

Таким образом, следует учесть, что применение неэкранированных решений зачастую более оправдано, чем использование некорректно выполненных экранированных систем.

Снижение излучения источников электромагнитных помех. Не всегда есть возможность изменить параметры электромагнитного излучения источника помех, особенно внешнего происхождения. Тем не менее для некоторых видов оборудования уменьшение уровня излучения не только возможно, но и необходимо, так как приводит к более эффективному функционированию источника помехи.

В первую очередь это относится к силовым кабелям, в которых нарушен порядок чередования фаз. Появление тока на нейтральном проводнике силового кабеля приводит к увеличению излучения кабеля на основной частоте 50 Гц и на частоте третьей гармоники 150 Гц. Ситуация усугубляется, если в цепи существуют множественные объединения нейтрального и заземляющего проводника, в результате которых несбалансированный ток появляется в петлях, образованных этими двумя проводниками.

Для снижения электромагнитного излучения и устранения описанных выше проблем необходимо внести изменения в схему электроснабжения. Для потребителей электрической мощности, которые представляют собой нелинейную нагрузку, целесообразно увеличивать сечение нейтрального проводника относительно фазного для уменьшения излучения на частоте третьей гармоники. Данное требование в большей мере относится не к распределенным, а к сосредоточенным в одном месте потребителям, кабельные трассы которых могут проходить в непосредственной близости от слаботочных кабелей.

Еще одним объектом, на котором возможно уменьшение электромагнитного излучения, являются люминесцентные лампы. Замена электромагнитной пускорегулирующей аппаратуры на электронную позволяет уменьшить излучения как при переходных процессах при включении лампы, так и при стационарной работе светильника.

Выводы

При выполнении элементарных требований в большинстве случаев создания кабельных систем задача ЭМС решается «по умолчанию». Поскольку кабели типа «витая пара» обладают достаточной устойчивостью к электромагнитным воздействиям, то для обычных офисных приложений достаточно использовать неэкранированные решения, избегая прокладки кабельных линий в непосредственной близости от источников электромагнитных помех. Очень редко неблагоприятная электромагнитная обстановка приводит к полному нарушению связи.

Литература

1. Дорофеев И.В. Общие вопросы электромагнитной совместимости в кабельных линиях передачи данных // Технологии и средства связи. – 2006. – № 3. – С. 90–93.
2. Волин М.Л. Паразитные процессы в радиоэлектронной аппаратуре. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1981.

УДК 621.313.1-52

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

Адамович М.А., Чернявский Д.В.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент БУЛАТ В.А.

Системы возбуждения предназначены для питания обмотки возбуждения синхронной машины постоянным током и соответствующего регулирования тока возбуж-

дения. К системе возбуждения машины относятся обмотка ротора, источник постоянного напряжения – возбудитель, устройства ручного или автоматического регулирования, с помощью которых можно изменять напряжение и соответственно ток возбуждения. В качестве возбудителей используются генераторы постоянного тока, генераторы переменного тока повышенной частоты с выпрямителями, тиристорные выпрямители, преобразующие ток различной частоты в постоянный.

Системы возбуждения синхронных машин должны обеспечивать:

- надежное питание обмотки возбуждения в нормальных и аварийных режимах;
- устойчивое регулирование возбуждения при изменении нагрузки машины;
- определенную скорость нарастания тока ротора;
- кратность форсировки по напряжению не менее 2 в течение времени, необходимого для восстановления режима после ликвидации аварии.

Рассмотрим наиболее современные системы возбуждения мощных генераторов.

Тиристорные системы самовозбуждения (СТС) (рисунок 1) предназначены для питания обмоток возбуждения турбо и гидрогенераторов выпрямленным регулируемым током. Питание тиристорного выпрямителя осуществляется через трансформатор (TE), подключенный к главным выводам генератора. Для запуска генератора предусмотрена цепь начального возбуждения (UE), которая автоматически формирует кратковременный импульс напряжения на обмотке ротора до появления ЭДС обмотки статора генератора, достаточной для поддержания устойчивой работы тиристорного преобразователя в цепи самовозбуждения. Питание цепей начального возбуждения осуществляется как от стационарной аккумуляторной батареи, так и от источника переменного тока собственных нужд электростанции.

