

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емец Валерий Сергеевич
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 30.06.2026 12:32:57
Уникальный программный ключ:
f2b8a1573c931f1098cfe699d1debd94fcff35d7

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Рязанский институт (филиал)
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования

Кафедра «Энергетические системы и точное машиностроение»

А.Ю. Мельников, Е.И. Лопатин

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Практикум

Рязань
2024

УДК 621.311
ББК 31.28
М48

Мельников, А.Ю.

М48 Силовая электроника: практикум / А.Ю. Мельников, Е.И. Лопатин.
– Рязань: Рязанский институт (филиал) Московского
политехнического университета, 2024. – 24 с.

Практикум предназначен для студентов направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника всех форм обучения. Он соответствует рабочей программе и применяется для проведения практических занятий по дисциплине «Силовая электроника».

Методические указания содержат краткие рекомендации по решению практических задач и индивидуальные задания студентам.

Печатается по решению методического совета Рязанского института (филиала) Московского политехнического университета.

УДК 621.311
ББК 31.28

© Мельников А.Ю., Лопатин Е.И.
© Рязанский институт (филиал)
Московского политехнического
Университета, 2024

Содержание

Введение	4
1 Практическое задание № 1. Проектирование однофазного мостового инвертора напряжения	5
2 Практическое задание № 2. Проектирование автономного инвертора на транзисторах	13
3 Практическое задание № 3. Проектирование автономного инвертора на тиристорах	18
Библиографический список	23

Введение

Настоящий практикум предназначен для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Выполнение практических заданий ставит целью закрепление изучаемого теоретического материала по курсу «Силовая электроника», приобретение инженерных навыков расчёта основных устройств и элементов силового оборудования систем электроснабжения, развитие творческих способностей студента при решении конкретно поставленной задачи.

Перед выполнением практических заданий необходимо рассмотреть изучить соответствующие теоретические вопросы и методику решения поставленных задач.

Для детального изучения теоретического материала следует использовать рекомендованную литературу.

Содержание отчёта о выполнении практического задания должно включать:

- 1) краткие теоретические сведения;
- 2) постановку задачи;
- 3) подробные численные расчёты;
- 4) анализ результатов.

Вариант индивидуального задания задаётся преподавателем или принимается в соответствии с двумя последними цифрами шифра зачётной книжки студента.

1 Практическое задание № 1. Проектирование однофазного мостового инвертора напряжения

Цель задания: освоить методику расчёта параметров однофазного мостового инвертора напряжения.

Задача: рассчитать параметры однофазного мостового инвертора напряжения выбрать основные элементы схемы.

1.1 Условия задачи и исходные данные

Схема однофазного мостового инвертора напряжения задана на рисунке 1.1).

Исходные данные для расчётов.

1. Полная мощность нагрузки по первой гармонике $S_{(1)н}$, В·А.
2. Действующее значение напряжения первой гармоники на нагрузке $U_{(1)н}$, В.
3. Коэффициент мощности нагрузки по первой гармонике $\cos \varphi_1$.
4. Частота первой гармоники выходного напряжения инвертора f_1 , Гц.
5. Источником питания служит сетевой выпрямитель, выполненный по мостовой схеме с накопительным конденсатором на выходе. С учётом падения напряжения на элементах выпрямителя U_d , В.

Необходимо:

- рассчитать величины напряжений и токов в отдельных элементах схемы;
- выбрать марки тириستоров и диодов и конденсаторов в соответствии с исходными данными;
- определить конструктивные характеристики трансформатора;
- рассчитать полную мощность, потребляемую преобразователем от источника питания и его коэффициент полезного действия.

Исходные данные для расчёта всем вариантам заданий содержатся в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 – Исходные данные

Показатели	Вариант (Предпоследняя цифра шифра)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Полная мощность нагрузки по первой гармонике $S_{(1)н}$, В·А	2000	2500	2800	3000	2500	2200	2700	2900	2500	3000
Действующее значение напряжения первой гармоники на нагрузке $U_{(1)н}$, В	45	50	55	60	50	65	40	60	50	45
Коэффициент мощности нагрузки по первой гармонике $\cos \varphi_1$	0,70	0,75	0,80	0,85	0,75	0,65	0,78	0,70	0,75	0,82
Частота первой гармоники выходного напряжения инвертора f_1 , Гц.	350	400	250	300	400	450	350	250	400	300

Таблица 1.2 – Исходные данные

Показатели	Вариант (Последняя цифра шифра)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Напряжение источника питания U_d , В.	200	300	250	280	400	300	450	300	250	350

1.2 Краткие теоретические сведения

Схема однофазного мостового инвертора напряжения на тиристорах с одноступенчатой межвитковой коммутацией инвертора приведена на рисунке 1.1.

Источником постоянного напряжения, питающего инвертор, служит выпрямитель, подключаемый к сети переменного тока непосредственно или через трансформатор.

Рабочие тиристоры (VS1 и VS4, VS3 и VS2) отпираются попарно с относительным фазовым сдвигом, равным 180 электрическим градусам, управляющим напряжением $U_{y1,4}$ или $U_{y3,2}$.

Отпирающие импульсы вырабатываются системой управления инвертором, которая будет рассмотрена в следующей главе. Коммутирующий конденсатор C_2 , токоограничивающие дроссели L_1 и L_2 , а также возвратные секции

W''_1 первичной обмотки выходного трансформатора выполняют функцию принудительного запираания выходящей из работы пары тиристоров.

