

Твердотельные MOSFET-реле от Omron

Компания Omron производит ряд электронных компонентов, к которым относятся широкий спектр электромеханических реле, твердотельные реле, микропереключатели, фотомикродатчики, некоторые виды специальных датчиков (угла наклона, скорости потока воздуха), различные соединители. Низкая стоимость и простота схем включения новых MOSFET-реле серии G3VM позволяет применять их в системах безопасности, в частности, в детекторах движения, датчиках дыма и аналогичных сигнализирующих устройствах.

Наталья НИКУЛИНА
remco@compel.ru

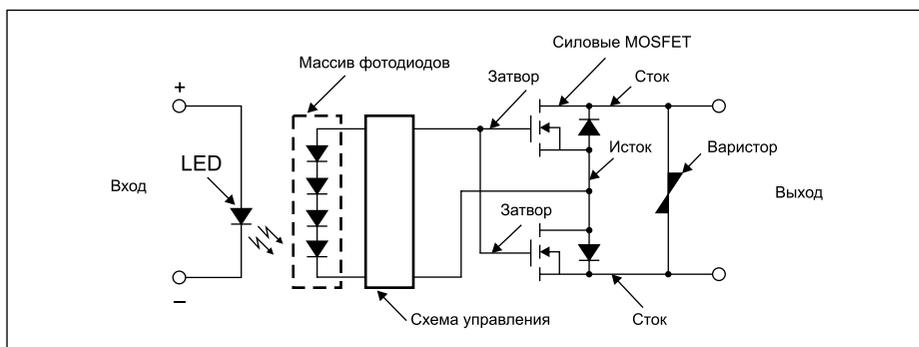


Рис. 1. Структурная схема MOSFET-реле

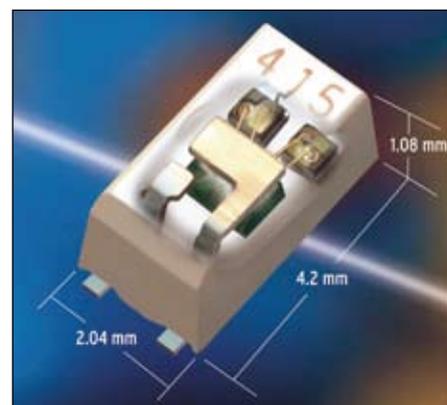


Рис. 2. Внутренняя структура и габаритные размеры MOSFET-реле Omron в корпусе SOP

О компании Omron

Компания была основана в 1933 г. в городе Киото (Япония) и в настоящее время является одним из мировых лидеров в области промышленной автоматизации. Исследовательские лаборатории и производственные мощности расположены в 35 странах, а головные офисы находятся в крупнейших центрах электронной промышленности мира — в Японии, Юго-Восточной Азии, Китае, Европе и США [1]. Основные направления деятельности компании сосредоточены на поставках средств автоматизации для автомобильной электроники, медицинского оборудования, бытовой техники, систем жизнеобеспечения зданий и городов, а также оснащения промышленных предприятий. В продукцию Omron входят:

- промышленные реле общего и специального назначения, защитные, твердотельные;
- фотоэлектрические датчики цилиндрические, прямоугольные, прецизионные;
- датчики приближения индуктивные и емкостные;
- датчики уровня;
- шифраторы приращений и абсолютные кодировщики;
- базовые компоненты автоматизации — измерители, счетчики, таймеры, источники питания;
- приводы, инверторы и принадлежности к ним.

В твердотельных реле MOSFET от Omron объединены достижения инновационных технологий производства светодиодов, фотодиодных ячеек и МОП-транзисторов (FET) [2, 3]. Результатом этого стало уменьшение габаритов приборов и рассеяния мощности. Кроме того, все модели семейства G3VM содержат на выходе пару встречно включенных транзисторов. Это делает данные реле практически полными функциональными аналогами электромеханических устройств, поскольку позволяет коммутировать сигналы постоянного и переменного тока (вне зависимости от полярности сигнала).

В состав MOSFET-реле входят излучающий ИК-диод, массив фотоэлементов (фотодиодов), схема управления затворами выходных транзисторов, пара выходных MOSFET и варистор параллельно выходу (рис. 1).

