

Преимущества применения биполярных транзисторов BISS

В статье рассмотрены современные биполярные транзисторы BISS с уменьшенным напряжением насыщения и меньшей мощностью рассеяния. Оценены преимущества и проанализированы особенности применения BISS транзисторов в различных схемах взамен традиционных биполярных транзисторов. Приведены типы, характеристики и система маркировки BISS транзисторов.

Транзисторы BISS (Breakthrough in Small Signal, дословно – «прорыв в малом сигнале») – биполярные транзисторы с улучшенными малосигнальными параметрами. Существенное улучшение параметров транзисторов BISS достигнуто за счет изменения конструкции зоны эмиттера, изображенной на рис. 1.

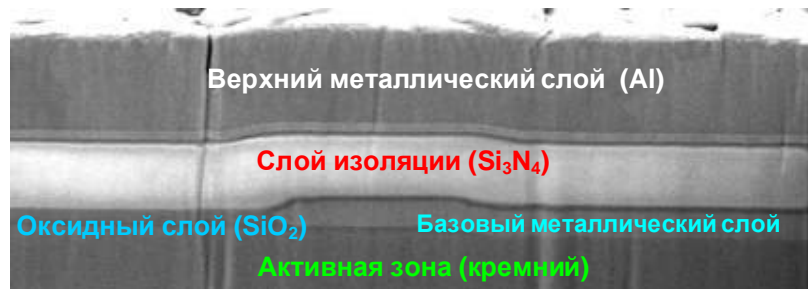


Рисунок 1. Зона эмиттера транзистора BISS в разрезе

Здесь показано, что, по сравнению с традиционными биполярными транзисторами (ТБТ), в транзисторах BISS зона эмиттера максимально увеличена и максимально (даже двухслойно) металлизирована. Благодаря этому, ток эмиттера распределен более равномерно по всей зоне и уменьшено омическое сопротивление. В результате, в транзисторах BISS обеспечено значительное уменьшение напряжения V_{CEsat} насыщения коллектор-эмиттер. На рис. 2 приведена зависимость напряжения V_{CEsat} от тока I_C коллектора для трех поколений транзисторов BISS компании NXP Semiconductors.

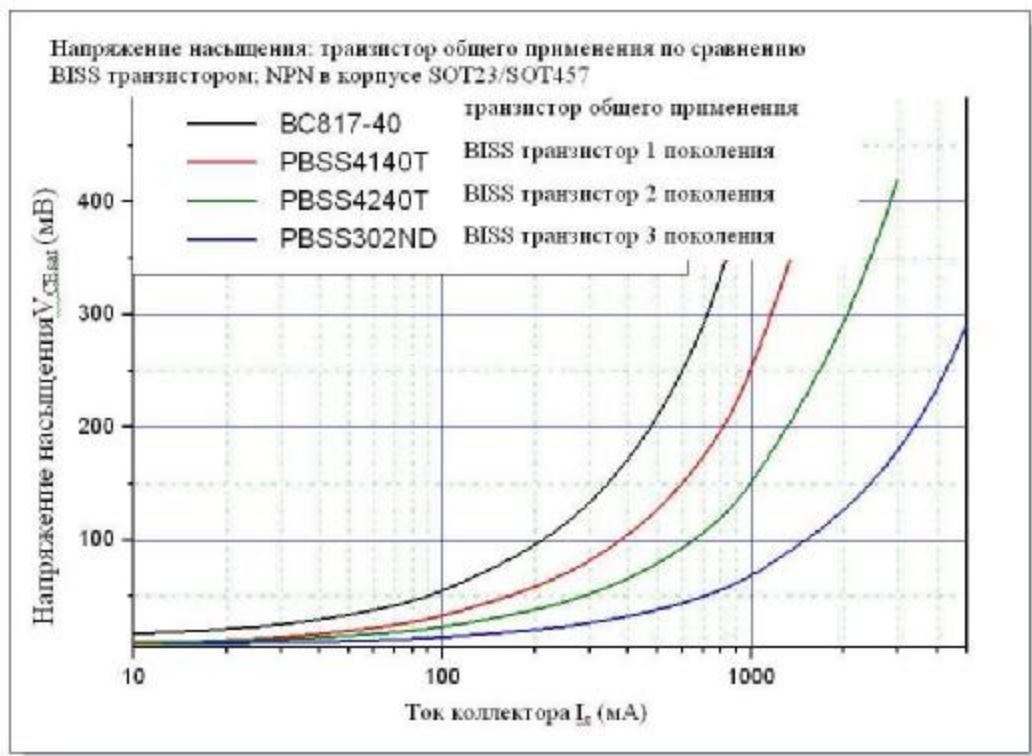


Рисунок 2. Зависимость $V_{CEsat} = f(I_C)$ у транзисторов ТБТ и BISS

По кривым на рис. 2 легко определить, что, например, при токе 1000 мА напряжение насыщения транзистора BISS типа PBSS302ND почти в 8 раз меньше аналогичного напряжения транзистора ТБТ BC817-40. Вследствие этого в транзисторах BISS существенно уменьшается мощность рассеяния и, соответственно, температура кристалла, то есть появляется возможность

либо уменьшить габариты (корпус), либо при тех же габаритах увеличить мощность, передаваемую транзистором в нагрузку, либо увеличить максимально допустимую температуру транзистора.

Кроме того, благодаря особому выполнению зоны эмиттера, у транзисторов BISS не только понижается температура, но и существенно уменьшается градиент ее распределения по корпусу. Это обстоятельство наглядно продемонстрировано на рис. 3, где приведены результаты измерений теплового состояния тех же сравниваемых транзисторов.