Диоды VD1-VD4 образуют обратный выпрямительный мост и предназначены для возврата реактивной энергии из цепи нагрузки в источник питания. Пусть в первый полупериод в интервале $0 < \sigma < \pi$ открыты тиристоры VS1 и VS4, при этом ток источника питания замыкается по контуру: $+ U_d \rightarrow L_1 \rightarrow$ первичная обмотка выходного трансформатора $\rightarrow L_2 \rightarrow - U_d$.

Напряжение питания, за вычетом падения напряжения на двух открытых тиристорах, прикладывается к первичной обмотке выходного трансформатора. Напряжение на нагрузке определяется коэффициентом трансформации выходного трансформатора. Коммутирующий конденсатор заряжен до напряжения U_1 с полярностью указанной на рисунке без скобок.

Через интервал времени $t = \pi$ отпирающие импульсы подаются на вторую пару тиристоров (VS3 и VS2). При этом работавшие ранее тиристоры VS1 и VS4 автоматически запираются и выходят из работы. Процесс их принудительного выключения происходит следующим образом. После отпирания тиристоров VS3 и VS2 напряжение заряженного конденсатора C_2 прикладывается в обратной полярности к вентилям VS1 и VS4. Это ведёт к быстрому спаду до минимума тока через эти тиристоры, и они запираются.

После закрытия тиристоров работающей группы коммутационный конденсатор C_2 начинает перезаряжаться по контуру: $+ U_d \rightarrow L_1 \rightarrow VS3 \rightarrow C_2 \rightarrow VS2 \rightarrow - U_d$. Диоды обратного моста VD1-VD4 при этом закрыты. В процессе перезаряда отрицательное напряжение на тиристорах VS1 и VS4 уменьшается. К концу интервала коммутации конденсатор C_2 оказывается заряженным до напряжения $- U_d$ с полярностью, указанной на рисунке 1.1 в скобках. В противном случае, с появлением положительного напряжения на анодах отключающихся тиристоров последние снова откроются и в схеме окажутся проводящими все четыре тиристора, что вызовет срыв нормального процесса инвертирования и короткое замыкание источника питания инвертора.

тельный характер, и в течение части периода собственных колебаний контура отключающихся тиристорах поддерживалось отрицательное напряжение.

После переключения тиристоров, сопровождающегося изменением напряжения на обмотках, ток первичной обмотки i_1 из-за индуктивного характера нагрузки сохраняет своё прежнее направление, замыкаясь сначала через коммутирующий конденсатор и участвуя тем самым в его перезарядке. Когда в процессе колебательного перезаряда напряжение в точке «В» станет положительным и, более того, по абсолютной величине больше U_d , а напряжение в точке «А» станет более отрицательным, чем «минус» источника, откроются диоды VD3 и VD2, что вызовет прекращение роста напряжения конденсатора C_2 .

Если к моменту окончания перезаряда конденсатора C_2 реактивный ток нагрузки ещё не снизился до нуля (что имеет место при малых значениях $\cos \varphi$), то в интервале $\pi < t < \pi + \sigma$ он продолжает протекать в прежнем направлении, замыкаясь по контуру: первичная обмотка трансформатора $\rightarrow$ источник питания $\rightarrow$ VD2. При этом энергия, запасённая в индуктивности нагрузки, возвращается в источник питания. На рисунке 1.1 путь протекания реактивного тока в интервале рекуперации энергии показан пунктиром.

Если в качестве источника питания используется выпрямитель с односторонней проводимостью, то на входе инвертора устанавливается накопительный конденсатор C_1 , создающий путь протекания импульсов реактивного тока. Под действием противо-ЭДС источника питания реактивный ток первичной обмотки выходного трансформатора в момент $t = \sigma$ становится равным нулю и, изменяя своё направление, переходит в цепь тиристоров VS3 и VS2. При этом от источника питания вновь начинает потребляться энергия. В момент времени $t = 2\pi$ вновь включаются тиристоры VS1 и VS4, и реактивный ток нагрузки в интервале периода коммутации $2\pi < t < 2\pi + \sigma$ протекает через диоды. Схема инвертора, реализованная на идеальных элементах, оказывается неработоспособной. Это объясняется тем, что в течение интервала коммутации

к моменту отпирания обратных диодов VD3 и VD2 запас электромагнитной энергии в дросселях L_1 и L_2 несколько возрастает. Для нормальной работы схемы избыточную энергию необходимо либо рассеять в активных сопротивлениях образовавшихся контуров разряда индуктивностей ($L_1 \rightarrow VS3 \rightarrow VD3 \rightarrow L_1$ и $L_2 \rightarrow VD2 \rightarrow VS2 \rightarrow L_2$), либо возвращать в источник питания. Более определённый и надёжный – второй способ.

В противном случае при коммутации ток в индуктивностях L_1 и L_2 будет возрастать, что неизбежно приведёт к уменьшению времени, в течение которого на отключающихся тиристорах действует обратное напряжение. Следствием этого уменьшения будет «опрокидывание» инвертора. Для возврата избыточной энергии из контуров коммутации в источник питания и повышения КПД инвертора диоды обратного выпрямителя подключены к отводам первичной обмотки выходного трансформатора. В результате при разряде противо-ЭДС дросселя преодолевает ЭДС возвратной секции W_1'' , равную $(W_1''/W_1') \cdot U_1$, что сопровождается рекуперацией энергии в источник питания.