Ряд моделей имеет встроенную функцию ограничения тока (например, CLF). Обычно функция ограничения тока используется в телекоммуникационном оборудовании, но может быть полезна и в других областях применения, позволяя снизить эффекты дребезга при переключении, а также для защиты от короткого замыкания.

В телекоммуникационной сфере популярны схемы захвата, переключения, прерыва-

ния линий, цепи контроля линий трансформатора и ряд других функций телефонных схем. В любом случае от коммутационного реле требуется высокая надежность и длительный срок службы.

В семействе реле G3VM представлены серии для поверхностного монтажа и для монтажа в отверстия, а также реле в миниатюрных корпусах (например, SOP, рис. 2) для основных популярных диапазонов напряжений нагрузки. В серии семейства G3VM входят реле различных типов: 1A, 2A, 1B, 2B, 1C. Система именования G3VM [3] представлена на рис. 3.

Ключевые возможности и особенности MOSFET-реле семейства G3VM [2–4]:

- коммутируемые напряжения до 600 В;
- напряжение пробоя изоляции 1500–5000 В;
- встроенная функция ограничения тока (в ряде моделей);
- длительный срок службы;
- высокая надежность;
- компактные размеры и малый вес;
- бесшумная работа (немаловажно для устройств, предназначенных для работы в офисных помещениях);

Таблица 1. Конструктивное исполнение твердотельных MOSFET-реле семейства G3VM

Серия	Внешний вид/Упрощенная схема	Посадочное место
Корпуса для монтажа в отверстия		
G3VM-61A1 -351A -353A -353A1 -401A		4- \varnothing 0,8 отверстия
G3VM-61B1 -61BR -351B -353B -353B1 -401B -401BY -601BY		6- \varnothing 0,8 отверстия
G3VM-22CO -61CR -62C1 -352C -354C -354C1 -355C -355CR -402C		8- \varnothing 0,8 отверстия

Таблица 1. Конструктивное исполнение твердотельных MOSFET-реле семейства G3VM

Серия	Внешний вид/Упрощенная схема	Посадочное место
Корпуса для поверхностного монтажа		
G3VM-61D1 -351D -353D -353D1 -401D		
G3VM-61G1 -81G1 -201G -351G -351GL -353G -353G1 -401G -21GR -21GR1 -41GR5 -41GR6 -61GR1		
G3VM-21LR -21LR1 -41LR5 -41LR6		
G3VM-610E2 -61ER -351E -353E -353E3 -401E -401EY -601EY		6- \varnothing 0,8 отверстия
G3VM-61H1 -81HR -201H1 -351H -353H -353H1 -401H		
G3VM-22FO -61FR -62F1 -352F -354F -354F1 -355F -355FR -402F		
G3VM-62J1 -202J1 -352J -354J -354J1 -355J -355JR -402J		

G3VM-

Напряжение нагрузки, В	Форма контактов	Тип корпуса/ монтажа	Дополнительные функции
2: 20	1: SPST-NO	A: DIP 4 pin	L: ограничение тока
4: 40	2: DPST-NO	B: DIP 6 pin	(Current Limit Function-CLF)
6: 60	3: SPST-NC	C: DIP 8 pin	M: многофункциональный
8: 80	4: DPST-NC	D: DIP 8 pin	N: многофункциональный без диода
10: 100	5: SPST-NO	E: SMD 6 pin	O: управление светодиодом через один вывод
20: 20	+ SPST-NC	F: SMD 8 pin	P: особое расположение выводов
25: 250	6: другая	G: SOP 4 pin	Q: многофункциональный с ограничением тока
35: 350		H: SOP 6 pin	R: низкое сопротивление во включенном состоянии
40: 400		J: SOP 8 pin	S: плавное включение/выключение
60: 600		K: SOP 18 pin	T: многофункциональный с ограничением тока без диода
		L: SSOP 4 pin	
		Y: диэлектрическая прочность изоляции вход/выход 2,5 кбайт	

Рис. 3. Номенклатура семейства G3VM

- гальваническая развязка цепей управления и коммутируемых цепей;
- не требуют обслуживания.

По сравнению с герконовыми и электромеханическими, MOSFET-реле обладают более длительным сроком службы, меньшим потреблением энергии, меньшими размерами, более высокой скоростью переключения, большей устойчивостью к ударам и вибрации, бесшумной работой.

