

Силовые переключатели переменного тока

с максимальной защитой по напряжению

Основным направлением совершенствования бытовой техники является переход к электронному управлению, которое позволяет сократить расход электроэнергии, повысить точность управления и улучшить интерфейс пользователя с расширением его возможностей. Компания STMicroelectronics (ST) предлагает использовать в приборах для управления двигателями или компрессорами семейство силовых переключателей переменного тока, в котором уже есть микросхемы с возможностью коммутации тока до 6 А (ACST6-7S) и до 8 А (ACST8-8CFP).

Анатолий Юдин

info@otkcm.ru

Для силы тока в диапазоне от 6 до 20 А и напряжения величиной до 800 В микросхемы (ключи) ACST6-7S и ACST8-8CFP являются первыми изделиями, которые имеют встроенную защиту, способную выдержать перепады напряжения в сети или большие паразитные выбросы напряжений, возникающие при переходных процессах в момент коммутации. Основные характеристики новых ключей приведены в таблице 1.

Основными направлениями применения ключей ACST являются бесконтактная коммутация переменного тока в электронных термостатах и управление переменным током в асинхронных электродвигателях бытового оборудования: компрессоры морозильников и холодильников, помпы посудомоечных машин, сушильный барабан стиральной машины и т. д.

В качестве основных достоинств рассматриваемых ключей можно отметить:

- высокую надежность в закрытом состоянии: ресурс 100 000 часов;
- соответствие стандарту IEC61000-4-5;
- не требуется внешняя защита от перенапряжений;
- повышенная помехоустойчивость (в четыре раза лучше, чем у TRIAC);
- управление на логическом уровне, которое обеспечивается выходом микроконтроллеров ST6/ST7;
- надежность выключения при остановке ротора электродвигателя;
- низкие потери на проводимость: 0,55 Вт при величине тока 1,2 А (rms) и рабочем цикле в 50%.

Микросхемы типа ACST изготавливаются по технологии компании ST для дискретных устройств специального назначения (ASD) и имеют структуру, подобную бездемпферному двустороннему тиристорному переключателю (TRIAC) с добавленной схемой защиты от высокого напряжения в виде двунаправленных диодов Зенера с последовательной резистивной нагрузкой (рис. 1). Чтобы подчеркнуть особую устойчивость ACST-устройств к повышенным напряжениям, для них был создан новый обозначающий символ. К традиционному символу двустороннего тиристорного переключателя добавлен символ вольт-амперной характеристики двухстороннего стабилизатора.

Такая конструкция позволяет микросхемам типа ACSTxx противостоять перепадам сетевого напряжения, описываемым стандартом IEC61000-4-5. В условиях высокоэнергетических выбросов напряжения выключатель будет безопасно шунтировать с внутренней схемой защиты.

Таблица 1

Параметр	ACST6-7S	ACST8-8CFP
Среднеквадратичное значение тока в открытом состоянии IT (RMS), А	1,5 без радиатора	
	6 (при T _{корп.} = 105 °С)	8 (при T _{корп.} = 90 °С)
Пиковое значение периодического напряжения в выключенном состоянии VDRM/VRRM, В	700	800
Лавинное напряжение выключения VCL, В	~ 1100	~ 1200
Скорость изменения выходного напряжения dV/dt, В/мкс	> 200	> 750
Управляющий ток цепи запуска IGT, мА	< 10	< 30
Пиковое значение допустимых импульсов напряжения VPP, В	2000	2000
Скорость затухания тока при выключении (di/dt) _C , А/мс	> 3,5	> 4,5
Перепад напряжения во включенном состоянии при ITM — VTM, В	< 1,4	< 1,5
Значение тока во включенном состоянии ITM, А	2.1	1.1
Диапазон температур р-п-перехода Tj, °С	-30... +125	-40... +125
Тип корпуса	ТО-220AB, D ² PAK, I ² PAK, ТО-220FPAB*	ТО-220FPAB*