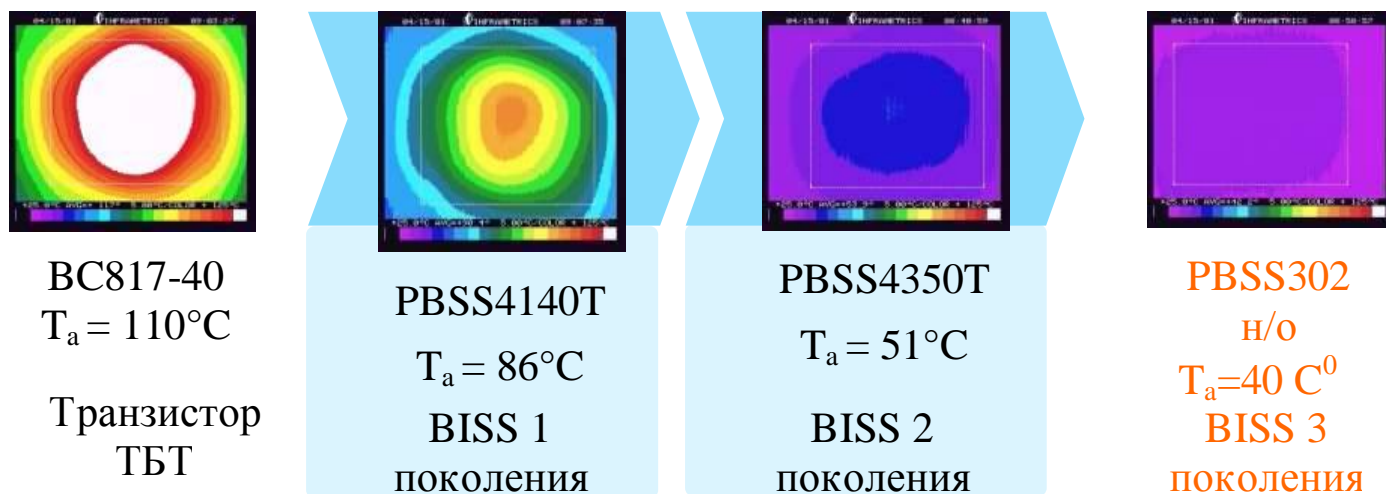


Рисунок 3. Распределение тепла на поверхности корпуса транзистора ТБТ и BISS

Отсюда следует, что в транзисторах BISS устранены зоны локального перегрева, то есть существенно улучшен тепловой режим, в результате чего значительно повышена надежность.

Транзисторы BISS применяются в диапазоне коллекторных токов до 10 А при напряжении коллектор - эмиттер до 100 В и отличаются от транзисторов ТБТ более низким напряжением насыщения, значительно меньшими габаритами, расширенным температурным диапазоном и более высокой степенью надежности.

Обобщим преимущества применения транзисторов BISS по сравнению с транзисторами ТБТ:

- уменьшение напряжения насыщения - в 8 раз;
- уменьшение мощности рассеяния;
- увеличение допустимой нагрузки по току коллектора;
- увеличение коэффициента передачи по току;
- увеличение надежности;
- повышение допустимой температуры окружающей среды;
- снижение энергопотребления, отсюда - увеличение времени функционирования автономных устройств на аккумуляторных батареях;
- снижение затрат на изготовление и эксплуатацию устройств;
- уменьшение площади печатных плат и габаритов устройств.

Рассмотрим преимущества использования транзисторов BISS взамен ТБТ в наиболее распространенных схемах.

Инвертор и эмиттерный повторитель

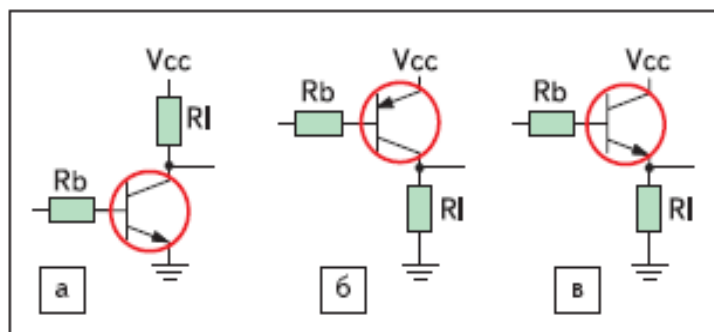


Рисунок 4. Основные каскады транзисторов:
а, б) инверторы; в) эмиттерный повторитель

На рис. 4 изображены основные каскады транзисторов: инверторы и эмиттерный повторитель.

В зависимости от уровня входного напряжения транзистор в схеме инвертора (рис. 4а или рис. 4б) может находиться в режиме усиления или в режиме насыщения. В режиме усиления транзисторы BISS отличаются большим, чем в ТБТ, коэффициентом усиления по току, поэтому режим насыщения в транзисторах BISS наступает при меньшем базовом токе, а

напряжение насыщения коллектор - эмиттер имеет меньшее, чем в ТБТ, значение. Инверторы, построенные на транзисторах BISS, обладают всеми перечисленными выше преимуществами.

В схеме с эмиттерным повторителем (рис. 4в) выходное (то есть эмиттерное) напряжение примерно равно напряжению на базе. Поскольку коэффициент усиления по напряжению схемы примерно равен 1, то характеристики эмиттерного повторителя могут быть улучшены только за счет высокого коэффициента усиления по току и высокого значения выходного тока коллектора транзистора BISS.

Управление электропитанием

Конвертор постоянного тока

Конверторы постоянного тока предназначены для преобразования значений постоянного напряжения на входе и выходе (DC/DC конвертеры). Они широко используются для обеспечения питанием электронных устройств различной мощности: от милливатт (мобильные телефоны и PDA) до многих киловатт.

На рис. 5 показаны три типичные схемы конвертеров: повышающий или понижающий напряжение (рис. 5а), понижающий напряжение (рис. 5б) и повышающий напряжение (рис. 5в). Преобразование напряжения основано на том, что по командам от контроллера изменяется интервал времени, в течение которого основной (проходной) транзистор находится в состоянии «открыт/закрыт», в результате чего изменяется среднее значение напряжения на выходе конвертера.

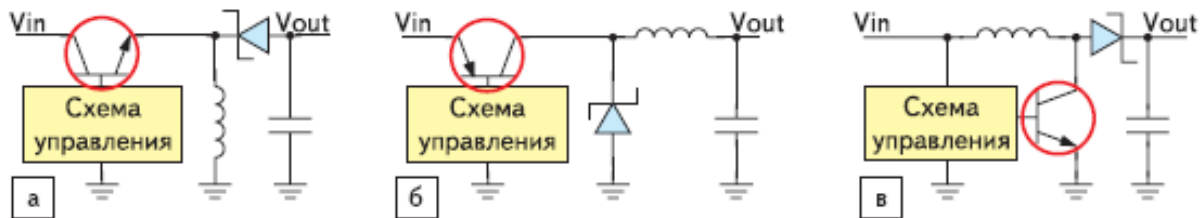


Рисунок 5. Схемы конвертеров постоянного тока

Эффективность конвертеров постоянного тока зависит от статических и динамических параметров проходного транзистора, функционирующего в режиме переключения. По своим характеристикам транзисторы BISS наилучшим образом подходят для применения в качестве проходных транзисторов конвертеров, в которых они обеспечивают увеличение КПД преобразования, уменьшение мощности рассеяния тепла, увеличение срока службы и, в конечном счете, защиту окружающей среды.

Кроме рассмотренных схем конвертеров, транзисторы BISS применяются в низковольтных конвертерах обратного хода и в двухтактных конвертерах.

Комплементарный драйвер

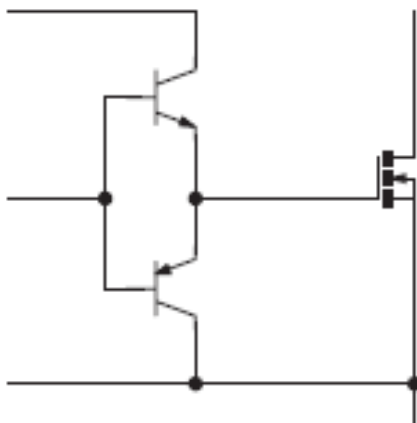


Рисунок 6. Комплементарный драйвер

это важные критерии при выборе типа транзисторов. Именно в таком драйвере транзисторы BISS обладают существенными преимуществами перед другими транзисторами.