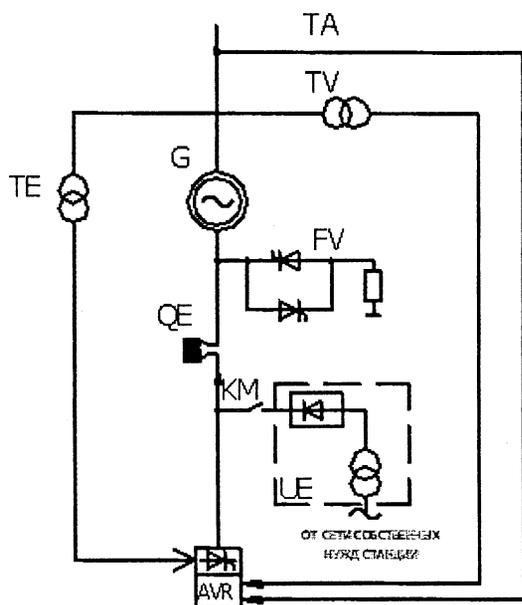


Рис. 1. Система тиристорная самовозбуждения:
AVR – автоматический регулятор возбуждения;
G – генератор; KM – контакт начального
возбуждения; QE – автомат гашения поля;
FV – тиристорный разрядник; UE – устройство
начального возбуждения; TE – выпрямительный
трансформатор; TA, TV – измерительные
трансформаторы тока и напряжения

Высокие быстродействие и предельные уровни напряжения и тока возбуждения в сочетании с эффективными законами управления, ограничения параметров и стабилизации в СТС обеспечивают высокое качество регулирования и большие запасы устойчивости энергосистем.

Интенсивное гашение поля генераторов в нормальных условиях эксплуатации достигается за счет перевода тиристорного преобразователя в инверторный режим изменением полярности напряжения возбуждения. Экстренное снятие возбуждения в аварийных режимах обеспечивается автоматом гашения поля (QE) – электрическим аппаратом специальной конструкции, который при срабатывании производит оптималь-

ное гашение поля генератора, заключающееся в минимизации времени гашения поля при соблюдении предельно допустимой по условиям электрической прочности изоляции величине напряжения на обмотке возбуждения. Защита ротора от перенапряжений выполняется на основе быстродействующих тиристорных разрядников (FV).

Системы тиристорные независимые (СТН) (рисунок 2) предназначены для питания обмоток возбуждения крупных турбо- и гидрогенераторов выпрямленным регулируемым током.

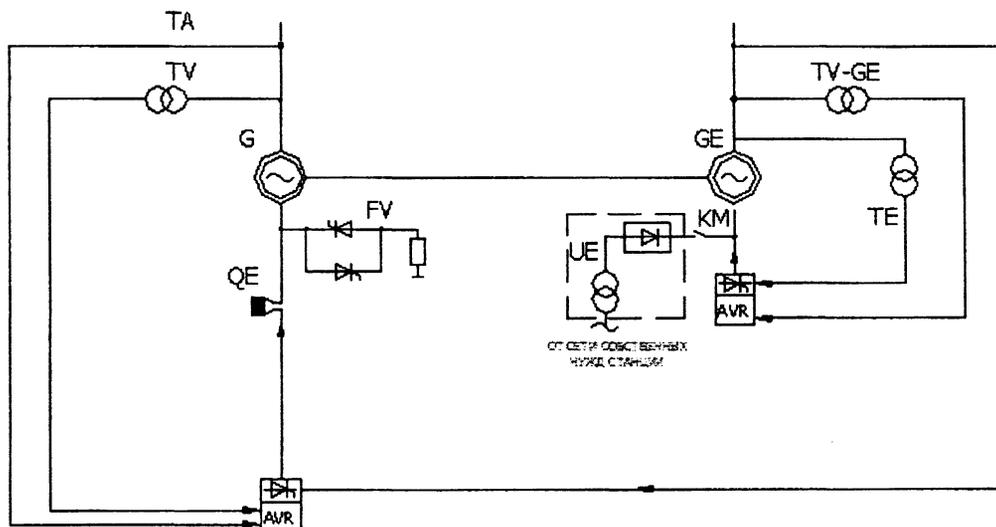


Рис. 2. Система тиристорная независимая: AVR – автоматический регулятор возбуждения; AVR-GE – автоматический регулятор возбуждения вспомогательного генератора; G – генератор; GE – вспомогательный генератор; KM – контактор начального возбуждения; QE – автомат гашения поля; FV – тиристорный разрядник; UE – устройство начального возбуждения; TE – выпрямительный трансформатор; TV-GE – измерительный трансформатор напряжения вспомогательного генератора; TA, TV – измерительные трансформаторы тока и напряжения генератора

В отличие от систем самовозбуждения, в СТН тиристорный выпрямитель главного генератора получает питание от независимого источника напряжения переменного тока промышленной частоты вспомогательного синхронного генератора (GE), вращающегося на одном валу с главным генератором. При этом вспомогательный генератор возбуждается по схеме самовозбуждения. СТН обладает важным преимуществом, её параметры не зависят от процессов протекающих в энергосистеме.

