

РАБОТА №3.7. ИЗМЕРЕНИЕ УГЛА ФАЗОВОГО СДВИГА

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получение навыков измерения угла фазового сдвига, знакомство с устройством и характеристиками цифрового фазометра.

2. ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОМАШНЕЙ ПОДГОТОВКИ

1. Повторите вопросы обработки и представления результатов прямых измерений методом непосредственной оценки.
2. Ознакомьтесь с принципом работы, устройством и характеристиками электромеханических фазометров.
3. Ознакомьтесь с принципом работы, устройством и характеристиками электронных фазометров.
4. Ознакомьтесь с принципом работы, устройством и характеристиками цифрового фазометра мгновенного значения.
5. Ознакомьтесь с принципом работы, устройством и характеристиками цифрового фазометра с усреднением.

3. СВЕДЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Методы измерения угла сдвига фаз между двумя гармоническими напряжениями зависят от частотного диапазона и требуемой точности измерения. На низких частотах наиболее употребительны электромеханические фазометры, построенные на основе электродинамических и ферродинамических логометров. Однако их показания довольно значительно зависят от частоты, поэтому такие фазометры используются в основном на промышленных частотах 50 – 400 Гц и имеют классы точности 0,5 – 2,5.

Электронные аналоговые фазометры широко применяются как в лабораторной, так и промышленной практике. Они работают в диапазоне частот от десятков герц до единиц мегагерц. Их относительная погрешность составляет 1 – 2 %.

В лабораторной практике для измерения угла сдвига фаз можно использовать осциллограф. Существует два метода. Метод линейной развертки применяется, если осциллограф двухлучевой. В этом случае на экране получают изображение двух кривых напряжений u_1 и u_2 , взаимное расположение которых несет искомую информацию. Метод эллипса основан на том факте, что при подаче двух синусоидальных напряжений на вертикально и горизонтально отклоняющие пластины на экране наблюдается эллипс, форма и наклон которого зависят от угла сдвига фаз. Погрешность измерения этими методами довольно велика – 5 – 10 %.

Цифровые фазометры строятся на основе аналого-цифрового преобразования фазового сдвига в интервал времени, т.е. используют время-импульсные АЦП. Они работают в широком диапазоне частот (от единиц герц до сотен мегагерц), имеют высокое входное сопротивление (до 1 МОм), могут работать с напряжениями от нескольких милливольт до сотен вольт. Абсолютная погрешность измерений составляет доли градусов.

4. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Лабораторный стенд представляет собой персональный компьютер, на рабочем столе которого расположены модели калибратора фазовых сдвигов и цифрового фазометра (рис. 3.7.1).



Рис. 3.7.1. Вид экрана лабораторного стенда при проведении работы №3.7.

Схема включения приборов при выполнении измерений приведена на рис.3.7.2.

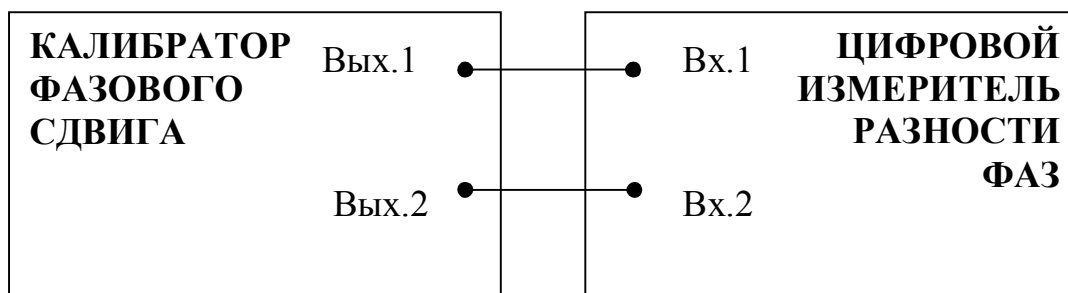


Рис.3.7.2. Схема электрического соединения калибратора и цифрового фазометра при определении погрешности методом прямых измерений

Манипуляция органами управления средствами измерений и других устройств производится при выполнении работы с помощью мыши в таком же порядке, как это предусмотрено при работе с реальными приборами и устройствами.