Комплементарный драйвер (табл. 1, рис. 6) представляет собой эмиттерный повторитель, построенный на комплементарной (взаимодополняющей) паре транзисторов разного типа проводимости. Этот драйвер используется в различных устройствах, в том числе в конвертерах постоянного тока для управления КМОП-ключами. Главная задача такого драйвера: заряжать и разряжать емкость управляющего электрода с максимальным быстродействием (при допустимых токах), чтобы минимизировать потери на переключение. Кроме того, комплементарный драйвер снимает часть нагрузки со схемы управления. Высокий коэффициент усиления по постоянному току при максимальном токе коллектора и высокая нагрузочная (пиковая) способность коллектора -

Если кросс-проводимость является проблемой, то между эмиттером NPN-транзистора и затвором КМОП-транзистора устанавливается низкоомный резистор. Он не влияет на закрывание транзистора, но задерживает открывание.

Таблица 1. Транзисторы BISS для комплементарных драйверов		
тип	упаковка	описание
PBSS4140T / PBSS5140T	SOT23	одиночный, 1 А
PBSS4140DPN	SOT457 (SC-74)	сдвоенный, 1 А
PBSS2515YPN	SOT363 (SC-88)	сдвоенный, 0,5 А
PBSS2515VPN	SOT666	сдвоенный, 0,5 А
PBSS4140S / PBSS5140S	SOT54 (TO-92)	одиночный, 1 А
PMBT2222A / PMBT2907A*	SOT23	одиночный, 0,6 А
* - не BISS транзисторы, только ссылка		

Выключатель цепи питания

В автономных, а также в мобильных устройствах, питание которых осуществляется от аккумуляторной батареи (например, в ноутбуках), необходимы выключатели цепей питания секций, не участвующих в информационном процессе. В результате удается значительно увеличить ресурс батареи.

Таблица 2. Транзисторы BISS для выключателя цепи питания

Тип	корпус	Описание
PBSS3515VS	SOT666	сдвоенный, 0,5 А
PBSS5140V	SOT666	одиночный, 1 А
PBSS5140T	SOT23	одиночный, 1 А
РЕМН-серии	SOT666	сдвоенный, RET*
PDTC-серии	разные	одиночный RET*
* - транзистор со встроенным резистором		

транзистора со встроенным резистором (RET) РЕМНх. Оба транзистора размещены в ультракомпактном корпусе типа SOT666. По сравнению с транзисторами ТБТ, транзисторы BISS занимают значительно меньшую площадь печатной платы и имеют более высокую надежность и эффективность.

Для того чтобы уменьшить потери энергии при переключении, необходимо, чтобы падение напряжения на переключателе, то есть напряжение насыщения транзистора, было минимальным.

На рис. 7 показано экономичное и компактное решение этой задачи с использованием сдвоенного BISS-

транзистора PBSS3515VS и сдвоенного

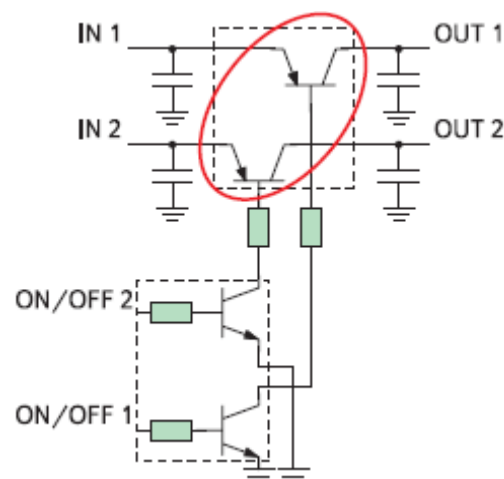


Рисунок 7. Сдвоенный выключатель цепи питания

Интегральный регулятор напряжения

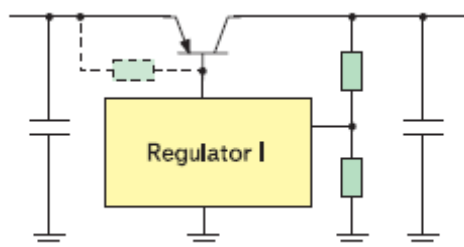


Рисунок 8. Линейный регулятор напряжения

При использовании транзисторов BISS в линейном регуляторе напряжения (рис. 8) с интегральными микросхемами (например, типа MAX687, LT1123 или ADM666A) удастся увеличить допустимую нагрузку по выходному току, увеличить коэффициент усиления по току управления и значительно уменьшить падение напряжения между входом и выходом.

Обычно, при токе 0,1 А падение напряжения на транзисторе составляет 55 мВ, а при токе 1 А - 140 мВ. Благодаря тому, что вертикальный транзистор обладает большим коэффициентом усиления по току, требуется меньший управляющий (базовый) ток. Так, например, для транзистора PBSS5240T при $I_C = 1$ А, $I_B = 3,45$ мА.

Таким образом, как показано в таблице 3, эффективность регулятора с транзисторами BISS возрастает с 80 до 95%.

Таблица 3. Эффективность регуляторов напряжения		
	Стандартный	С низким напряжением
V_{out} , В	3,3	
I_{out} , А	1,0	
P_{out} , Вт	3,3	
V_{drop} , В	1,0	0,1
P_{in} , Вт	4,3	3,4
η , %	77	97

Рекомендуемые типы указаны в таблице 4.

Таблица 4. Транзисторы BISS для регуляторов напряжения		
Тип	Корпус	Описание
PBSS5540Z	SOT223 (SC-73)	одиночный, 5 А, 2 Вт
PBSS5350Z	SOT223 (SC-73)	одиночный, 3 А, 2 Вт
PBSS5340D	SOT457 (SC-74)	одиночный, 3 А, 0,75 Вт
PBSS5350S	SOT54 (TO-92)	выводной, 3 А, 0,83 Вт

Зарядное устройство батареи

Таблица 5. Транзисторы BISS для зарядного устройства		
Тип	Корпус	Описание
PBSS5540Z	SOT223 (SC-73)	одиночный, 5 А, 2 Вт
PBSS5350Z	SOT223 (SC-73)	одиночный, 3 А, 2 Вт
PBSS5340D	SOT457 (SC-74)	одиночный, 3 А, 0,75 Вт
PBSS5350S	SOT54 (TO-92)	выводной, 3 А, 0,83 Вт

Таблица 6. Параметры транзисторов ТБТ и BISS для зарядного устройства		
Транзистор	ТБТ	BISS
Тип транзистора (корпус)	BD434 (TO-126)	PBSS5350S (TO-92)
U_{max} коллектор-эмиттер, В	22	50
$I_{C\ max}$, А	4	3
Мин. коэфф. усиления по току при $I_C=2$ А	50	100
U_{max} насыщения при $I_C=2$ А, В	0,5	0,3

Для многих интегральных схем необходим внешний дискретный выходной каскад, обеспечивающий управление токами порядка 10 А. Транзисторы BISS (табл. 5, 6), обладающие низким напряжением насыщения, высоким коэффициентом усиления и высокой нагрузочной способностью по току, наилучшим образом подходят для таких устройств.

