**Лабораторная работа №2**

**Автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности**

Техническая необходимость и экономическая целесообразность автоматического регулирования напряжения и реактивной мощности обусловливаются специфическими особенностями процесса производства и распределения электроэнергии.

Основными задачами автоматического регулирования напряжения и реактивной мощности являются:

- обеспечение рациональных потоков реактивной мощности в процессе передачи электроэнергии от электрических станций к потребителям;

- сохранение или повышение статической устойчивости электропередач в нормальных режимах работы;

- повышение динамической и результирующей устойчивости электроэнергетической системы в аварийных режимах;

- обеспечение требуемого напряжения у потребителей, т.е. обеспечение одной из норм качества электроэнергии.

Указанные задачи автоматического регулирования напряжения и реактивной мощности решаются:

- регулированием возбуждения синхронных генераторов и электродвигателей;

- регулированием мощности управляемых статических источников реактивной мощности;

- автоматическим регулированием коэффициентов трансформации трансформаторов.

***Автоматическое регулирование напряжения изменением возбуждения синхронного генератора***

* Общие сведения
* Электрическая схема соединений
* Перечень аппаратуры
* Указания по проведению эксперимента

**Общие сведения**

Основным способом автоматического регулирования напряжения и реактивной мощности является автоматическое регулирование возбуждения синхронных генераторов.

В данной работе присутствует синхронный генератор, включаемый на параллельную работу с электрической системой бесконечной мощности, роль которой выполняет источник трехфазного питания стенда. Синхронизация генератора с сетью производится вручную по способу точной или самосинхронизации. С помощью специальной компьютерной программы можно регулировать напряжение на шинах генератора изменением его возбуждения.

Меняя параметры системы автоматического регулирования можно изучить их влияние на качество процесса регулирования напряжения.





**Перечень аппаратуры**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Тип | Параметры |
| А1, А7 | Трехполюсный выключатель | 301.1 | 400 В ~; 10 А |
| A2 | Трехфазная трансформаторная группа | 347.1 | 3 х 80 В⋅А;  230 (звезда) /  242, 235, 230, 126, 220, 133, 127 В |
| А3, А4 | Модель линии электропередачи | 313.2 | 400 В ~; 3 × 0,5 А |
| А5 | Индуктивная нагрузка | 324.2 | 3 × 40 Вар |
| A6 | Трехфазная трансформаторная группа | 347.2 | 3 х 80 В⋅А;  242, 235, 230, 126, 220, 133, 127 /  230 В  (треугольник) |
| А8 | Блок измерительных трансформаторов  тока и напряжения | 401.1 | 600 В / 3 В  (тр-р напряж.)  0,3 А / 3 В  (тр-р тока) |
| А9 | Терминал | 304 | 6 розеток с  8 контактами;  6×8 гнезд |
| А10 | Блок ввода-вывода цифровых сигналов | 331 | 8 входов типа  «сухой контакт»;  8 релейных выходов |
| А11 | Коннектор | 330 | 8 аналог. диф. входов;  2 аналог. выхода;  8 цифр. входов/  выходов |
| А12 | Персональный компьютер | 550 | IBM совместимый,  Windows 98-XP,  плата сбора информации  PCI 6024E |
| G1 | Трехфазный источник питания | 201.2 | 400 В ~; 16 А |
| G2 | Источник питания двигателя постоянного тока | 206.1 | Цепь якоря  0…250 В −; 3 А  Цепь возбуждения  200 В −; 1 А |
| G3 | Возбудитель синхронной машины | 209.2 | 0…40 В −; 3,5 А |

***Продолжение таблицы***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| G4 | Машина переменного тока | 102.1 | 100 Вт / ~ 230 В /  1500 мин−1 |
| G5 | Преобразователь угловых перемещений | 104 | 6 вых. каналов / 2500 импульсов  за оборот |
| M1 | Машина постоянного тока | 101.2 | 90 Вт / 220 В /  0,56 А (якорь) /  2×110 В / 0,25 А (возбуждение) |
| P1 | Указатель частоты вращения | 506.2 | 2000…0…2000 мин−1 |
| P2 | Измеритель мощностей | 507.2 | 15; 60; 150; 300; 600 В,  0,05; 0,1; 0,2;  0,5 А. |

**Указания по проведению эксперимента**

Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соберите электрическую схему соединений тепловой защиты машины переменного тока.