Более подробно анализ электромагнитных процессов в силовой части и контурах коммутации приведён в [9, 10].

Достоинством схемы является то, что выходное напряжение слабо зависит от величины и характера нагрузки инвертора. Инвертор имеет жёсткую внешнюю характеристику, устойчив при перегрузках и в режиме малых нагрузок.

1.3 Порядок выполнения расчётов

Расчёт инвертора необходимо выполнять после изучения принципиальной схемы (рисунок 1.1) вычисляются в следующем порядке.

1. Полное сопротивление нагрузки на частоте основной гармоники.
2. Активная составляющая сопротивления нагрузки.
3. Индуктивное сопротивление нагрузки на основной частоте.
4. Действующее значение напряжения, приложенного к первичной обмотке выходного трансформатора.

5. Коэффициент трансформации выходного трансформатора.
6. Активное сопротивление нагрузки, приведённое к первичной обмотке трансформатора.
7. Индуктивное сопротивление нагрузки, приведённое к первичной обмотке трансформатора.
8. Параметр нагрузки.
9. Базисный ток.
10. Максимальное значение тока нагрузки, приведённое к первичной обмотке трансформатора.
11. Среднее значение тока, потребляемое от источника питания.
12. Угол и время проводимости обратного диода.
13. Среднее значение тока через тиристор.
14. Среднее значение тока через обратный диод.
15. Эффективное значение тока через тиристор.
16. Эффективное значение тока через обратный диод.
17. Максимальное обратное напряжение на тиристорах и диодах. На основании выше перечисленных расчётов из справочника выбираются:
 - тиристоры с соответствующими параметрами: (допустимый средний ток $I_{a \text{ доп}}$, допустимое обратное напряжение $U_{\text{обр.доп}}$, отпирающий ток управления I_y , отпирающее напряжение управления U_y , критическая скорость нарастания прямого тока $\frac{dI_a}{dt}$, критическая скорость нарастания прямого напряжения: $U_{\text{доп}}$, время выключения t_e допустимая частота выпрямителя f_{max}).
 - диоды обратного выпрямителя типа КД 202 Л со следующими параметрами (допустимый ток $I_a \text{ доп}$, допустимое обратное напряжение $U_{\text{обр.доп}}$, допустимая частота выпрямителя f_{max}).
18. Коэффициент формы тока через тиристор.
19. Мощность статических потерь.
20. Коэффициент формы тока через обратный диод.
21. Мощность статических потерь.

22. Действующее значение напряжения на первичной обмотке выходного трансформатора.

23. Действующее значение напряжения на нагрузке.

24. Действующее значение тока в первичной обмотке трансформатора.

25. Действующее значение тока в нагрузке.

26. Расчётная мощность первичной обмотки трансформатора.

27. Расчётная мощность вторичной обмотки трансформатора.

28. Типовая мощность трансформатора.

29. Определяются параметры коммутирующих элементов исходя из условия минимума энергии, накопленной в контуре коммутации [11].

30. Максимальное напряжение на коммутирующем конденсаторе в интервале возврата энергии из контура коммутации.

31. Амплитуда первой гармоники напряжения на конденсаторе.

32. Постоянная составляющая токов в дросселях L_1 и L_2 .

33. Скорость нарастания прямого напряжения на тиристоре.

34. Скорость нарастания прямого тока при отпирании тиристора.

35. Постоянная времени цепи нагрузки.

36. Напряжение на конденсаторе.

37. Частота основной гармоники пульсаций на конденсаторе, обусловленных работой инвертора.

38. Ёмкость накопительного конденсатора.

Рассмотренная методика расчёта схемы мостового инвертора напряжения на тиристорах пригодна и для расчёта схемы на транзисторах. Параметры отечественных биполярных и полевых транзисторов большой мощности приведены в справочниках [8, 10].

2 Практическое задание № 2. Проектирование автономного инвертора на транзисторах

Цель задания: освоить методику расчёта параметров автономного инвертора на транзисторах.

Задача: определение параметров параметров однофазного мостового инвертора напряжения на транзисторах.

2.1 Условия задачи и исходные данные

Задана схема автономного инвертора на транзисторах (рисунок 2.1).