На рис. 10 показано подключение транзистора BISS к микросхеме мониторинга состояния и быстрой зарядки NiCd и NiMn батарей TEA1104 фирмы NXP (www.nxp.com). Если в выходном каскаде использовать транзистор BISS вместо рекомендованного в спецификации TEA1104 транзистора BD434, то можно существенно уменьшить габариты зарядного устройства.

Следует заметить, что регуляторы с низким падением напряжения более чувствительны к емкости нагрузки. Эта зависимость возникает из-за операции инвертирования, которую выполняет проходной PNP транзистор.

Регулятор с низким падением напряжения можно построить по схеме рис. 9 с таким же улучшением параметров проходного транзистора, как и указано ранее.

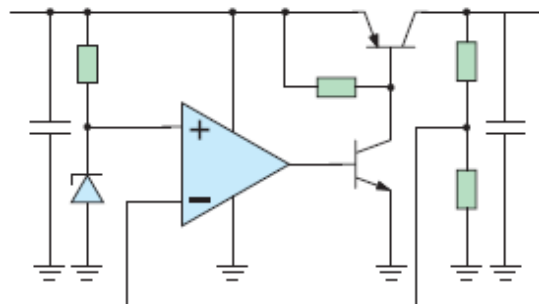


Рисунок 9. Регулятор с низким падением напряжения

В современных зарядных устройствах батарей применяются прогрессивные технические решения: непрерывное измерение напряжения батареи, измерение тока зарядки, а также температуры. Эти решения можно выполнить с помощью контроллеров и интегральных схем.

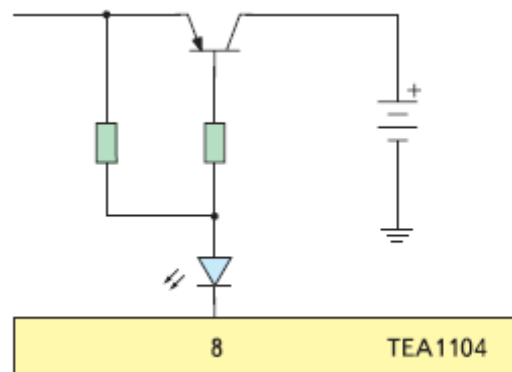


Рисунок 10. Выходной каскад зарядного устройства

Устройство питания экономичных люминесцентных ламп

Для питания люминесцентной лампы с холодным катодом (CCFL) необходим источник высокого напряжения. Альтернативой балластному драйверу UBA2070 компании NXP является двухтактный конвертор, показанный на рис. 11. Схема содержит микросхему управления (например, UCC3973, LT1172, MAX1610), резонансный двухтактный каскад и высоковольтный каскад. Для повышения эффективности схемы в качестве транзисторов двухтактного каскада целесообразно применять транзисторы BISS (табл. 7).

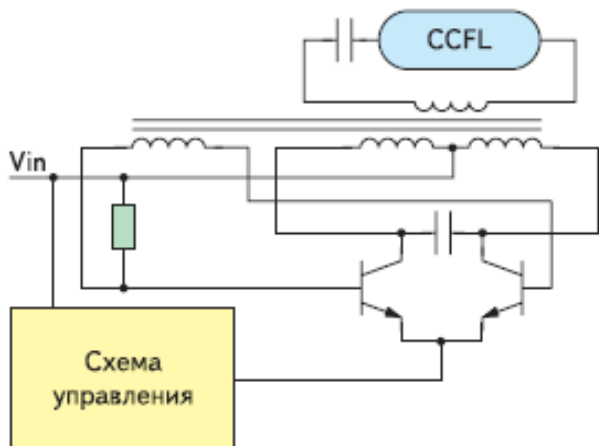


Рисунок 11. Резонансная двухтактная схема питания экономичной люминесцентной лампы

Таблица 7. Транзисторы BISS для экономичных люминесцентных ламп

Тип	Корпус	Описание
PBSS4140U	SOT323	одиночный, 1 А
PBSS4140T	SOT23	одиночный, 1 А
PBSS4240T	SOT23	одиночный, 2 А
PBSS4140S	SOT54 (TO-92)	выводной, 1 А

Периферийный драйвер

Простой драйвер нагрузки

Для переключения больших токов в реле, лампах и двигателях используются транзисторы в схемах инвертора или эмиттерного повторителя (рис. 4). Благодаря высокой нагрузочной способности по току коллектора и высокому коэффициенту усиления по току, в таких устройствах целесообразно применять транзисторы BISS. Кроме того, в низковольтных схемах для обеспечения эффективной передачи энергии в нагрузку необходимо использовать транзисторы BISS, имеющие пониженное напряжение насыщения коллектор - эмиттер.

Так, например, при использовании транзистора BISS типа PBSS4350T в схеме с напряжением питания 3 В, напряжение на нагрузке составляет 2,9 В. При использовании в этой же схеме транзистора ТБТ типа BC817 напряжение составляет 2,3 В.

Известно, что входное сопротивление эмиттерного повторителя высоко, то есть является пренебрежимо малой нагрузкой для источника. Выходное сопротивление эмиттерного повторителя - низкое, что облегчает согласование с нагрузкой. Если нагрузка индуктивна, то для защиты транзистора от избыточного напряжения применяется шунтирующий диод.

Драйвер матрицы светодиодов

На рис. 12 показана выходная часть светодиодного дисплея, которая используется в больших графических дисплеях и в дисплеях типа «бегущая строка». Выходная часть может содержать сотни светодиодов, для которых требуется множество линий управления, если каждым светодиодом управлять по отдельности. Современное решение состоит в том, что светодиоды объединены в матрицу, при управлении которой удастся значительно сократить число требуемых драйверов и проводов.

Каждый светодиод матрицы питается импульсным током. Для обеспечения того же среднего значения, которое было бы при питании постоянным током, значение тока в импульсе должно быть увеличено с учетом скважности: $I_{\text{pulse}} = I_{\text{cont}} / \text{цикл}$. Например, если постоянный ток в столбце из 25 светодиодов должен составлять 20 мА, то при рабочем цикле 4% ток в импульсе должен составлять 500 мА.

Для использования преимуществ матричной конфигурации требуются транзисторы с высокой нагрузочной способностью по току. Каждый транзистор драйвера столбца должен выдерживать импульсный ток, равный 500 мА, и каждый драйвер строки должен выдерживать импульсный ток, равный $n \times 500$ мА, где n — число рядов.