Соедините гнезда защитного заземления "Заземление" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом «РЕ» источника G1.

Соедините вилки питания 220 В устройств, используемых в эксперименте, сетевыми шнурами с розетками удлинителя.

Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений.

Переключатели номинальных фазных напряжений трехфазных трансформаторных групп А2 и А6 установите равными 220 В. Параметры линий электропередачи А3 и А4 установите следующими: R = 200 Ом, L/RL = 1,2 Гн / 32 Ом, С1=С2=0 мкФ.

Переключатели режимов работы трехполюсных выключателей А1 и А7, источника G2 питания двигателя постоянного тока установите в положение «РУЧН.», возбудителя G3 – в положение «АВТ.». Тумблеры делителей напряжения коннектора А11 установите в положение «1:1». Тумблер выбора режима работы общей точки аналоговых входов коннектора А11 установите в положение «AIGND». Тумблеры выбора режима работы цифровых входов/выходов блока А10 ввода-вывода цифровых сигналов установите в положение «выход» (тумблер вниз) для контактов DIO0…DIO3, в положение «вход» (тумблер вверх) для контактов DIO4…DIO7.

Переключатели индуктивной нагрузки А5 установите в положение, например, 50 %.

Включите выключатели «СЕТЬ» трехполюсных выключателей А1 и А7, источника G2 питания двигателя постоянного тока, возбудителя G3 синхронной машины, указателя P1 частоты вращения, измерителя мощностей P2, блока А10 ввода-вывода цифровых сигналов.

Включите источник G1. О наличии напряжений на его выходе должны сигнализировать светящиеся светодиоды.

Приведите в рабочее состояние персональный компьютер А12 и запустите программу «Регулирование напряжения изменением возбуждения».

Задайте уставки управления, нажав для этого соответствующую виртуальную кнопку Настройки или пункт главного меню. Например, оставьте уставки, заданные по умолчанию.

Запустите сбор данных, нажав для этого виртуальную кнопку «Запустить» Пуск или выбрав соответствующий пункт в меню «Действия».

Включите генератор на параллельную работу с сетью методом самосинхронизации. Для этого выполните следующие действия:

Включите выключатель А1 нажатием кнопки «ВКЛ» на его передней панели.

Включите источник G2 нажатием на кнопку «ВКЛ» на его передней панели. Вращая регулировочную рукоятку источника G2, разгоните электромашинный агрегат до скорости вращения 1500 мин-1. Скорость вращения электромашинного агрегата контролируйте по указателю частоты вращения Р1.

Подключите невозбужденный генератор к сети, нажав кнопку «ВКЛ» выключателя А7.

Включите возбудитель G3, нажав на виртуальный тумблер на экране компьютера. Вращая виртуальную регулировочную рукоятку, установите задание напряжения равным 380 В. После нескольких качаний генератор G4 должен втянуться в синхронизм.

Вращая регулировочную рукоятку источника G2, установите ток на его регулируемом выходе «ЯКОРЬ» равным, например, 0,5 А.

Вращая виртуальную регулировочную рукоятку, установите задание напряжения в узловой точке сети равным, например, 350 В.

Измените величину индуктивной нагрузки А5 вращением регулировочных рукояток на ее передней панели. По виртуальным приборам на экране компьютера наблюдайте изменение напряжения на нагрузке А5 и значения реактивной мощности, вырабатываемой генератором G4. С помощью измерителя Р4 наблюдайте также изменение значений потребляемых нагрузкой мощностей.

Остановите силовой агрегат, выполнив следующие действия:

Отключите генератор от сети, нажав для этого кнопку «ОТКЛ.» выключателя А7.

