**Лабораторная работа №4**

**Автоматическое предотвращение нарушения динамической устойчивости быстродействующим отключением короткого замыкания**

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

**Общие сведения**

Быстродействующее отключение коротких замыканий в энергосистеме является основным способом предотвращения нарушения ее устойчивости.



В данном эксперименте имеется синхронный генератор G2, работающий параллельно с системой бесконечной мощности G1. Существует возможность моделировать короткое замыкание на одной из связующих линий электропередачи, которое отключается автоматически специальной программой. При этом синхронный генератор G2 сохраняет или теряет устойчивость. Варьируя время отключения короткого замыкания и проделав эксперимент многократно, можно определить предельное время отключения короткого замыкания, т.е. максимальное время существования КЗ, при котором генератор G2 сохраняет устойчивость.

** Перечень аппаратуры**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Обозначение | Наименование | Тип | Параметры |
| А1 | Линейный реактор | 314.2 | 3×0,3 Гн, 0,5 А |
| A2 | Трехфазная трансформаторная группа | 347.1 | 3 х 80 В⋅А;  230 (звезда) /  242, 235, 230, 126, 220, 133, 127 В |
| А3, А8 | Модель линии электропередачи | 313.2 | 400 В ~; 3 × 0,5 А |
| A4 | Трехфазная трансформаторная группа | 347.2 | 3 х 80 В⋅А;  242, 235, 230, 126, 220, 133, 127 /  230 В  (треугольник) |
| A5 | Блок синхронизации | 319 | 400 В ~; 10 А  3 индикаторные лампы;  синхроноскоп |
| А6, А7, А9 | Трехполюсный выключатель | 301.1 | 400 В ~; 10 А |
| А10 | Блок измерительных трансформаторов  тока и напряжения | 401.1 | 600 В / 3 В  (тр-р напряж.)  0,3 А / 3 В  (тр-р тока) |
| А11 | Терминал | 304 | 6 розеток с  8 контактами;  6×8 гнезд |
| А12 | Блок ввода-вывода цифровых сигналов | 331 | 8 входов типа  «сухой контакт»;  8 релейных выходов |
| А13 | Коннектор | 330 | 8 аналог. диф. входов;  2 аналог. выхода;  8 цифр. входов/  выходов |
| А14 | Персональный компьютер | 550 | IBM совместимый,  Windows 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 |

***Продолжение таблицы***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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 |
| 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 | Измеритель мощностей | 507.2 | 15; 60; 150; 300; 600 В /  0,05; 0,1; 0,2; 0,5 А. |
| P2 | Измеритель напряжений и частот | 504.2 | 2 вольтметра 0…500 В ~  2 частотомера  45…55 Гц;  220 В ~ |
| P3 | Указатель частоты вращения | 506.2 | 2000…0…2000 мин−1 |
| P4 | Указатель угла нагрузки | 505.2 | -200..0..200  град. эл. |

**Указания по проведению эксперимента**

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

Соберите схему тепловой защиты машины переменного тока (стр. 7).

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

Соедините аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений.

Переключатели режимов работы трехполюсных выключателей А6 и А9 установите в положение «АВТ.», источника питания двигателя постоянного тока G2, возбудителя G3, блока синхронизации А5, трехполюсного выключателя А7 – в положение «РУЧН.». Номинальные напряжения обмоток трансформаторов блоков А2 и А4 выставьте равными 127/230 В. Параметры линий электропередачи А3 и А8 переключателями установите следующими: R = 0 Ом, L/RL=1,2/32 Гн/Ом, С1=С2=0 мкФ. Переключатель пределов измерений указателя угла нагрузки P4 установите в положение 2000.

Тумблеры делителей напряжения коннектора А13 установите в положение «1:1». Тумблер выбора режима работы общей точки аналоговых входов коннектора А13 установите в положение «AIGND». Тумблеры выбора режима работы цифровых входов выходов блока А12 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 А14 и запустите прикладную программу «Автоматическое предотвращение нарушения устойчивости быстродействующим отключением КЗ».

Задайте уставки защиты, нажав на соответствующую виртуальную кнопку Настройки. Например, используйте уставки по умолчанию.

Включите выключатели «СЕТЬ» всех использующихся в эксперименте блоков.

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

Нажмите на виртуальную кнопку «Запустить» Пуск на экране монитора. Нажмите на виртуальную кнопку «Остановить» Стоп на экране монитора. Выключатели А6 и А9 должны включиться.

Включите генератор G4 на параллельную работу с электрической системой. Для этого выполните следующие действия.

Нажмите кнопку «ВКЛ» на передней панели источника G2.

Вращая регулировочную рукоятку источника G2, установите частоту вращения двигателя М1 (генератора G4) 1500 мин–1.

Нажмите кнопку «ВКЛ» на передней панели возбудителя G3.

Вращая регулировочную рукоятку возбудителя G3, установите напряжение между фазами (линейное) генератора G4 равным линейному напряжению сети. Равенство напряжений и частот генератора и сети определяйте по измерителю P1.

Обеспечьте условия синхронизации согласно табл. 4 (см. эксперимент 1.1.1).

Нажатием на кнопку «ВКЛ» на передней панели блока синхронизации А5 подключите генератор к электрической системе.

Осуществите настройку указателя угла нагрузки P4. Для этого выполните следующие действия.

Вращая регулировочную рукоятку источника G2, установите активную мощность генератора G4, равную 0 Вт.

Вращая регулировочную рукоятку возбудителя G3, установите реактивную мощность генератора G4, равную 0 Вар. Равенство мощностей нулю определяйте по измерителю P1.

Вращая небольшой шлицевой отверткой подстроечные резисторы «ГРУБО» и «ТОЧНО» на передней панели указателя угла нагрузки P4, установите значение угла нагрузки, равное нулю.

Вращая регулировочную рукоятку источника G2, нагрузите генератор G4 активной мощностью 60 Вт. Убедитесь, что его угол нагрузки при этом составляет примерно 40 град. эл., а ток возбуждения – 1,6 А.

Смоделируйте короткое замыкание включением выключателя А7. Убедитесь, что генератор G4 теряет при этом устойчивость. Если этого не произошло, уменьшите его ток возбуждения или увеличьте его активную нагрузку.

Отключите выключатель А7. Ресинхронизируйте генератор, кратковременно увеличив ток его возбуждения до 2,5..3 А и затем вновь уменьшив до 1,6 А.

Нажмите на виртуальную кнопку «Запустить» Пуск на экране монитора.

Смоделируйте короткое замыкание включением выключателя А7.

После отключения программой выключателей А6 и А9 (после устранения короткого замыкания) отключите выключатель А7 и, в случае потери генератором G4 устойчивости, ресинхронизируйте его, как указано выше.

Остановите сбор данных, нажав на виртуальную кнопку «Остановить» Стоп. Нажмите на виртуальную кнопку «Отобразить записанный процесс» Нартсовать.

Измените уставку времени отключения короткого замыкания. Повторите эксперимент. Действуя таким образом несколько раз, определите предельное время отключения короткого замыкания.

При работе с программой следует пользоваться ее возможностями:

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 нем правой кнопки мыши и ее одновременного перемещения в нужную сторону.

Для удобства определения значений величин по графикам в нижней части экрана отображаются текущие координаты указателя мыши.

Запись электромагнитных процессов в схеме производится программой в циклический буфер.

По завершении экспериментов отключите источник G1 и выключатели «СЕТЬ» всех использующихся в эксперименте блоков.