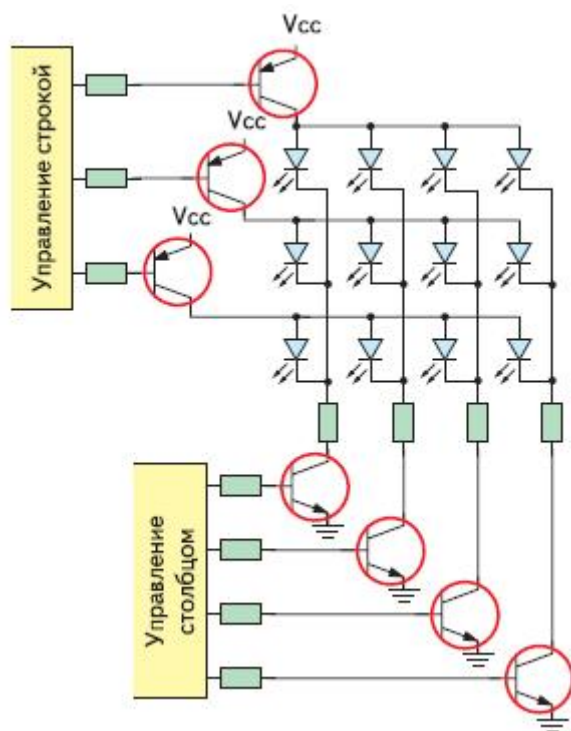


Рисунок 12. Транзисторы BISS в схеме управления матрицей светодиодов

Кроме того, поскольку транзисторы управляются стандартной логической схемой с ограниченной нагрузочной способностью по току, важно, чтобы транзистор имел высокий коэффициент усиления по току, как в транзисторах BISS. Например, при токе базы 1,7 мА обеспечивается насыщение транзистора BISS типа PBSS4350T при токе коллектора $I_C = 500$ мА.

В связи с тем, что логические элементы не могут обеспечить управление базовым током 100 мА, для драйвера строки требуется дополнительный буфер на транзисторах ТБТ, на парах транзисторов (например, BC847BS), на транзисторах с дополнительным резистором (например, RET) или на парах транзисторов с дополнительными резисторами.

В том случае, когда напряжение питания составляет 5 В, большое значение имеет величина напряжения насыщения транзистора, так как напряжения насыщения транзисторов драйверов столбца и строки суммируются.

В таблице 8 для сравнения приведены характеристики транзисторов ТБТ и BISS, которые используются в таких схемах.

Таблица 8. Характеристики транзисторов ТБТ и BISS для матрицы светодиодов				
Функции	Транзисторы ТБТ		Транзисторы BISS	
	Драйвер столбца	Драйвер строки	Драйвер столбца	Драйвер строки
Транзисторы (корпус)	BC817-40 (SOT23)	BDP32 (SOT223)	PBSS4350T (SOT23)	PBSS5540Z (SOT223)
U_{\max} коллектор-эмиттер, В	45	45	50	40
Импульсный ток коллектора I_C , А	0,5	5	0,5	5
Минимальный коэффициент усиления по току	40	20 (тип.)	300	50
Ток базы, необходимый для насыщения, мА	<12,5	250	<1,7	<100
U_{\max} насыщения, В	0,7 +	>1	0,09 +	0,375
Результирующее падение напряжения, В	1,7		<0,435	

Драйверы двигателей

На рис. 13 показана схема управления 4-фазным шаговым двигателем, который используется, например, в сканерах, копирах и в некоторых устройствах автомобилей. На рис. 14 показана

Таблица 9. Транзисторы BISS для драйверов двигателей		
Тип	Корпус	Описание
PBSS2515VS	SOT666	сдвоенный, 0,5 А
PBSS4350D / PBSS5350D	SOT457 (SC-74)	одиночный, 3 А
PBSS4540Z / PBSS5540Z	SOT223 (SC-73)	одиночный, 5 А
PBSS4140S / PBSS5140S	SOT54 (TO-92)	выводной, 1 А
PBSS4350S / PBSS5350S	SOT54 (TO-92)	выводной, 3 А

управления двигателей.

мостовая схема управления реверсивным двигателем. В таких схемах с помощью дискретных биполярных транзисторов осуществляется согласование стандартных интегральных микросхем (контроллеров) с цепями

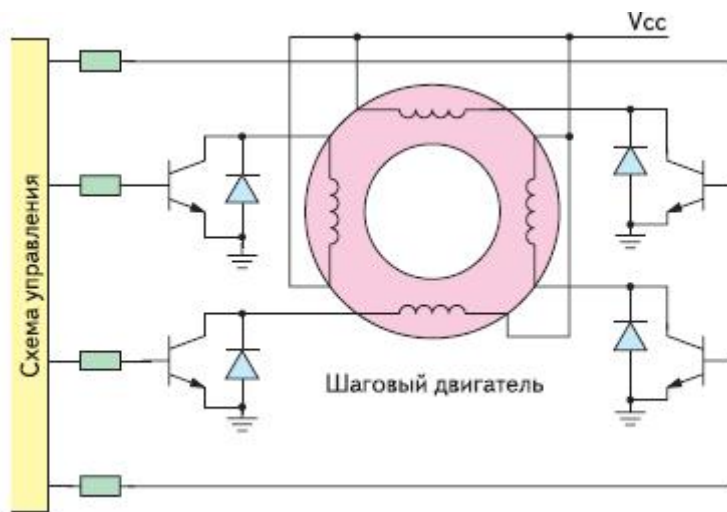


Рисунок 13. Драйвер управления 4-фазного шагового двигателя

При использовании транзисторов BISS, обладающих низким напряжением насыщения, повышается эффективность драйвера двигателя, особенно при низком напряжении питания. Это важно, поскольку значения напряжения насыщения транзисторов (рис. 14) суммируются.

Кроме того, в связи с уменьшенной мощностью рассеяния можно использовать транзисторы BISS в маленьких и дешевых корпусах, например SOT457/SC-74 вместо SOT223/SC-73.