Отключите возбудитель G3 нажатием на виртуальный тумблер.

Отключите источник G2 нажатием на кнопку «ОТКЛ» на его передней панели.

При работе с программой следует пользоваться её возможностями:

Для удобства определения значений величин по графикам на экране отображаются текущие координаты указателя мыши.

Масштабирование осциллограмм производится путем нажатия на графике левой клавиши мыши и, не отпуская ее, перемещения манипулятора слева направо и сверху вниз. Возврат к начальному масштабу осуществляется обратным перемещением манипулятора – справа налево и снизу вверх.

Двигать график осциллограмм относительно осей координат можно путем нажатия и удержания на соответствующем объекте правой кнопки мыши и ее одновременного перемещения в нужную сторону.

По завершении экспериментов отключите источник G1 и выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте. Закройте программу «Регулирование напряжения изменением возбуждения».

***Автоматическое регулирование напряжения изменением реактивной мощности статического тиристорного компенсатора***

* Общие сведения
* Электрическая схема соединений
* Перечень аппаратуры
* Указания по проведению эксперимента

**Общие сведения**

Возможность непрерывного управления мощностью реакторов и дискретного изменения мощности конденсаторных установок посредством мощных тиристорных управляемых устройств и тиристорными выключателями, соответственно, обусловила разработку статических реверсивных управляемых компенсаторов (СТК), более надежных, быстродействующих и менее дорогих, чем вращающиеся синхронные компенсаторы. В связи с особенностями коммутации секционированных конденсаторных установок оказалось целесообразным выполнять СТК, состоящими из непрерывно управляемой реакторной части и постоянно включенной или только включаемой и отключаемой в целом конденсаторной установки.

В данной работе присутствует модель СТК, состоящая из постоянно подключенной к сети емкости, и индуктивности, соединенной с сетью через трехфазный тиристорный регулятор. К шинам СТК подключена активная нагрузка.

С помощью специальной компьютерной программы можно регулировать напряжение на шинах активной нагрузки, изменяя угол управления тиристоров.

Меняя параметры системы автоматического регулирования можно изучить их влияние на качество процесса регулирования напряжения.

 

**Перечень аппаратуры**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Тип | Параметры |
| A1 | Трехфазная трансформаторная группа | 347.1 | 3 х 80 В⋅А;  230 (звезда) /  242, 235, 230, 126, 220, 133, 127 В |
| А2 | Модель линии электропередачи | 313.2 | 400 В ~; 3 × 0,5 А |
| А3 | Активная нагрузка | 306.1 | 220/380 В; 50Гц;  3×0…50 Вт; |
| А4 | Емкостная нагрузка | 317.2 | 220/380 В; 50 Гц;  3х40 Вар |
| А5 | Тиристорный преобразователь /  регулятор | 207.2 | 3×400 В ~ / 2 А  6 тиристоров |
| А6 | Индуктивная нагрузка | 324.2 | 220/380 В; 50Гц;  3х40 Вар |
| А7 | Трехполюсный выключатель | 301.1 | 380 В / 10 А |
| А8 | Блок датчиков тока и напряжения | 402.3 | 3 измерительных преобразователя «ток –  напряжение»  (5 А/1 А)/5 В;  3 измерительных преобразователя «напряжение - напряжение»  (1000 В/100 В)  /5 В |
| А9 | Терминал | 304 | 6 розеток с  8 контактами;  6×8 гнезд |
| А10 | Блок ввода-вывода цифровых сигналов | 331 | 8 входов типа  «сухой контакт»;  8 релейных выходов |
| А11 | Коннектор | 330 | 8 аналог. диф. входов;  2 аналог. выхода;  8 цифр. входов/  выходов |
| А12 | Персональный компьютер | 550 | IBM совместимый,  Windows 98-XP,  плата сбора информации  PCI 6024E |
| G1 | Трехфазный источник питания | 201.2 | 400 В ~; 16 А |

**Указания по проведению эксперимента**

Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соберите электрическую схему соединений тепловой защиты машины переменного тока.

