

УДК 621.3

АВТОМАТЫ ГАШЕНИЯ ПОЛЯ ГЕНЕРАТОРОВ И КОМПЕНСАТОРОВ

Елисеев В.С.

Научный руководитель – КЛИМКОВИЧ П.И.

В соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ) в цепи возбуждения каждого синхронного генератора и синхронного компенсатора (за исключением малых машин) устанавливаются устройства для быстрого и безопасного развозбуждения – автоматы гашения поля (АГП).

Гашение поля синхронного генератора – это операция, заключающаяся в снижении магнитного потока машины до величины близкой к нулю, которая проводится как при плановых, так и при аварийных отключениях генератора от сети.

Необходимость в аварийном отключении генератора от сети возникает при повреждениях в энергосистеме, при повреждениях в зоне действия дифференциальной защиты генератора или блока генератор-трансформатор.

При пробоях изоляции дуга горит до тех пор, пока ЭДС генератора не снизится до величины, недостаточной для ее поддержания. При напряжении 500 В происходит естественное погасание дуги переменного тока внутри машины. Для снижения ущерба от повреждения при такой аварии магнитный поток (ток возбуждения) как можно быстрее должен быть снижен до величины, практически равной нулю.

Кроме того, машина при близком КЗ испытывает динамический удар, и силы, возникающие при этом, стремятся отогнуть лобовые части статорной обмотки, что может привести к дополнительному повреждению изоляции этих частей и дорогостоящему ремонту.

Как правило, для гашения поля используют контур возбуждения генератора, поскольку напряжение на обмотке возбуждения (ОВ) является единственным параметром, который одновременно влияет на время гашения поля и, в то же время, является доступным для воздействия на него при гашении поля в различных условиях.

На сегодняшний день применяются следующие способы гашения поля:

- гашение поля выводом энергии в сеть переменного напряжения (в тиристорных системах возбуждения);
- гашение поля рассеиванием энергии магнитного поля ОВ на дугогасительной решетке выключателя;
- гашение поля рассеиванием энергии на резисторе с линейным сопротивлением и на резисторе с нелинейным сопротивлением.

Устройства, реализующие эти способы, различны по эффективности (скорости гашения поля) и стоимости. При гашении поля инвертированием или на резисторе с линейным сопротивлением время гашения поля оказывается большим, что говорит о недостаточной эффективности этих способов. С другой стороны, устройства, осуществляющие гашение поля на резисторе с нелинейным сопротивлением и на дугогасительной решетке выключателя позволяют быстро гасить поле. Однако их стоимость высока и это стимулирует поиск решений, альтернативных уже существующим.

Принцип действия АГП.

В цепи постоянного тока контура возбуждения (рисунок 1) обычно последовательно с обмоткой возбуждения 3 и возбудителем 4 включается автомат гашения поля или выключатель 5, а параллельно с ОВ тиристорный разрядник (элементы 7 и 8) с резистором самосинхронизации (6) и контактором самосинхронизации (9), шунтирующим разрядник.

На базе типовой схемы СВ (рисунок 1) рассмотрим схему устройства гашения поля (УГП) (рисунок 2) по способу, предложенному сотрудниками ЮУрГУ, и алгоритмы ее работы в различных режимах работы синхронного генератора.

В нормальном режиме работы генератора тиристоры УГП 8, 9, 10, стабилитроны 22, 23, 24, диод 11 и транзистор 7 находятся в запертом состоянии. При подаче сигнала на гашение

поля преобразователь 4 СВ переводится в режим инвертирования. Одновременно с подачей импульса на инвертирование подается импульс на отключение выключателя 5 и включение транзистора IGBT 7.

