

ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРОСТОГО НЕСИММЕТРИЧНОГО ТИРИСТОРНОГО ИНВЕРТОРА

Стоцкий Кирилл Степанович

Фазылов Ильшат Занфирович

студенты 2 курса магистратуры.

кафедра электромеханики факультет авионики, энергетики и инфокоммуникаций

Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет, г. Уфа

Стоцкая Диана Рашитовна

студент 3 курса бакалавриата

кафедра экологии и природопользования, биологический факультет

Башкирский Государственный Университет, г. Уфа

научный руководитель: **Максудов Денис Вилевич**

доцент кафедры электромеханики

Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет, г. Уфа

Аннотация. В данной статье описываются принцип работы простого несимметричного тиристорного инвертора.

Ключевые слова: тиристор, инвертор, выпрямитель, электротехника.

Наибольший интерес из схем автономных инверторов со встречно-параллельными диодами представляет схема несимметричного инвертора, как наиболее простая и надежная в работе. Угол управления тиристорами и амплитудное значение напряжения на полупроводниковых приборах в данной схеме слабо зависит от активного сопротивления нагрузки.

Все это позволяет конструировать тиристорные преобразователи частоты для индукционных нагрузок, изменяющих в широком диапазоне свои параметры в ходе технологического процесса, например, плавки металлов и специальных сплавов.

Простой несимметричный инвертор относится к числу резонансных последовательных однофазных инверторов тока и предназначен для преобразования постоянного тока в переменный повышенной частоты.

Инвертор состоит из подключенной через входной дроссель L_d к источнику питания (выпрямителю) U_d последовательной цепочки, образованной дросселем насыщения L_H и встречно-параллельно соединенными тиристором $VS1$ и диодом $VD1$. Указанная последовательная цепочка шунтирована последовательно соединенными: коммутирующим

конденсатором C_{K1} , коммутирующим дросселем L_{K1} , нагрузкой Z_{H1} .

Дроссель насыщения L_{H1} в данной схеме инвертора выполняет функцию дополнительного индуктивного элемента в цепи тиристора $VS1$, обеспечивающего «затягивание» процесса нарастания и спада тока этого тиристора $VS1$, снижая тем самым скорость его нарастания. Инвертор изображен на рисунке 1.17, а.

Инвертор в квазиустановившемся режиме работает следующим образом.

Пусть коммутирующий конденсатор C_{K1} имеет полярность напряжения, указанную на рисунке 1.17, а.

При подаче импульса управления i_{YVS1} в момент времени t_1 (рисунок 1.17, б) на тиристор $VS1$ он включается и начинается перезаряд коммутирующего конденсатора C_{K1} по цепи: C_{K1} - L_{H1} - $VS1$ - Z_{H1} - L_{K1} - C_{K1} , формируя прямую(положительную)полуволну тока нагрузки Z_{H1} .

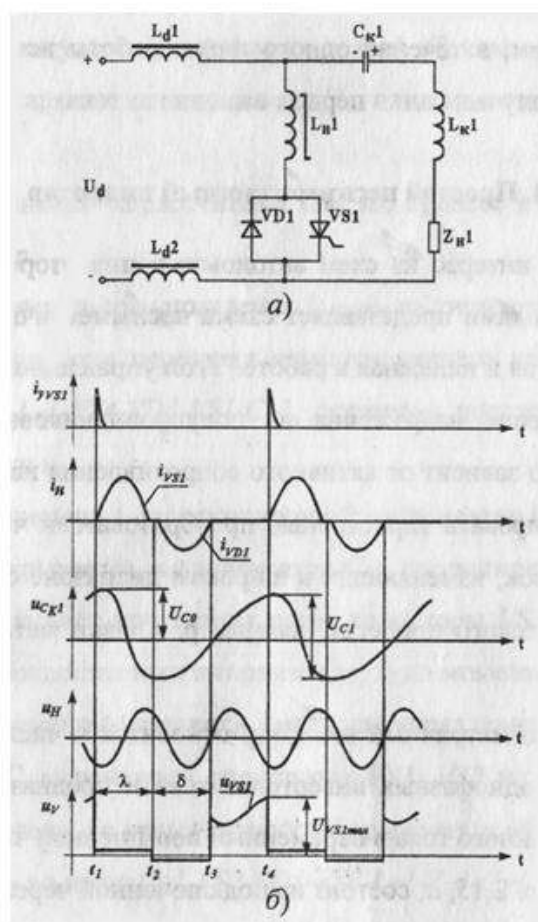


Рисунок 1.17. Простой несимметричный инвертор:

