

Евгений Звонарев (КОМПЭЛ)

МИКРОСХЕМЫ ДЛЯ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ОТ STMICROELECTRONICS



В статье рассматриваются основные характеристики микросхем неизолрированных DC/DC-преобразователей компании STMicroelectronics, отличающихся простотой, высокими эксплуатационными характеристиками и заслуженной популярностью у разработчиков электронной техники.

Компания STMicroelectronics выпускает микросхемы для создания неизолрированных DC/DC-преобразователей с высокими качественными показателями, требующие небольшого количества внешних компонентов.

Постоянное развитие ИС для DC/DC-преобразователей характеризуется следующими факторами:

- повышением рабочих частот преобразования (максимальная частота преобразования для микросхем STMicroelectronics составляет 1,7 МГц), что позволяет резко уменьшить размеры внешних компонентов и минимизировать площадь печатной платы;
- уменьшением размеров корпусов микросхем благодаря высоким частотам преобразования (корпус DFN6D имеет размеры всего 3x3 мм);
- повышением удельной плотности выходного тока (корпус DFN6D обеспечивает выходной ток до 2,0 А; корпуса DFN8 и PowerSO-8 могут работать при токах до 3,0 А);
- повышением КПД и снижением потребляемой мощности при отключенном состоянии, что особенно важно для приборов с автономным питанием.

Компания STM разделяет свои микросхемы для неизолрированных DC/DC-преобразователей на две группы. Первая группа имеет рабочую частоту до 1 МГц (параметры сведены в таблицу 1), вторая группа — с частотой преобразования 1,5 и 1,7 МГц (параметры см. в таблице 2). Во вторую группу добавлены также и микросхемы серии ST1S10 с номинальной частотой преобразования 0,9 МГц (максимальная частота преобразования для этих микросхем может достигать 1,2 МГц). Микросхемы серии ST1S10 могут работать при синхронизации от внешнего генератора в диапазоне частот от 400 кГц до 1,2 МГц.

Основная часть микросхем для DC/DC-преобразователей из таблицы 1 имеет частоту преобразования до 300 кГц. На таких частотах облегчается выбор индуктивностей на выходе DC/DC, т. е. для рабочих частот микросхем из таблицы 2 (1,5 и 1,7 МГц) на частотные характеристики индуктивностей необходимо обращать особое внимание. На рисунках 1 и 2 в качестве примеров приведены рекомендуемые производителем схемы включения микросхем L5973D (выходной ток до 2,0 А при частоте преобразования 250 кГц) и ST1S06 (выходной ток до 1,5 А при частоте преобразования 1,5 МГц).

Из рисунков 1 и 2 видно, что микросхемы с относительно низкими частотами преобразования по современным меркам требуют большего количества внешних электронных компонентов, имеющих увеличенные размеры по сравнению с компонентами преобразователей, работающих на частотах более 1 МГц. Микросхемы для DC/DC из таблицы 2 обеспечивают гораздо меньшие размеры печатной платы, но необходимо более внимательно относиться к разводке проводников для уменьшения излучаемых электромагнитных помех.

Некоторые микросхемы позволяют управлять включением и выключением конвертеров благодаря наличию входа INHIBIT. Пример включения таких микросхем приведен на рис. 3. ST1S09 (без входа INHIBIT) и ST1S09I (с входом INHIBIT). В нижней части этого рисунка приведены рекомендуемые значения номиналов резисторов R1 и R2 для формирования выходных напряжений 1,2 и 3,3 В.

При наличии на входе управления VINH высокого уровня напряжения (более 1,3 В) микросхема ST1S09I находится в активном состоянии; при напряжении на этом входе менее 1,4 В DC/DC-преобразователь отключается (собственное потребление при этом составляет менее 1 мкА). Вариант микросхемы без входа управления на выводе 6 вместо входа VINH имеет выход «PG = Power Good» (питание в норме). Формирование сигнала «Power Good» проиллюстрировано на рис. 4. Когда на входе «FB» (FeedBack или вход обратной связи) достигается значение $0,92 \times V_{FB}$, происходит переключение компаратора, и на выходе PG формируется высокий уровень напряжения, информирующий о том, что выходное напряжение находится в допустимых пределах.

