

СОЗДАНИЕ ИНВЕРТИРУЮЩЕГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ С ПОНИЖАЮЩИМ РЕГУЛЯТОРОМ

ШУРИНА ГУПТА (SUREENA GUPTA), инженер по маркетингу, Texas Instruments

В некоторых приложениях, где используются датчики с двумя выходами, звуковые или инструментальные усилители, может возникнуть потребность в формировании отрицательного напряжения от входного источника положительного напряжения. В статье описано, как реализуется такая схема.

Источниками напряжения могут быть батареи для портативных устройств, сетевые источники питания для бытовой электроники, а также шины регулируемого постоянного напряжения для промышленных и телекоммуникационных приложений. Напряжение таких источников, как правило, необходимо понижать. В некоторых случаях, когда используются датчики с двумя выходами, звуковые или инструментальные усилители, сетевые драйверы, приемники и т.д., бывает необходимо преобразовать положительное входное напряжение в отрицательное выходное напряжение. Одним из вариантов решения этой проблемы является встраивание понижающего преобразователя в схему инвертирующего повышающе-понижающего преобразователя, выходное напряжение которого является отрицательным относительно земли.

Синхронные схемы имеют определенные преимущества перед асинхронными. Например, они характеризуются более высокой эффективностью при низких напряжениях. Синхронные схемы продолжают работать в режи-

ме непрерывной проводимости (CCM) даже при очень низких токах в отличие от асинхронных, которые переходят в режим прерывистых токов (DCM), когда ток через катушку индуктивности приближается к нулю. К недостаткам асинхронных схем в режиме DCM можно отнести большую длительность переходных процессов и необходимость применения для реализации DCM сдвига контура управления с меньшим быстродействием. Использование синхронных схем позволяет избавиться от этих недостатков.

В небольших приложениях оптимальным является применение переключающих схем со встроенными полевыми транзисторами (FET), поскольку это позволяет объединить верхние и нижние MOSFET-ключи в одной интегральной схеме (ИС). Использование устройств со встроенными полевыми транзисторами способствует снижению числа компонентов, размещаемых на печатной плате.

СХЕМА ПОНИЖАЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Синхронный понижающий преобразователь состоит из двух ключей

и LC-фильтра. Его принцип работы основан на передаче сигнала ШИМ на LC-фильтр. ШИМ-сигнал формируется при помощи двух MOSFET-ключей. LC-фильтр усредняет ШИМ-сигнал и формирует на выходе устройства постоянное напряжение. Принципиальная схема понижающего преобразователя представлена на рисунке 1.

Выходное напряжение рассчитывается по уравнению (1):

$$V_{out} = D \cdot V_{in}, \quad (1)$$

где V_{in} — входное напряжение, а D — коэффициент рабочего цикла, определяемый в режиме CCM как отношение времени открытого состояния верхнего FET-ключа ко всему периоду.

В течение всего периода через катушку индуктивности течет ток нагрузки. Во время открытого состояния верхнего FET-ключа напряжение на катушке равно входному напряжению, которое меньше выходного. При этом катушка индуктивности находится в режиме накопления энергии со скоростью, определяемой уравнением (2):

$$\frac{di}{dt} = \frac{(V_{in} - V_{out})}{L}. \quad (2)$$

Во время закрытого состояния верхнего FET-ключа напряжение на катушке становится равным выходному напряжению, и катушка индуктивности начинает отдавать энергию со скоростью, определяемой выражением (3):

$$\frac{di}{dt} = \frac{(-V_{out})}{L}. \quad (3)$$

Знак «минус» означает отрицательный наклон пилообразного сигнала.

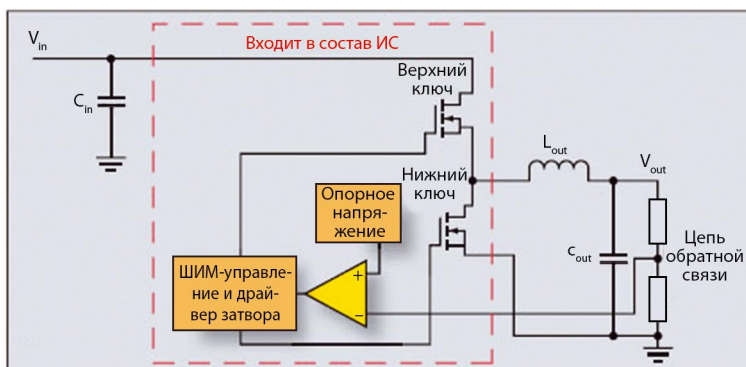


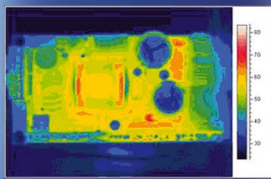
Рис. 1. Принципиальная схема понижающего преобразователя