* Сопротивление изоляция корпуса до 1500 В для ТО-220FPAB

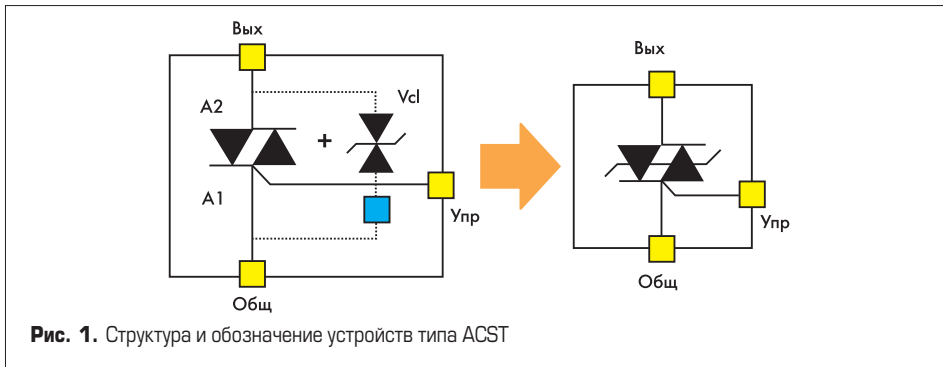


Рис. 1. Структура и обозначение устройств типа ACST

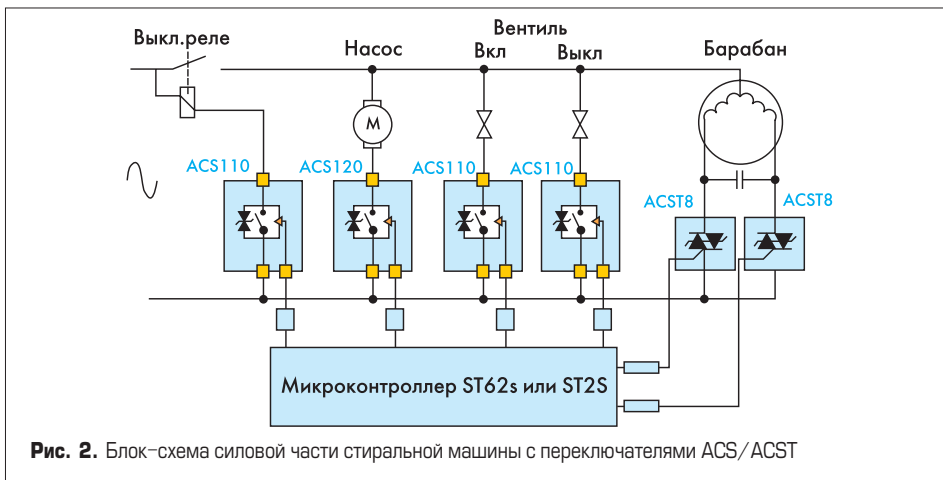


Рис. 2. Блок-схема силовой части стиральной машины с переключателями ACS/ACST

Электрические характеристики ACST6-7S обеспечивают управление однофазным асинхронным электродвигателем мощностью до 300 Вт в сети 230 В с частотой 50–60 Гц. Облегчение запуска или сдвиг фазы осуществляется благодаря конденсатору на напряжение 700 В. Величина тока в открытом состоянии, равная 6 А, позволяет выполнять выключение асинхронного двигателя без дополнительных гасящих схем в условиях, когда рабочий ток через электродвигатель повышается при остановке ротора в 4 раза по сравнению с номинальным значением. Максимальная величина отпирающего тока в 10 мА позволяет осуществлять управление непосредственно с выхода микроконтроллеров типа ST62S или ST72S с выходным током величиной 20 мА.

Скорость нарастания напряжения при выключении повышена до 200 В/мкс при $T_j = 125^\circ\text{C}$. По сравнению с обычным двусторонним тиристорным переключателем это позволило уменьшить требования к внешним устройствам шумоподавления, которое теперь может быть обеспечено только за счет входной защиты прибора. Диапазон температуры р-п-перехода расширен до величины $-30\dots+125^\circ\text{C}$. При использовании микросхем в холодных средах это позволяет уменьшить размеры радиатора или работать без него.