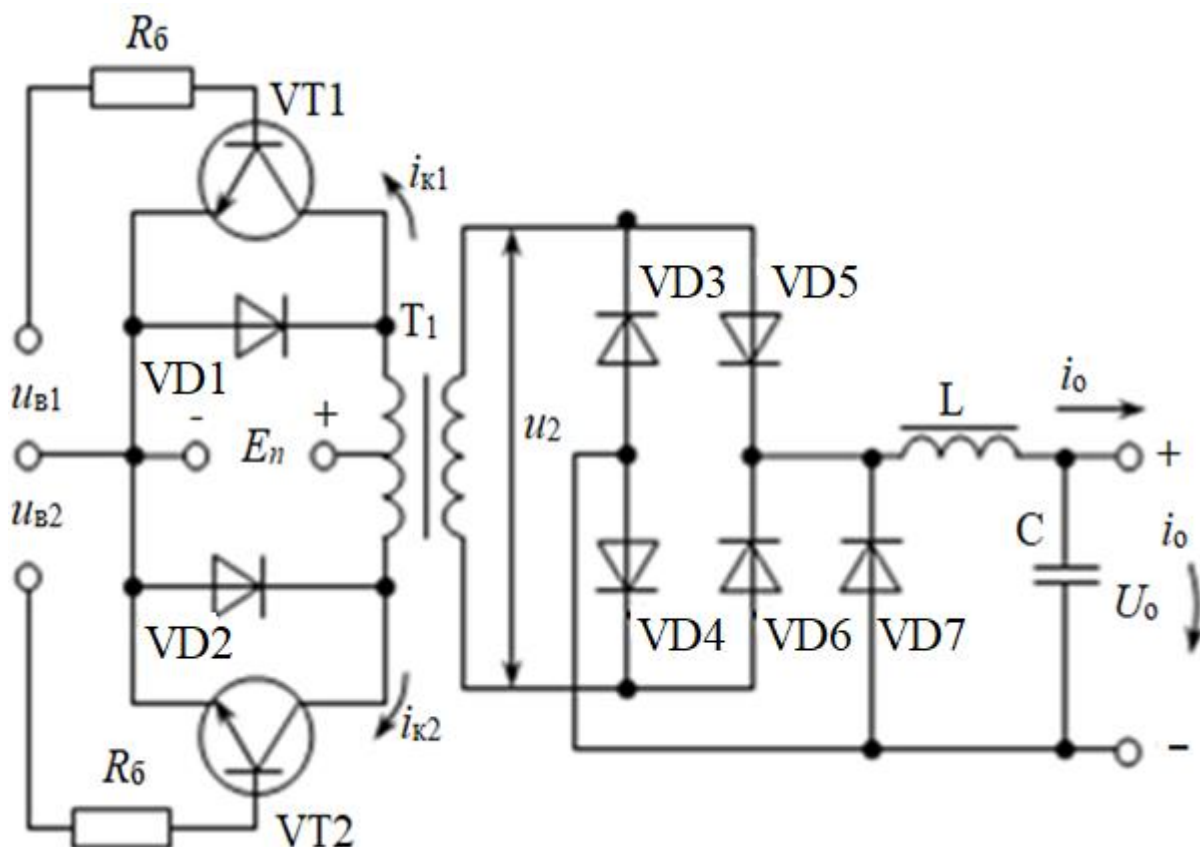


Рисунок 2.1 – Схема автономного инвертора на транзисторах

Исходные данные для расчёта:

- напряжение источника питания $E_n(U_d)$, В;
- напряжение питания нагрузки $E_{02}(U_n)$, В;
- ток нагрузки $I_0(I_n)$, А ;

- пульсации выходного напряжения ΔU_n , мВ.

Необходимо:

- выбрать марки транзисторов и диодов в соответствии с исходными данными;
- рассчитать величины напряжений и токов в отдельных элементах схемы;
- определить конструктивные характеристики трансформатора;
- рассчитать полную мощность, потребляемую преобразователем от источника питания и его коэффициент полезного действия.

Значения исходных данных для соответствующих вариантов приведены в таблицах 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1 – Исходные данные

Показатели	Вариант (Предпоследняя цифра шифра)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Напряжение источника питания $E_n(U_d)$, В	24	36	28	20	35	36	25	32	34	36
Напряжение питания нагрузки $E_{02}(U_n)$, В	5	6,3	8	9	6,8	6,3	6,5	5,8	7,1	6,4

Таблица 2.2 – Исходные данные

Показатели	Вариант (Предпоследняя цифра шифра)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ток нагрузки $I_o(I_n)$, А	9	10	8	10	6	10	11	11	9	10
Пульсации выходного напряжения ΔU_n , мВ	11	10	9	10	15	13	12	14	11	15

2.2 Краткие теоретические сведения

В состав преобразователя (рисунок 2.1) входят автономный инвертор, выполненный по схеме со средней точкой в первичной обмотке трансформатора и выпрямитель с нагрузкой, начинающейся с индуктивного элемента. Включенный в схему выпрямителя дополнительный диод VD7 разгружает диоды от токов разрядки дросселя L .

Если длительность возбуждающих импульсов τ_B (рисунок 2.2) выбрана такой, что в сумме (со временем рассасывания заряда неосновных носителей в базах транзисторов) она остаётся меньше длительности полупериода $T/2$ возбуждающего напряжения, то на вторичной обмотке трансформатора создаётся переменное напряжение u_2 прямоугольной формы с нулевыми паузами (рисунок 2.3).