Еще один шаг в будущее
с новыми линейками высокоэффективных
AC-DC источников питания

**TRACO
POWER**

серия TOP

- Корректор коэффициента мощности
- Ультравысокий КПД до 95%
- Изоляция 4000 VAC
- Компактные габариты изделий
- Доступная цена



- Низкое тепловыделение
- Низкая температура компонентов
- 10 - кратная надежность

серия TXH

- Корректор коэффициента мощности
- КПД до 93%
- Изоляция 4000 VAC



www.argussoft.ru

ARGUSSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ДИСТРИБЬЮТОР

• Москва

Тел.: (495) 660-2855
Факс: (495) 660-2855
E-mail: cmp@argussoft.ru

• Санкт-Петербург

Тел.: (812) 412-0107
Факс: (812) 412-1849
E-mail: spb@argussoft.ru

• Новосибирск

Тел.: (383) 227-1155
Факс: (383) 222-4031
E-mail: nsk@argussoft.ru

• Екатеринбург

Тел.: (343) 378-3242
Факс: (343) 378-3241
E-mail: ural@argussoft.ru

• Казань

Тел.: (843) 293-4100
Факс: (843) 293-4100
E-mail: kazan@argussoft.ru

**СХЕМА ИНВЕРТИРУЮЩЕГО
ПОВЫШАЮЩЕ-ПОНИЖАЮЩЕГО
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

Схема инвертирующего повышающе-понижающего преобразователя, как и понижающего преобразователя, состоит из двух ключей, дросселя и конденсатора. Но в этом случае положение выходных выводов было изменено относительно земли, чтобы получить отрицательное выходное напряжение. На рисунке 2 показана принципиальная схема этого устройства.

Выходное напряжение такого преобразователя рассчитывается в соответствии с уравнением (4):

$$V_{out} = \frac{-D \cdot V_{in}}{(1-D)}, \quad (4)$$

где V_{in} — входное напряжение, а D — коэффициент рабочего цикла, определяемый в режиме CCM как отношение времени открытого состояния верхнего FET-ключа ко всему периоду.

Во время открытого состояния верхнего FET-ключа напряжение на катушке равно входному напряжению. При этом катушка индуктивности находится в режиме накопления энергии со скоростью, определяемой уравнением (5):

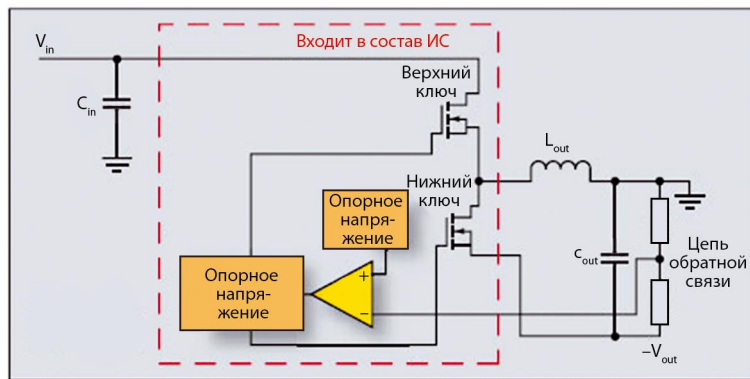


Рис. 2. Принципиальная схема инвертирующего повышающе-понижающего преобразователя