Поскольку данные микросхемы не планируется менять в течение всего срока службы конечного изделия, то от них требуется повышенная надежность. Поэтому предусматривается их эксплуатация в течение до 10 лет или 90 000 часов. Исходя из этого компрессор, управляемый электронным ключом, будет включаться и выключаться приблизительно 300 000 раз при постоянной работе

от сети в течение приблизительно 60 000 часов. Специализированные двусторонние тиристорные переключатели имеют более высокую надежность в ключевом режиме работы, но для удовлетворения требований по надежности в закрытом состоянии они нуждаются во внешней схеме защиты от перенапряжений.

Одной из последних разработок компании ST в серии ключей переменного тока является микросхема ACST8-8CFP, предназначенная для управления асинхронными электродвигателями в стиральных машинах и других силовых приложениях. Большинство современных стиральных машин теперь управляется с помощью электроники, и их модуль управления использует от 5 до 8 ключей переменного тока для управления различными нагрузками. Устойчивость и надежность — вот главные требования для подбора таких переключателей питания. Подобно другим устройствам ACS/ACST, ключ ACST8-8CFP обладает нужными характеристиками.

Ось барабана стиральной машины связана через систему ременной передачи или непо-

средственно с валом двунаправленного однофазного асинхронного двигателя. Две обмотки электродвигателя соединены с конденсатором фазового сдвига, который увеличивает вращающий момент двигателя и коэффициент его мощности. Для управления двигателем используются два выключателя, попеременно изменяющие направление его вращения (рис. 2). Так как два выключателя переменного тока связаны с моторным конденсатором, то они должны противостоять его пиковому напряжению, которое достигает 750 В, а также противостоять любым ложным разрядам, которые генерируются в результате формирования тока выше 100 А/мкс.

Микросхема ACST8-8CFP, рассчитанная на величину тока в открытом состоянии 8 А, является ключом переменного тока с напряжением до 800 В. Она предназначена для управления однофазными асинхронными электродвигателями мощностью до 450 Вт в сети с напряжением до 230 В и частотой 50–60 Гц. Ее номинальный ток 8 А позволяет выключать асинхронный двигатель без дополнительных гасящих схем. Максимально допустимое напряжение величиной 800 В полностью удовлетворяет работу с фазосдвигающим конденсатором во всем диапазоне температур р-п-перехода от -40 до $+125^\circ\text{C}$. Его скорость включения была повышена сверх 100 А/мкс для надежного противостояния побочным разрядам конденсатора электродвигателя. Помехоустойчивость данного устройства повышена до 750 В/мкс при $T_j = 125^\circ\text{C}$, что в два раза выше, чем у обычного двустороннего тиристорного переключателя. Поведение основных параметров ACST8 при импульсе напряжения величиной 2 кВ показано на рис. 3.

Для выполнения требований потребителя при разработке микросхемы ACST8-8C особое внимание было уделено их качеству. Для его контроля были выбраны следующие параметры: перепад потенциала во включенном состоянии V_{TM} , запуская ток I_{GT} , ток утечки I_{DR} и запирающее напряжение V_{DR} . В процессе разработки произведена оптимизация с целью уменьшения их значений и стабилизации разброса параметров, а планарный процесс изготовления ASD обеспечил требуемое повышение качества по сравнению со стандартными изделиями.

Микросхемы ACST8-8CFP изготавливаются в корпусах TO-220FPAB, которые обеспечивают сопротивление изоляции до 1500 В с воз-