а – схема;

б – временные диаграммы, поясняющие принцип действия инвертора;

i_Y – импульсы управления тиристорами;

i_H – ток нагрузки;

u_{CK1} – напряжение на коммутирующем конденсаторе;

u_H – напряжение на нагрузке;

u_{vs} — напряжение на тиристоре

Параметры инвертора рассчитаны так, что процесс перезаряда носит колебательный характер. Поэтому, как только напряжение перезаряда конденсатора C_{K1} станет выше напряжения источника питания и ток тиристора $VS1$ пройдет через нуль, он выключается (t_2). Дроссель насыщения L_H1 ограничивает скорость нарастания и спада тока тиристора $VS1$. После выключения тиристора $VS1$ и включения диода $VD1$ (t_2) конденсатор C_{K1} начинает перезаряжаться по цепи: $C_{K1}-L_{K1}-Z_H1-VD1-L_H1-C_{K1}$, формируя обратную (отрицательную) полуволну тока нагрузки i_H . В течение времени, когда ток проводил диод $VD1$ (момент времени t_2-t_3), к тиристору $VS1$ было приложено отрицательное напряжение, равное прямому падению напряжения на диоде $VD1$, и тиристор $VS1$ восстановил свои управляющие свойства.

Интервал t_4-t_3 является паузой в работе тиристорно-диодной пары $VS1-VD1$, во время которой за счет сглаженного, входным дросселем L_d1 , тока происходит заряд конденсатора C_{K1} и пополнение накопленной им энергии, частично израсходованной на интервале t_1-t_3 . Следует отметить, что напряжение коммутирующего конденсатора C_{K1} к концу паузы (t_4) в точности равно напряжению в момент времени t_1 . В момент времени t_4 на тиристор $VS1$ поступает следующий импульс управления и все описанные процессы вновь повторяются.

Благодаря резонансным свойствам нагрузки, настроенной на вторую гармоническую составляющую выходного тока, электромагнитные колебания в нагрузке происходят непрерывно и напряжение имеет форму, близкую к синусоидальной U_H .

При расчете параметров резонансного инвертора считается, что в процессе нагрева электромагнитные значения индуктора остаются постоянными для номинальной частоты.

Однако, в процессе нагрева ферромагнитных тел, их электромагнитные свойства существенно изменяются, а при достижении точки магнитных превращений изменение магнитных свойств происходит скачкообразно. Таким образом, индуктивность индуктора для нагрева ферромагнитных деталей при нагреве постоянно изменяется, а, следовательно, изменяется собственная частота колебаний нагрузочного контура. Важной задачей проектирования таких устройств является согласование активного сопротивления нагрузочного колебательного контура с волновым сопротивлением коммутирующего контура преобразователя частоты. Для упрощения данной задачи обычно рассчитывают индуктор для одного режима нагрева (так называемого «горячий режим нагрева») при котором считается, что ферромагнитная сталь теряет свои магнитные свойства. Таким образом, индуктивность и емкость нагрузочного колебательного контура принимаются только для резонансной частоты.

Список литературы:

1. Чернышова А.А. Диоды и тиристоры; Москва, 2011. – 356 с;

2. Полупроводниковые диоды и тиристоры. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://book.ggpek.by/promel/teor/1-2-poluprovodnikovye-diody> (дата обращения: 10.03.2020);
3. Управление тиристором, принцип действия[Электронный ресурс]. Режим доступа:<https://zen.yandex.ru/media/id/5c615e3c9e391400ae5f8253/upravlenie-tiristorom-princip-deistviia-5d0d12866a6e5d00afda3889> (дата обращения: 10.03.2020).