

Техническое решение по ретрофиту защиты генераторов производства Siemens и GE

(версия документа 0.1 от июня 2023г)

При поставках в РФ генераторов импортного производства обмотка статора генератора, работающего в блоке, как правило, заземляется через трансформатор частичного заземления нейтрали и резистор. Международные концерны (в РФ преимущественно Siemens и GE) комплектно с генераторами и турбинами собственного производства поставляли комплексы РЗА и САУ. Особенностью организации РЗА на таких генераторах является защита статора генератора от однофазного замыкания на землю, выполненная с наложением контрольного сигнала 20 Гц, что отличается от стандартной российской практики. Ниже будут описаны особенности перехода на российское решение по защите статора, адаптированное для иностранных генераторов с заземлением через трансформатор частичного заземления нейтрали и резистор. Дополнительно рассматривается переход по защите ротора генератора от замыкания в одной точке с наложением контрольного сигнала. В остальном функциональный состав защит генератора реализуется с учётом решений, принятых в отечественной электроэнергетике, сохраняется набор защит, характерный для конкретного применения генератора, в т.ч. защиты в режиме тиристорного пуска генераторов газовых турбин и системы возбуждения.

Ретрофит решений по РЗА компаний Siemens и GE в части защит генератора подразумевает:

- полную замену оборудования релейной защиты на решения ЭКРА. Необходимость и целесообразность замены цепей вторичной коммутации определяется по согласованию с заказчиком;
- клеммный ряд шкафов РЗА сохраняется прежним;
- не затрагивает схему организации первичного оборудования и схему заземления статора генератора;
- функциональный состав защит генератора реализуется с учётом решений, принятых в отечественной электроэнергетике;
- сохраняется набор защит, характерный для конкретного применения генератора, в том числе защиты в режиме тиристорного пуска генераторов газовых турбин, защиты статора генератора с заземлённой нейтралью;
- переход с частоты наложения 20 Гц в защитах статора на 25 Гц, используя хорошо зарекомендовавшую себя разработку, реализованную совместно с Томским политехническим университетом;
- переход с частоты наложения 3 Гц или промышленной частоты в защитах ротора на 17 Гц, используя хорошо зарекомендовавшую себя разработку ЭКРА.

Особенностью РЗА фирм Siemens и GE является защита статора генератора от однофазного замыкания на землю, выполненная с наложением контрольного сигнала 20 Гц. При этом обмотка статора генератора, работающего в блоке, заземляется через трансформатор частичного заземления нейтрали и резистор. Типовые схемы подключения защиты статора:

- Siemens приведены на рисунке 1а;
- GE приведены на рисунке 1б.

