

Раздел 4. Выпрямительные устройства

Тема 4.2. Регулируемые выпрямители. Инверторы

4.2.2 Инверторы

**ЦЕЛЬ УРОКА: ОЗНАКОМИТЬСЯ С НАЗНАЧЕНИЕМ,
КЛАССИФИКАЦИЕЙ И ТИПОВЫМИ СХЕМАМИ ИНВЕРТОРОВ**

Определение и назначение инверторов

Инверторы – устройства, предназначенные для преобразования постоянного тока в переменный с регулируемым напряжением и частотой.

Эти устройства применяются в:

- источниках бесперебойного питания,
- при индукционном нагреве,
- для регулирования скорости вращения электродвигателей переменного тока.

В результате преобразования необходимо получить напряжение синусоидальной формы, амплитуду и частоту которого можно регулировать.



Классификация инверторов

По принципу действия

Зависимые инверторы (ведомые сетью)

требуют наличия внешних источников переменного напряжения, используют в электроприводах

Независимые инверторы (автономные)

не требуют внешних источников, переменное напряжение нужной частоты создается самим инвертором

Классификация инверторов

В зависимости от режима работы источника питания инвертора и особенностей протекания в нем электромагнитных процессов различают:

инверторы
напряжения

инверторы тока

резонансные
инверторы

Принцип работы инвертора

Работа инвертора напряжения основана на переключении источника постоянного напряжения с целью периодического изменения полярности напряжения на зажимах нагрузки. В качестве переключателей (вентилей) используют:

- тиристоры,
- МОП-транзисторы,
- биполярные транзисторы с изолированным затвором.

Принцип работы инвертора

Частота переключения вентилях задается сигналами управления, формируемыми управляющей схемой (контроллером). Контроллер также может решать дополнительные задачи:

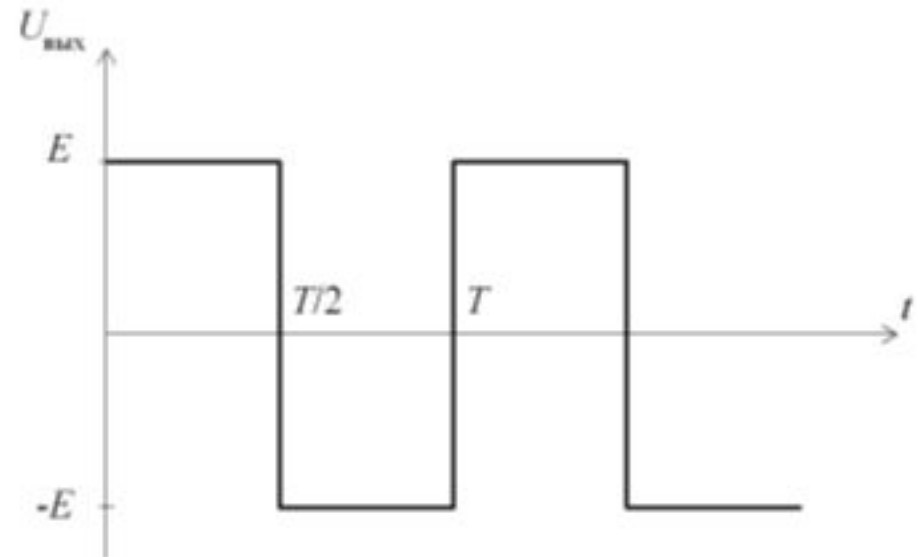
- регулирование напряжения;
- синхронизация частоты переключения ключей;
- защитой их от перегрузок и др.

Режимы работы инвертора:

- Режим длительной работы - данный режим соответствует номинальной мощности инвертора.
- Режим перегрузки - в данном режиме большинство моделей инверторов в течение нескольких десятков минут (до 30) могут отдавать мощность в 1,2-1,5 раза больше номинальной.
- Режим пусковой - в данном режиме инвертор способен отдавать повышенную моментальную мощность в течение нескольких миллисекунд для обеспечения запуска электродвигателей и емкостных нагрузок.

