

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАЩИТ ОДНОФАЗНОГО МОСТОВОГО ТРАНЗИСТОРНОГО ИНВЕРТОРА

Магазинник Л.Т., Егорова Н.Ю.

Ульяновский государственный технический университет

Ульяновск, Россия

tai@ulstu.ru

Автономные однофазные инверторы широко применяются в различных вторичных источниках питания, например, в однофазных плазмодотронах, сварочных аппаратах и т.п.

Известны однофазные мостовые транзисторные инверторы, содержащие в силовой части транзисторный мост, шунтированный обратным диодным мостом и подключенный диагональю постоянного тока к источнику питания, а диагональю переменного тока к нагрузке (см. "Transpocket" – Австрия, Каталог 1995-96 г.г., "Castolin GmbH" – Германия, "Kraftzweig" 1994-96 г.г., "ДС200 А1-Технотрон" – Россия, "Invertec" V-130-S-Lincoln-США). Для уменьшения скорости нарастания тока в аварийных ситуациях между источником питания и транзисторным инвертором обычно включают последовательно дроссель, шунтированный обратным диодом, а параллельно источнику питания включают сглаживающий конденсатор. Инверторы в вышеперечисленных установках содержат также датчики тока нагрузки и датчики потребляемого инвертором тока. Перечисленные датчики обеспечивают срабатывание защиты при токах нагрузки и сквозных токах, превышающих допустимое значение.

Известен сетевой блок (см.свидетельство на полезную модель № 3514, 1995 г.), где в качестве датчика тока, потребляемого инвертором, использован датчик Холла, сигнал с выхода которого приводит к отключению установки, если сумма тока нагрузки и сквозного тока превысит допустимое значение.

В сварочных аппаратах инверторного типа фирмы "Veriverter" (Финляндия) контроль сквозных токов осуществлен параметрическими датчиками индуктивного типа, устанавливаемыми в контролируемых плечах однофазного инвертора. Выходы этих датчиков через систему управления и защиты действуют на отключение установки.

Вышеупомянутые устройства защиты имеют ряд существенных недостатков:

- датчики Холла сложны в калибровке и требуют усиления сигнала, что усложняет устройство;
- известные параметрические индуктивные датчики требуют автономных источников высокой частоты, также усложняющих устройство;
- как генераторные, так и параметрические известные датчики сами по себе не ограничивают ток, а лишь воздействуют на систему управления и защиты, имеющую собственное время срабатывания, что, особенно при высокой крутизне нарастания тока, характерной для сквозных коротких замыканий, не обеспечивает достаточно надежной защиты.

Улучшить действие защиты позволяет исключение постоянной составляющей в первичной цепи нагрузки на любых частотах работы инвертора с помощью включения последовательно с нагрузкой конденсатора [1]. Отсутствие постоянной составляющей повышает эффективность использования однофазной мостовой схемы инвертора с трансформаторной нагрузкой, но тем не менее не обеспечивает превентивной защиты инвертора от сквозных токов короткого замыкания.

Для решения этой задачи предлагается ввести в схему датчик сквозных токов, выполненный в виде четырехобмоточного насыщающегося трансформатора с тремя одинаковыми первичными и одной вторичной обмотками. Первичные обмотки работают попарно, включены бифилярно с общим нулевым импедансом. Силовая часть инвертора содержит однофазный мостовой транзисторный инвертор шунтированный обратными диодами.

Известно, что при сбоях в системе управления, увеличении времени запираания транзисторов из-за, например, нагрева, недостаточной паузы при переключении диагональных транзисторов моста и других причин может произойти сквозное короткое замыкание через последовательно включенные транзисторы в двух или сразу в четырех плечах [2]. Эта авария является наиболее тяжелой, так как ток замыкается, минуя нагрузку. Для уменьшения скорости нарастания сквозного тока $\frac{di}{dt}$ последовательно в цепь источника питания включают дроссель, шунтированный обратным диодом. Однако, существенное уменьшение $\frac{di}{dt}$ отрицательно сказывается на динамике устройства, увеличиваются также габариты упомянутого дросселя. В то же время, при больших $\frac{di}{dt}$ ток аварийного отключения может достичь недопустимой величины, так как в известных устройствах защита приходит в действие уже после достижения током предельно допустимой величины и запаздывает на собственное время срабатывания.

В схеме с четырехобмоточным трансформатором команда на отключение происходит при практически нулевом сквозном токе, т.е. превентивно, а сигнал отключения, т.е. напряжение вторичной обмотки, определяется лишь коэффициентом трансформации и не требует усиления.

Габариты четырехобмоточного насыщающегося трансформатора в долях от габаритов силового трансформатора нагрузки составляют примерно $t/0,5T$, где t – время восстановления запирающих свойств транзисторов инвертора, а T – период напряжения инвертора.

Например, при $t = 1$ мкс и частоте 50 кГц $t/0,5T = 0,1$. При меньших t четырехобмоточный насыщающийся трансформатор будет еще меньше.

Таким образом, при незначительных затратах предложенная в [2] схема значительно повышает надежность однофазного мостового транзисторного инвертора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Магазинник Л.Т., Шингаров В.П. Совершенствование защиты мостовых транзисторных инверторов. «Механизация и электрификация сельского хозяйства», № 10, 1998.
2. Магазинник Л.Т., Сторожик В.Г., Магазинник Г.Г. Однофазный мостовой транзисторный инвертор. Патент № 2168825, Б.И. № 16 от 10.06.2001.