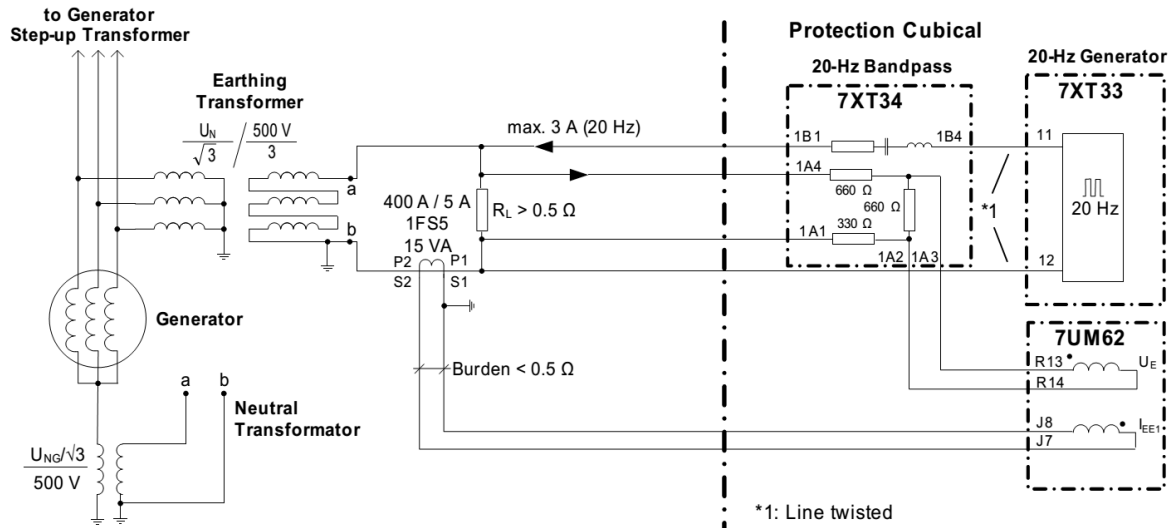


Рисунок 1а – подключение цепей наложения Siemens

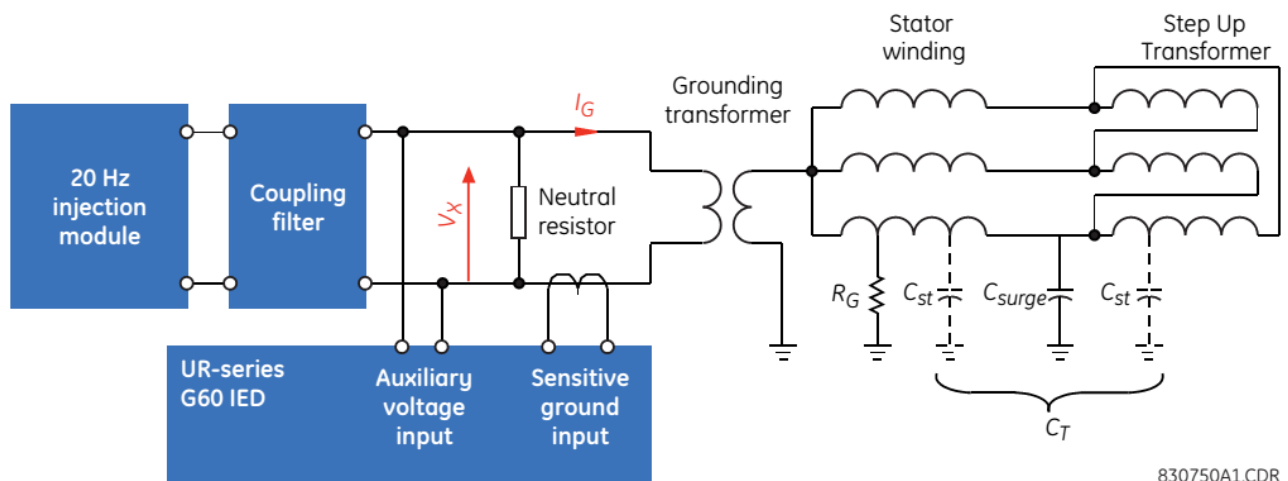


Рисунок 1б – подключение цепей наложения GE

При Ретрофите защит статора с наложением можно выделить два подхода к решению поставленной задачи.

Способ №1 для оборудования в “контейнере” от производителя с ограниченным пространством (характерна высокая компактность расположения оборудования) предполагает замену вторичного оборудования организации цепей наложения и релейной защиты «pin-to-pin». Взамен существующих фильтра присоединения, генератора контрольного тока и терминалов РЗА предлагается оборудование НПП ЭКРА с аналогичным функционалом в электротехническом шкафу ШЭ1113 либо в существующем шкафу (таблица 1). Организация вторичных цепей остается неизменной (см. рис.1).

Таблица 1

Оборудование	Существующее		Предлагаемое
	Siemens	GE	
Фильтр присоединения	7XT34	GPM-S-B	Д443
Источник контрольного тока	7XT33	GPM-S-G	Г1180
Терминал РЗА генератора	7UM62	Multilin G60 или MiCOM Agile P345	ЭКРА 213

Способ №2 для оборудования в машинном зале предполагает замену оборудования наложения контрольного тока (установка дополнительного оборудования TH2 + ШЭ 1150 для наложения контрольного тока – рис.2 с выделением красным цветом) и шкафа РЗА типа ШЭ 111Х.

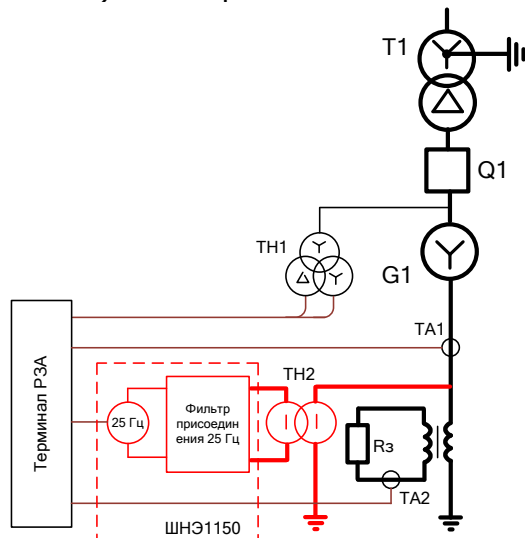


Рисунок 2а – организация цепей наложения для схемы с трансформатором заземления нейтрали