Эффективность преобразования на примере микросхем ST1S09 и ST1S09I

Эффективность понижающего DC/DC-преобразователя сильно зависит от

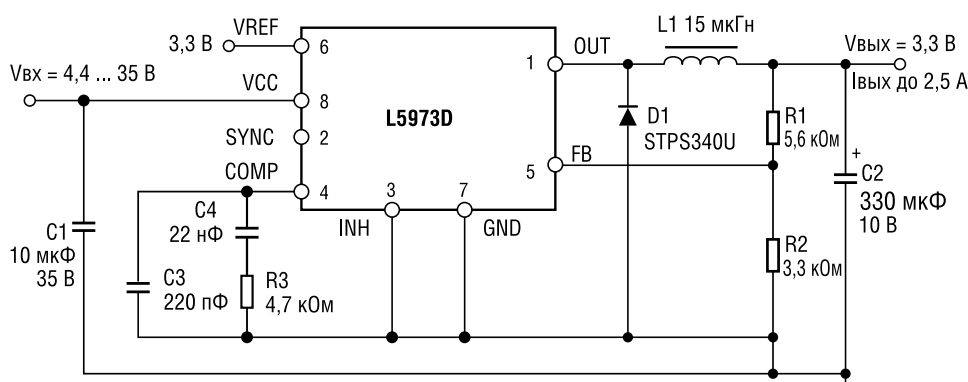


Рис. 1. Схема включения L5973D (частота преобразования 250 кГц)

Таблица 1. Микросхемы STMicroelectronics для DC/DC-преобразователей с частотой преобразования до 1 МГц

Наименование	Топология	V _{вх.} , В	V _{вых.} , В	I _{вых.} , А	Частота преобразования, МГц	Вход отключения	Корпус
L296	Step-down	9...46	5,1...40	4	до 200	Есть	MULTIWATT-15
L4960	Step-down	9...46	5,1...40	2,5	до 200	Нет	HEPTAWATT-7
L4962	Step-down	9...46	5,1...40	1,5	до 200	Есть	HEPTAWATT-8, DIP-16
L4963	Step-down	9...46	5,1...40	1,5	42...83	Нет	DIP-18, SO-20
L4970A	Step-down	12...50	5,1...50	10	до 500	Нет	MULTIWATT-15
L4971	Step-down	8...55	3,3...50	1,5	до 300	Есть	DIP-8, SO-16W
L4972A	Step-down	12...50	5,1...40	2	до 200	Нет	DIP-20, SO-20
L4973D3.3	Step-down	8...55	0,5...50	3,5	до 300	Есть	DIP-8, SO-16W
L4973D5.1	Step-down	8...55	5,1...50	3,5	до 300	Есть	DIP-8, SO-16W
L4974A	Step-down	12...50	5,1...40	3,5	до 200	Нет	MULTIWATT-15
L4975A	Step-down	12...50	5,1...40	5	до 500	Нет	MULTIWATT-15
L4976	Step-down	8...55	0,5...50	1	до 300	Есть	DIP-8, SO-16W
L4977A	Step-down	12...50	5,1...40	7	до 500	Нет	MULTIWATT-15
L4978	Step-down	8...55	3,3...50	2	до 300	Есть	DIP-8, SO-16W
L5970AD	Step-down	4,4...36	0,5...35	1	500	Есть	SO-8
L5970D	Step-down	4,4...36	0,5...35	1	250	Есть	SO-8
L5972D	Step-down	4,4...36	1,23...35	1,5	250	Нет	SO-8
L5973AD	Step-down	4,4...36	0,5...35	1,5	500	Есть	HSOP-8
L5973D	Step-down	4,4...36	0,5...35	2	250	Есть	HSOP-8
L5987A	Step-down	2,9...18	0,6...V _{вх.}	3	250...1000	Есть	HSOP-8
L6902D	Step-down	8...36	0,5...34	1	250	Нет	SO-8
L6920D	Step-up	0,6...5,5	2...5,2	1	до 1000	Есть	TSSOP-8
L6920DB	Step-up	0,6...5,5	1,8...5,2	0,8	до 1000	Есть	miniSO-8

Таблица 2. Микросхемы для понижающих DC/DC-преобразователей с частотой преобразования от 0,9 до 1,7 МГц