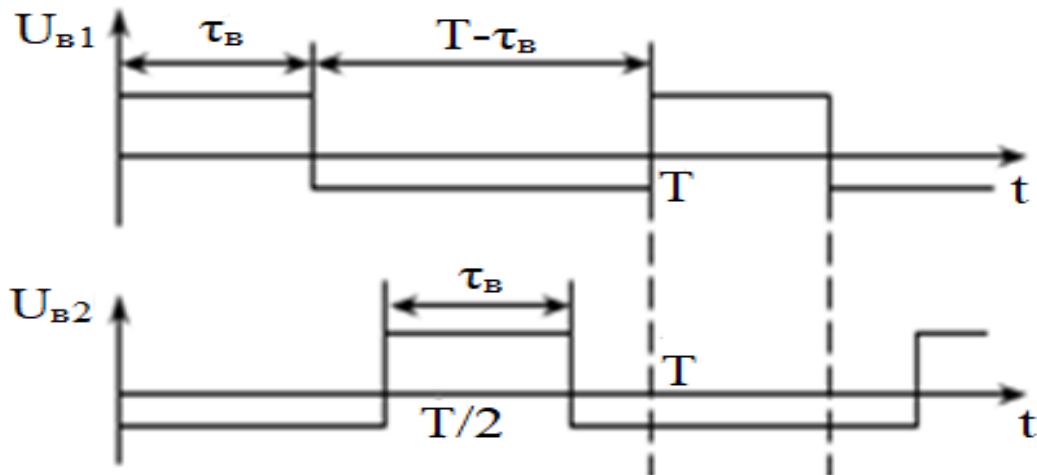


Рисунок 2.2 – Эпюры напряжений

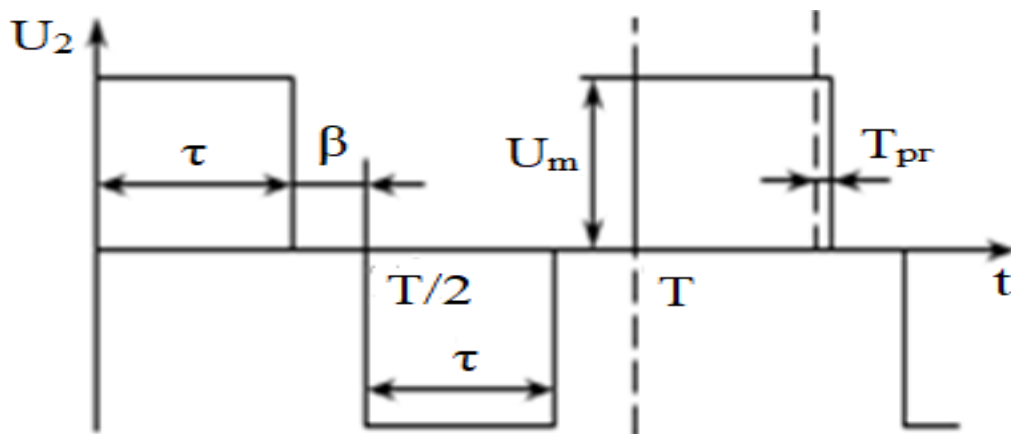


Рисунок 2.3 – Эпюры напряжений

По графику (рисунок 2.4) находят интервалы времени зарядки и разрядки дросселя L и определяют форму тока, проходящего по его обмотке.

Магнитная индукция в магнитопроводе силового трансформатора T_1 изменяется согласно линейно ломаной зависимости (имеет трапецеидальную форму во времени, рисунок 2.5). При открытом силовом транзисторе индукция

либо нарастает, либо спадает линейно и остается постоянной и равной B_m в течение паузы.

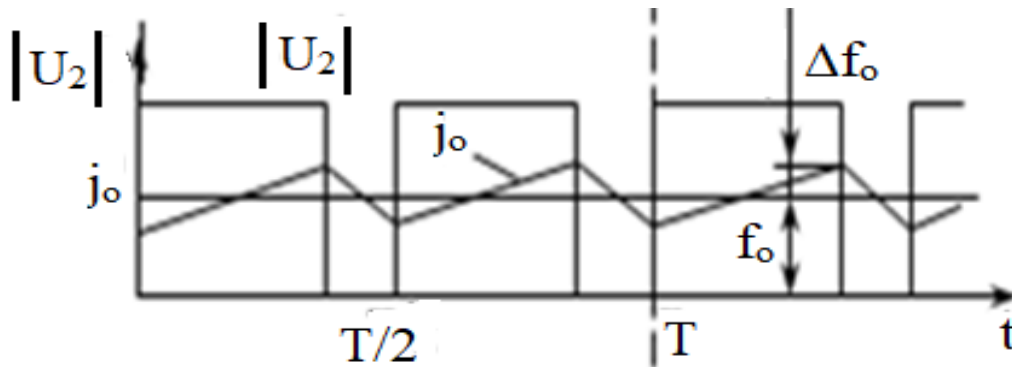


Рисунок 2.4 – Эпюры напряжений

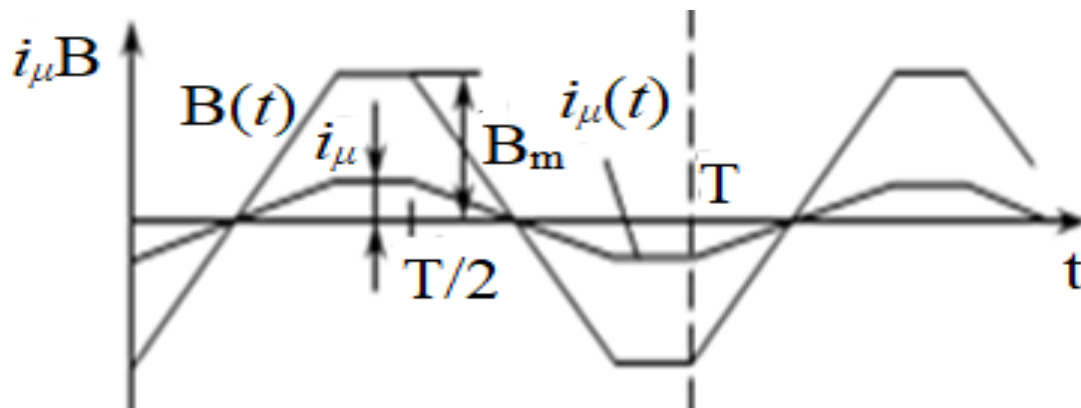


Рисунок 2.5 – Эпюры напряжений

Ток коллектора первого транзистора $i_{к1}$ состоит из, трансформированного в первичную полуобмотку выпрямленного, но не сглаженного тока i_0 , т. е. тока дросселя, и тока намагничивания i_μ (рисунок 2.6).