1. Инверторы с прямоугольной формой выходного напряжения

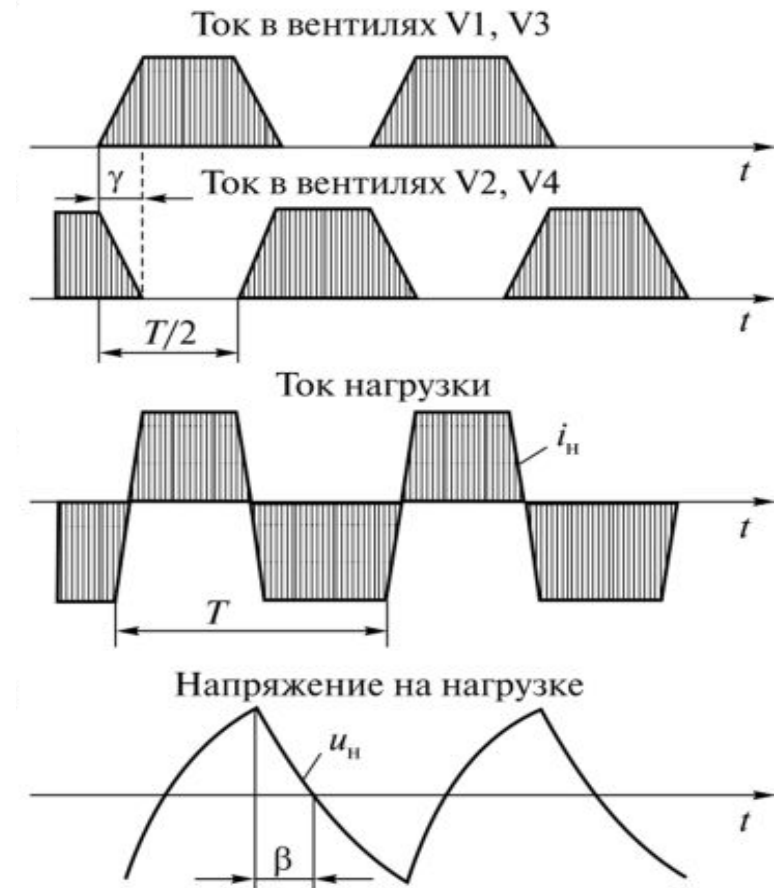
Преобразование постоянного напряжения первичного источника в переменное достигается с помощью группы ключей, периодически коммутируемых таким образом, чтобы получить знакопеременное напряжение на зажимах нагрузки и обеспечить контролируемый режим циркуляции в цепи реактивной энергии. В таких режимах гарантируется пропорциональность выходного напряжения. В зависимости от конструктивного исполнения модуля переключения (модуля силовых ключей инвертора) и алгоритма формирования управляющих воздействий, таким фактором могут быть относительная длительность импульсов управления ключами или фазовый сдвиг сигналов управления противофазных групп ключей. В случае неконтролируемых режимов циркуляции реактивной энергии реакция потребителя с реактивными составляющими нагрузки влияет на форму напряжения и его выходную величину.