Серия	Наименование	I _{вых.} , А	V _{вх.} , В	V _{вых.} , В	Частота преобразования, МГц	Вход отключения	Корпус
ST1S03	ST1S03PUR	1,5	3...16	0,8...12	1,5	Нет	DFN6D (3x3 мм)
ST1S03A	ST1S03AIPUR		3...5,5	0,8...5,5	1,5	Есть	DFN6D (3x3 мм)
	ST1S03APUR				1,5	Нет	
ST1S06	ST1S06PUR		2,7...6	0,8...5,5	1,5	Есть	DFN6D (3x3 мм)
ST1S06A	ST1S06APUR				1,5	Нет	
ST1S06xx12	ST1S06PU12R				1,2	Есть	
ST1S06xx33	ST1S06PU33R	2,0	2,7...5,5	3,3	1,5	Есть	DFN6D (3x3 мм)
ST1S09	ST1S09IPUR			0,8...5	1,5	Есть	
	ST1S09PUR				1,5	Нет	
ST1S10	ST1S10PHR	3,0	2,5...18	0,8...0,85V _{вх.}	0,9 (0,4...1,2)*	Есть	PowerSO-8
	ST1S10PUR						DFN8 (4x4 мм)
ST1S12xx	ST1S12GR	0,7	2,5...5,5	1,2...5	1,7	Есть	TSOT23-5L
ST1S12xx12	ST1S12G12R			1,2			
ST1S12xx18	ST1S12G18R			1,8			

* — в скобках указан диапазон частот преобразования при синхронизации от внешнего генератора.

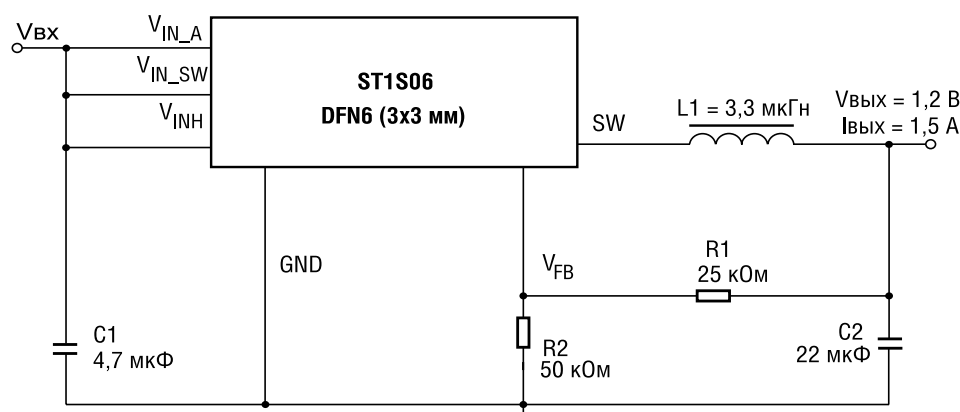


Рис. 2. Схема включения ST1S06 (ток до 1,5 А, частота преобразования 1,5 МГц)