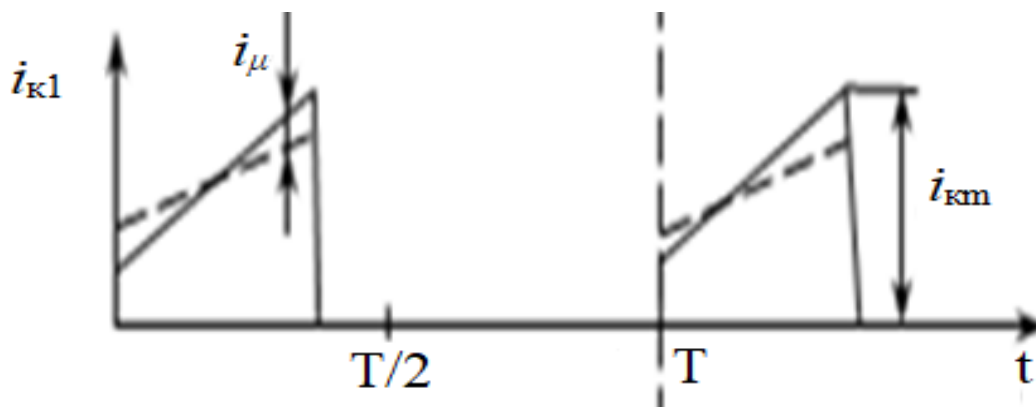


Рисунок 2.6 – Эпюры напряжений

Токи диодов состоят из трапецидальных импульсов, соответствующих току дросселя i_0 и ступенек, являющихся трансформированными во вторичную обмотку частями тока намагничивания (рисунок 2.7).

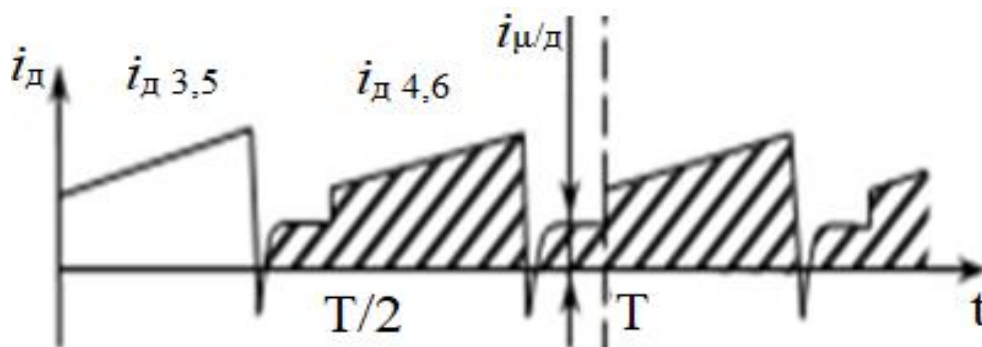


Рисунок 2.7 – Эпюры напряжений

Когда силовой транзистор запирается, составляющие тока $i_{к1}$, вызванные наличием дросселя, во вторичной и в первичной обмотках пропадают, так как открывается диод VD7 (рисунок 2.8) и ток дросселя замыкается минуя вентили и обмотку трансформатора выпрямителя.

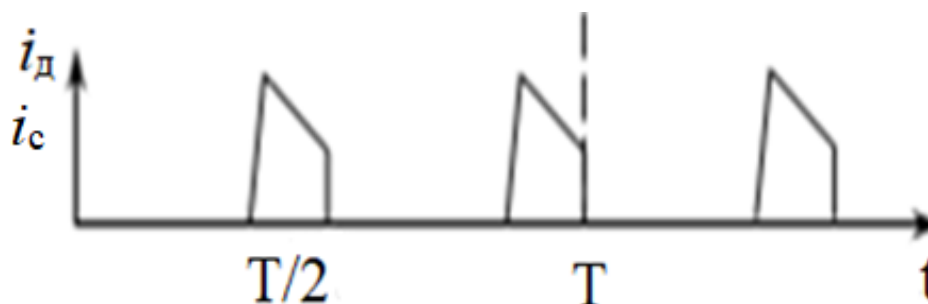


Рисунок 2.8 – Эпюры напряжений

Более подробные теоретические сведения и методики расчётов автономных инверторов приведены в рекомендованной литературе.

2.3 Порядок выполнения расчётов

1. Выбираются марки транзисторов и диодов из условий:

- допустимый прямой ток диода выпрямителя должен быть больше тока нагрузки I_o , допустимый средний ток – больше $0,5 I_o$, обратное напряжение $U_{обр}$ больше $2U_n$.

- коллекторный ток транзистора в насыщенном состоянии $I_{кн}$ должен быть

$$I_{кн} = \frac{I_n \cdot U_n}{U_d}.$$

Допустимое напряжение коллектор-эмиттер – больше $2E_{п.}$

2. Рассчитываются величины напряжений и токов в отдельных элементах схемы.

2.1. Трансформатор – ЭДС одной из вторичных полуобмоток трансформатора, напряжение на первичной полуобмотке трансформатора, коэффициент трансформации силового трансформатора, габаритная мощность трансформатора.