В данной работе используются: виртуальный калибратор фазового сдвига с характеристиками, близкими к характеристикам реального прибора Ф1-4, и виртуальный

цифровой фазометр с характеристиками, близкими к характеристикам реального прибора Ф2-34. Некоторые характеристики этих ВП приведены ниже.

Калибратор фазового сдвига (калибратор фазы) является многозначной мерой фазового сдвига и предназначен для воспроизведения углов фазового сдвига между двумя синхронными гармоническими напряжениями. Применяется для поверки измерителей разности фаз, а также для настройки и исследования различных радиоэлектронных устройств.

Цифровой измеритель разности фаз (цифровой фазометр) предназначен для измерения разности фаз между двумя синхронными гармоническими напряжениями с цифровым отображением информации.

Диапазон рабочих частот от 0,5 Гц до 5 МГц. Входные напряжения непосредственно на входах прибора не должны превышать 2 В и быть не ниже 20 мВ. Диапазон измерения углов фазового сдвига составляет от 0^0 до 360^0 . Разрешающая способность индикатора - $0,01^0$.

Погрешность измерения углов фазового сдвига при равных значениях входных напряжений непосредственно на входах 1 и 2 прибора не превышает значений, указанных в таблице 2.

Таблица 3.7.1.

Частота F, Гц	$0,5 < F \leq 1$	$1 < F \leq 20$	$20 < F \leq 5 \times 10^6$
Погрешность, град	$\pm 0,25 / F$	$\pm (0,08 + 0,1 / F)$	$\pm (0,1 + 10^{-7} \times F)$

5. РАБОЧЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Изучите описание работы и рекомендованную литературу. Запустите программу-оболочку лабораторного практикума, нажав кнопку RUN (“стрелка направо” в левом

верхнем углу окна программы), и выберите лабораторную работу №7 «Измерение угла фазового сдвига» в группе работ «Измерение электрических величин».

2. При необходимости еще раз почитайте описание работы, ответьте на вопросы коллоквиума и получите допуск к выполнению работы. После сдачи коллоквиума на рабочем столе автоматически появится окно лицевой панели ВП и окно лабораторного журнала, созданного в программе MS Excel. В лабораторный журнал в процессе выполнения работы будут вноситься данные, необходимые для последующего составления отчета.

3. Приготовьте к работе проверенную на отсутствие вирусов, отформатированную 3,5-дюймовую дискету и вставьте её в дисковод.

4. Изучите органы управления, находящиеся на передней панели приборов.

- тумблер «Сеть», предназначенный для включения прибора;
- три кнопки «F» для установки частоты выходного сигнала;
- три кнопки «φ», из них (слева направо) первая – для установки знака фазового сдвига, вторая – для установки разряда сотен численного значения угла фазового сдвига, третья – для установки разряда десятков угла фазового сдвига;
- два регулятора для установки выходного напряжения соответствующего канала Вых.1 и Вых.2;
- две коаксиальных розетки Вых.1 и Вых.2, представляющие выходы гармонического сигнала первого (опорного) и второго каналов калибратора;
- цифровое трехразрядное устройство индикации, с ценой деления младшего разряда 1 градус.

На лицевой панели цифрового фазометра расположены:

- кнопка «СЕТЬ» включения питания прибора от сети;
- кнопка «Калибр.», предназначенная для включения режима калибровки фазометра.

- две коаксиальных розетки Вх.1 и Вх.2, представляющие входы гармонического сигнала первого (опорного) и второго каналов цифрового фазометра.

- цифровое трехразрядное устройство индикации, с ценой деления младшего разряда 0,01 градуса.

В данной работе модель калибратора фазовых сдвигов используется в качестве образцового средства измерений и служит для воспроизведения с высокой точностью значения угла фазового сдвига между двумя гармоническими напряжениями. В качестве рабочего средства измерений служит модель цифрового фазометра.

6. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Подготовьте модели приборов к работе.

- 1.1. Включите с помощью тумблеров «Сеть» цифровой фазометр и калибратор фазовых сдвигов. После включения приборов на их лицевой панели загорятся устройства индикации.

- 1.2. С помощью кнопок «ф» установите значение угла фазового сдвига между сигналами на выходах калибратора, равным 0 градусов.

- 1.3. Установите регуляторы выходных напряжений калибратора в среднее положение.