Благодаря такой конструкции СТН обеспечивает:

- независимость возбуждения от длительности и удаленности коротких замыканий и других возмущений в энергосистеме;
- высокую скорость нарастания напряжения возбуждения;
- быстрое снятие возбуждения за счет изменения полярности напряжения возбуждения.

Системы бесщеточные диодные (СБД) (рисунок 3) предназначены для питания обмоток возбуждения турбогенераторов выпрямленным регулируемым током. Бесщеточный возбудитель представляет собой синхронный генератор обращенного типа, жорь которого с обмоткой переменного тока и диодным выпрямителем жестко соединен с ротором турбогенератора. Обмотка возбуждения возбудителя расположена на статоре возбудителя.

Применение бесщеточных возбудителей благодаря их главному достоинству – отсутствию скользящего контакта в цепи обмотки ротора турбогенератора, позволяет обеспечить возбуждение сверхмощных машин, с токами возбуждения более 5500 А.

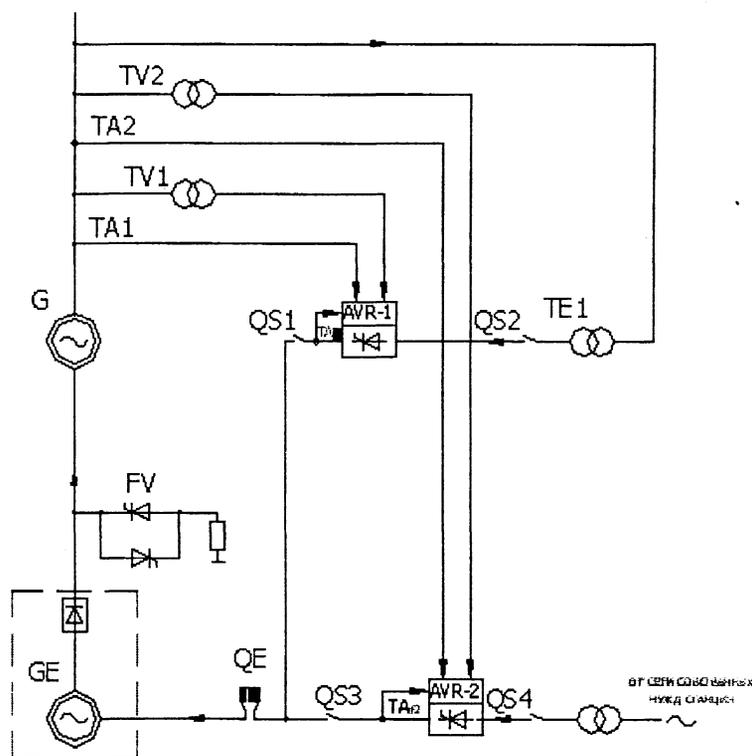


Рис. 3. Система бесщеточная диодная с тиристорным возбуждением возбудителя: AVR-1, AVR-2 – автоматические регуляторы возбуждения основного и резервного каналов соответственно; G – генератор; GE – возбудитель; QS1, QS2, QS3, QS4 – разъединители; QE – автомат гашения поля; FV – тиристорный разрядник; TE1, TE2 – выпрямительные трансформаторы; TA1, TA2, TV1, TV2 – измерительные трансформаторы тока и напряжения основного и резервного каналов; TAf1, TAf2 – датчики тока возбуждения возбудителя

Использование бесщеточных систем для возбуждения турбогенераторов приводит к существенному уменьшению массогабаритных показателей аппаратуры возбуждения.

Регулирование возбуждения генератора осуществляется управлением током обмотки возбуждения возбудителя.

Типовой комплект системы включает в себя автомат гашения поля (QE), тиристорный разрядник (FV) и два преобразовательно-регулирующих канала (AVR-1 и AVR-2), один из которых находится в активном режиме (AVR-1), другой (AVR-2) – в горячем резерве.

В частном случае основной канал регулирования получает питание от выпрямительного трансформатора, подключенного к главным выводам генератора, резервный через трансформатор от шин собственных нужд электростанции.

Цифровой автоматический регулятор напряжения систем АРВ. Выпускаемые в настоящее время системы возбуждения синхронных генераторов главной отличительной особенностью имеют то, что в них используется быстродействие автоматических регуляторов возбуждения и реализовать информационные функции, функции контроля, защиты и диагностики, обеспечить связь с системами управления верхнего уровня.

Цифровой автоматический регулятор напряжения предназначен для питания обмотки возбуждения турбогенератора автоматически регулируемым выпрямленным током обмоток возбуждения бесщеточных возбудителей синхронных генераторов в нормальных и аварийных режимах работы турбогенератора. Автоматический регулятор напряжения выполнен на современной элементной базе с применением IGBT МОДУЛЕЙ. Регулятор также выполняет функции управления, защит и сигнализации о состоянии работы генератора.