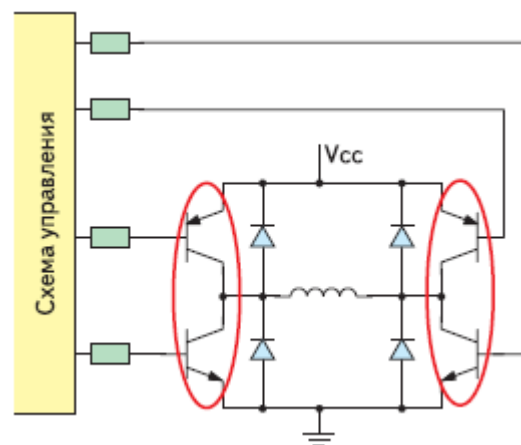


Рисунок 14. Мостовой драйвер двигателя

Таблица 10. Транзисторы ТБТ и BISS для мостовых схем				
	Транзисторы ТБТ		транзисторы BISS	
Полярность	NPN	PNP	NPN	PNP
Транзистор (корпус)	BC817-40 (SOT23)	BC807-25 (SOT23)	PBSS4350T (SOT23)	PBSS5350T (SOT23)
U_{\max} коллектор-эмиттер, В	45		50	
Импульсный ток коллектора I_C , А	0,5		0,5	
Минимальный коэффициент усиления по току	40	40	300	200
Ток базы, необходимый для насыщения, мА	<12,5	<12,5	<1,7	<2,5
U_{\max} насыщения, В	0,7 +	0,7	0,09 +	0,09
Падение напряжения, В	<1,4		<0,18	

Вывод

При использовании транзисторов BISS (табл. 11, 12, 13, 14, 15 рис. 15) взамен традиционных биполярных транзисторов удастся реализовать следующие преимущества:

1. Повышается эффективность схемы, благодаря уменьшению напряжения насыщения коллектор - эмиттер.
2. Уменьшается мощность рассеяния, увеличивается допустимая окружающая температура.
3. Увеличивается коэффициент усиления по току, увеличивается допустимый ток коллектора.
4. Уменьшаются габариты, снижается стоимость изделий.

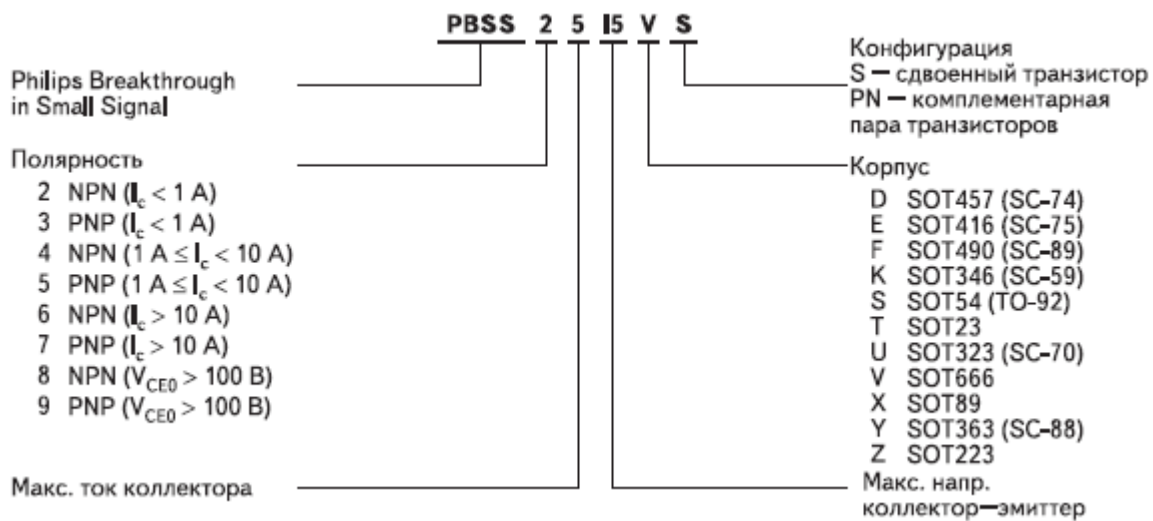






Рисунок 15. Маркировка транзисторов BISS

Таблица 11. Двойные транзисторы BISS

V _{CEO} (V)	I _C (A)	Полярность	H _{fe} min			V _{CEsat} tip (mV) @ I _C =0.5(A) I _B =0.05(A)	V _{CEsat} max (mV)			Тип	Корпус	Вид
				@ I _C (A)	@ V _{CE} (V)			@ I _C (A)	@ V _B (V)			
15	0.5	2xPNP	200	0.01	2	170*	250	0.5	0.05	PBSS351VS	SOT666	
		NPN/PNP								PBSS251VPN		
		2xNPN								PBSS251VS		
15	0.5	NPN/PNP	200	0.01	2	170*	250	0.5	0.05	PBSS251YPN	SOT363 (SC-88)	
40	1	NPN/PNP	300/250	0.5	5	130/150	500	1	0.1	PBSS4140DPN	SOT457 (SC-74)	
	2	NPN/PNP	300/250			80/100	400/530	2	0.2	PBSS4240DPN		
60	1	2xNPN	200	0.5	5	115	250	1	0.1	PBSS4160DS		
		2xPNP	150			120	330			PBSS5160DS		
		NPN/PNP	200/150			115/120	250/330			PBSS4160DPN		
50		2xNPN	300	0.5	2	50	340	2.7	0.27	PBSS4350SS	SOT96 (SO8)	
		2xPNP	200			60	370			PBSS5350SS		
		NPN/PNP	300/200			50/60	340/370			PBSS4350SPN		

* I_C= 0.5(A); I_B=0.025(A)

Таблица 12. Ключевые транзисторы BISS





Вид							
Корпус				SOT96 (SO8)	SOT457 (SC-74)	SOT363 (SC-88)	SOT666
P _{ТОТ} (mW)				1500	600	300	300
V _{CEO} (V)	I _C (A)	V _{CEsat} max (mV) @ I _C = 0.5(A)	R1, R2 (кОм)				
15	0.5	250	2.2			PBLS1501Y	PBLS1501V
			4.7			PBLS1502Y	PBLS1502V
			10			PBLS1503Y	PBLS1503V
			22			PBLS1504Y	PBLS1504V
40	0.5	350	2.2			PBLS4001Y	PBLS4001V
			4.7			PBLS4002Y	PBLS4002V
			10			PBLS4003Y	PBLS4003V
			22			PBLS4004Y	PBLS4004V
			47			PBLS4005Y	PBLS4005V
20	1	150	2.2		PBLS2001D		
			4.7		PBLS2002D		
			10		PBLS2003D		
			22		PBLS2004D		
40	1	170	2.2		PBLS4001D		
			4.7		PBLS4002D		
			10		PBLS4003D		
			22		PBLS4004D		
			47		PBLS4005D		
60	1	180	2.2		PBLS6001D		
			4.7		PBLS6002D		
			10		PBLS6003D		
			22		PBLS6004D		
			47		PBLS6005D		
20	3	75	2.2	PBLS2001S			
			4.7	PBLS2002S			
			10	PBLS2003S			














Таблица 13. Высоковольтные транзисторы BISS						
Вид						
Корпус				SOT23	SOT89 (SC-62)	SOT223 (SC-73)
P _{ТОТ} (mW)				250	1300	1700
	V _{CESM} (V)	V _{CEO} (V)	I _C (A)			
NPN	-	150	1	PBHV8115T	PBHV8115X	PBHV8115Z
	-	400	0.3	PMBTA44		
	500	400	0.5	PBHV8540T	PBHV8540X	PBHV8540Z
PNP	-	150	1	PBHV9115T	PBHV9115X	PBHV9115Z
	500	400	0.25	PBHV9040T	PBHV9040X	PBHV9040Z