2.2. Транзисторы – уточнённое значение тока коллектора транзистора, амплитуда импульса тока базы транзистора, фактическая степень насыщения транзистора, амплитуда коммутационного выброса коллекторного тока потери мощности на транзисторе, время рассасывания заряда неосновных носителей в базах транзисторов.

2.3. Диоды – время падения тока диода к нулю после запираания транзистора, падение мощности на диоде.

3. Рассчитываются конструктивные характеристики трансформатора:

- сечение сердечника;
- число витков вторичной полуобмотки;
- число витков первичной полуобмотки;
- сечение провода.

4. Определяется полная мощность, потребляемая преобразователем от источника питания и его коэффициент полезного действия.

3 Практическое задание № 3. Проектирование автономного инвертора на тиристорах

Цель задания: освоить методику расчёта параметров основных элементов однофазного мостового инвертора напряжения.

Задача: определение параметров параметров автономного инвертора на тиристорах и выбор элементов схемы.

3.1 Условия задачи и исходные данные

Схема автономного инвертора на тиристорах представлена на рисунке 3.1.

Исходные данные для расчётов:

- напряжение источника питания U_d , В;
- максимальное значение тока двигателя $I_{\max}$, А;
- частота повторения импульсов отпираания рабочего тиристора VS2 f , Гц;
- время, необходимое для запираания рабочего тиристора t_b , мкс.

Необходимо:

- рассчитать основные характеристики автотрансформатора и выбрать автотрансформатор;
- рассчитать величины напряжений и токов в отдельных элементах схемы и выбрать соответствующие элементы схемы.

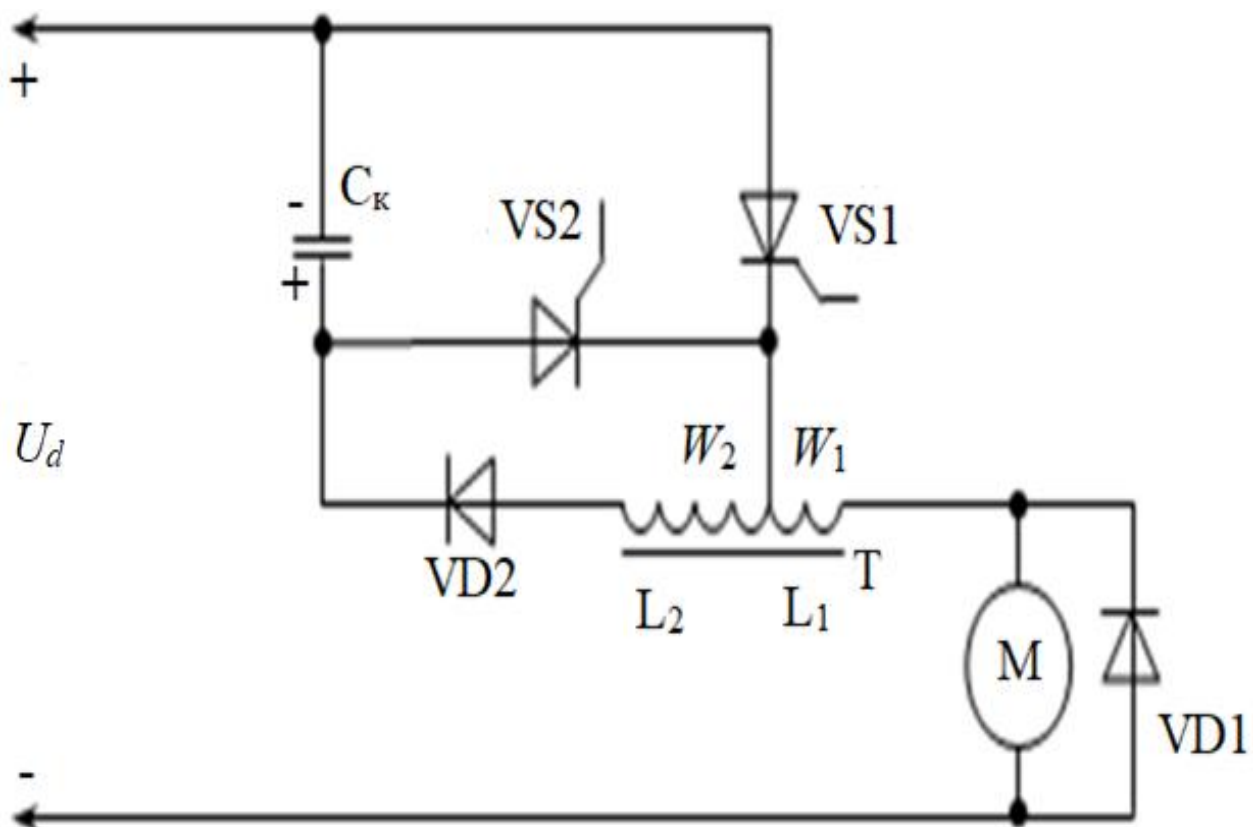


Рисунок 3.1 – Схема автономного инвертора

Значения исходных данных для соответствующих вариантов приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Исходные данные

Показатели	Вариант (предпоследняя цифра шифра)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Напряжение источника питания U_d , В.	36	47	39	46	50	48	38	48	52	51
Максимальное значение тока двигателя $I_{\max}$, А.	90	105	95	110	110	100	98	100	115	110

Таблица 3.2 – Исходные данные

Показатели	Вариант (последняя цифра шифра)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Частота повторения импульсов отпирающего рабочего тиристора VS2, f , Гц.	145	140	153	150	155	145	150	153	148	145
Время, необходимое для запирающего рабочего тиристора t_b , мкс.	150	145	155	150	157	137	148	150	155	140

3.2 Краткие теоретические сведения

Данная схема автономного инвертора на тиристорах (рисунок 3.1) применяется для регулирования частоты вращения якоря двигателя постоянного тока и имеет следующие обозначения:

- 1) VS1 – рабочий тиристор;
- 2) VS2 – вспомогательный тиристор;
- 3) VD1 – обратный диод, проводящий ток индуктивной нагрузки при выключении рабочего тиристора;
- 4) Т – коммутирующий автотрансформатор.

