

МНОГОФАЗНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ МОЩНОГО ПРОЦЕССОРА

Суслук Е.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Огородников Д.Н., к.т.н., доцент кафедры
промышленной и медицинской электроники*

В настоящее время на отечественном рынке не существует многофазных источников питания для мощных микропроцессоров российского производства. Существуют только зарубежные аналоги.

Микропроцессоры являются самыми мощными потребителями энергии в современных компьютерах. Ток потребления современного микропроцессора может достигать величины нескольких десятков ампер. Качество питающего напряжения микропроцессора является важнейшим фактором, определяющим стабильность работы всей системы.

На энергопотребление микропроцессоров наибольшее влияние оказывают два фактора: увеличение количества транзисторов на кристалле микропроцессора и повышение его тактовой частоты. Основное потребление энергии КМОП-транзисторы осуществляют в момент его включения, и, естественно, что чем чаще транзисторы переключаются, тем большее количество энергии они потребляют. Кристалл процессора начинает сильно разогреваться, что приводит к значительному ухудшению процессов переключения транзисторов и способно вывести их из строя. При этом решить проблему исключительно путем теплоотвода не удается.

Все это вынуждает производителей снижать питающее напряжение микропроцессоров (напряжение питания его ядра). На сегодняшний день известны процессоры, которые могут работать при питающем напряжении всего +0.5 В.

Основная проблема состоит в том, что такие низкие напряжения не вырабатываются системным источником питания. Таким образом, на системной плате должен появиться собственный регулятор напряжения, способный понизить «высоковольтные» напряжения до уровня, необходимого для питания ядра процессора.

Необходимо отметить, так как мощность, потребляемая процессорами, является достаточно большой, то преобразование напряжения необходимо осуществлять только импульсным методом. Линейное преобразование не способно обеспечить достаточно высокий

КПД на такой мощности, и будет приводить к значительным потерям, а, следовательно, и к нагреву элементов преобразователя. Импульсное преобразование позволяет получить эффективный и экономичный источник питания с небольшими габаритами и с приемлемой стоимостью исполнения. Таким образом, на системной плате находится импульсный преобразователь напряжения понижающего типа (Step Down DC-DC Converter).

Базовая схема понижающего преобразователя постоянного тока представлена на рис. 1.

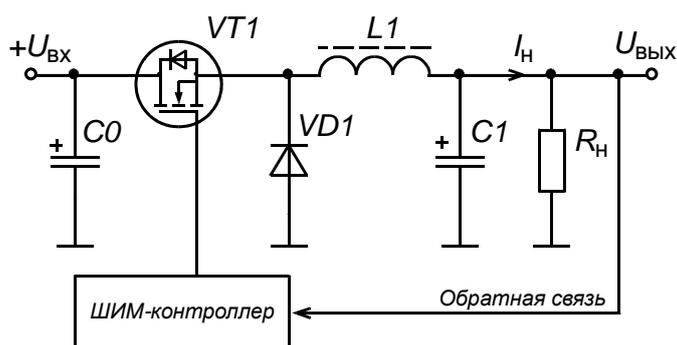


Рис. 1. Базовая схема понижающего преобразователя постоянного тока

Однако в работе практических схем возникают проблемы. Дело в том, что большинство диодов не обладает достаточным быстродействием, а также имеют относительно большое сопротивление открытого р-п перехода. При больших токах, все это приводит к значительным потерям, сильному разогреву диода VD1, всплескам напряжения и к возникновению обратных (сквозных) токов через диод при переключениях транзистора VT1. Именно поэтому вместо диода VD1 стали использовать еще один транзистор – VT2 (см. рис. 2).

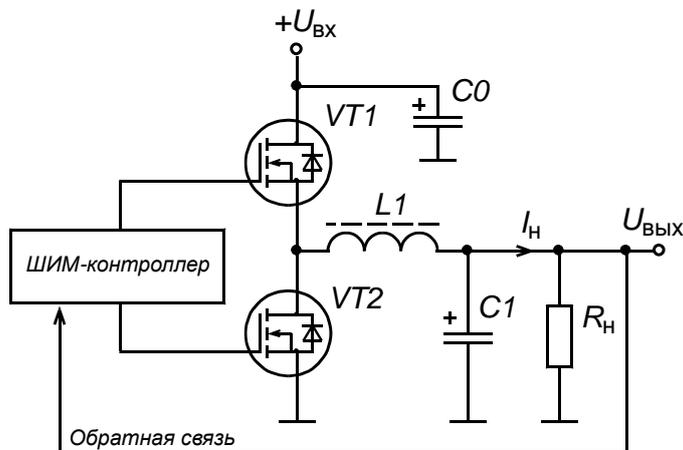


Рис. 2. Схема понижающего преобразователя напряжения с двумя транзисторами

От базовых технологий построения импульсных регуляторов напряжения перейдем к рассмотрению практических схем их реализации.

Уже достаточно давно производители элементной базы начали выпуск специализированных микросхем, предназначенных для построения импульсных регуляторов напряжения системных плат персональных компьютеров [1]. Можно выделить три типа микросхем, использующихся в регуляторах напряжения системных плат, предназначенных для питания ядра процессора:

- основной контроллер (Main Controller), который ещё называют ШИМ-контроллером (PWM-Controller) или регулятором напряжения (Voltage Regulator);

- драйвер управления МОП-транзисторами (Synchronous-Rectifier MOSFET Driver);

- комбинированный контроллер, совмещающий в себе функции и ШИМ-контроллера, и драйвера МОП-транзисторов.