Преимущество перед оптронами и оптотиристорами состоит в линейной зависимости сопротивления от тока, возможности коммутировать нагрузку постоянного и переменного тока, меньших искажениях сигнала. Дополнительно MOSFET-реле позволяют коммутировать более высоковольтную нагрузку [5].

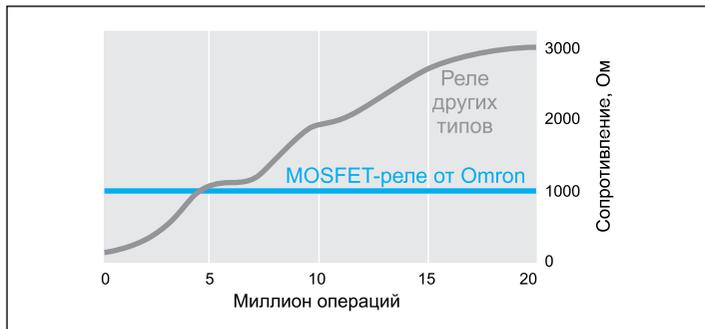


Рис. 4. Сравнение зависимостей сопротивления MOSFET-реле Omron и реле других типов

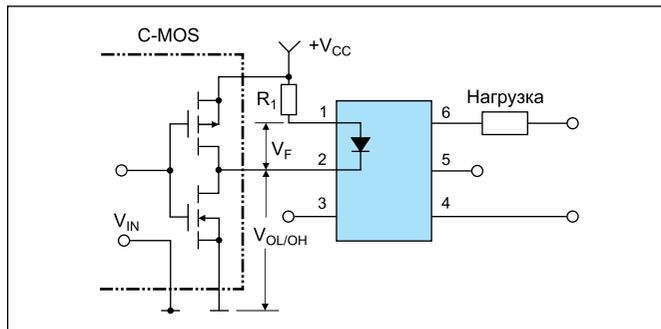


Рис. 7. Иллюстрация к расчету допустимого входного тока и прямого напряжения

Таблица 2. Четырехвыводные MOSFET-реле серий G3VM-xAx/-xDx

G3VM-	-61A1/D1	-351A/D	-353A/D	-353A1/D1	-401A/D
Максимальное напряжение, В	60	350	350	350	400
Тип	1A		1B		
Максимальный постоянный ток, mA	500	120	150	100	120
Сопротивление включенного состояния, Ом	1	35	15	30	18
Максимальное сопротивление включенного состояния, Ом	2	50	25	50	35
Максимальный прямой ток светодиода, mA	50				
Максимальное обратное напряжение на светодиоде, В	5				
Ток светодиода для переключения, mA (тип./max)	1,6/3		1/3		
Время включения, мс (тип./max)	0,8/2	0,3/1	0,1/1	0,25/1	-/1
Время выключения, мс (тип./max)	0,1/0,5	0,1/1	1/3	0,5/1	-/1
Напряжение изоляции, В	2500				
Диапазон рабочих температур, °C	-40...+85				

Таблица 3. Четырехвыводные MOSFET-реле серий G3VM-xAR/xDR

G3VM-	-21AR/DR	-41AR/DR	-61AR/DR	-101AR/DR
Максимальное напряжение, В	20	40	60	100
Тип	1A			
Максимальный постоянный ток, mA	3000	2500	2000	1000
Сопротивление включенного состояния, Ом	0,04	0,05	0,08	0,25
Максимальное сопротивление включенного состояния, Ом	0,08	0,15	0,2	0,7
Максимальный прямой ток светодиода, mA	30			
Максимальное обратное напряжение на светодиоде, В	5			
Ток светодиода для переключения, mA (тип./max)	0,7/3		0,5/3	
Время включения, мс (тип./max)	1/5		0,8/5	
Время выключения, мс (тип./max)	0,3/1		0,3/1	
Напряжение изоляции, В	2500			
Диапазон рабочих температур, °C	-40...+85			

Сопротивление контактов (сопротивление в открытом состоянии) MOSFET-реле Omron слабо зависит от времени работы (количества циклов переключений) и остается практически постоянным на протяжении как минимум 20 млн циклов переключений (рис. 4). При этом общее время работы в несколько раз превышает срок службы электромеханических реле и может достигать нескольких десятков миллиардов циклов (более 11 лет непрерывной работы) [5–7].