Тиристор VS1 при отпирании питает нагрузку от источника постоянного тока U_d . Ток нагрузки, проходя через часть витков W_1 автотрансформатора Т, вызывает появление ЭДС самоиндукции на обмотке W_1+W_2 , причём это напряжение, являющееся прямым по отношению к диоду VD2, заряжает коммутирующий конденсатор C_k с полярностью, указанной на схеме.

Этот заряд держится до момента подачи отпирающего импульса на вспомогательный тиристор VS2, который открываясь, подключает заряженный

конденсатор между анодом и катодом рабочего тиристора VS1, в результате последний запирается, отключая напряжение источника питания от нагрузки. Ток индуктивной нагрузки прерваться не может, но начинает протекать через «обратный» диод VD1.

Существенным достоинством данной схемы является надёжность коммутации при включении в работу, так как коммутирующий конденсатор всегда будет заряжаться при отпирании рабочего тиристора и нарастании тока нагрузки через первичную обмотку автотрансформатора. Минимальная ширина импульсов напряжения на нагрузке не может быть меньше времени, необходимого для зарядки конденсатора C_k , которое определяется величиной индуктивности обмоток автотрансформатора L_1 и L_2 и ёмкостью C_k .

Частоту повторения циклов работы прерывания, питающего достаточно мощную нагрузку, точно выбирают в пределах от 100 до 400 Гц. При более высоких частотах магнитопроводы электрических машин, являющихся нагрузкой, начинают прерываться из-за растущих потерь на вихревые токи.

Рекомендуемое оптимальное значение коэффициента трансформации W_1/W_2 равно 1:7, обеспечивает достаточное время восстановления запирающих свойств рабочего тиристора VS2 при первых, после первого включения, циклов работы.

Более подробные теоретические сведения и методики расчётов автономных инверторов приведены в рекомендованной литературе.

3.3 Порядок выполнения расчётов

1. Рассчитывается ёмкости коммутирующего конденсатора.
2. Рассчитываются основные характеристики автотрансформатора: индуктивность вторичной обмотки автотрансформатора, индуктивность первичной обмотки, сечение магнитопровода автотрансформатора.
3. На основании данных пункта 2 выбирается предварительно, сердечник автотрансформатора с рассчитанными. Рассчитываются количество витков

первичной и вторичной обмотки автотрансформатора, определяется максимальное значение индукции

4. Рассчитываются величины напряжений и токов в отдельных элементах схемы (рисунок 3.1):

- среднее значения тока через вспомогательный тиристор VS2;
- действующие значение тока первичной обмотки автотрансформатора;
- амплитуда напряжения на тиристорах VS1 и VS2;
- ток через обратный диод VD1;
- амплитуда обратного напряжения на отсекающем диоде VD2.

5. Рассчитывается время для восстановления запирающих свойств рабочему тиристоры VS1, а также время восстановления вспомогательного тиристора VS2.

6. Производится выбор соответствующих диодов и тиристоров.

Библиографический список

1. Попков, О.З. Основы преобразовательной техники: Учебное пособие для вузов / О.З. Попков. 2-е изд., стереот. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 200 с.
2. Розанов, Ю.К. Силовая электроника: Учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчинский, А.А. Кваснюк. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 321 с.
3. Зиновьев, Г.С. Основы силовой электроники: Учебник / Г.С. Зиновьев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. – Ч. 2. – 197 с .
4. Силовая электроника: Учебное пособие Инверторы и преобразователи частоты. – Ч. II / А.А. Мартынов. – СПб.: ГУА П, 2012. – 144 с.
5. Розанов, Ю.К. Электронные устройства электромеханических систем: Учебное пособие / Ю.К. Розанов, Е.М. Соколова. – М.: Издательский центр (Академия), 2004. – 236 с.
6. Миловзоров, О.В. Электроника: Учебник для вузов / О.В. Миловзоров. – М.: Высш. шк., 2014. – 280 с.
7. Иванов-Цыганов, А.И. Электро преобразовательные устройства РЭС: Учебнк для вузов / А.И. Иванов-Цыганов. – М.: Высш. шк., 2011. – 210 с.
8. Полупроводниковые приборы: Справочник. – М.: Радио и связь, 1998. – 168 с.
9. Резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА: Справочник. – Минск.: Беларусь, 2014. – 187 с.
10. Шило, В.Л. Популярные цифровые микросхемы: Справочник / В.Л. Шило. – Челябинск: Металлургия, 2008. – 240 с.

Учебное издание

Мельников Александр Юрьевич
Лопатин Евгений Игоревич

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Практикум

Подписано в печать _____. Тираж 5 экз.
Рязанский институт (филиал) Московского политехнического университета
390000, г. Рязань, ул. Право-Лыбедская, 26/53