

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕВОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ



ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕВОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

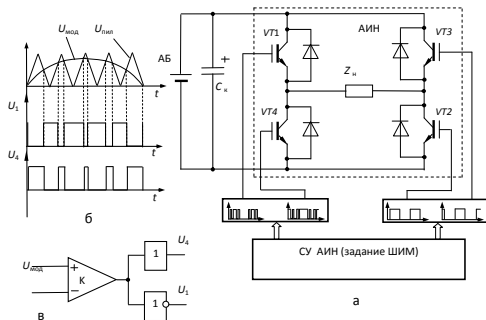
4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ИБП

4.1. Общие сведения

Поскольку работа АИН, как центрального звена ИБП, характеризуется некой последовательностью переключения своих полупроводниковых ключей, то качество выходного напряжения (тока) ИБП определяется:

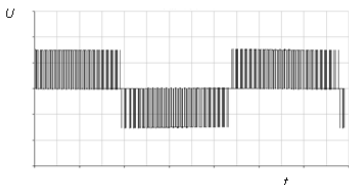
- алгоритмом этой последовательности;
- схемой фильтрации выходного напряжения (тока);
- способом организации обратной связи по выходному напряжению.

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕВОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ



Мостовой автономный инвертор напряжения с ШИМ (а), принцип формирования ШИМ-сигнала управления (б) и его схемная реализация

Форма выходного напряжения
однофазного мостового инвертора с ШИМ



4.2. Разновидности алгоритмов ШИМ, применяемых в ИБП

Классификация АИН модуляционного типа по структурным признакам:

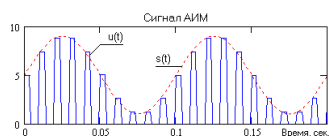
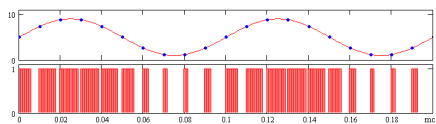
- ✓ по числу фаз (однофазные и многофазные АИН);
- ✓ по наличию выходного трансформатора;
- ✓ по характеристике источника питания;
- ✓ по частоте преобразования (равной или повышенной по сравнению с основной частотой инвертирования);
- ✓ по выходной частоте (фиксированной или регулируемой);
- ✓ по выходному напряжению (регулируемому или стабилизируемому).

Способы формирования выходного напряжения ПЧ на основе АИН принято делить на две группы: *одноимпульсные* и *многоимпульсные*. Основными разновидностями многоимпульсного формирования являются:

а) многоимпульсное формирование с частотой коммутации, кратной выходной частоте ПЧ, и с одинаковой длительностью импульсов в пределах полупериода;

б) многоимпульсное формирование с неодинаковыми интервалами между переключениями. При этом моменты переключения силовых ключей выбираются таким образом, чтобы устранить в спектре выходного напряжения ПЧ нежелательные гармоники. Данный метод получил название селективного исключения гармоник.

Для регулирования выходного напряжения применяют два основных способа: **широтно-импульсная модуляция (ШИМ)** и **амплитудно-импульсную модуляцию (АИМ)**.



Классификация ШИМ:

1. По соотношению периодов модулирующего и несущего сигналов:

- синхронизированная ШИМ: когда отношение периода модулирующего сигнала составляет целое число и оба сигнала совпадают по фазе в начале периода моделирующего сигнала;
- несинхронизированная ШИМ.

2. По значению уровня выходного напряжения на полупериоде несущей частоты:

- однополярная ШИМ, когда на полупериоде несущей частоты уровень импульсного сигнала принимает значения $+E$ и 0 или 0 и $-E$;
- двухполярная ШИМ, когда на полупериоде несущей частоты уровень источника принимает значения $+E$, 0 и $-E$;
- многозонная ШИМ, когда используется несколько уровней выходного напряжения источника.

3. По виду входного модулирующего сигнала (функции построения):

- синусоидальная;
- трапецеидальная (и как частные случаи треугольная и прямоугольная);
- селективное исключение гармоник и т.д.

4. По положению изменяемых фронтов импульсов на периоде несущей частоты:

- односторонняя ШИМ:
 - ✓ при модуляции переднего фронта;
 - ✓ при модуляции заднего фронта;
- двухсторонняя ШИМ, когда модулируются положения переднего и заднего фронтов импульса:
 - ✓ симметричная ШИМ, когда смещения переднего и заднего фронтов импульса при постоянном по уровню входном сигнале равны по модулю и противоположны по знаку;
 - ✓ несимметричная ШИМ.