Таблица 14. Транзисторы BISS с низким напряжением насыщения (NPN)														
V _{CEO} (V)	I _C (A)	I _{CM} (A)	Тип	H _{fe} min/tip	@ I _C (A)	@ V _{CEO} (V)	R _{CEsat} tip (mOm) @ I _C =max I _C /I _B =10	V _{CEsat} tip (mV) @ I _C =0.5(A) I _B =0.05(A)	V _{CEsat} max (mV)	@ I _C max (A)	@ I _B (A)	P _{ТОТ} (mW)	Корпус	Вид
40	1	2	PBSS4140S	300/-	0.5	5	230	120	500	1	0.1	830	SOT54 (TO-92)	
50	3	5	PBSS4350S	200/-	0.5	2	100	-	290	2	0.2			
100	1	3	PBSS8110S/AS	150/-	0.25	10	165	<110	200	1	0.1			
15	0.5	1	PBSS2515M	200/-	0.01	2	360	-	250	0.5	0.05	250	SOT883 (SC-101)	
40	0.5	1	PBSS2540M	200/-	0.01	2	380	-	250	0.5	0.05			
20	2	4	PBSS4220V	220/-	0.5	2	150	70	400	2	0.2	500	SOT666	
40	1	3	PBSS4140V	300/-	0.5	5	150	70	190	1	0.1			
40	2	3	PBSS4240V	300/-	0.5	5	150	70	400	2	0.2			
60	1	2	PBSS4160V	200/-	0.5	5	200	110	250	1	0.1			
15	0.5	1	PBSS2515E	150/-	0.1	2	300	205	250	0.5	0.05	250	SOT416 (SC-75)	
40	0.5	1	PBSS2540E	100/-	0.1	2	380	305	250	0.5	0.05			

40	2	3	PBSS4240Y	300/-	0.5	2	120	70	320	2	0.2	430	SOT363 (SC-88)	
100	1	3	PBSS8110Y	150/-	0.25	10	160	300	200	1	0.1			
40	1	2	PBSS4140U	300/-	0.5	5	240	120	500	1	0.1	350	SOT323 (SC-70)	
60	1	2	PBSS4160U	200/420	0.5	5	230	120	280	1	0.1			
60	1	2	PBSS4160K	200/420	0.5	5	230	120	280	1	0.1	350	SOT346 (SC-59)	
20	1	3	PBSS4120T	350/470	0.1	2	-	-	250	1	0.05	480	SOT23	
20	2	5	PBSS4320T	220/-	0.5	2	80	45	310	3	0.3			
30	1	3	PBSS4130T	300/450	0.5	2	-	-	270	1	0.05			
30	2	3	PBSS4230T	300/450	0.5	2	120	70	320	2	0.2			
40	1	2	PMMT491A	300/-	0.5	5	230	120	500	1	0.1			
40	1	2	PBSS4140T	300/-	0.5	5	240	130	500	1	0.1			
40	2	3	PBSS4240T	300/450	0.5	2	120	70	320	2	0.2			
50	2	5	PBSS4350T	300/-	0.5	2	100	60	260	2	0.2			
60	1	2	PBSS4160T	200/350	0.5	5	200	110	250	1	0.1			
100	1	3	PBSS8110T	150/-	0.25	10	165	-	200	1	0.1			
20	4	15	PBSS301ND	300/-	0.5	2	50	30	280	4	0.4	750	SOT457 (SC-74)	
40	4	15	PBSS302ND	300/-	0.5	2	55	35	300	4	0.4			
50	3	5	PBSS4350D	200/-	0.5	2	110	65	290	2	0.2			
60	3	6	PBSS303ND	345/-	0.5	2	65	40	260	3	0.3			
80	3	6	PBSS304ND	240/-	0.5	2	67	40	255	3	0.3			
100	1	3	PBSS8110D	150/-	0.25	10	160	70	200	1	0.1			
100	3	4	PBSS305ND	170/-	0.5	2	72	45	360	4	0.4			
12	5.3	10.6	PBSS301NX	300/-	0.5	2	27*	18	200	5.3	0.265	1650	SOT89 (SC-62)	
20	3	5	PBSS4320X	220/-	0.5	2	85	45	310	3	0.3			
20	5	10	PBSS4520X	300/-	0.5	2	32	35	220	5	0.5			
20	5.3	10.6	PBSS302NX	300/570	0.5	2	27*	20	200	5.3	0.265			
30	3	5	PBSS4330X	300/-	0.5	2	80	45	300	3	0.3			
30	5.1	10.2	PBSS303NX	300/480	0.5	2	30*	20	220	5.1	0.255			
40	4	10	PBSS4540X	300/-	0.5	2	40	21	355	5	0.5			
50	2	5	PBSS4250X	300/-	0.5	2	-	<90	320	2	0.2			
50	3	5	PBSS4350X	300/-	0.5	2	75	50	370	3	0.3			













60	4.7	9.4	PBSS304NX	300/-	0.5	2	37*	25	245	4.7	0.235			
80	4	10	PBSS4480X	250/-	0.5	2	43*	25	230	4	0.2			
80	4.6	9.2	PBSS305NX	300/-	0.5	2	37*	25	240	4.6	0.23			
100	1	3	PBSS8110X	150/-	0.25	10	165	40	200	1	0.1			
100	4.5	9	PBSS306NX	200/-	0.5	2	38*	27	245	4.5	0.225			
12	5.8	11.6	PBSS301NZ	300/530	0.5	2	29*	18	235	5.8	0.29	1700	SOT223 (SC-73)	
20	5.8	10.2	PBSS302NZ	300/570	0.5	2	30*	20	250	5.8	0.29			
30	5.5	11	PBSS303NZ	300/480	0.5	2	31*	275	240	5.5	0.275			
40	5	10	PBSS4540Z	300/500	0.5	2	42	50	355	5	0.5			
50	3	5	PBSS4350Z	200/-	0.5	2	110	-	290	2	0.2			
60	5.2	10.4	PBSS304NZ	300/520	0.5	2	39*	200	280	5.2	0.26			
80	5.1	10.2	PBSS305NZ	300/470	0.5	2	38*	190	270	5.1	0.255			
100	1	3	PBSS8110Z	150/-	0.25	1	160	73	200	1	0.1			
100	5.1	10.2	PBSS306NZ	220/330	0.5	2	43*	215	300	5.1	0.255			
* I _C /I _B =20														

Таблица 15. Транзисторы BISS с низким напряжением насыщения (PNP)