Принципы построения инверторов

2. Инверторы напряжения со ступенчатой формой кривой выходного напряжения

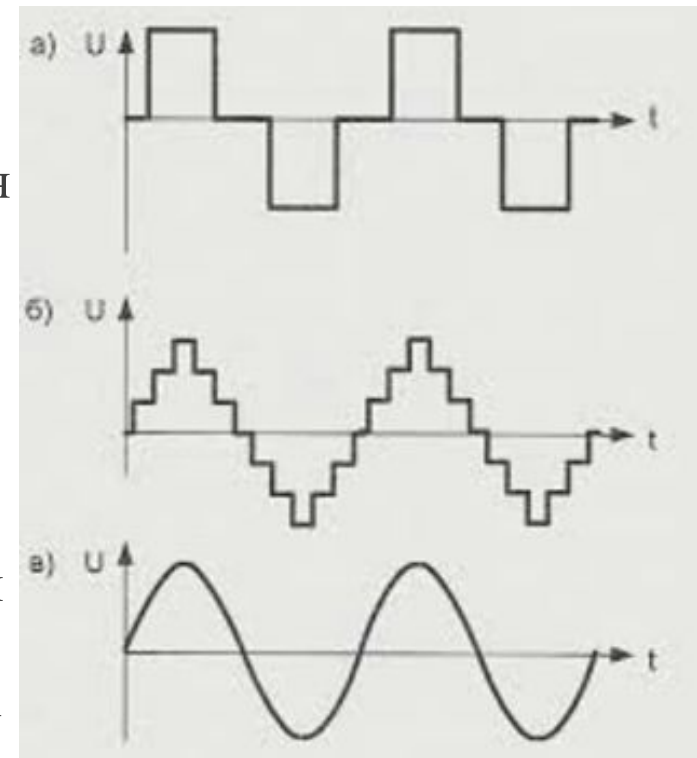
Принцип построения такого инвертора заключается в том, что при помощи предварительного высокочастотного преобразования формируются однополярные ступенчатые кривые напряжения, приближающиеся по форме к однополярной синусоидальной кривой с периодом, равным половине периода изменения выходного напряжения инвертора. Затем с помощью, как правило, мостового инвертора однополярные ступенчатые кривые напряжения преобразуются в разнополярную кривую выходного напряжения инвертора.



Принципы построения инверторов

3. Инверторы с синусоидальной формой выходного напряжения

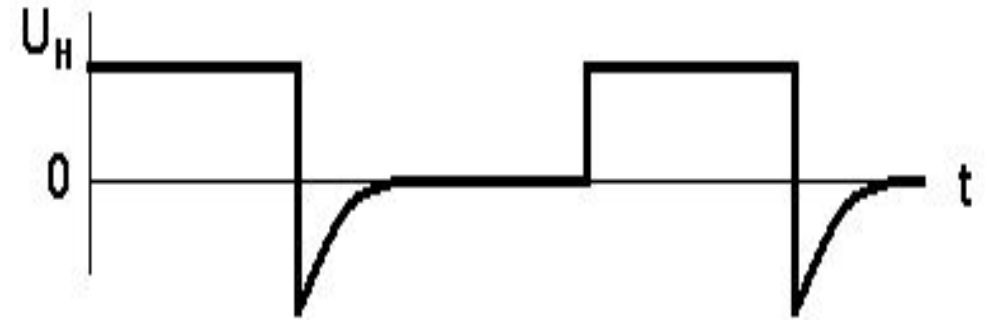
Принцип построения такого инвертора заключается в том, что при помощи предварительного высокочастотного преобразования получают напряжение постоянного тока, значение которого близко к амплитудному значению синусоидального выходного напряжения инвертора. Затем это напряжение постоянного тока с помощью, как правило, мостового инвертора преобразуется в переменное напряжение по форме, близкое к синусоидальному, за счет применения соответствующих принципов управления транзисторами этого мостового инвертора (принципы так называемой «многократной широтно-импульсной модуляцией»). Идея этой «многократной» ШИМ заключается в том, что на интервале каждого полупериода выходного напряжения инвертора соответствующая пара вентилях мостового инвертора коммутируется на высокой частоте (многократно) при широтно-импульсном управлении. Причем длительность этих высокочастотных импульсов коммутации изменяется по синусоидальному закону. Затем с помощью высокочастотного фильтра нижних частот выделяется синусоидальная составляющая выходного напряжения инвертора.