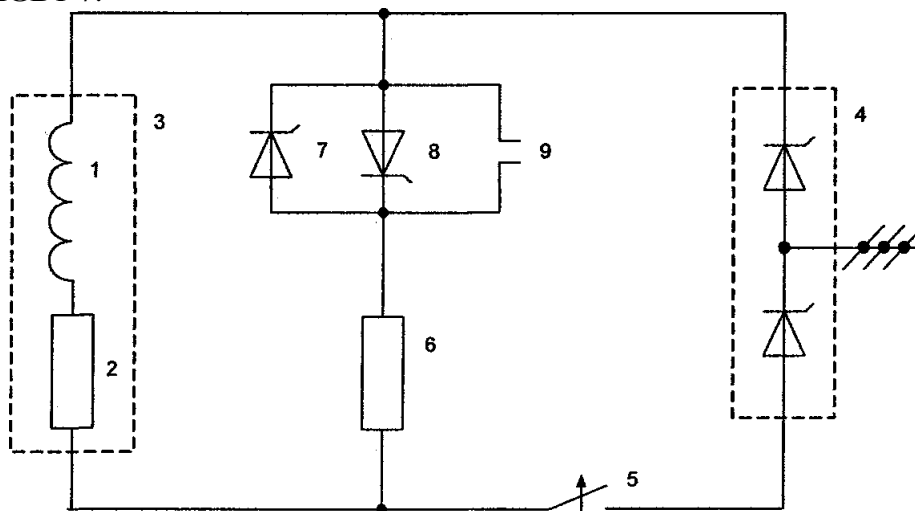


Рисунок 1 – Типовая схема контура возбуждения

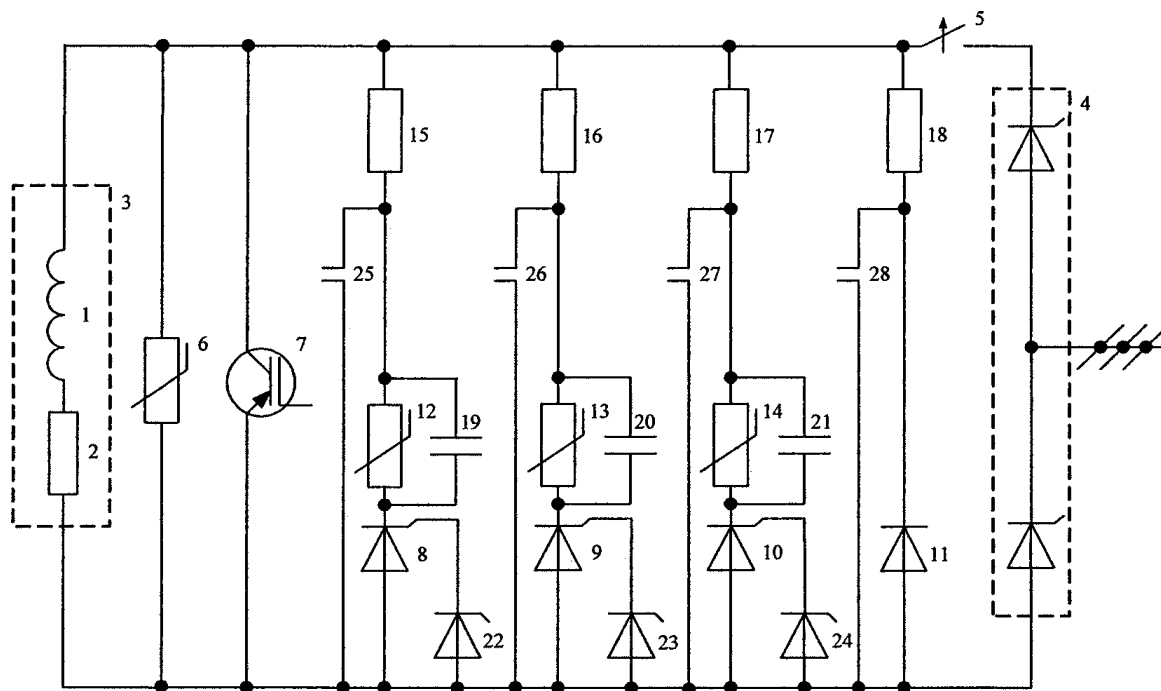


Рисунок 2 – Схема системы возбуждения с УГП, построенном на принципе ступенчатого увеличения сопротивления контура возбуждения

