

Курганов Василий Михайлович

студент

АНО ВО «Российский новый университет»

г. Москва

**СХЕМА ОБРАБОТКИ СТАТИСТИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА
ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ И МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ
ТЕСТИРОВАНИЯ СО СБОРОМ ДАННЫХ И ИНСТРУКЦИЕЙ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ,
С ОБЩИМ ВЫВОДОМ**

***Аннотация:** в статье представлена схема обработки статистики показателей качества источников электропитания, а также методика выполнения тестирования с последующим сбором данных. Акцентировано внимание на важности оценки качества электропитания для повышения надежности и эффективности работы электрооборудования.*

***Ключевые слова:** типовая схема организации контроля и оценки качества электропитания потребителя, электропитание центра обработки данных.*

Введение.

В данной исследовательской статье рассматривается типовая схема организации контроля и оценки качества электропитания потребителя по типу: электропитание центра обработки данных (далее ЦОД).

С городской электропитающей сети подается два независимых ввода, которые после трансформатора объединяются через аварийный ввод резерва (далее АВР), параллельно с выводом от дизельной генерирующей установки. От АВР главного распределительного щита кабельная линия далее идет к АВР распределительных щитов, которые в свою очередь запитывают распределительные щиты источников бесперебойного питания (далее ИБП). Помимо наличия общей системы АВР в системе электроснабжения ЦОД, у каждой серверной стойки вычислительного комплекса, также присутствует собственная система ввода резерва (рис. 1).

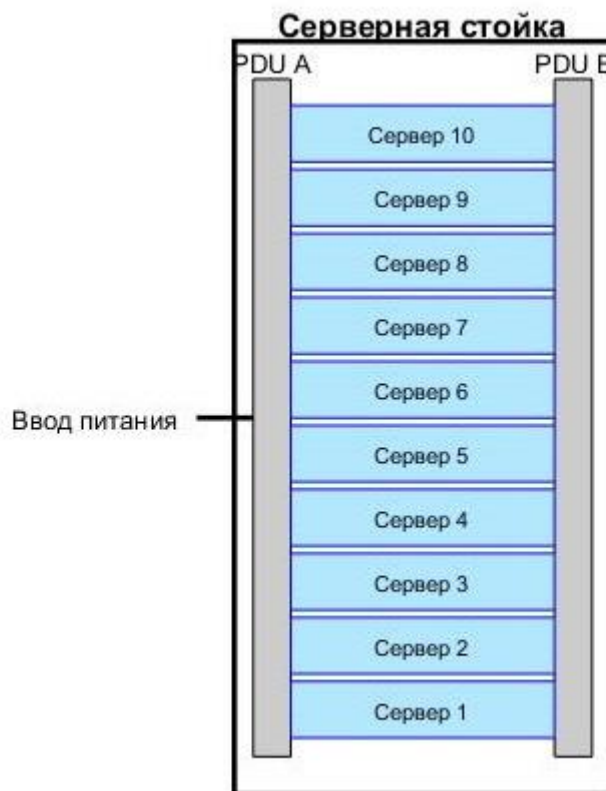


Рис. 1

Рассматриваемая схема моделирования сбора статистики данных для контроля качества электропитания, подразумевает получение данных, содержащих необходимый перечень предъявляемых требованиями ГОСТ 32144-2013 характеристик питающей сети.

Ввиду невысокой вероятности наличия расхождений в электросети по некоторым параметрам, согласно требованиям, вышеуказанного ГОСТ, ряд данных критериев качества не учитывается в рамках изложенного материала. Для исследования качества электроснабжения в представленной ниже математической модели приводятся следующие параметры: *Гармонические составляющие напряжения, Провалы и перенапряжения, Колебания напряжения и фликер.*

Обзор литературы.

Основами в работе с базовыми функциями создания проектов системы математического моделирования Simulink, стали примеры, изложенные в учебном пособии «Цифровая обработка сигналов моделирование в Simulink» А.И. Солонина. Для получения частного решения задачи определения параметров качества электроснабжения, было выбрано учебное пособие «Моделирова-

ние измерительных задач в среде Matlab + Simulink» В.В. Земляков, В.Л. Земляков, С.А.Толмачев. Для исследования модели используется ПО Matlab версии R2016b и техническая документация для данной версии.