Для повышения эффективности ИК-диода в реле от Omron в качестве наполнителя применяется белая смола, обладающая меньшим коэффициентом поглощения ИК-излучения диода (что позволяет переключать реле при меньших значениях управляющего тока) и большей теплопроводностью по сравнению с традиционной темной смолой.

В семействе INLP представлено восемь серий, выполненных в различном конструктивном исполнении и рассчитанных на несколько диапазонов рабочих напряже-

ний. Предусмотрено три типа корпусов для монтажа в отверстия и семь корпусов для поверхностного монтажа (табл. 1).

Четырехвыводные реле (табл. 2–6) являются одноканальными: два входных вывода предназначены для питания светодиода, оставшиеся выводы предоставлены стокам встречно включенных транзисторов. Встречно включенные транзисторы позволяют подключать нагрузку, питаемую от источников постоянного тока вне зависимости от полярности или питаемую источником переменного тока (рис. 5).

Таблица 4. Четырехвыводные MOSFET-реле серий G3VM-xGx

G3VM-	-61G1	-81G1	-201G	-351G	-351GL	-353G	-353G1	-401G
Максимальное напряжение, В	60	80	200	350	350	350	350	400
Тип	1A		1B					
Максимальный постоянный ток, mA	400	350	50	110	120	120	90	120
Сопротивление включенного состояния, Ом	1	1	40	35	15	15	30	17
Максимальное сопротивление включенного состояния, Ом	2	1,2	50	50	35	25	50	35
Максимальный прямой ток светодиода, mA	50							
Максимальное обратное напряжение на светодиоде, В	5							
Ток светодиода для переключения, mA (тип./max)	1,6/3	1/4	1/3					
Время включения, мс (тип./max)	0,8/2	0,3/1	-/1	0,3/1	0,3/1	-/1	0,25/1	0,3/1
Время выключения, мс (тип./max)	0,1/0,5	0,1/1	-/1	1/3	0,1/1	-/1	0,5/1	0,1/1
Напряжение изоляции, В	1500							
Диапазон рабочих температур, °C	-40...+85							

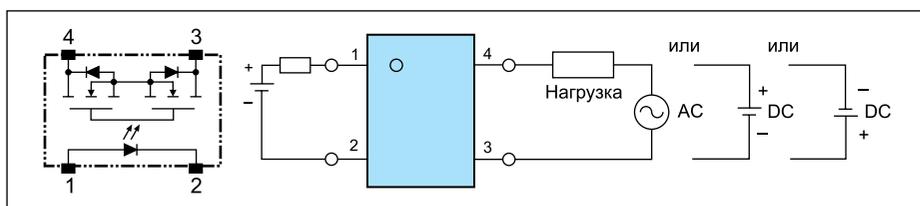


Рис. 5. Упрощенная принципиальная схема четырехвыводного реле и способы подключения нагрузки

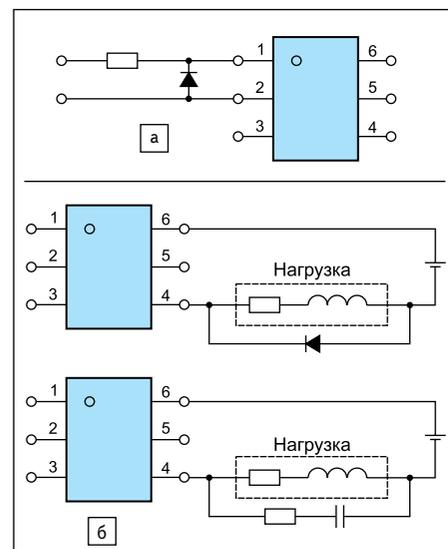


Рис. 6. Защита: а) входа от превышения обратного напряжения; б) выхода от пиков напряжения

В том случае, если на входных линиях реле (цепь питания ИК-диода) возможно появление обратного напряжения, превышающего максимальное обратное напряжение излучающего диода, для защиты рекомендуется включить дополнительный защитный диод (рис. 6а). Аналогично для защиты выхода от бросков напряжения параллельно нагрузке можно включить диод или фильтрующую RC-цепь (рис. 6б) [7].