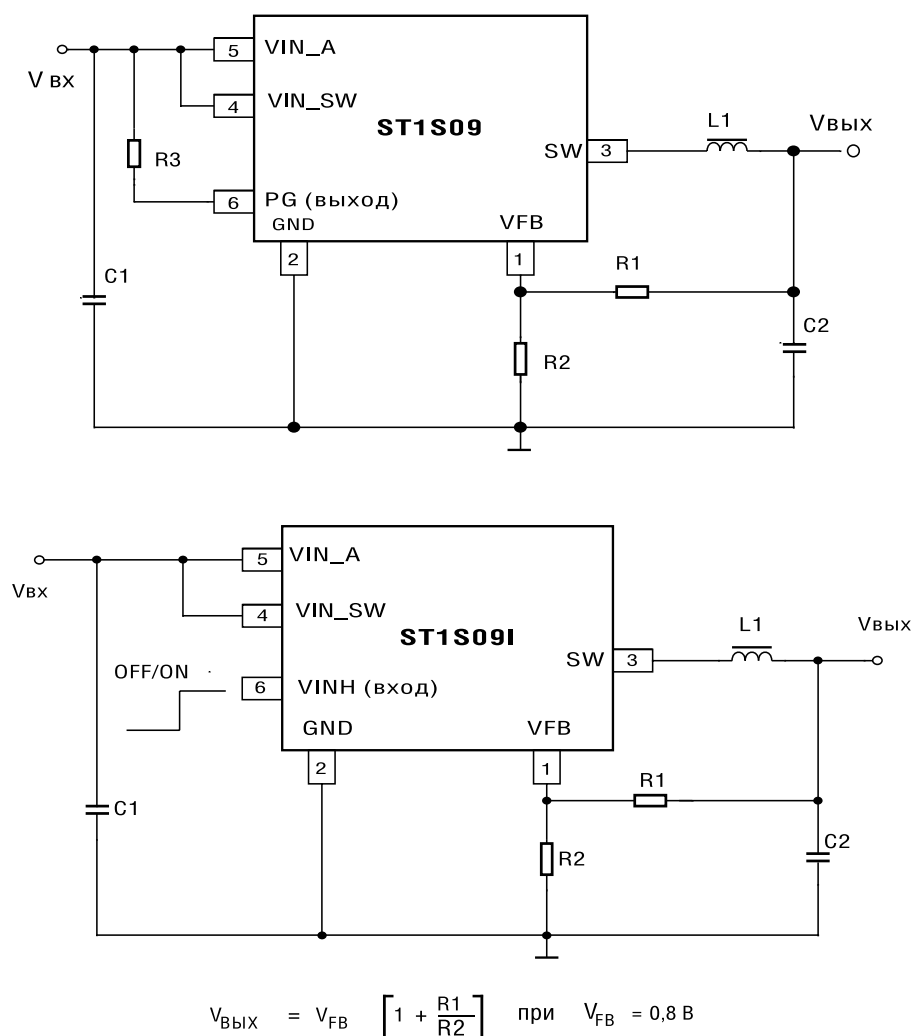
параметров интегрированных в микросхемы транзисторов с изолированным затвором (MOSFET), выполняющих роль ключа. Одна из проблем высокочастотных преобразователей связана с током заряда затвора транзистора при управлении им с помощью ШИМ-контроллера. Потери в этом случае практически не зависят от тока в нагрузке. Вторая проблема, снижающая КПД, — рассеиваемая в транзисторе мощность во время переключения из одного состояния в другое (в эти промежутки времени транзистор работает в линейном режиме). Уменьшить потери можно, обеспечив более крутые фронты переключения, но это повыша-

Таблица 3. Ближние замены микросхем для DC/DC-преобразователей от других производителей

Производитель	Наименование	Ивых макс., А	Частота преобразования, МГц	Power Good	Совместимость по выводам	Корпус
STMicroelectronics	ST1S09PUR	2	1,5	Есть	Есть	DFN3x3-6
	ST1S09IPUR			Нет	Есть	
Fairchild Semiconductor	FAN2013MPX	2	1,3	Нет	Есть	DFN3x3-6

Таблица 4. Ближние замены микросхем ST1S10PxR для понижающих DC/DC-преобразователей от других производителей

Производитель	Наименование	Ивых макс., А	Синхронное выпрямление	Компенсация	Мягкий запуск	Совместимость по выводам	Корпус
STMicroelectronics	ST1S10PHR	3	Есть	Внутренняя	Внутренний	—	PowerSO-8
	ST1S10PUR						DFN8 (4x4 мм)
Monolithic Power Systems	MP2307/MP1583	3	Есть/Нет	Внешняя	Внешний	Нет	SO8-EP
Alpha & Omega Semiconductor	AOZ1013	3	Нет	Внешняя	Внутренний	Нет	SO8
Semtech	SC4521	3	Нет	Внешняя	Внешний	Нет	SO8-EP
AnaChip	AP1510	3	Нет	Внутренняя	Внутренний	Нет	SO8



Рекомендуемые номиналы резисторов R1 и R2

Vвых	R1	R2
1,2 В	27 кОм	47 кОм
3,3 В	47 кОм	15 кОм

Рис. 3. Отличия схем включения ST1S09 (без входа отключения) и ST1S09I (с входом отключения)

ет электромагнитные шумы и помехи по цепям питания. Еще одна причина снижения КПД преобразователя — наличие активного сопротивления «сток — исток» (R_{dson}). В правильно спроектированной схеме КПД достигает максимального значения при равенстве статических (омических) и динамических потерь. Следует учесть, что выходной выпрямительный диод также вносит свою долю динамических и статических потерь. Некорректно выбранная индуктивность на выходе DC/DC-преобразователя может дополнительно существенно снизить эффективность преобразования, что заставляет помнить и об ее высокочастотных свойствах. В самом плохом случае на высоких частотах преобразования выходной дроссель может потерять свои индуктивные свойства, и преобразователь просто не будет работать.