Описание процесса создания нового проекта в Simulink, рассмотрение гармонических составляющих напряжения.

В программном комплексе Matlab допустимо использовать мульти языковые программные сценарии в окне текстового интерфейса, обеспечивая таким образом широчайший охват реализуемых задач.

Для решения задачи, представленной в данной статье, используются средства графического построения исполняемых программой сценариев. Одним из данных методов является метод, реализуемый средствами программной среды Simulink. Для запуска Simulink, в главном окне Matlab нужно нажать кнопку «Start Simulink». Далее в появившемся окне надо нажать кнопку «Blank Model» (новая модель), появится окно графического интерфейса программной среды Simulink, для того чтобы собрать модель необходимо открыть библиотеку компонентов кнопкой «Library Browser», и далее используя строку поиска, согласно спецификации (инструкции) на исследуемый объект, выбрать необходимые блоки по описаниям.

В программном комплексе математического моделирования Matlab Simulink представлена информационная модель электрической схемы для выполнения необходимых замеров, показателей качества электроэнергии питающей сети (рис. 2).

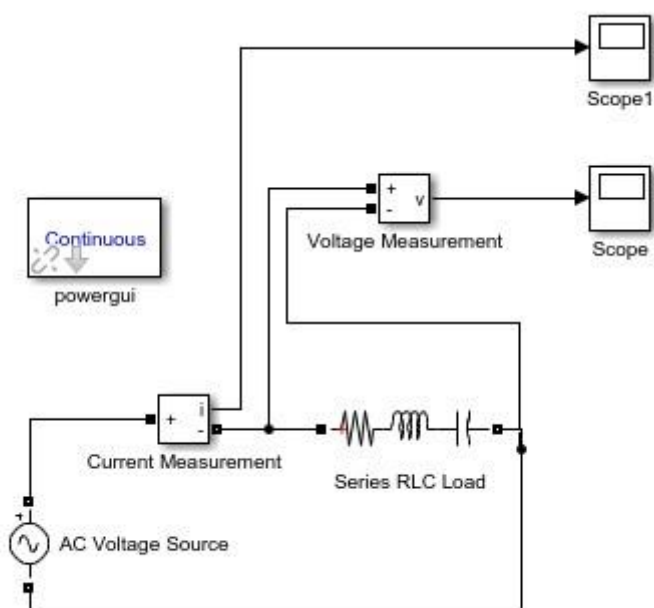
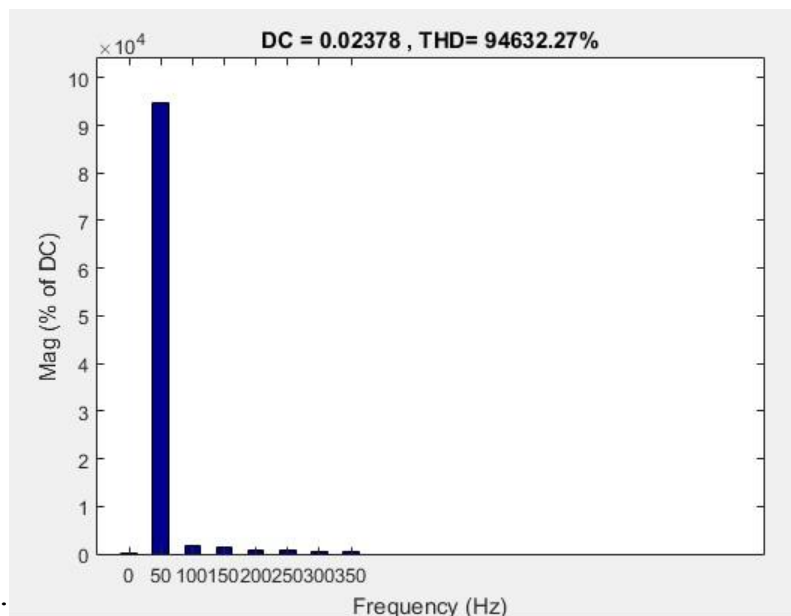
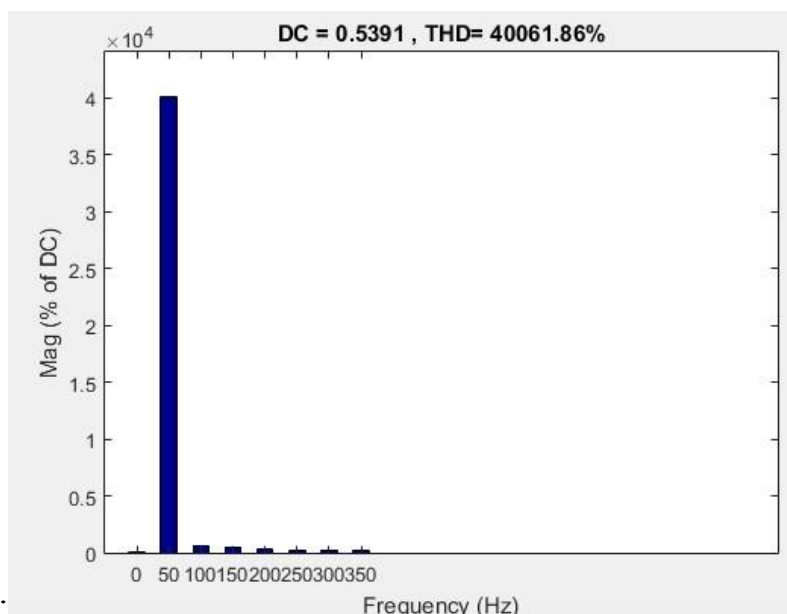