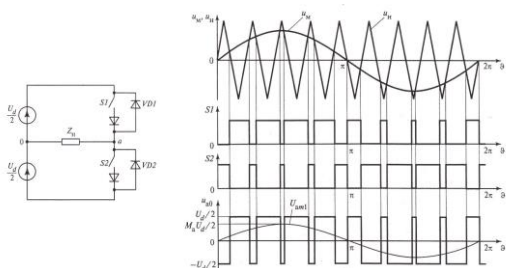
5. По степени соответствия длительности импульсов значениям функций построения:

- ШИМ первого рода, когда длительность импульсов определяется значением функции построения в моменты времени, совпадающие с модулируемыми фронтами импульса;
- ШИМ второго рода, когда длительность импульса определяется значением функции построения в тактовые моменты времени;
- ШИМ третьего рода, когда длительность импульса определяется значением функции построения, отстоящей от моделируемых фронтов импульса на время, пропорциональное заданному числу K .

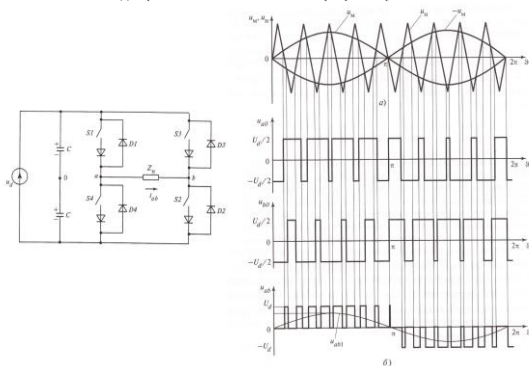
6. По соотношению знаков функции построения и выходного импульсного сигнала:

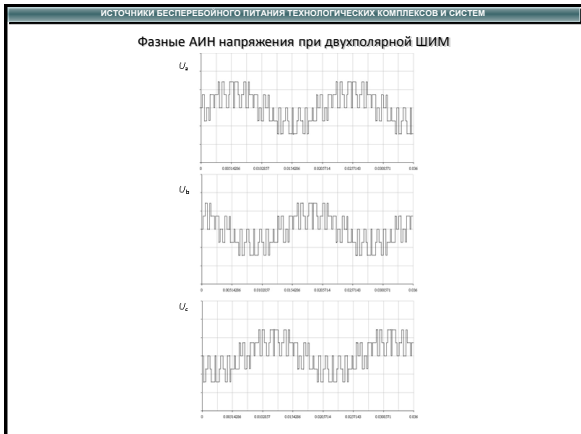
- одноконтная ШИМ, когда двухполярной функции построения соответствует однополярный выходной сигнал;
- двухконтная ШИМ, когда двухполярной функции построения соответствует двухполярный выходной сигнал.

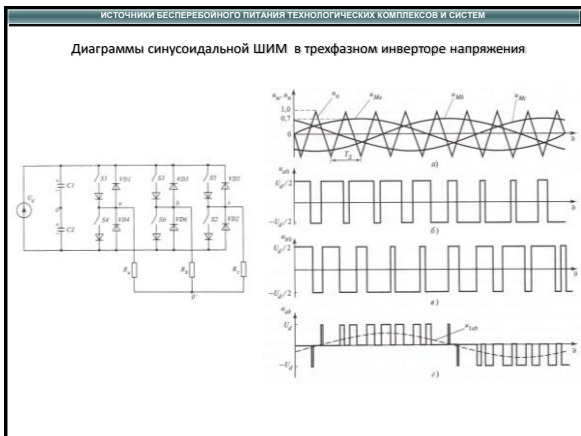
Диаграммы основных сигналов при синусоидальной однополярной модуляции в однофазной полумостовой схеме инвертора напряжения

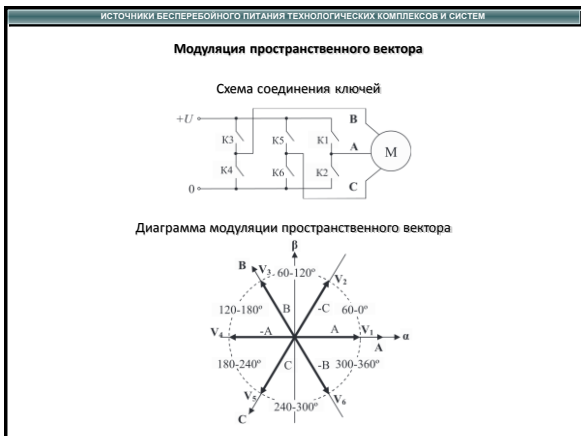


Диаграммы основных сигналов при синусоидальной однополярной модуляции в однофазной мостовой схеме инвертора напряжения









ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

Формирование базовых векторов в трехфазном АИН

Обозначение и положение базового вектора	Состояние ключей					
	фаза А		фаза В		фаза С	
	К1	К2	К3	К4	К5	К6
V_1 (А)	Вкл.	Выкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.
V_2 (-С)	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Выкл.	Вкл.	Вкл.
V_3 (В)	Выкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Выкл.	Вкл.
V_4 (-А)	Выкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Выкл.
V_5 (С)	Вкл.	Вкл.	Выкл.	Вкл.	Вкл.	Выкл.
V_6 (-В)	Вкл.	Выкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.
V_7 (0 ⁺)	На всех выходах инвертора +U _d	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.
V_8 (0 ⁻)	На всех выходах инвертора 0	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

Векторная ШИМ в первую очередь решает задачи электромеханической нагрузки, формируя вектор напряжения в заданном секторе кругового поля при образовании необходимого потокосцепления и скольжения (скорости) двигателя с целью получения, например, большого диапазона и плавности регулирования скорости двигателя.

В этом смысле применение векторной ШИМ в АИН ИБП логично и допустимо, поскольку основная задача ИБП – поддержание на потребителе напряжения заданного качества.

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ

4.3. Фильтрация выходного напряжения в ИБП

В ИБП, использующих ШИМ, дальнейшее улучшение формы выходного напряжения достигается использованием выходных фильтров переменного тока.

Основные требования, предъявляемые к фильтру:

1. Фильтр должен обеспечивать гладкую форму кривой выходного напряжения с низким коэффициентом гармоник.

Требование гладкости кривой выходного напряжения обусловлено ограничением высокочастотных составляющих, которые создают помехи радиоприему. Несинусоидальность кривой, обусловленная низкочастотными составляющими, приводит к ухудшению энергетических и точностных характеристик потребителей.

2. Внешняя характеристика фильтра должна быть жесткой и не зависеть от характера нагрузки.

Мягкая внешняя характеристика приводит к расширению диапазона регулирования, а это, в свою очередь: а) ухудшает гармонический состав выходного напряжения и требует фильтра с большими массогабаритными показателями; б) увеличивает мощность АИН; в) снижает стабильность выходного напряжения. В этом смысле фильтр должен быть согласован с нагрузкой (потребителем) при ее изменении в широких пределах от холостого хода до максимального по току значения.

3. Фильтр должен обладать слабой чувствительностью к изменению выходных параметров.

Невыполнение этого требования деформирует частотные характеристики и, как следствие, может привести к ухудшению фильтрации высших гармонических составляющих.

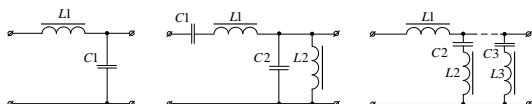
4. Фаза выходного напряжения должна быть стабильной.

Собственная нестабильность фазы фильтра осложняет в динамике работу контуров стабилизации выходного напряжения и стабилизации частоты.

5. С целью получения высокого КПД преобразования фильтр должен быть реализован на элементах с малыми потерями; потребление мощности от АИН на холостом ходу должно быть минимальным.

6. Стоимость, масса и габариты фильтра должны быть минимально возможными.

Выходные фильтры ИБП: а) Г-образный;
б) двухконтурный полосовой; в) заградительный (режекторный)



Режекторный фильтр по сравнению с простейшим Г-образным обладает следующими недостатками:

1. Загружает инвертор токами высших гармоник, на которые настроены контуры;
2. Слабо подавляет высшие гармонические, так как сопротивление последовательного контура выше собственной резонансной частоты и носит индуктивный характер.

Это означает, что уровень радиопомех на выходных зажимах значительно больше, чем у простейшего. Кроме того, режекторный фильтр сложнее в настройке и чувствителен к изменению параметров.

Полосовой и Г-образный фильтры одинаково хорошо подавляют высшие гармонические и слабо чувствительны к изменению параметров. Но простейший Г-образный фильтр обладает мягкой внешней характеристикой и загружает инвертор емкостным током.

Полосовой фильтр свободен от всех вышеперечисленных недостатков, он в большей степени, чем остальные фильтры, удовлетворяет сформулированным требованиям и поэтому находит широкое применение в СЭП с высокими требованиями к качеству выходного напряжения. Коэффициент передачи по основной гармонике такого фильтра может быть равен единице.

Однако следует все же отметить, что порой применение такого фильтра не оправдано с экономической точки зрения для выходных напряжений АИН, сформированных по закону синусоидальной ШИМ с большим числом импульсов на периоде. Большой смысл имеет применение такого фильтра с напряжением АИН прямоугольной формы.