Принципы построения инверторов

4. *Инверторы напряжения с самовозбуждением*

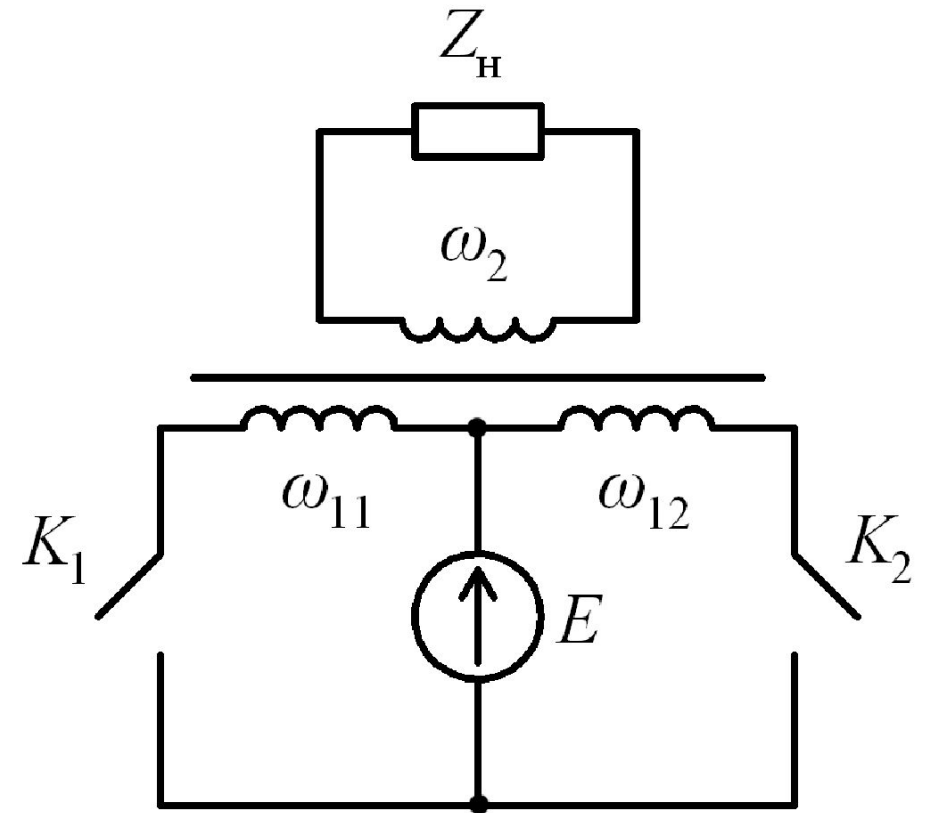
В этих инверторах используется положительная обратная связь, обеспечивающая их работу в режиме устойчивых автоколебаний, а переключение транзисторов осуществляется за счет насыщения материала магнитопровода трансформатора. В связи со способом переключения транзисторов, с помощью насыщения материала магнитопровода трансформатора, выделяют недостаток схем инверторов, а именно низкий КПД, что объясняется большими потерями в транзисторах. Поэтому такие инверторы применяются при частотах не более 10 кГц и выходной мощности до 10 Вт. При существенных перегрузках и коротких замыканиях в нагрузке в любом из инверторов с самовозбуждением происходит срыв автоколебаний (все транзисторы переходят в закрытое состояние).