С учетом разновидности используемых микросхем, в современных системных платах мы можем встретить два основных варианта построения импульсных регуляторов напряжения для питания ядра процессора.

I вариант. Этот вариант характерен для применения в системных платах начального уровня, отличающихся невысокой производительностью, т.е. он, чаще всего, применяется на системных платах, в которых не предусмотрено использование высокопроизводительных и мощных процессоров. В этом варианте управление силовыми транзисторами преобразователя осуществляется микросхемой комбинированного контроллера.

II вариант. Этот вариант характерен для системных плат, предназначенных для работы с высокопроизводительными процессорами. Регулятор напряжения делают многоканальным. Наличие нескольких каналов позволяет уменьшить величину тока каждого канала, т.е. уменьшить токи, коммутируемые МОП-транзисторами.

Данный вариант регулятора характеризуется использованием двух типов микросхем: главного ШИМ-контроллера и драйверов МОП-транзисторов. Синхронное управление МОП-транзисторами осуществляется драйверами, каждый из которых может управлять как одной, так и двумя парами транзисторов. Драйвер обеспечивает противофазное переключение транзисторов в соответствии с входным

сигналом, который определяет частоту переключения и время открытого состояния транзисторов.

Управления всеми драйверами, осуществляет главный контроллер (Main Controller), к основным функциям которого можно отнести:

- формирование импульсов для управления драйверами МОП-транзисторов;

- изменение ширины этих управляющих импульсов с целью стабилизации выходного напряжения регулятора;

- контроль величины выходного напряжения регулятора;

- обеспечение токовой защиты МОП-транзисторов;

- считывание состояния сигналов идентификации питающего напряжения процессора (VIDn).

При использовании многоканальных регуляторов напряжения можно отметить несколько проблем, которые приходится решать разработчикам системных плат. Каждый канал представляет собой импульсный регулятор, который, переключаясь с высокой частотой, создает на своем выходе импульсы тока. Эти импульсы, естественно, должны сглаживаться, и для этого используются электролитические конденсаторы и дроссели. Но дело в том, что из-за большой токовой нагрузки, емкости конденсаторов и индуктивности дросселей, все-таки, не хватает для создания действительно постоянного напряжения, в результате чего, на шине питания процессора наблюдаются пульсации.

Причем от этих пульсаций не спасает ни увеличение количества конденсаторов, ни увеличение емкости конденсаторов и индуктивности дросселей, ни увеличение частоты преобразования. Такие пульсации напряжения способны привести к нестабильной работе процессора.

Выход из проблемы найден в использовании многоканальной, а точнее многофазной архитектуры регулятора напряжения [1, 2]. Но только лишь использованием нескольких параллельных входных каналов решить проблему, все равно, не удастся. Необходимо сделать так, чтобы ключи разных каналов переключались с фазовым смещением, т.е. они должны открываться поочередно. Это позволит сделать так, что каждый канал будет поддерживать выходной ток регулятора в строго отведенный период времени, и, при равномерном на периоде распределении интервалов потребления тока, сглаживающие конденсаторы будут подзаряжаться практически постоянно.

На практике рассчитан четырех-канальный источник питания, понижающий входное напряжение 12 В до уровня $1.3 \text{ В} \pm 1\%$, номинальной выходной мощностью 100 Вт при частоте работы преобразователя 20 кГц. Такая частота обусловлена особенностями

работы ШИМ-регулятора схемы, который реализован на микроконтроллере STM-32F4 – DISCOVERY, при этом минимальное время импульса на выходе микроконтроллера составило 200 нс. Для стабилизации выходного напряжения применен ПИД-регулятор, в настоящее время заканчивается написание программы для микроконтроллера. Особенностью схемы является то, что ППН ячейки реализованы на базе базовой схемы понижающего преобразователя постоянного тока (с обратным диодом).

Список информационных источников

1. Регуляторы напряжения для питания современных процессоров семейства Intel Pentium и процессоров AMD [Электронный ресурс] / Мир периферийных устройств ПК, технический журнал для специалистов сервисных служб – Электрон. дан. – 2011 – Режим доступа: <http://www.mirpu.ru/motherboard/81-2011-02-12-20-10-05/153--intel-pentium-amd.html>, свободный. – Загл. с экрана. — Яз. рус.

2. Огородников Д.Н., Ярославцев Е.В. Формирователь синусоидального напряжения на основе параллельного резонансного инвертора с многоканальным входным звеном // X Юбилейная международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных “Современные техника и технологии”, посвященная 400-летию г. Томска, 29 марта – 2 апреля 2004 г. Труды. В 2-х т. – Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2004. – Т. 1. – С. 110-112.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО ДИАМЕТРА ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ТРУБ

Чжун Ян

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Гольдштейн А.Е., д.т.н., профессор кафедры
информационной и измерительной техники*

Для обеспечения надежности при эксплуатации различных электропроводящих труб необходимо контролировать в процессе производства и эксплуатации различные параметры. При широком использовании электропроводящих труб в промышленности и в бытовой сфере возникает задача контроля внутреннего диаметра труб.