Компания STMicroelectronics уже много лет выпускает мощные полевые транзисторы и диоды с очень высокими динамическими и статическими характеристиками. Обладание отлаженной технологией производства транзисторов MOSFET позволяет компании интегрировать свои полевые транзисторы в микросхемы для DC/DC-преобразователей и достигать высоких значений КПД преобразования.

На рис. 5 (а, б, в) в качестве примера приведены типовые зависимости эффективности преобразования от некоторых параметров при разных условиях работы. Графики зависимости КПД от величины выходного тока достигают максимальных значений около 95% при токе 0,5 А. Далее спад этих характеристик довольно пологий, что характеризует лишь небольшое увеличение потерь при росте выходного тока до максимального значения.

На рис. 5б показаны зависимости КПД от уровня выходного напряжения

Таблица 5. Близкие замены микросхем ST1S12 для понижающих DC/DC-преобразователей от других производителей

Производитель	Наименование	I _{вых} (макс.), мА	Частота преобразования, МГц	V _{вх} (макс.), В	Вход отключения	Совместимость по выводам	Корпус
STMicroelectronics	ST1S12	700	1,7	5,5	есть	—	TSOT23-5L
Monolithic Power Systems	MP2104	600	1,7	6	есть	есть	TSOT23-5L
National Semiconductor	LM3674	600	2	5,5	есть	нет	SOT23-5L
	LM3671	600	2	5,5	есть	нет	SOT23-5L