Ток через ИК-диод во избежание его повреждения и уверенного переключения реле должен лежать в пределах 5–20 мА. При подключении входа реле к выходам КМОП или

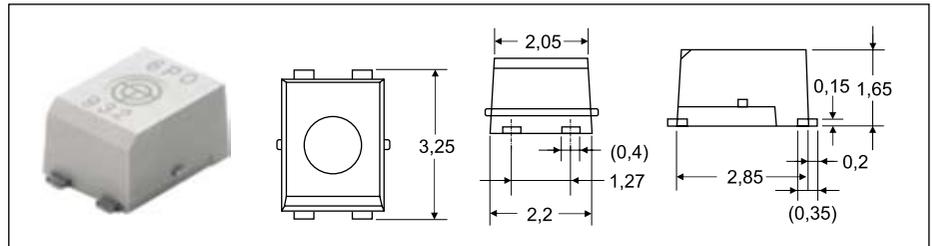


Рис. 8. Миниатюрные реле серии G3VM-61PR

транзисторным ключам (по схеме с открытым стоком или коллектором) рекомендует-

ся включать в цепь диода ограничительный резистор (рис. 7) [7]. Его номинал можно рассчитать по формуле:

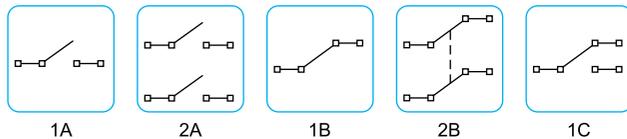
$$R_1 = (V_{CC} - V_{OL} - V_{F(ON)}) / I_{led}$$

где V_{CC} — напряжение питания; V_{OL} — выходное низкое напряжение ключа или схемы; $V_{F(ON)}$ — падение напряжения на открытом ИК-диоде (1,2–1,5 В); I_{led} — прямой ток через ИК-диод (5–20 мА). При этом падение напряжения на ИК-диоде в выключенном состоянии (когда на выходе схемы присутствует высокое выходное напряжение V_{OH}) не должно превышать 0,8 В:

$$V_{F(OFF)} = V_{CC} - V_{OH} < 0,8 \text{ В.}$$

Серии G3VM-xAR/xDR (табл. 3) отличает низкое сопротивление включенного реле, составляющее всего сотые и десятые (для высоковольтных версий) доли Ом.

Одними из самых миниатюрных являются реле серии G3VM-61PR, выполненные в USOP-корпусе (рис. 8). Несмотря на это, реле имеет напряжение сопротивления изоля-



Типы реле

Таблица 5. Четырехвыводные MOSFET-реле серий G3VM-xGRx

G3VM-	-21GR	-21GR1	-41GR5	-41GR6	-61GR1	-81GR	-81GR1
Максимальное напряжение, В	20	20	40	40	60	80	80
Тип	1A						
Максимальный постоянный ток, мА	160	300	300	120	1000	350	200
Сопротивление включенного состояния, Ом	5	1	1	10	0,32	0,016	5
Максимальное сопротивление включенного состояния, Ом	8	1,5	1,5	15	0,7	0,025	8
Максимальный прямой ток светодиода, мА	50						
Максимальное обратное напряжение на светодиоде, В	5						
Ток светодиода для переключения, мА (тип./max)	-/4			-/3			
Время включения, мс (тип./max)	-/0,5			1,4/3, 0,07/0,5, 0,13/0,5			
Время выключения, мс (тип./max)	-/0,5			0,6/1, 0,07/0,5, 0,17/0,5			
Напряжение изоляции, В	1500						
Диапазон рабочих температур, °C	-20...+85						