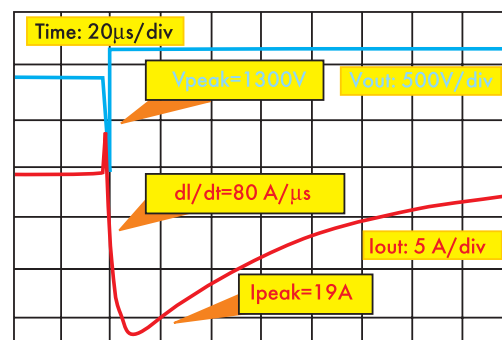


Рис. 3. Характеристики ACST8 при импульсе напряжения 2 кВ

Таблица 2. Ключи AC

Обозначение	V_{DRM}/V_{RRM} , В	$I_T(RMS)$, А	V_{CL} при 1 мА тип., В	I_{GT}^* макс, мА	V_{TM}^* при I_{TM} , В	I_{TM} , А	$(di/dt)C$, А/мкс	dV/dt , В/мкс	Корпус
ACS102-5T1	500	0,2	600	5	1,1	0,3	0,1	300	SO-8
ACS102-5TA	500	0,2	600	5	1,1	0,3	0,1	300	TO-92
ACS302-5T3	500	3×0,2	600	5	1,2	0,3	0,1	300	SO-20
ACS108-5SA	500	0,8	600	10	1,3	1,1	0,1	500	TO-92
ACS108-5SN	500	0,8	600	10	1,3	1,1	0,1	500	SOT-223
ACS402-5SB4	500	4×0,2	600	10	1,1	0,3	0,1	500	DIP-20
ACS110-7SB2	700	1	1100	10	1,3	1,4	0,5	500	DIP-8
ACS110-7SN	700	1	1100	10	1,3	1,4	0,5	500	SOT-223
ACS120-7SB	700	2	1100	10	1,3	2,8	1	500	DPAK
ACS120-7SFP	700	2	1100	10	1,3	2,8	1	500	TO-220FPAB
ACS120-7SH	700	2	1100	10	1,3	2,8	1	500	IPAK
ACS120-7ST	700	2	1100	10	1,3	2,8	1	500	TO-220AB
ACST4-7CB	700	4	1100	25	1,5	5,6	2,5	500	DPAK
ACST4-7CFP	700	4	1100	25	1,5	5,6	2,5	500	TO-220FPAB
ACST4-7CH	700	4	1100	25	1,5	5,6	2,5	500	IPAK
ACST4-7SB	700	4	1100	10	1,5	5,6	2	200	DPAK
ACST4-7SFP	700	4	1100	10	1,5	5,6	2	200	TO-220FPAB
ACST4-7SH	700	4	1100	10	1,5	5,6	2	200	IPAK
ACST6-7SFP	700	6	1100	10	1,4	2,1	3	200	TO-220FPAB
ACST6-7SG	700	6	1100	10	1,4	2,1	3	200	D ² PAK
ACST6-7SR	700	6	1100	10	1,4	2,1	3	200	I ² PAK
ACST6-7ST	700	6	1100	10	1,4	2,1	3	200	TO-220AB
ACST8-8CFP	800	8	1100	30	1,5	11	4,5	500	TO-220FPAB
ACST8-8CT	800	8	1100	30	1,5	11	4,5	500	TO-220AB

(*) I_{GT} и V_{TM} при $T_j = 25^\circ C$ ⁽¹⁾ $t_p = 1$ мс

возможностью установки всех выключателей на одном теплопоглощающем радиаторе при работе в среде с очень высокой влажностью.

Теперь благодаря своим характеристикам ключи типа ACST могут использоваться в различных устройствах для коммутации

переменного тока: твердотельное реле переменного тока, драйвер асинхронного двигателя компрессора, пускатель механизированного инструмента с электроприводом и т. д.

Семейство ACST-ключей имеет сейчас в своем составе микросхемы с различным значением тока во включенном состоянии, изготавливаются в корпусах различного типа, в том числе имеется несколько ключей, размещенных в одном корпусе. Полный состав семейства данных ключей приведен в таблице 2.

Таким образом, планарная технология ASD позволила интегрировать в двусторонний тиристорный переключатель защиту и улучшить показатели надежности в выключенном состоянии при работе от сети переменного тока. Используя свой опыт по созданию микросхем защиты от высоких напряжений типа Transil и Trisil, проектировщики компании ST создали современный ключ переменного тока ACST, способный надежно функционировать при наличии переходных процессов, возникающих при перепадах напряжения в сети и коммутациях тока. Так как эти компактные трехвыводные приборы специально разработаны для управления асинхронными двигателями в сети с частотой 50–60 Гц, то ключ типа ACSTxx — обоснованный кандидат на применение в любом новом проекте электронного управления для различного оборудования.

Дополнительную информацию по силовым компонентам, производимым компанией STMicroelectronics, можно получить на сайте www.st.com.