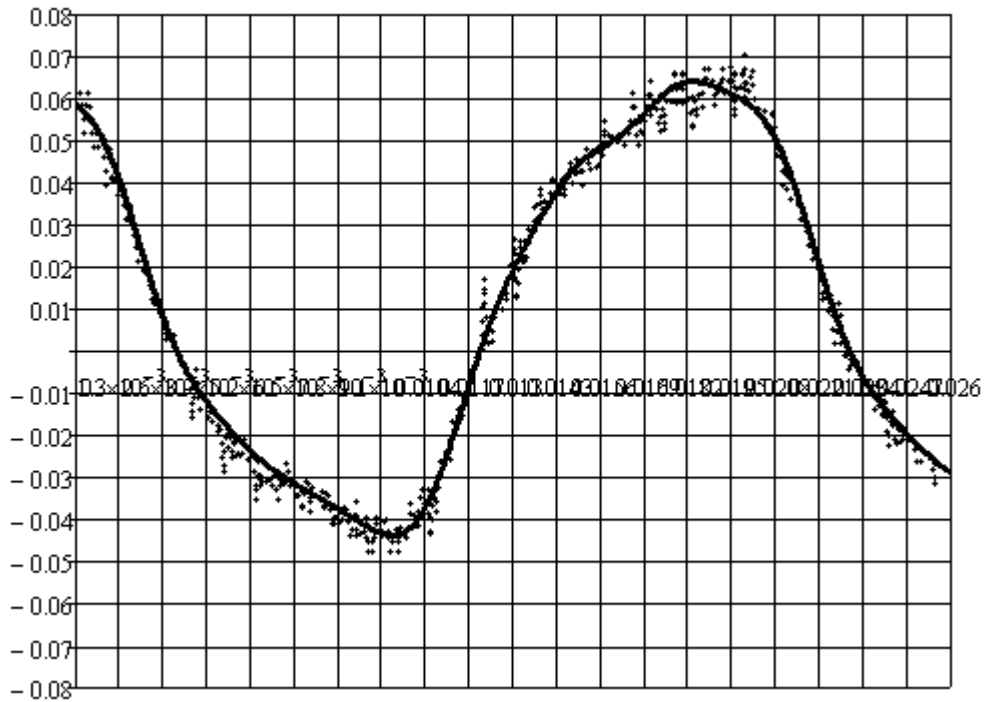


Рис. 3 Данные осциллографа для намагничивающего тока, совмещённые с интерполированным графиком

Гармонический анализ функции:

$$U_1=0.054 \text{ В}$$

Таблица 2 Результаты гармонического анализа прямоугольного сигнала

Гармоники	Отношение гармоник к первой, %
Первая гармоника	100
Вторая гармоника	1.325
Третья гармоника	13.431
Четвёртая гармоника	1.516
Пятая гармоника	2.232
Шестая гармоника	1.953
Седьмая гармоника	1.211

На основе полученных данных по результатам трех исследований можно производить дальнейшую обработку, связанную с проектированием электрических аппаратов, таких как трансформаторы, а также полупроводниковой техники. Также данные исследований позволяют дать количественное определение качества электрической энергии.