Таблица 6. Четырехвыводные миниатюрные MOSFET-реле серий G3VM-xLRx

G3VM-	21LR	-21LR1	-41LR5	-41LR6	-21LR10	-41LR4	-41LR10	-41LR11	-61LR	-81LR	-101LR
Максимальное напряжение, В	20	20	40	40	20	40	40	40	60	80	100
Тип	1A										
Максимальный постоянный ток, мА	160	450	300	120	200	250	120	140	400	120	80
Сопротивление включенного состояния, Ом	5	0,8	1	10	5	2	12	7	2	7,5	8
Максимальное сопротивление включенного состояния, Ом	8	1,2	1,5	15	8	3	14	10	5	12	14
Максимальный прямой ток светодиода, мА	50			30		50	30	30	50		
Максимальное обратное напряжение на светодиоде, В	5										
Ток светодиода для переключения, мА (тип./max)	-/4			-/3		-/4	-/3	-/3	2/5	2/5	1/5
Время включения, мс (тип./max)	-/0,5			-/0,2		-/0,5	-/0,2	-/0,2	0,3/1	0,1/0,25	0,1/0,3
Время выключения, мс (тип./max)	-/0,5			-/0,2		-/0,5	-/0,3	-/0,2	0,2/1	0,15/0,2	0,1/0,3
Напряжение изоляции, В	1500										
Диапазон рабочих температур, °C	-20...+85										

Таблица 7. Шестивыводные MOSFET-реле серий G3VM-xB/xE, G3VM-xBR/xER, G3VM-xBY/xER

G3VM-	-61B1/E1	-61BR/ER	-351B/E	-353B/E	-353B1/E1	-401B/E	-401BY/EY	-601BY/EY	
Максимальное напряжение, В	60	60	350	350	350	400	400	600	
Тип	1A				1B				
Максимальный постоянный ток, мА	500	2500	120	150	100	120	120	100	
Сопротивление включенного состояния, Ом	1	0,065	25	15	27	17	17	25	
Максимальное сопротивление включенного состояния, Ом	2	0,1	35	25	50	35	35	35	
Максимальный прямой ток светодиода, мА	50	30	50						
Максимальное обратное напряжение на светодиоде, В	5								
Ток светодиода для переключения, мА (тип./max)	1,6/3	1/3		-/3			1,6/5		
Время включения, мс (тип./max)	0,8/2	1/1,5	0,3/1	0,1/1	0,25/0,5	0,3/1			
Время выключения, мс (тип./max)	0,1/0,5	0,2/0,4	0,1/1	1/3	0,5/1	0,1/1			
Напряжение изоляции, В	2500			5000					
Диапазон рабочих температур, °C	-40...+85			-20...+85			-40...+85		

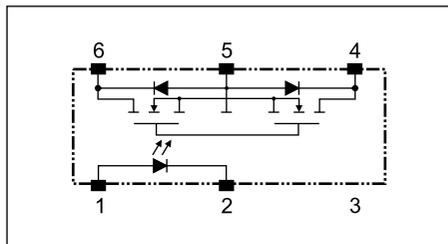


Рис. 9. Упрощенная принципиальная схема шестывыводного реле

Таблица 8. Шестывыводные MOSFET-реле серий G3 VM-xBR/xER, G3 VM-xBRx/xERx

G3VM-	-21BR/ER	-41BR/ER	-61BR1/ER1	-101BR/ER
Максимальное напряжение, В	20	40	60	100
Тип	1A			
Максимальный постоянный ток, mA	4000	3500	2500	2000
Сопротивление включенного состояния, Ом	0,02	0,03	0,04	0,1
Максимальное сопротивление включенного состояния, Ом	0,05	0,06	0,07	0,2
Максимальный прямой ток светодиода, mA	30			
Максимальное обратное напряжение на светодиоде, В	5			
Ток светодиода для переключения, mA (тип./max)	0,5/3			
Время включения, мс (тип./max)	2,5/5		2/5	
Время выключения, мс (тип./max)	0,1/1		0,1/1	
Напряжение изоляции, В	2500			
Диапазон рабочих температур, °C	-40...+85			

ции 1000 МОм до 500 В, напряжение нагрузки до 60 В при токе до 400 мА. Время включения/выключения составляет всего 0,3–0,5 мс.