Рис. 2

Для получения обрабатываемых данных, используются последовательно включенный в цепь питания нагрузки амперметр и включенный параллельно нагрузке вольтметр. Первым измеряемым в модели параметром будет расчетный график наличия в цепи высших гармоник, полученный по методу быстрого преобразования Фурье FFT (рис. 3).



Для тока:



Для напряжения:

Рис. 3

Решением для соблюдения требований по данному параметру качества, при достижении пороговых значений является установка специальных электрических фильтров. На практике подобные замеры выполняются согласно регламенту, не чаще 1 раза в год или при аварии (ремонте), при помощи цифровых анализаторов качества электроэнергии, подключаемых по месту зажимами.

Второй исследуемый параметр: провалы и перенапряжения.

Провалом в напряжении считается значение ниже 90% от номинального $U_{ном}$, то есть при номинальном напряжении равном 220 В, провалом будет значение ниже 198 В или при линейном напряжении 380 В, значение ниже 342 В. При этом, на отводах трансформатора обмоток низшего напряжения допускается значение 230–250 В, для фазного напряжения и 400 В для линейного, данное значение напряжения важно для возможности компенсировать падение напряжения в линии при увеличении нагрузки в сети. Наличие повышенного значения напряжения на обмотках низшего напряжения трансформатора или шинопроводе, по сравнению с номинальным напряжением на потребителе, является допустимой нормой, устанавливаемой при проектировании.

Измерение данного параметра происходит с помощью встроенных в дверь шкафа управления или распределительного щита вольтметров. Вольтметры используются различных конструктивных вариантов: цифровые, аналоговые,

стрелочные и электронные. При необходимости, все показания от измерительной аппаратуры сводятся в единый центр контроля напряжения на центральном пульте. При понижении напряжения на 10% от номинального включается АВР, переключая всю нагрузку на другой независимый ввод.

Перенапряжение в сети переменного тока считается значение выше 110% от номинального $U_{ном}$, то есть пороговым значением можно считать 242 В для фазного напряжения и 418 В для линейного. Решением для соблюдения требований по данному параметру качества электроэнергии являются те же аппаратные средства, как и для провалов.

Третий исследуемый параметр качества электросети: колебания напряжения и фликер.

