

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----------|
| Введение | 7 |
| ГЛАВА 1. ОПТИМАЛЬНАЯ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ | 10 |
| 1.1. Формальное описание ШИМ..... | 10 |
| 1.1.1. Термины и определения, связанные с процессом модуляции | 11 |
| 1.1.2. Формализация описания импульсных функций | 14 |
| 1.1.3. Свободные переменные управления ШИМ и уравнения их связи | 19 |
| 1.1.4. Постановка задачи оптимальной ШИМ..... | 24 |
| 1.1.5. Анализ состояния проблемы качества ШИМ в электроприводе | 27 |
| 1.1.6. Выводы по главе | 30 |
| 1.2. Оптимальный алгоритм однофазной ШИМ..... | 31 |
| 1.2.1. Ток в нагрузке при однофазной модуляции..... | 31 |
| 1.2.2. Локальная дисперсия тока в нагрузке при однофазной модуляции..... | 33 |
| 1.2.3. Оптимальная ШИМ по критерию дисперсии тока в нагрузке | 34 |
| 1.2.4. Выводы по главе | 38 |
| 1.3. Оптимальный алгоритм двухфазной ШИМ..... | 38 |
| 1.3.1. Полнофазное управление полумостами | 39 |
| 1.3.2. Межфазный ток в нагрузке при двухфазной ШИМ..... | 40 |
| 1.3.3. Локальная дисперсия тока в нагрузке при двухфазной ШИМ | 42 |
| 1.3.4. Оптимальный алгоритм двухфазной ШИМ..... | 44 |
| 1.3.5. Двухфазная синусоидальная ШИМ с перемодуляцией | 46 |
| 1.3.6. Выводы по главе | 50 |
| 1.4. Алгоритмы неполнофазной ШИМ в двухфазном мосту | 51 |

| | |
|--|----|
| 1.4.1. Несимметричные алгоритмы Н-ШИМ двухфазного моста | 51 |
| 1.4.2. Симметричный алгоритм Н-ШИМ двухфазного моста | 53 |
| 1.4.3. Комбинированный алгоритм полнофазной и неполнофазной ШИМ в двухфазном мосту | 54 |
| 1.4.4. Выводы по главе | 56 |
| 1.5. Оптимальный алгоритм трехфазной ШИМ | 57 |
| 1.5.1. Локальная дисперсия межфазного тока в трехфазном мосту | 57 |
| 1.5.2. Виды функций предмодуляции в трехфазном мосту | 60 |
| 1.5.3. Оптимальные коэффициенты смещения импульсов | 64 |
| 1.5.4. Оценка эффективности оптимальных алгоритмов трехфазной синусоидальной П-ШИМ | 65 |
| 1.5.5. Сравнение методов трехфазной полнофазной ШИМ | 70 |
| 1.5.6. Трехфазная синусоидальная ШИМ с перемодуляцией | 71 |
| 1.5.7. Выводы по главе | 75 |
| 1.6. Неполнофазные и комбинированные алгоритмы трехфазной ШИМ | 77 |
| 1.6.1. Несимметричные алгоритмы трехфазной неполнофазной ШИМ | 77 |
| 1.6.2. Симметричные алгоритмы трехфазной неполнофазной ШИМ | 80 |
| 1.6.3. Сравнение полнофазной и неполнофазной ШИМ по критерию дисперсии токов | 83 |
| 1.6.4. Сравнение полнофазной и неполнофазной ШИМ в трехфазном мосту | 87 |
| 1.6.5. Комбинационный алгоритм полнофазной и неполнофазной ШИМ с обратной связью по температуре нагрева ключей | 90 |
| 1.6.6. Выводы по главе | 92 |
| 1.7. Алгоритмы многофазной ШИМ | 93 |
| 1.7.1. Модулирующие функции m -фазных напряжений на нагрузке | 93 |
| 1.7.2. Оптимальный алгоритм m -фазной полнофазной ШИМ по критерию дисперсии тока в нагрузке | 97 |

| | |
|--|-----|
| 1.7.3. Алгоритм m -фазной полнофазной ШИМ с полным использованием напряжения источника питания | 99 |
| 1.7.4. Алгоритмы неполнофазной ШИМ m -фазного моста..... | 101 |
| 1.7.5. Выводы по главе | 103 |
| 1.8. Заключение по разделу 1..... | 104 |

ГЛАВА 2. ЭЛЕКТРОННО-КЛЮЧЕВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.....

107

| | |
|---|-----|
| 2.1. Элементы импульсной преобразовательной техники | 108 |
| 2.1.1. Электронные ключи..... | 108 |
| 2.1.2. Датчики электрических преобразователей..... | 113 |
| 2.1.3. Микропроцессорные элементы систем управления импульсными преобразователями..... | 116 |
| 2.1.4. Конденсаторы..... | 120 |
| 2.1.5. Выводы по главе | 122 |
| 2.2. Неуправляемые диодные выпрямители..... | 122 |
| 2.2.1. Диодный 6-пульсный выпрямитель | 123 |
| 2.2.2. Диодный 12-пульсный выпрямитель..... | 125 |
| 2.2.3. Диодный 18-пульсный выпрямитель..... | 127 |
| 2.2.4. Соединение обмоток трансформатора..... | 129 |
| 2.2.5. Выводы по главе | 132 |
| 2.3. Широтно-импульсные регуляторы постоянного напряжения | 132 |
| 2.3.1. Широтно-импульсный регулятор, понижающий напряжение на нагрузке | 133 |
| 2.3.2. Широтно-импульсный регулятор, повышающий напряжение на нагрузке..... | 135 |
| 2.3.3. Широтно-импульсное регулирование напряжения вверх и вниз относительно напряжения источника питания..... | 138 |
| 2.3.4. Выводы по главе | 142 |
| 2.4. Инверторы напряжения..... | 143 |
| 2.4.1. Однофазный инвертор напряжения с однофазной модуляцией | 143 |

| | |
|---|------------|
| 2.4.2. Однофазный инвертор напряжения с двухфазной модуляцией | 147 |
| 2.4.3. Трехфазный инвертор напряжения | 152 |
| 2.4.4. Многофазный инвертор напряжения..... | 158 |
| 2.4.5. Выводы по главе..... | 163 |
| 2.5. Многоуровневые инверторы напряжения | 163 |
| 2.5.1. Принципы построения многоуровневых инверторов напряжения | 163 |
| 2.5.2. Трехуровневый инвертор напряжения с отсекающими диодами..... | 166 |
| 2.5.3. Трехуровневый мостовой Т-образный инвертор напряжения..... | 172 |
| 2.5.4. Выводы по главе..... | 174 |
| 2.6. Трехфазный активный выпрямитель | 175 |
| 2.6.1. Схемы трехфазных активных выпрямителей..... | 175 |
| 2.6.2. Динамическая модель активного выпрямителя | 178 |
| 2.6.3. Стационарный режим работы активного выпрямителя | 180 |
| 2.6.4. Система управления активным выпрямителем..... | 184 |
| 2.6.5. Выбор параметров емкости и индуктивности активного выпрямителя..... | 188 |
| 2.6.6. Выводы по главе..... | 193 |
| 2.7. Преобразователи частоты | 193 |
| 2.7.1. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока..... | 194 |
| 2.7.2. Каскадные преобразователи частоты..... | 197 |
| 2.7.3. Матричные преобразователи частоты | 202 |
| 2.7.4. Выводы по главе..... | 209 |
| Заключение | 211 |
| Литература | 212 |
| Предметный указатель..... | 224 |