Типовые схемы инверторов

1. Двухтактный инвертор

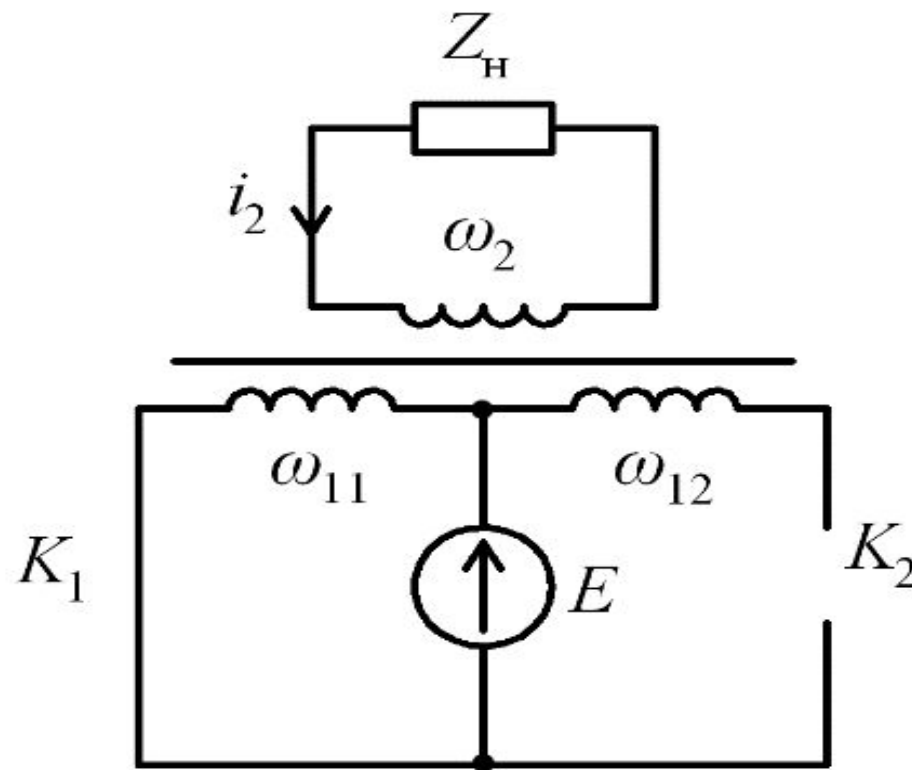
Первичная обмотка трансформатора разделена на две секции. Число витков секций одинаково: $W_{11} = W_{12}$. Источник постоянного напряжения включен между центральным выводом первичной обмотки трансформатора и общей точкой ключей K_1 и K_2 . В качестве ключей используют тиристоры или МОП-транзисторы.



Типовые схемы инверторов

1. Двухтактный инвертор

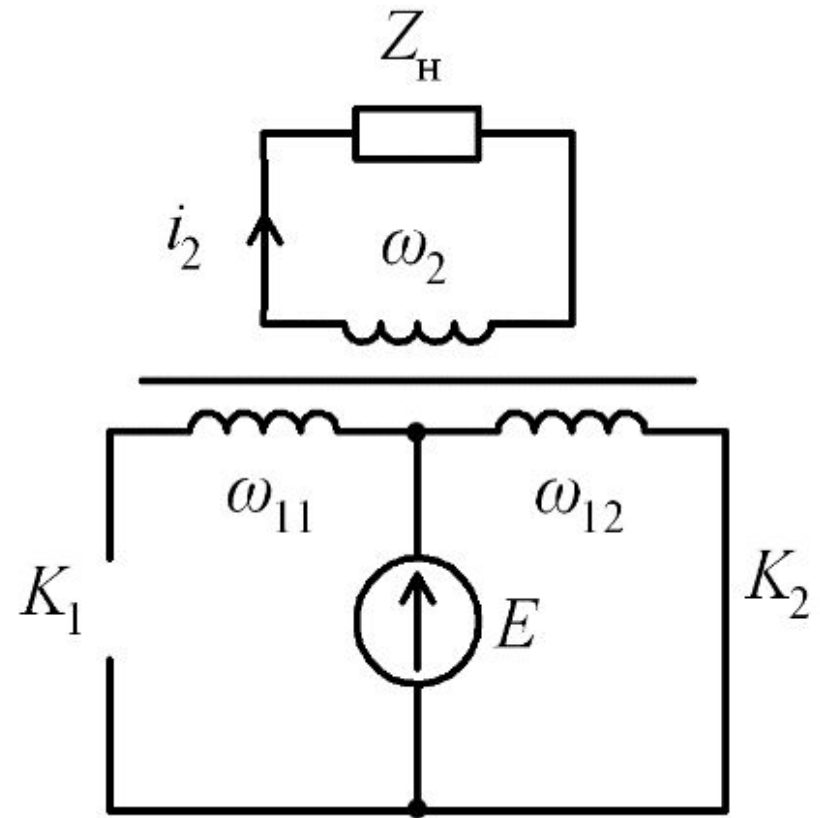
Ключи K_1 и K_2 замыкаются поочередно. Каждый из ключей замкнут половину периода T . Предположим для определенности, что в первую половину периода на интервале $0 - T/2$ замкнут ключ K_1 , а K_2 разомкнут. Инвертор можно представить эквивалентной схемой, показанной на рисунке. Направление тока на интервале $0 - T/2$ показано стрелкой.



