Записки Ленинградского горного института.
Т. 128. СПб., 1991

УДК 62-83:621.314.26

А.В.Шипулин

РЕКУПЕРАЦИЯ В ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ЧАСТОТЫ СО ЗВЕНОМ ПОСТОЯННОГО ТОКА БЕЗ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕДОМОГО ИНВЕРТОРА

Для осуществления рекуперации энергии в сеть в статических преобразователях частоты со звеном постоянного тока, содержащих инвертор напряжения, применяют инвертор, ведомый сетью. При условии объединения нейтралей источника и нагрузки, обмотки которых включены в звезду, возможна передача энергии в сеть без применения ведомого инвертора.

В цепи постоянного тока изменение направления передачи энергии обычно связано с реверсом тока, однако такой же эффект возможен при изменении полярности напряжения и неизменном направлении тока. В ведомых инверторах, а также выпрямителях при использовании в преобразователе инвертора тока применяется последний способ, так как они имеют одностороннюю проводимость. В предлагаемом устройстве роль ведомого инвертора выполняет выпрямитель, следовательно, используется тот же способ.

Рассмотрим схему устройства (рис.I). В двигательном режиме ЭДС источника I (например, вторичных обмоток трансформатора) через выпрямитель 2 заряжает конденсатор звена постоянного тока 3, напряжение которого, преобразованное в переменное инвертором 4, питает нагрузку 5 (например, обмотки синхронного двигателя). При переходе нагрузки в генераторный режим необходимо передавать энергию от обмоток электродвигателя в обмотки трансформатора. Однако нельзя использовать инвертор в качестве выпрямителя, а выпрямитель в качестве ведомого инвертора из-за необходимости перезаряда и смены полярности конденсатора звена постоянного тока и шунтирующего действия обратных диодов. При объединении нейтралей источника и нагрузки образуются цепи, исключающие их влияние [I, 2].

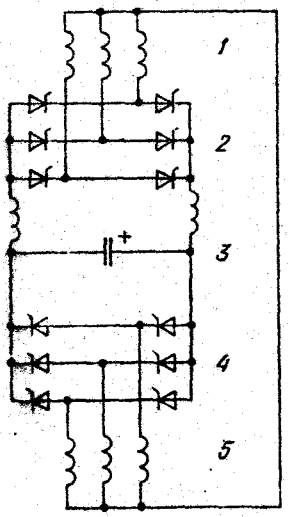


Рис.1. Преобразователь частоты с возможностью рекуперации энергии

Рассмотрим цепь (рис.2), образованную катодной группой тиристоров выпрямителя, дросселем фильтра, анодной группой тиристоров инвертора, обмотками источника и нагрузки и объединенной нейтралью. При рекуперации энергии тиристоры выпрямителя образуют трехфазный нулевой ведомый

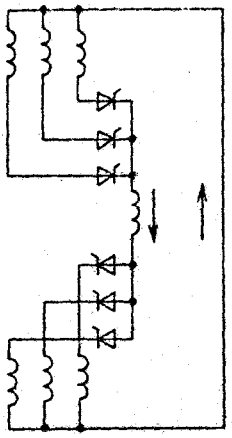


Рис.2. Прохождение тока рекуперации через полумосты выпрямителя и инвертора

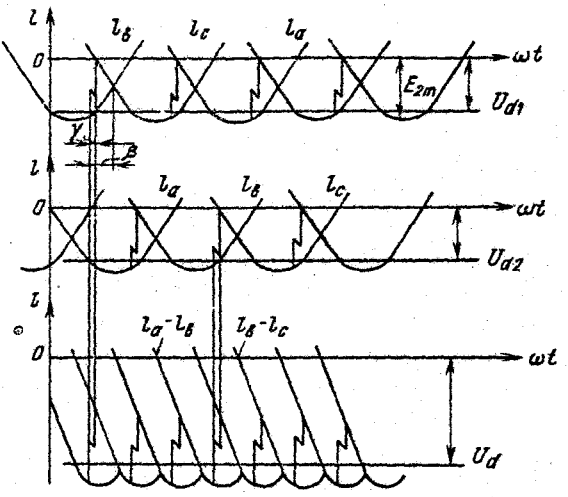


Рис.3. Временные диаграммы напряжений

инвертор. Обратные диоды инвертора при импульсном включении тиристоров запираются встречным током.

Для трехфазного нулевого ведомого инвертора среднее значение противо-ЭДС с учетом коммутации [3]

$$U_{d1} = \frac{3}{2\pi}\sqrt{3}E_{2m}\cos\beta + \frac{3}{2\pi}X_a I_d ,$$

где E_{2m} - максимальное значение ЭДС обмотки трансформатора; β - угол опережения; $X_a = \omega L_a$ - индуктивное сопротивление цепи; I_d - среднее значение выпрямленного тока.

Поскольку после запирания тиристоров катодной группы выпрямителя и анодной группы инвертора включаются тиристоры анодной группы выпрямителя и катодной группы инвертора, то попеременно работают два нулевых ведомых инвертора (на рис.3: l_a, l_b, l_c - ЭДС обмоток трансформатора; γ - угол коммутации).

Средние значения противо-ЭДС двух ведомых инверторов суммируются:

$$U_d = U_{d1} + U_{d2} = \frac{3}{\pi}\sqrt{3}E_{2m}\cos\beta + \frac{3}{\pi}X_a I_d .$$

Последнее уравнение представляет собой входную характеристику инвертора в режиме $\gamma < \pi/3$, что аналогично трехфазному мостовому инвертору.

Пульсации противо-ЭДС инвертора имеют шестикратную частоту по отношению к ЭДС сети переменного тока. Вынужденного намагничивания сердечника трансформатора нет ввиду симметрии работы инверторов.

Таким образом, устройство имеет характеристики ведомого мостового инвертора и позволяет осуществлять рекуперацию энергии в сеть без применения дополнительного мостового ведомого инвертора.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.с. 1197031 СССР. Управляемый электропривод / А.В.Шипулин, В.С.Климаш //Бюл. изобр. 1985. № 45.

2. А.с. 1277338 СССР. Вентильный электропривод / А.В.Шипулин //Бюл. изобр. 1986. № 4.

3. Руденко В.С., Сенько В.И., Чиженко И.М. Основы преобразовательной техники. М.: Высшая школа, 1980.