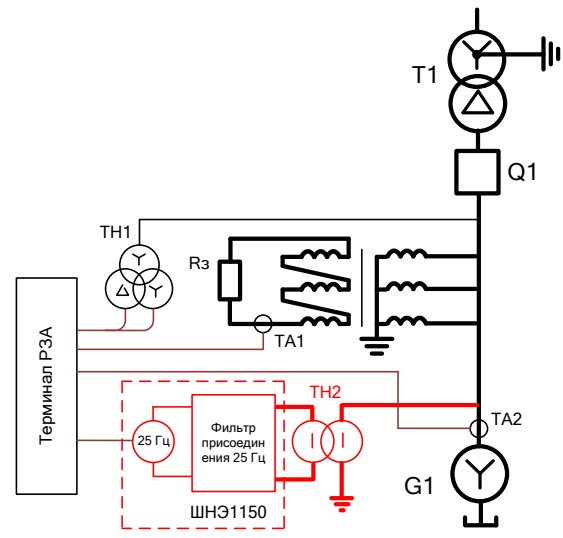
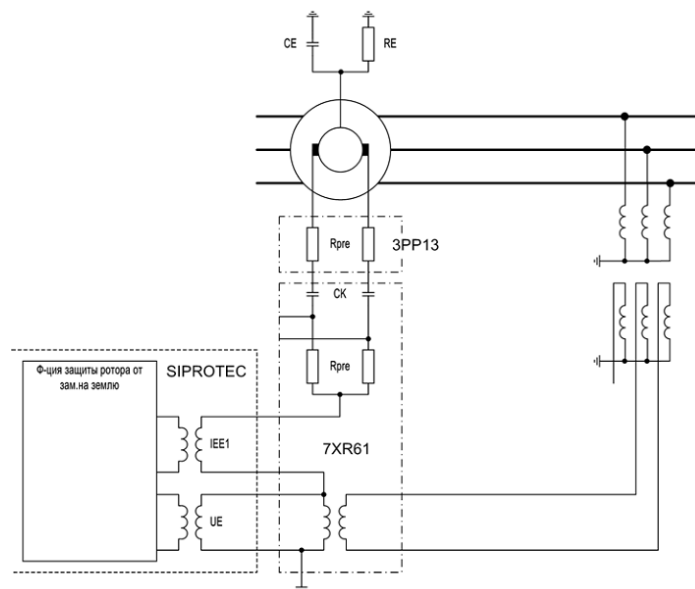


Рисунок 2б – организация цепей наложения для схемы с заземляющим трансформатором

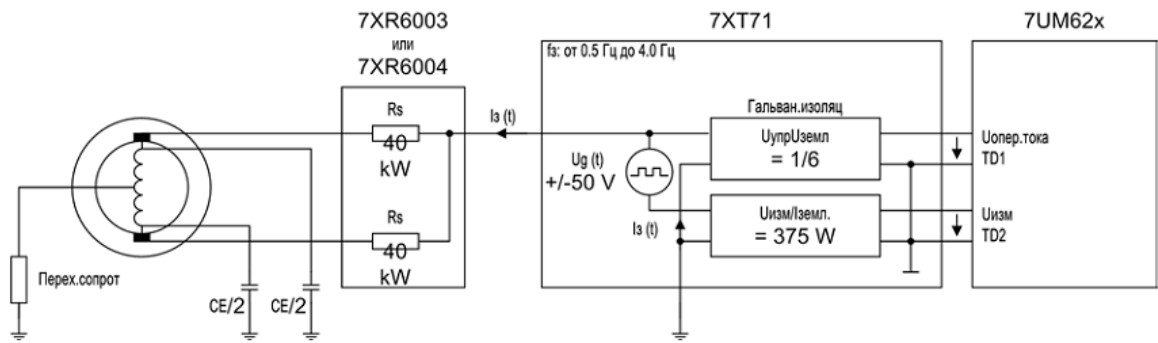
Ретрофит защиты ротора от замыкания на землю цепи возбуждения в одной точке предполагает незначительные различия в подходах к организации. Ведущие производители РЗА предлагают метод наложения контрольного тока на цепи возбуждения, различия проявляются в частоте контрольного сигнала и схемах подключения.

Типовые схемы подключения защиты ротора:

- Siemens приведены на рисунке 3;
- GE приведены на рисунке 4.



