

Рис. 5. Насос фирмы Cycloid состоит из противовеса, эксцентрика, поршня с цилиндром и клапанов. Для работы насоса требуется только вращение колеса

Система электроснабжения автомобиля на два уровня бортового напряжения

к.т.н., доц. Прохоров В.А.
МГТУ «МАМИ»

Тенденция к переходу систем электрооборудования легковых автомобилей на повышенное бортовое напряжение заставляет разработчиков искать оптимальные пути решения этой задачи. Перевод на новый уровень источников и потребителей электрической энергии сопряжен с решением новых задач сразу во многих сферах электротехнической отрасли в автомобилестроении, в первую очередь таких, как организационные, конструкторские, технологические, экономических и другие.

Одним из возможных вариантов может быть путь постепенного последовательного перевода узлов электроснабжения и потребления электрической энергии на борту автомобиля по частям по мере их разработки и производства. Так, например, как промежуточный, в системах электроснабжения может быть реализован такой вариант: главным источником электроэнергии на борту автомобиля остается классический электрогенератор с напряжением 14 В и параллельно работающая с ним аккумуляторная батарея, а вспомогательным источником на напряжение 36 В может быть электронный преобразователь электрической энергии, который по отношению к основному будет вторичным источником питания (ВИП). В этом случае в самую классическую систему электроснабжения никаких изменений не вносится.

В качестве ключей в преобразователе (ВИП) могут быть применены как IGBT, так и биполярные транзисторы. IGBT транзисторы обладают хорошими динамическими свойствами, почти не требуют мощности на их управление, но по сравнению с биполярными транзисторами на сегодняшний день пока еще обладают, как транзисторы составные по своей сути, более высоким падением напряжения во включенном состоянии. Последнее обстоятельство особенно ощутимо при низких уровнях напряжения первичного источника питания, а именно таким уровнем напряжения 12 В обладает бортовая сеть автомобиля. В силу отмеченного более предпочтительными могут оказаться ключи, реализованные на базе биполярных транзисторов.

Однако у них при выключении имеет место такое явление, как довольно заметное во

времени рассасывание избыточных носителей в их базах. Это приводит к появлению в ключах больших так называемых сквозных токов, сопровождающихся большими динамическими потерями мощности. Все это вызывает необходимость снижения рабочих частот преобразователей всего до нескольких кГц, а это, в свою очередь, снижает массогабаритные показатели как реактивных узлов и элементов, так и преобразователей в целом.

В силу сказанного, очевидно, что надо искать пути борьбы со сквозными токами, что позволит резко повысить рабочие частоты преобразователей, реализованных на биполярных транзисторах.

В данной статье рассматривается предложенный автором простой и эффективный способ исключения сквозных токов в преобразователе. Его схема представлена на рис. 1.

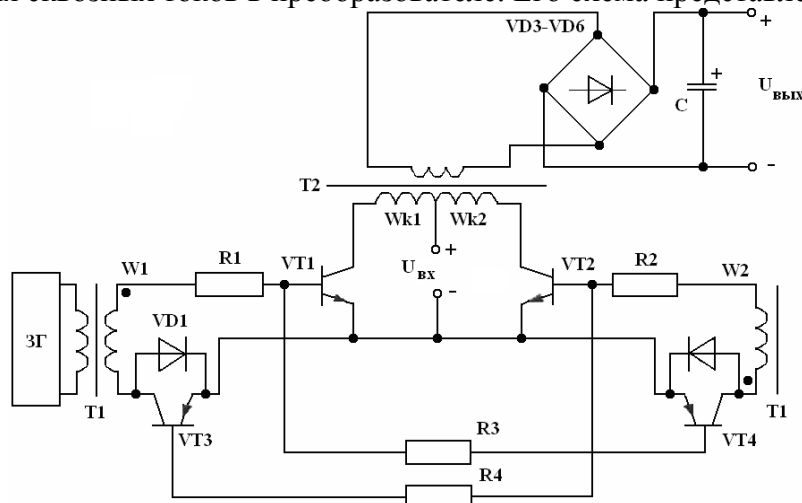


Рис.1. Схема силовой части высокочастотного преобразователя

Способ заключается в том, что очередной транзистор открывается только тогда, когда полностью закончится рассасывание носителей в базе транзистора противоположного плеча. Отслеживание такого состояния транзисторов происходит автоматически независимо от абсолютного значения времени рассасывания каждого из транзисторов.

Работает преобразователь следующим образом. В момент времени t_1 (рис. 2) происходит смена полярности напряжений управления на выходных обмотках задающего генератора W1, W2.