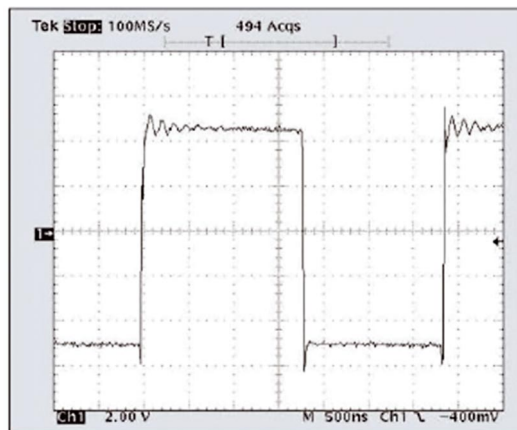


Рис. 3. Диаграмма сигнала в средней точке между ключами

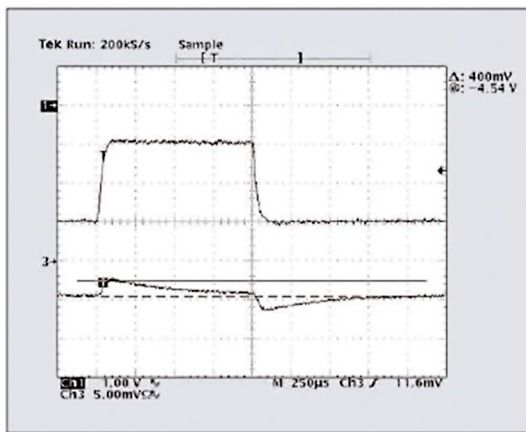


Рис. 4. Всплеск выходного напряжения во время переходного процесса

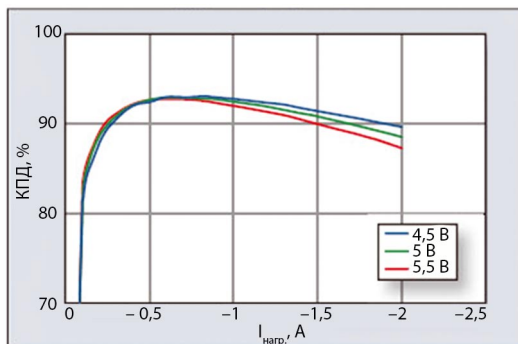


Рис. 5. Зависимость КПД от тока нагрузки

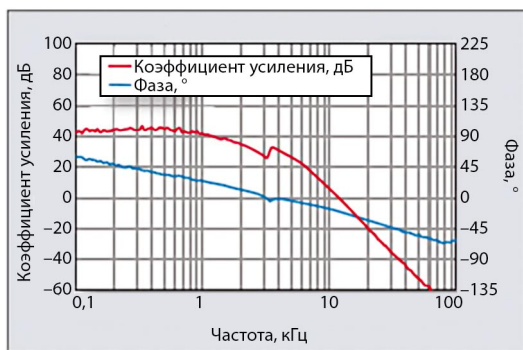


Рис. 6. Диаграмма Бode

$$\frac{di}{dt} = \frac{V_{in}}{L} \quad (5)$$

В это время ток в нагрузке обеспечивает выходной конденсатор.

Во время закрытого состояния верхнего FET-ключа напряжение на катушке становится равным отрицательному выходному напряжению, и катушка индуктивности начинает отдавать энергию со скоростью, опреде-

ляемой выражением (3). Знак «минус» означает отрицательный наклон пилообразного сигнала.

В эту часть периода ток в нагрузке определяется катушкой индуктивности. Одновременно с этим происходит перезарядка конденсатора.

При выборе понижающих регуляторов для таких схем следует учитывать несколько моментов:

- для питания платы входное напряжение должно быть выше заданного минимального напряжения для выбранного устройства;
- максимально допустимое выходное напряжение ограничено максимумом V_{dev} .

Для демонстрации работы схемы инвертирующего повышающе-понижающего преобразователя была изготовлена макетная плата на базе TPS54620 (см. рис. 2). Для питания макетной платы использовалось напряжение 5 В, а с выхода снималось напряжение 5 В при токе 2 А. На рисунке представлены диаграммы сигналов, демонстрирующие работу макетной платы. На рисунке 3 показаны диаграмма сигнала в средней точке между ключами с размахом колебаний $-5...5$ В. На рисунке 4 показан всплеск напряжения во время переходного процесса в 11,6 мВ, соответствующий скачку тока нагрузки с 0,5 до 1,5 А. Рисунок 5 иллюстрирует эффективность схемы инвертирующего повышающе-понижающего преобразователя, а рисунок 6 — его устойчивость при полной нагрузке в 2 А.

Существует несколько вариантов понижающих преобразователей типа TPS54620, которые можно применять для создания инвертирующих повышающе-понижающих преобразователей, способных формировать отрицательное напряжение при подаче на их входы положительного напряжения. В документе [1] подробно рассмотрен пример разработки таких схем.

ЛИТЕРАТУРА

1. David G. Daniels. Create an Inverting Power Supply From a Step-Down Regulator. Application report (SLVA317A). October 2009. Texas Instruments.

СОБЫТИЯ РЫНКА

| КОМПАНИИ «АБРИС» ИСПОЛНИЛОСЬ 10 ЛЕТ! | Ровно 10 лет назад, в конце июля 2001 г., в С.-Петербурге была создана Научно-производственная фирма «Абрис», выбравшая направлением своей деятельности печатные платы. За эти годы компания прочно встала на ноги. Сегодня «Абрис» является частью холдинга RCM Group, предоставляя полный комплекс работ по изготовлению печатных плат любой сложности.

Мы рады тому, что имеем возможность оказывать услуги своим клиентам на высоком профессиональном уровне, динамично развиваться, ставить новые цели и достигать их. Наши успехи — заслуга не только коллектива профессионалов и грамотного руководства, но и тех, кого мы сегодня хотим поблагодарить: наших коллег по холдингу, дорогих клиентов и партнёров компании!

Спасибо за то, что вы с нами!

В честь праздника нашего 10-летия на небосклоне в созвездии Льва появилась звезда по имени «Абрис» (координаты: 171.09500, 13.90256). Мы хотим поделиться этим подарком с вами!

Crede Experto — «Доверяй опытному»!