а) наложение промышленной частоты



б) наложение низкочастотного сигнала

Рисунок 3 – подключение цепей наложения Siemens к ротору

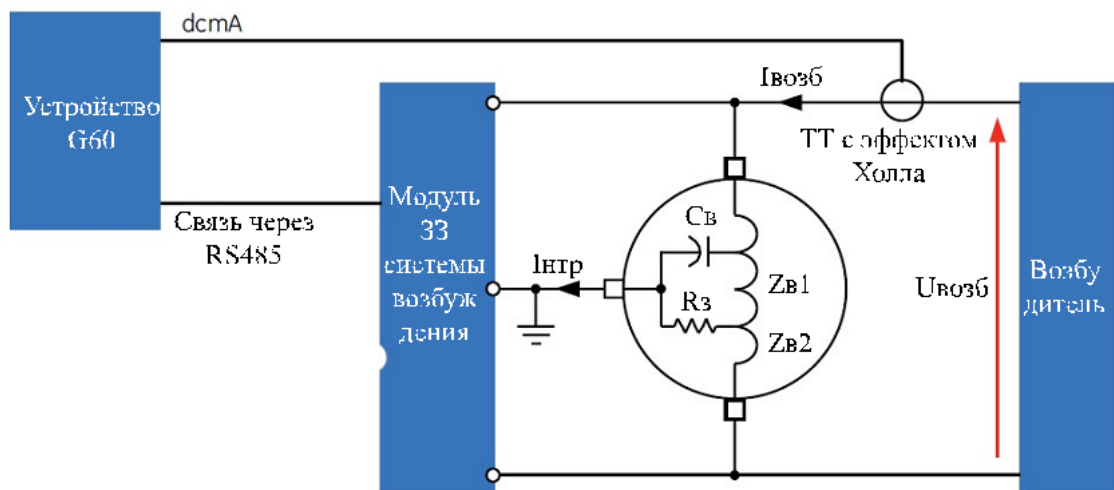


Рисунок 4 – подключение цепей наложения GE к ротору

Для замещения приведённого оборудования НПП ЭКРА предлагает хорошо зарекомендовавшее себя решение с наложением контрольного сигнала частоты 17 Гц. Оборудование наложения может размещаться в электротехническом шкафу ШЭ1113 либо в существующем шкафу (таблица 2). Организация вторичных цепей с оборудованием НПП ЭКРА приведена на рисунке 5.

Таблица 2

Оборудование	Существующее		Предлагаемое
	Siemens	GE	
Фильтр присоединения	7RX600x	-	БЭ 1105
Источник контрольного тока	7XT71	GPM-F	Г1171
Терминал РЗА генератора	7UM62	Multilin G60 или MiCOM Agile P345	ЭКРА 213