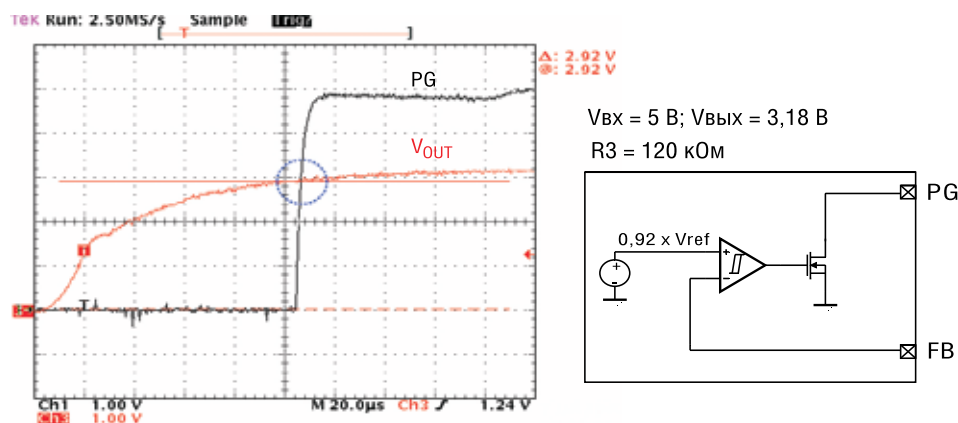


Рис. 4. Формирование сигнала «Power Good» на выходе PG микросхемы ST1S09

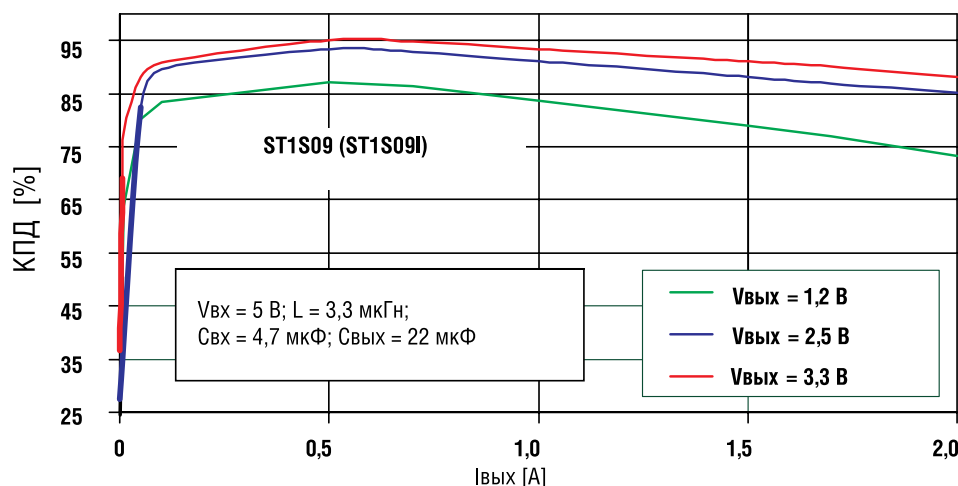


Рис. 5а. Зависимости КПД для серии ST1S09 от выходного тока

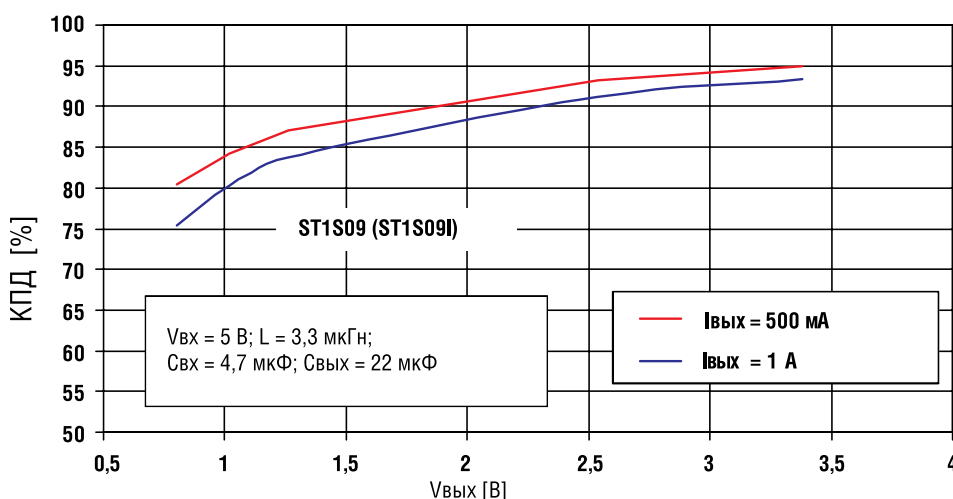


Рис. 5б. Зависимости КПД для серии ST1S09 от выходного напряжения

DC/DC-преобразователей на микросхемах ST1S09 и ST1S09I. С ростом выходного напряжения КПД возрастает. Это объясняется тем, что падение напряжения на транзисторах выходного каскада практически не зависит от выходного напряжения при неизменном выходном токе, поэтому с ростом выходного напряжения процент вносимых потерь будет уменьшаться.

На рис. 5в приведены зависимости КПД от величины индуктивности на выходе. В диапазоне от 2 до 10 мкГн эффективность преобразования практически не изменяется, что позволяет выбирать величину индуктивности из широкого диапазона номиналов. Конечно, нужно стремиться к максимально возможному уровню индуктивности для обеспечения лучшей фильтрации напряжения пульсаций выходного тока. Понятно, что с ростом значений выходного тока КПД уменьшается. Это объясняется ростом потерь в выходных каскадах DC/DC-преобразователей.

Сравнение с микросхемами других производителей

В таблицах 3, 4 и 5 приведены параметры близких по функциональному значению микросхем от других производителей.

Из таблицы 3 видно, что FAN2013MPX — это полный аналог для микросхемы ST1S09IPUR, но у компании STMicroelectronics дополнительно в этой серии есть микросхема ST1S09PUR с наличием выхода «Power Good», что расширяет выбор разработчика.

В таблице 4 приведены функциональные замены (нет совместимости по выводам) от других производителей для микросхем ST1S10. Основное преимущество микросхем ST1S10 — наличие синхронного выпрямления в выходных каскадах, что обеспечивает более высокий КПД преобразования. Кроме того, корпус DFN8 (4x4 мм) имеет меньшие размеры по сравнению с корпусами функционально близких микросхем других производителей. Внутренняя схема компенсации позволяет сократить количество внешних компонентов обвязки микросхем.