Типовые схемы инверторов

1. Двухтактный инвертор

Во вторую половину периода на интервале $T/2 - T$ замкнут ключ K_2 , а K_1 разомкнут. Этому состоянию ключей соответствует эквивалентная схема на рис. Направление тока в нагрузке изменяется на противоположное. Таким образом, на сопротивлении нагрузки появится симметричное импульсное напряжение, частота которого $f = 1/T$. Форма тока во вторичной обмотке трансформатора зависит от характера нагрузки.



Типовые схемы инверторов

1. Двухтактный инвертор

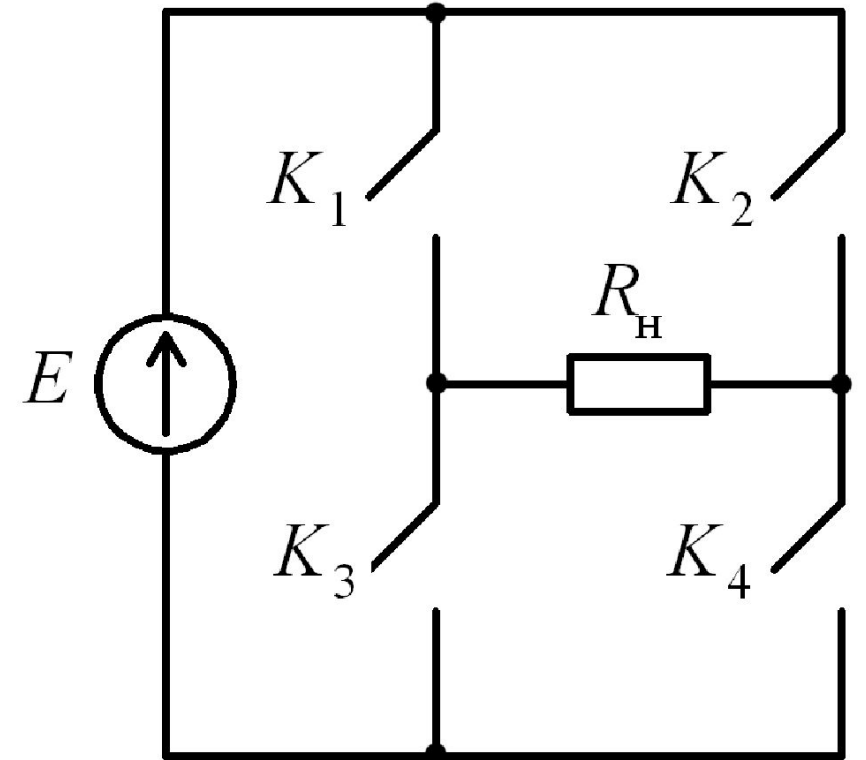
Для получения токов и напряжений, форма которых близка к синусоидальной, необходимы меры по снижению уровня высших гармоник. Как правило, эти меры заключаются в следующем.

1. Включение на выходе инвертора сглаживающего фильтра.
2. Усложнение алгоритма работы ключей для уменьшения коэффициента гармоник.
3. Коммутация промежуточных отводов первичной обмотки трансформатора.

Типовые схемы инверторов

2. Мостовой инвертор

Схема мостового инвертора показана на рисунке. В одну диагональ моста, образованного ключами $K_1 - K_4$, включен источник постоянного напряжения, а в другую – нагрузка. Ключи переключаются так, что в одну половину периода замкнута одна диагональная пара ключей, а во вторую – другая пара ключей. Примем для определенности, что на интервале $0 - T/2$ замкнуты ключи K_1 и K_4 , а на интервале $T/2 - T$ замкнуты ключи K_2 и K_3 .



Типовые схемы инверторов

2. Мостовой инвертор

Если нагрузка имеет резистивный характер, напряжение $U_H(t)$ будет иметь форму симметричных прямоугольных импульсов. Регулирование частоты переменного напряжения обеспечивается изменением частоты коммутации ключей. Для получения напряжения, форма которого близка к синусоидальной, последовательно с нагрузкой включают сглаживающий LC-фильтр.