Обычно причиной возникновения колебаний напряжения и фликера является наличие большой нелинейной нагрузки в сети. Такой нагрузкой может быть сварочный аппарат или мощный двигатель.

Чтобы изучить, как работает типовая исследовательская модель в среде Matlab Simulink, достаточно воспользоваться встроенной командой. Для запуска сценария моделирования схемы исследования фликера, необходимо в командном окне Matlab (окне текстового интерфейса) ввести «power_KALFlicker» и нажать Enter. Откроется окно Simulink, с типовой схемой исследования явления фликера «Flickermeter statistical analysis module» (рис. 4).

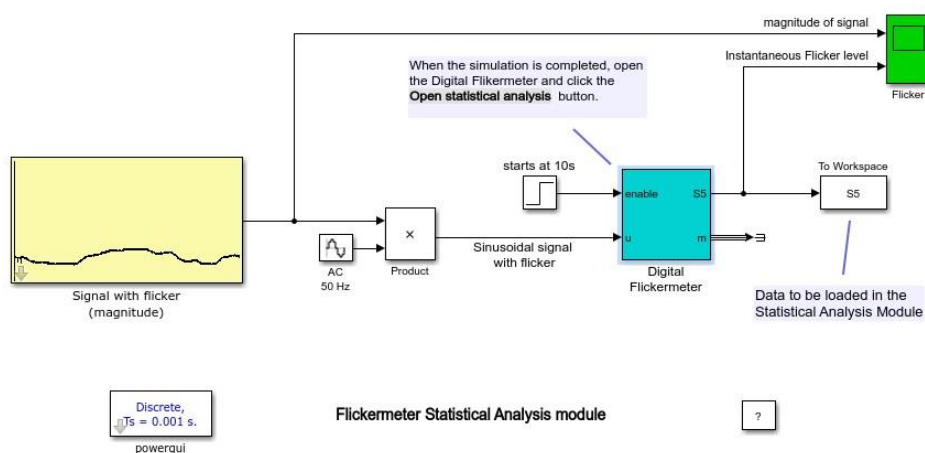


Рис. 4

После загрузки схемы в окне Simulink необходимо установить напряжение и частоту тока. После настройки параметров, нажать запуск симуляции. В меню блока «Flickermeter», нужно нажать «Open statistical analysis», затем load (from workspace), в поле «start time» установить значение «50» и нажать «Compute», сгенерируется график функции интегральной вероятности мерцания.

Одним из самых распространенных и часто используемых средств устранения мерцания в электросети является установка частотных преобразователей для плавного пуска электродвигателей. В некоторых случаях требуется установка динамических компенсаторов реактивной мощности. Измеряются данные параметры с помощью цифровых приборов фликерметров, подключаемых в силовом шкафу.

Вывод и анализ полученных измерений в схеме.

Замеры для режима работы от дизельной установки следовало бы выполнить по всем пунктам, согласно ГОСТу, но экономически данный вариант нецелесообразен, ввиду отсутствия вариантов переключения нагрузки в случае невыполнения требуемых норм. При проведении тестирования дизельной установки, все параметры должны соответствовать проектным, рассчитанным для подключаемой нагрузки.

Исходя из полученных в исследовательских моделях данных можно сделать вывод о том, что при выполнении расчетов, получаются идеализированные и усредненные результаты, выверенные на уровне программной среды Matlab Simulink. С помощью данного программного комплекса, при изменении расчетных параметров схемы можно получить данные, согласно требуемых в документации характеристик.

Проведение предварительных расчетов, на стадии проектирования, помогает избежать возможных проблем при наладке энергосистемы объекта, а также подготовить примерный план-график выполняемых по регламенту работ технического обслуживания.

Список литературы

1. Солонина А.И. Цифровая обработка сигналов моделирование в Simulink / А.И. Солонина. – СПб., 2012.

2. Земляков В.В. Моделирование измерительных задач в среде Matlab + Simulink: учебное пособие / В.В. Земляков, В.Л. Земляков, С.А. Толмачев. – 2020. – EDN DSWIYD