**Лабораторная работа №7**

**Автоматическое ограничение снижения частоты в электрической системе отключениями нагрузки**

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

**Общие сведения**

При нарушении баланса мощностей в электроэнергетической системе начинается электромеханический переходный процесс, сопровождающийся снижением или повышением частоты вращения синхронных генераторов. Однако нагруженная электроэнергетическая система (ЭЭС) обладает способностью саморегулирования благодаря естественному свойству нагрузки соответственно снижать или увеличивать свою производительность. Поэтому до определенного предела такие процессы неопасны.

Однако при критическом дефиците генерируемой мощности аварийный процесс развивается, и вследствие лавины частоты может произойти общесистемная авария. Для спасения электроэнергетической системы необходима ликвидация дефицита мощности, что и делается путем отключения нагрузки.

Столь же опасно и повышение частоты вращения синхронных генераторов в избыточной по мощности части ЭЭС, но уже с точки зрения сохранения устойчивости в послеаварийном режиме.

В настоящем эксперименте с помощью одного электромашинного агрегата моделируется обобщенная электрическая система, а с помощью другого – обобщенная нагрузка. Целью эксперимента является исследование влияния на режим работы параметров частотной характеристики энергосистемы P(f), а также моделирование автоматики частотной разгрузки.

С помощью специальной программы можно, во-первых, регистрировать режимные параметры работы системы, во-вторых, задавать необходимую частотную характеристику генератора и, в-третьих, моделировать автоматику частотной разгрузки. Во втором и третьем случаях генератор будет поддерживать заданный режим работы до тех пор, пока частота в системе не станет меньше критической, после чего возникает лавина частоты и электрическая система аварийно останавливается.

**  Перечень аппаратуры**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Тип | Параметры |
| А1, А5 | Указатель частоты вращения | 506.2 | 2000…0…2000 мин−1 |
| А2 | Измеритель напряжений и частот | 504.2 | 2 вольтметра 0…500 В ~  2 частотомера  45…55 Гц;  220 В ~ |
| А3 | Измеритель мощностей | 507.2 | 15; 60; 150; 300; 600 В,  0,05; 0,1; 0,2; 0,5 А. |
| А4 | Трехполюсный выключатель | 301.1 | 400 В ~; 10 А |
| А6 | Блок измерительных трансформаторов  тока и напряжения | 401.1 | 600 В / 3 В  (тр-р напряж.)  0,3 А / 3 В  (тр-р тока) |
| А7 | Терминал | 304 | 6 розеток с  8 контактами;  6×8 гнезд |
| А8 | Коннектор | 330 | 8 аналог. диф. входов;  2 аналог. выхода;  8 цифр. входов/  выходов |
| А9 | Персональный компьютер | 550 | IBM совместимый,  Windows XP,  плата сбора информации  PCI 6024E |
| А10 | Блок ввода-вывода цифровых сигналов | 331 | 8 входов типа  «сухой контакт»;  8 релейных выходов |
| 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 |
| G4 | Машина переменного тока | 102.1 | 100 Вт / ~ 230 В /  1500 мин−1 |

***Продолжение таблицы***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| G5, G6 | Преобразователь угловых перемещений | 104 | 6 вых. каналов / 2500 импульсов  за оборот |
| G7 | Источник постоянного напряжения | 214.1 | 0..100 В / 1, А |
| M1, M2 | Машина постоянного тока | 101.2 | 90 Вт / 220 В /  0,56 А (якорь) /  2×110 В / 0,25 А (возбуждение) |
| M3 | Асинхронный двигатель | 106 | 120 Вт / 380 В |

**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 режимов работы трехполюсного выключателя А4, источника G2 питания двигателя постоянного тока, возбудителя G3 синхронной машины, источника постоянного напряжения G7 установите в положение «РУЧН.». Тумблеры делителей напряжения коннектора А8 установите в положение «1:1». Тумблер выбора режима работы общей точки аналоговых входов коннектора А8 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.