Немаловажно и то, что цифровой автоматический регулятор напряжения осуществляет сбор информации о положении коммутационной аппаратуры, о работе вторичных источников электропитания, о работе микроконтроллера, анализ состояния аппаратуры управления и системы возбуждения, а также принятие решения и осуществление перевода на ручное регулирование.

Схема электрических соединений бесщеточной системы возбуждения турбогенераторов с цифровым автоматическим регулятором напряжения КОСУР 1000 приведена на рисунке 4.

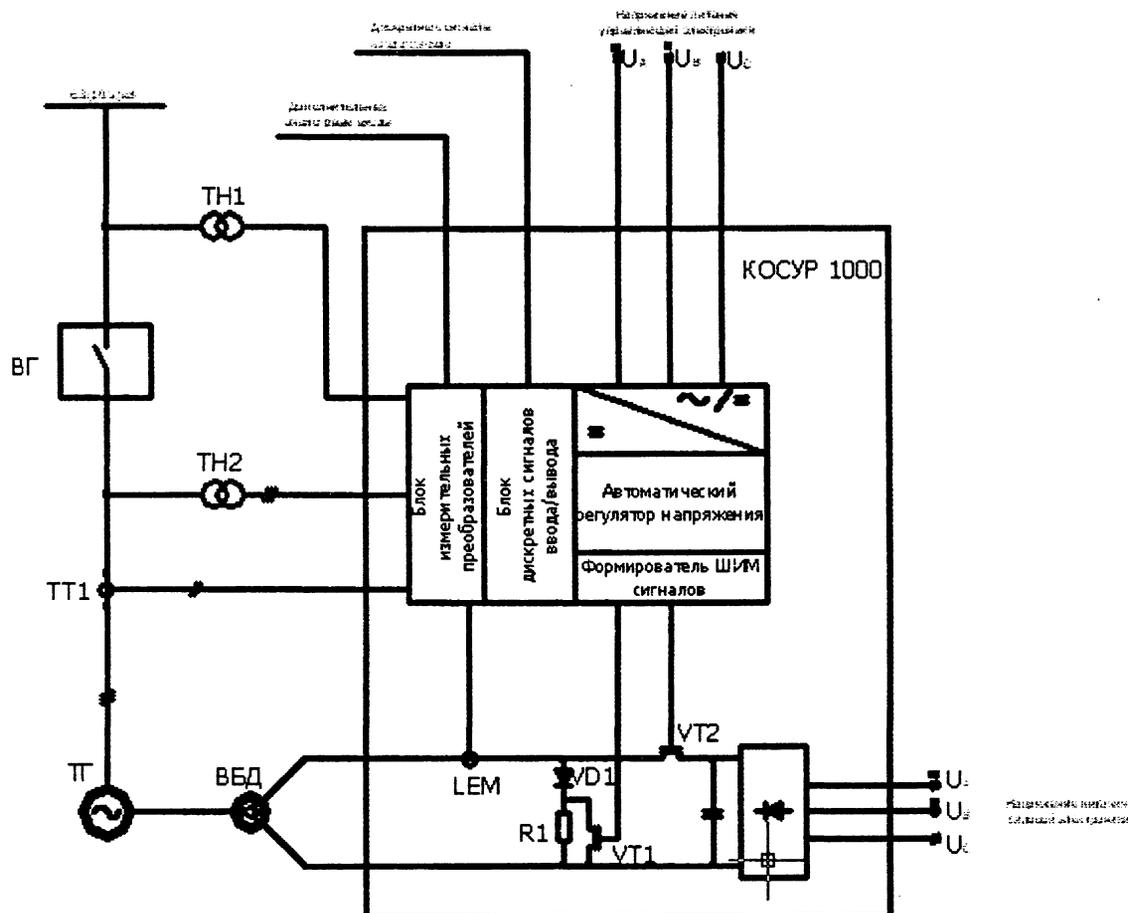


Рис. 4. Схема электрических соединений бесщеточной системы возбуждения турбогенераторов с цифровым автоматическим регулятором КОСУР 1000

Литература

1. Васильев А.В., Крючков И.П. Электрическая часть станций и подстанций. – М., 1990.
2. Калентиюк Е.В. Устойчивость электроэнергетических систем. – Минск, 2008.

УДК 621.3

ПРОБЛЕМА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

Белясов Н.В., Велитченко П.Г., Филиппович Ю.Л.
 Научный руководитель – КЛИМКОВИЧ П.И.

Понятие электромагнитная совместимость возникло еще в начале развития радиотехники и имело узкое смысловое значение – выбор частотного диапазона. В настоящее