V_{CEO} (V)	I_C (A)	I_{CM} (A)	Тип	H_{fe} min/tip	@ I_C (A)	@ V_{CEO} (V)	R_{CEsat} tip (mOm) @ I_C max $I_C/I_B=10$	V_{CEsat} tip (mV) @ $I_C=0.5(A)$ $I_B=0.05(A)$	V_{CEsat} max (mV)	@ I_C max (A)	@ I_B (A)	P_{TOT} (mW)	Корпус	Вид
40	1	2	PBSS5140S	250/-	0.5	5	150	150	500	1	0.1	830	SOT54 (TO-92)	
50	3	5	PBSS5350S	200/-	0.5	2	120	80	300	2	0.2			
100	1	3	PBSS9110S/AS	150/-	0.25	5	170	100	320	1	0.1			
15	0.5	1	PBSS3515M	200/-	0.01	2	300	150	250	0.5	0.05	250	SOT883 (SC-101)	
40	0.5	1	PBSS3540M	200/-	0.01	2	440	220	350	0.5	0.05			
20	2	4	PBSS5220V	220/440	0.1	2	135	75	390	2	0.2	500	SOT666	
40	1	2	PBSS5140V	300/-	0.1	5	200	120	310	1	0.1			

40	1.8	3	PBSS5240V	300/-	0.1	5	185	100	530	2	0.2			
60	1	2	PBSS5160V	150/250	0.5	5	220	120	330	1	0.1			
15	0.5	1	PBSS3515E	200/-	0.01	2	300	130	250	0.5	0.05	250	SOT416 (SC-75)	
40	0.5	1	PBSS3540E	200/-	0.01	2	440	230	350	0.5	0.05			
40	2	3	PBSS5240Y	300/-	0.1	2	-	-	350	2	0.2	430	SOT363 (SC-88)	
100	1	3	PBSS9110Y	150/-	0.25	5	170	93	320	1	0.1			
40	1	2	PBSS5140U	300/-	0.1	5	230	130	500	1	0.1	350	SOT323 (SC-70)	
60	1	2	PBSS5160U	150/250	0.5	5	255	135	340	1	0.1			
60	1	2	PBSS5160K	150/250	0.5	5	255	135	340	1	0.1	350	SOT346 (SC-59)	
20	1	2	PBSS5120T	300/450	0.1	2	-	<125	250	1	0.05	480	SOT23	
20	2	3	PBSS5220T	225/-	0.5	2	-	<80	225	2	0.2			
20	2	3	PBSS5320T	220/-	0.5	2	75	50	210	2	0.2			
30	1	3	PBSS5130T	260/350	0.5	2	-	<110	225	1	0.05			
30	2	3	PBSS5230T	300/450	0.1	2	-	80	350	2	0.2			
40	1	2	PMMT591A	300/800	0.1	5	250	130	500	1	0.1			
40	1	2	PBSS5140T	300/-	0.1	5	230	150	500	1	0.1			
40	2	3	PBSS5240T	300/450	0.1	2	150	80	350	2	0.2			
50	2	3	PBSS5250T	200/-	0.5	2	-	<90	300	2	0.1			
50	2	5	PBSS5350T	200/-	0.5	2	90	55	270	2	0.2			
60	1	2	PBSS5160T	150/250	0.5	5	220	120	330	1	0.1			
100	1	3	PBSS9110T	150/-	0.5	5	170	95	320	1	0.1			
20	4	15	PBSS301PD	250/400	0.5	2	50	35	280	4	0.4	750	SOT457 (SC-74)	
20	3	5	PBSS5320D	200/-	0.5	2	85	<80	400	3	0.3			
40	4	15	PBSS302PD	200/-	0.5	2	55	46	300	4	0.4			
50	3	5	PBSS5350D	200/-	0.5	2	120	70	300	2	0.2			
60	3	6	PBSS303PD	180/265	0.5	2	70	55	290	3	0.3			
80	3	5	PBSS304PD	155/225	0.5	2	71	55	29	3	0.3			
100	1	3	PBSS9110D	150/-	0.5	5	170	100	320	1	0.1			

100	2	3	PBSS305PD	175/275	0.5	2	88	6	250	2	0.2	1650	SOT89 (SC-62)	
12	5.3	10.6	PBSS301PX	250/400	0.5	2	28*	20	210	5.3	0.265			
20	3	5	PBSS5320X	220/-	0.5	2	90	50	300	3	0.3			
20	5	10	PBSS5520X	300/430	0.5	2	34	45	270	5	0.5			
20	5.1	10.2	PBSS302PX	250/370	0.5	2	32*	25	230	5.1	0.255			
30	3	5	PBSS5330X	200/-	0.5	2	80	40	320	3	0.3			
30	5.1	10.2	PBSS303PX	250/400	0.5	2	32*	25	230	5.1	0.255			
40	4	10	PBSS5540X	250/-	0.5	2	45	33	375	5	0.5			
50	2	5	PBSS5250X	200/-	0.5	2	-	<90	320	2	0.2			
50	3	5	PBSS5350X	200/-	0.5	2	120	60	390	3	0.3			
60	4.2	7.4	PBSS304PX	200/295	0.5	2	53*	35	310	4.2	0.21			
80	4	10	PBSS5480X	200/300	0.5	2	50	35	380	5	0.5			
80	4	8	PBSS305PX	200/280	0.5	2	43	36	240	4	0.4			
100	1	3	PBSS9110X	150/-	0.5	5	170	90	320	1	0.1			
100	3.7	7.4	PBSS306PX	200/300	0.5	2	52	45	300	4	0.4			
12	5.7	11.4	PBSS301PZ	250/400	0.5	2	30*	20	245	5.7	0.285	1700	SOT223 (SC-73)	
20	5.5	11	PBSS302PZ	250/370	0.5	2	34*	25	265	5.5	0.275			
30	5.3	10.6	PBSS303PZ	250/400	0.5	2	35*	25	365	5.3	0.265			
40	5	10	PBSS5540Z	250/350	0.5	2	55	80	160	2	0.2			
50	3	5	PBSS5350Z	200/-	0.5	2	120	70	300	2	0.2			
60	4.5	9	PBSS304PZ	200/295	0.5	2	59*	35	375	4.5	0.225			
80	4.5	9	PBSS305PZ	200/280	0.5	2	69*	36	450	4.5	0.225			
100	1	3	PBSS9110Z	150/-	0.5	5	170	90	320	1	0.1			
100	4.1	8.2	PBSS306PZ	200/300	0.5	5	57	45	325	4.1	0.41			
* I _C /I _B =20														

Область применения транзисторов BISS

Портативная электроника, компьютеры, MP3 плееры, игровые приставки, гарнитур, мобильные телефоны, цифровые видеокамеры, (управление вентилятором, питанием LAN, ADSL, конвертор DC/DC, переключатели нагрузки), автомобильная электроника (радионавигационные приборы, управление подушкой безопасности, управление топливной системой), промышленность (выключатели питания, выключатели подсветки LCD (ЖКИ), инверторы для TFT, блоки питания, схемы управления двигателем, драйвер светодиода, микросхемы балластов, дополнение к MOSFET драйверу).

Образцы транзисторов BISS компании NXP можно заказать в ООО «Гамма-Санкт-Петербург». Дополнительную информацию по транзисторам и рекомендации по их применению Вы можете найти на сайте производителя www.nxp.com или запросить в ООО «Гамма-Санкт-Петербург».