В таблице 5 показаны возможные замены для микросхем ST1S12. Основное преимущество микросхем ST1S12 — большее значение максималь-

но допустимого выходного тока: до 700 мА. Микросхема MP2104 фирмы MPS совместима по выводам с микросхемой ST1S12. Микросхемы LM3674 и LM3671 можно рассматривать только в качестве близкой функциональной замены для ST1S112 из-за отсутствия совместимости по выводам.

Выбор микросхем для DC/DC-преобразователей на сайте

Для быстрого поиска электронных компонентов по известным параметрам удобнее всего воспользоваться сайтом www.catalog.compel.ru. Для параметрического поиска на этом сайте настоятельно рекомендуется установить и использовать бесплатную программу для просмотра сайтов (браузер) «Google Chrome». Работа в этом браузере ускоряет поиск в несколько раз. Микросхемы для DC/DC-преобразователей компании STMicroelectronics можно найти на сайте по следующему пути: «Управление питанием» → «ИМС для DC/DC» → «Регуляторы (+ключ)». Далее можно выбрать бренд «ST» и активировать фильтр «Склад» для выбора только тех компонентов, которые имеются на складе. Результат этих действий показан на рис. 6. Можно сделать более конкретную выборку по требуемым параметрам, применяя другие фильтры.

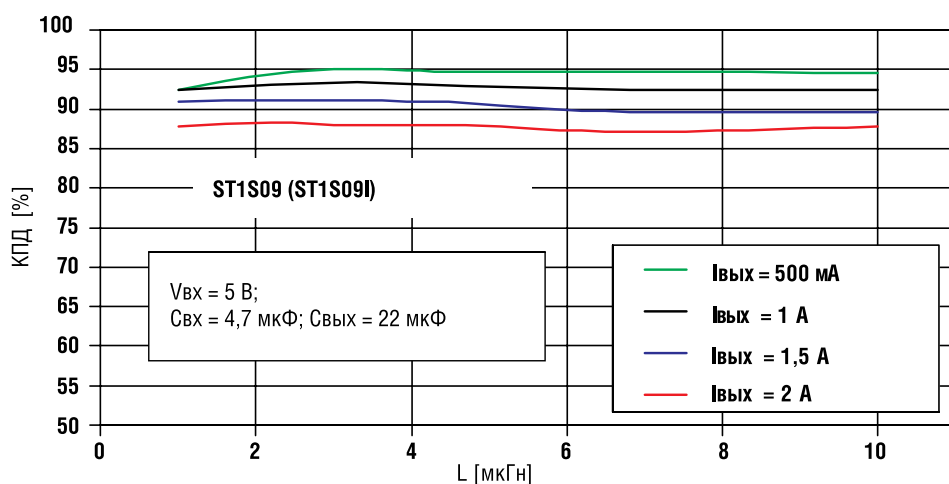


Рис. 5в. Зависимости КПД для серии ST1S09 от индуктивности

Заключение

Особенно важен правильный выбор микросхем для DC/DC-преобразователей в приборах с автономными источниками питания. В некоторых случаях выбор подходящей схемы питания может оказаться трудной задачей, но, уделив достаточно времени проработке и выбору схемы электропитания устройства, можно добиться определенного преимущества над конкурентами за счет более компактного и недорогого решения с более высокой эффективностью преобразования электрической энергии.

Микросхемы для DC/DC-преобразователей STMicroelectronics облегчают выбор и позволяют реализовать заложенные в них преимущества при создании конкурентоспособных схем электропитания.

Получение технической информации,
заказ образцов, поставка –
e-mail: analog.vesti@compel.ru



Интегральные DC/DC-регуляторы

ST1S09/ST1S09I







- Повышенная частота преобразования 1,5 МГц
- Выходной ток до 2 А
- Диапазон входного напряжения 2,7...5,5 В
- Миниатюрный корпус микросхемы DFN6D (3 x 3 мм)
- Управление включением и выключением DC/DC-преобразователей через вход INHIBIT (для ST1S09I)
- Выход «Power Good»

Москва
Тел.: (495) 995-0901
Факс: (495) 995-0902

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9404
Факс: (812) 327-9403



www.compel.ru