Включите выключатели «СЕТЬ» трехполюсного выключателя А4, источника G2 питания двигателя постоянного тока, возбудителя G3 синхронной машины, указателей А1 и А5 частоты вращения, источника постоянного напряжения G7, измерителя мощностей А3.

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

Приведите в рабочее состояние персональный компьютер А9 и запустите программу «Автоматическое ограничение снижения частоты в электрической системе отключениями нагрузки».

Включите возбудитель G3 синхронной машины, нажав кнопку «ВКЛ.» на его передней панели. Вращая регулировочную рукоятку, установите ток обмотки возбуждения генератора равным 2А.

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

Регулировочную рукоятку источника питания G2 двигателя постоянного тока поверните против часовой стрелки до упора. Включите источник G2, нажав кнопку «ВКЛ.» на его передней панели.

Наблюдая изменение параметров схемы по виртуальным приборам программы, вращайте регулировочную рукоятку источника G2 по часовой стрелке. Установите частоту вращения генератора равной примерно 1500 об/мин, после чего включите выключатель А4, нажав соответствующую кнопку на его передней панели. Убедитесь в том, что нагрузочный силовой агрегат пришел во вращение. Обратите внимание на изменение параметров режима работы агрегатов.

Изменяйте напряжение источника питания G2 двигателя постоянного тока, ток возбуждения генератора, противодействующий момент на валу нагрузочного агрегата (вращением регулировочной рукоятки источника G7). Наблюдайте изменение режимных параметров схемы.

Остановите сбор данных, нажав для этого виртуальную кнопку «Остановить» Стоп или выбрав соответствующий пункт из меню «Действия».

Регулировочную рукоятку источника питания G2 двигателя постоянного тока установите в положение против часовой стрелки до упора. Отключите источник G2, нажав на кнопку «ОТКЛ.» на его передней панели. Отключите трехполюсный выключатель А4.

Переключатели режима работы источников G2 и G7 установите в положение «АВТ.».

Включите выключатель «СЕТЬ» блока А10 ввода-вывода цифровых сигналов.

Выберите автоматический режим работы программы, нажав для этого соответствующую виртуальную кнопку Автоматический на экране компьютера.

Задайте уставки управления Настройки, используемые программой. Например, оставьте уставки, заданные по умолчанию.

Нажмите на виртуальную кнопку «Запустить» Пуск. После завершения разгона генератора включите выключатель А4 нажатием на кнопку «ВКЛ.» на его передней панели.

Установите режим работы энергосистемы виртуальным ползунком-переключателем в положение «Другой (двигайте точку на графике)».

Изменяйте частотную характеристику задания (путем «перетаскивания» мышкой точки на соответствующем графике), и противодействующий момент на валу нагрузочного агрегата (вращением регулировочной рукоятки автотрансформатора G7). Наблюдайте изменение режимных параметров схемы.

При «аварийной» остановке генератора остановите программу и запустите вновь (кнопкой «Остановить» Стоп и «Запустить» Пуск соответственно).

Установите режим работы энергосистемы виртуальным ползунком-переключателем в положение «Нормальный».

Смоделируйте утяжеленный режим работы энергосистемы, переключив ползунок в положение «Утяжеленный».

Смоделируйте (вручную) частотную разгрузку, переключив ползунок «Параметры нагрузки» в положение «После разгрузки».

Вновь установите режим работы энергосистемы виртуальным ползунком в положение «Нормальный».

Установите галочку «Разгружать автоматически» и задайте время срабатывания автоматики частотной разгрузки.

Смоделируйте утяжеленный режим работы энергосистемы, переключив ползунок в положение «Утяжеленный» и дождитесь срабатывания автоматической частотной разгрузки.

Измените значения уставок и параметров программы. Повторите эксперимент.

При работе с программой следует пользоваться её возможностями:

Для удобства определения значений величин по графику 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» используемых в эксперименте блоков.