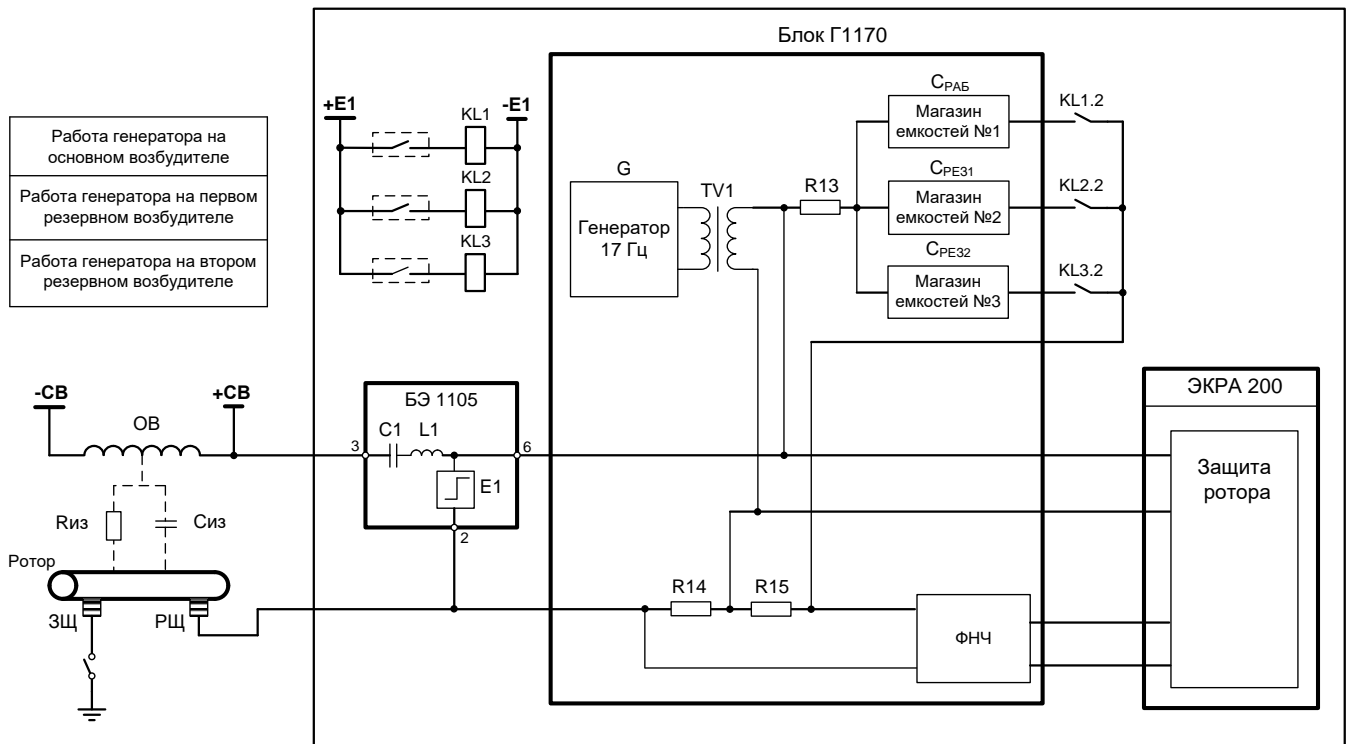


Рисунок 5 – подключение цепей наложения ЭКРА к ротору

В качестве альтернативного варианта реализации защиты цепей возбуждения может быть предложен комплект оборудования для мониторинга изоляции систем возбуждения ЭКРА-СКИ-М. Помимо функции защиты от замыкания на землю комплект позволяет отслеживать динамику изменения сопротивления на начальном этапе повреждения в диапазоне до 1 МОм.

Внешний вид шкафов ШЭ1113 и ШНЭ 1150 приведён на рисунках 6 и 7.



Рисунок 6а – Шкаф ШЭ 1113, вид спереди



Рисунок 6б – Шкаф ШЭ 1113, вид с открытой дверью



Рисунок 7а – Шкаф ШЭ 1150, вид спереди



Рисунок 7б – Шкаф ШЭ 1150, вид с открытой дверью



Рисунок 8 – установка терминала ЭКРА 200 в существующий шкаф

На рисунках 8-9 представлен пример выполнения Ретрофита – вариант установки терминала ЭКРА 200 в существующий шкаф.

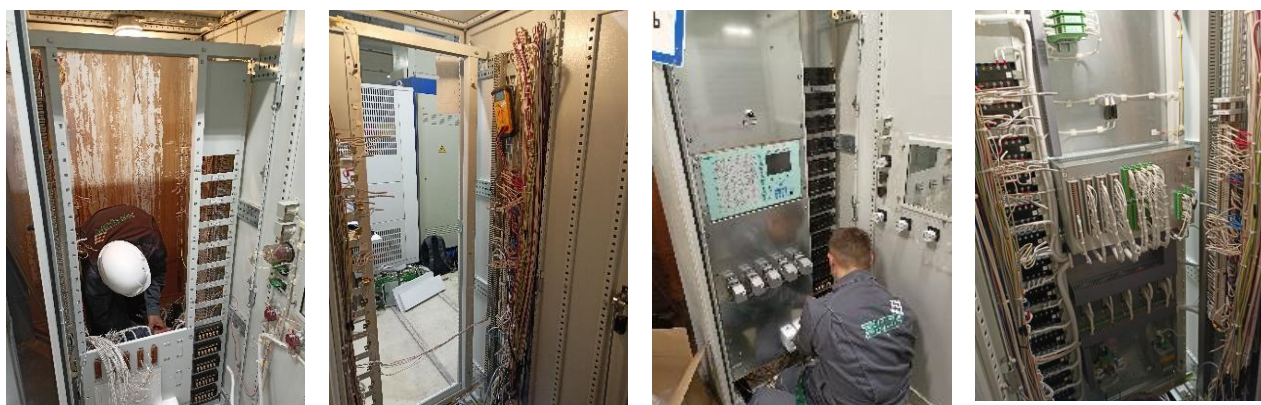


Рисунок 9 - Ретрофит шкафа РЗА генератора

Для организации проведения работ нам необходимо:

- однолинейная схема блока Г-Т с расстановкой защит Siemens / GE;
- проект привязки и комплект существующих схем подключения шкафа Siemens / GE;
- функционально-логическая схема комплекта защит генератора;
- актуальный бланк уставок;
- фотографии шкафа с открытой дверью (вид сзади, вид спереди).