Соедините гнезда защитного заземления "Заземление" устройств, используемых в эксперименте, с гнездом «РЕ» источника G1.

Соедините вилки питания 220 В устройств, используемых в эксперименте, сетевыми шнурами с розетками удлинителя.

Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений.

Переключатель номинального вторичного напряжения трехфазной трансформаторной группы А1 установите в положение 127 В. Параметры линий электропередачи А2 установите следующими: R = 0 Ом, L/RL = 1,2 Гн / 32 Ом, С1=С2=0 мкФ.

Переключатель режима работы трехполюсного выключателя А7 установите в положение «РУЧН».

Выберите мощность активной нагрузки А3, например 100% от 50 Вт во всех трех фазах.

Выберите мощность индуктивной нагрузки А6, равную 100% от 40 Вар во всех трех фазах.

Выберите мощность емкостной нагрузки А4, равную 50% от 40 Вар во всех трех фазах.

Тумблеры делителей напряжения коннектора А11 установите в положение «1:1». Тумблер выбора режима работы общей точки аналоговых входов коннектора А11 установите в положение «AIGND». Тумблеры выбора режима работы цифровых входов/выходов блока А10 ввода-вывода цифровых сигналов установите в положение «выход» (тумблер вниз) для контактов DIO0…DIO3, в положение «вход» (тумблер вверх) для контактов DIO4…DIO7.

Приведите в рабочее состояние персональный компьютер А12 и запустите прикладную программу «Регулирование напряжения СТК».

Включите выключатели «СЕТЬ» тиристорного преобразователя А5, трехполюсного выключателя А7, блока ввода-вывода цифровых сигналов А10.

Включите выключатель А7 нажатием кнопки «ВКЛ» на его передней панели.

Нажмите кнопку «УПРАВЛЕНИЕ» на лицевой панели преобразователя А5, переключив его в режим автоматического управления.

Нажмите кнопку «РЕГУЛЯТОР 3Ф НАПРЯЖЕНИЯ» на лицевой панели преобразователя А5 и удерживайте ее до тех пор, пока не загорится расположенный рядом с ней светодиод.

Включите источник G1. О наличии фазных напряжений на его выходе должны сигнализировать светящиеся светодиоды.

Задайте уставки управления, нажав для этого соответствующую виртуальную кнопку Настройки. Например, оставьте уставки, заданные по умолчанию.

Запустите управление, нажав для этого соответствующую виртуальную кнопку Пуск или выбрав нужный пункт из главного меню программы. Вращая виртуальную регулировочную рукоятку, задайте значение напряжение, которое следует поддерживать на нагрузке, например, 220 В. Убедитесь в том, что при изменении задания поддерживаемого напряжения фактическое напряжение также изменяется. Параметры контролируйте по цифровому и стрелочному индикаторам, а также графопостроителю.

Измените значение мощности активной нагрузки А3. Убедитесь в том, что напряжение на ней поддерживается постоянным и равным напряжению задания.

Смоделируйте внезапный сброс-наброс нагрузки. Для этого отключите и вновь включите выключатель А7 соответствующими кнопками на его передней панели.

Остановите управление, нажав на соответствующую виртуальную кнопку Стоп или выбрав нужный пункт из главного меню программы.

Измените какие-нибудь параметры управления. Повторите эксперимент. Обратите внимание на изменение динамики и характера управления преобразователем.

Во время работы с программой пользуйтесь ее возможностями:

Уставку напряжения можно непосредственно вводить в поле ввода или использовать виртуальную регулировочную рукоятку.

Масштабирование осциллограмм производится путем нажатия на графике левой клавиши мыши и, не отпуская ее, перемещения манипулятора слева направо и сверху вниз. Возврат к начальному масштабу осуществляется обратным перемещением манипулятора – справа налево и снизу вверх.

Двигать график относительно осей координат можно путем нажатия и удержания на нем правой кнопки мыши и ее одновременного перемещения в нужную сторону.

По завершении эксперимента отключите источник G1, а затем питание блоков А5, А7, А10