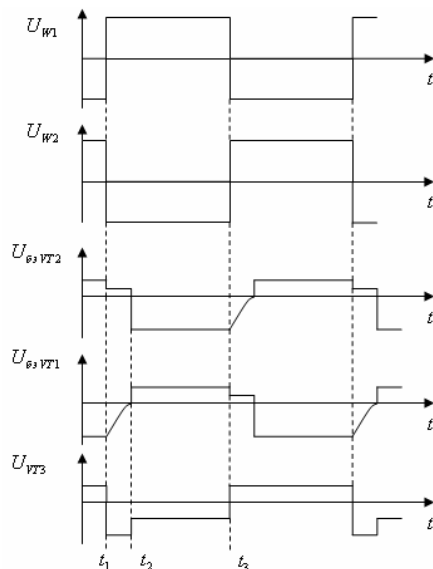


Рис.2. Осциллограммы напряжений на элементах высокочастотного преобразователя

Далее до момента t_2 происходит рассасывание носителей в базе транзистора VT2, и потенциал на ней относительно эмиттера, несмотря на смену полярности напряжения на обмотке W2, сохраняет положительное значение. Это состояние базы VT2 отслеживает транзистор VT3, не позволяя открываться транзистору VT1 до полного рассасывания носителей в базе VT2. По окончании рассасывания носителей в базе VT2 в момент времени t_2 потенциал на ней меняет знак, транзистор VT2 закрывается, а транзистор VT3 открывается, открывая таким образом транзистор VT1. При очередной смене полярности напряжений на управляющих обмотках все процессы в схеме повторяются. Диоды VD1 VD2 предназначены для пропуска на база - эмиттерные переходы силовых транзисторов VT1 VT2 запирающего напряжения с выходных обмоток задающего генератора.

Таким образом, введение дополнительных транзисторов VT3 VT4 в цепи управления силовыми ключами позволяет исключить состояние их одновременного открытия, полностью устранить сквозные токи и значительно повысить рабочие частоты преобразователя. На рис. 3 представлены сравнительные, экспериментально полученные зависимости потребляемого преобразователем тока холостого хода при включенных (кривая 1) и закороченных (кривая 2) дополнительных транзисторах VT3 VT4.

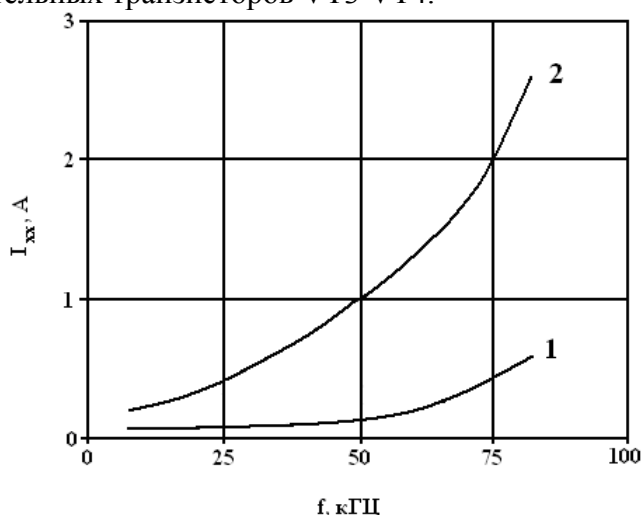


Рис.3. Сравнительные показатели преобразователей, выполненных по классической схеме (график 2) и схеме исключаяющей сквозные токи (график 1)

Во всем диапазоне частот базовый ток силовых транзисторов оставался неизменным, а индукция в сердечнике поддерживалась постоянной путем соответствующего изменения напряжения источника питания.

Трансформатор Т2 выполнен на ферритовом сердечнике марки 2000НМ и имеет следующие данные: кольцо К31х18х5,7, число витков обмотки $W_{k1} = W_{k2} = 16$.

Из данных рис.3 следует, что на частоте 50 кГц потери холостого хода в обычной схеме, которые в основном выделяются в транзисторах, достигают таких значений, при которых она становится практически неработоспособной. Включение дополнительных транзисторов уменьшает эти потери в 7 раз. В целом схема проста и эффективна.

Если на выходе преобразователя необходимо иметь регулируемое напряжение, то регулирование можно осуществить путем дополнительной коммутации маломощных транзисторов VT3 VT4 по следующей схеме – рис. 4.

Вспомогательные транзисторы VT5, VT6 служат для закорачивания эмиттер-базовых переходов транзисторов VT3, VT4 и их запираения. Управляются вспомогательные транзисторы от широтно – импульсного модулятора (ШИМ). Дополнительная коммутация транзисторов VT3, VT4 может быть осуществлена как на основной, так и на более высокой частоте.