После отключения выключателя 5 снимается импульс управления с транзистора 7, который начинает переходить в непроводящее состояние. При этом напряжение на ОВ быстро увеличивается (из-за быстрого отключения тока индуктивности), и ток ОВ 3 переходит в цепь с диодом 11 и резистором 18 по мере отключения транзистора. Как только напряжение на стабилитроне 24 достигнет величины его срабатывания, наименьшей из всех, этот стабилитрон перейдет в проводящее состояние и в цепи управления тиристора 10 появится ток, тиристор включится и часть тока возбуждения перейдет в цепь этого тиристора (резистор 17, нелинейный элемент 14, конденсатор 21). При этом конденсатор 21 начнет заряжаться до напряжения на нелинейном элементе 14.

Поскольку значения сопротивлений в цепях тиристора 10 и диода 11 велики и транзистор 7 отключается быстро, то напряжение на ОВ будет продолжать увеличиваться. Когда это напряжение достигнет напряжения срабатывания стабилитрона 23, который,

перейдя в проводящее состояние, подключит тиристор 9 аналогично тому, как стабилитрон 24 подключил тиристор 10. Тиристор 9 включится и в его цепь (резистор 16, нелинейный элемент 13 и конденсатор 20) также перейдет часть тока возбуждения. Конденсатор 20 аналогично конденсатору 21 будет заряжен до напряжения элемента 13. Напряжение на ОВ при этом также не будет ограничено и продолжит расти, пока не достигнет напряжения срабатывания стабилитрона 22, который, включившись, подаст ток управления в цепь тиристора 8. Тиристор 8 включится и подключит свою цепь (резистор 15, нелинейный элемент 12 и конденсатор 19). Часть тока возбуждения перейдет в эту цепь и напряжение на ОВ будет ограничено, поскольку теперь подключены все ступени УГП.

По мере снижения энергии магнитного поля ОВ ток возбуждения уменьшается до величины первой уставки УГП. По ее достижении транзистор 7 повторно включается и шунтирует ветви УГП. Это приводит к снижению напряжения на ОВ и ветвях УГП практически до нуля и практически полному переходу тока возбуждения в этот транзистор (сопротивления ветвей УГП велики). При снижении тока возбуждения в ветвях УГП конденсаторы 19, 20 и 21 начинают разряжаться. Первоначально напряжение на конденсаторе велико и больше напряжения ввода в работу нелинейных элементов 12, 13 и 14. По мере разряда конденсаторов, сопротивление этих элементов существенно возрастает (на несколько порядков), и ток разряда конденсаторов начинает протекать в основном по тиристорам, которые находятся в ветвях с конденсаторами. Этот обратный ток способствует выводу из них заряда восстановления и их затиранию. После того, как тиристоры 8, 9 и 10 перешли в закрытое состояние, с транзистора 7 снимается импульс управления, он запирается, и напряжение на ОВ снова увеличивается. Однако при повторном увеличении напряжения на ОВ в работу вступают только тиристоры 9 и 10, а также диод 11, поскольку напряжение на ОВ ограничивается только тремя ступенями УГП (значительная часть энергии уже выведена из ОВ). Это приводит к увеличению напряжения на ОВ практически до уровня первого пика при гашении поля (второй пик будет несколько ниже из-за того, что напряжение срабатывания стабилитронов в цепях управления разное).

Литература

- 1 Брон, О.Б. Автоматы гашения магнитного поля / О.Б. Брон. – М. : Госэнергоиздат, 1961. – 138 с.
- 2 Гольдштейн, М.Е. Вентильные системы возбуждения синхронных генераторов и компенсаторов : Учебное пособие / М.Е. Гольдштейн. – 2-е изд. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 1999. – 100 с.