- 1.4. Откалибруйте фазометр, удерживая кнопку «Калибр.» до появления нулевых показаний. После калибровки фазометр автоматически переходит в режим измерений.

2. Опробуйте расположенные на рабочем столе модели средств измерений. В процессе опробования, изменяя фазовый сдвиг, частоту и напряжение сигналов на выходах калибратора, проследите за изменением показаний фазометра и убедитесь в работоспособности приборов.

В случае если хотя бы одна из моделей окажется неработоспособной, обратитесь к преподавателю.

3. Используя калибратор фазовых сдвигов в качестве источника гармонических напряжений, измерьте на выбранной частоте угол фазового сдвига с помощью цифрового фазометра.

3.1. Откалибруйте фазометр.

3.2. Установите значение угла фазового сдвига на выходе калибратора, равным 0 градусов, а значение частоты сигнала равным 10 кГц.

3.3. Измерьте с помощью фазометра величину фазового сдвига между сигналами на выходах калибратора и запишите в лабораторный журнал по форме, приведенной в таблице 3.7.2, соответствующие показания калибратора и цифрового фазометра.

3.4. Повторите задание п.3.3., устанавливая последовательно фазовый сдвиг на выходах калибратора, равным 10, 30, 60, 90, 120, 150 и 180 градусов и, фиксируя при этом показания цифрового фазометра.

4. Повторите п.3.1 – 3.4, выбрав другую частоту (0,5 Гц или 5 МГц) переменного напряжения.

Таблица 3.7.2

Результаты измерений угла фазового сдвига с помощью цифрового фазометра (частота сигналов 10 кГц)

Фазовый сдвиг на выходе калибратора, град.	Показания фазометра, град.	Абсолютная погрешность фазометра, град		Относительная погрешность фазометра, %		Результат измерений
		расчет	эксперимент	расчет	эксперимент	

5. Используя калибратор фазовых сдвигов в качестве источника гармонических напряжений, измерьте с помощью цифрового фазометра один и тот же угол фазового сдвига на различных частотах.

5.1. Откалибруйте фазометр.

5.2. Установите значение угла фазового сдвига на выходе калибратора, равным 10 градусов, а значение частоты сигнала равным 0,5 Гц

5.3. Измерьте с помощью фазометра фазовый сдвиг между сигналами на выходах калибратора и запишите в лабораторный журнал по форме, приведенной в таблице 3.7.3, показания калибратора и цифрового фазометра..

5.4. Повторите п. 6.3 задания, устанавливая последовательно частоту сигналов, равной 0,5 Гц, 50 Гц, 500 Гц, 50 кГц, 0,5 МГц, 5 МГц.

6. Повторите п.6.1 – 6.4 задания, выбрав другое значение фазового сдвига (60 или 90 градусов).

7. Нажмите кнопку СТОП.

8. Сохраните файл лабораторного журнала на дискете под оригинальным именем.

Таблица 3.7.3

Результаты измерений угла фазового сдвига 10 градусов на различных частотах с помощью цифрового фазометра

Частота сигнала на выходе калибратора, Гц	Показания фазометра, град	Абсолютная погрешность фазометра, град		Относительная погрешность фазометра, %		Результат измерений
		расчет	эксперимент	расчет	эксперимент	

7. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

При оформлении лабораторного отчета необходимо полностью заполнить имеющиеся в распоряжении студента таблицы по формам 3.7.3 и 3.7.4.

Помимо заполненных таблиц в отчете должны содержаться:

- сведения о цели и порядке выполнения работы;
- схема лабораторной установки;
- данные о характеристиках использованных приборов;
- примеры расчетов, выполнявшихся при заполнении таблиц;
- графики зависимости абсолютной и относительной погрешностей измерений от результатов измерений (при фиксированной частоте и при фиксированном фазовом сдвиге) с выделенными на них полосами допустимых погрешностей;
- выводы по результатам проделанной работы.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каком случае напряжения называют противофазными?
2. Какой метод реализуется при измерении сдвига фаз электродинамическим или ферродинамическим логометром?
3. В какую величину преобразуется фазовый сдвиг в аналоговых электронных фазометрах?
4. В каком диапазоне частот работают аналоговые электронные фазометры?
5. Какие фазометры обеспечивают наивысшую точность в диапазоне частот от нескольких герц до десятков и более мегагерц?