Шестывыводные реле (табл. 7–9) имеют дополнительно вывод, подключенный к ис-

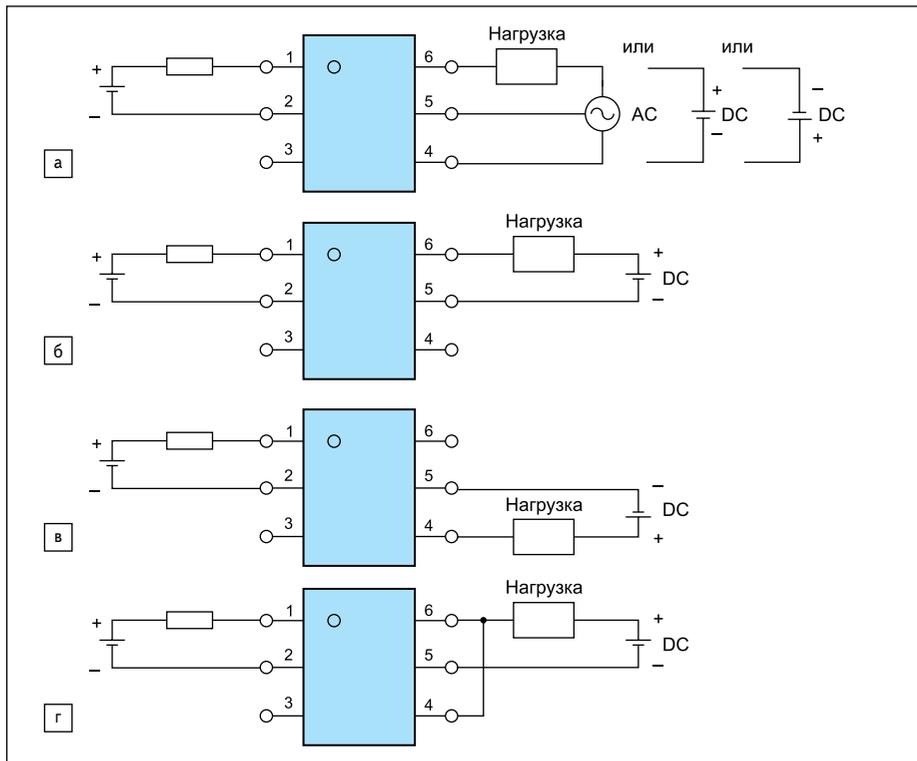


Рис. 10. Способы подключения нагрузки к шестывыводному MOSFET-реле

тока транзисторов (рис. 9). Подключение нагрузки к выводам 4 и 6 позволяет питать ее как постоянным, так и переменным током (рис. 10а). Однополярную нагрузку можно подключать к выводам 4, 5 или 5, 6, используя только один из транзисторов (рис. 10б, в). Для увеличения допустимого тока нагрузки можно подключить выходные транзисторы

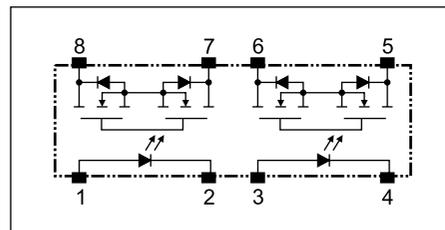


Рис. 11. Упрощенная принципиальная схема восьмивыводного реле

параллельно, соединив их стоки (выводы 4 и 6) и подключив к ним и к выводу 5 нагрузку (рис. 10г).

Восьмивыводные реле (табл. 10, 11) содержат по две пары MOSFET-реле (рис. 11), которые, в зависимости от конфигурации (типа), могут быть использованы для параллельной коммутации двух нагрузок, поочередного подключения двух линий.

Основные области применения твердотельных реле:

- телекоммуникационное оборудование;
- медицинские приборы;
- периферийные устройства ПК;
- устройства автоматики;
- системы управления и безопасности.

Применение твердотельных MOSFET-реле позволяет получить выигрыш в размере и весе конечного устройства, времени работы и энергопотреблении. MOSFET-реле с малыми временами переключения могут применяться также для гальванической развязки в цепях регулировки источников освещения, управления источниками питания.

Таблица 9. Шестывыводные MOSFET-реле серий G3VM-xH, G3VM-xHR

G3VM-	-61H1	-81HR	-201H1	-351H	-353H	-353H1	-401H
Максимальное напряжение, В	60	80	200	350	350	350	400
Тип	1A				1B	2B	1A
Максимальный постоянный ток, mA	400	1250	200	110	90–120	90	120
Сопротивление включенного состояния, Ом	1	2	5	25	15	27	17
Максимальное сопротивление включенного состояния, Ом	2	4	8	35	25	50	35
Максимальный прямой ток светодиода, mA	50						
Максимальное обратное напряжение на светодиоде, В	5						
Ток светодиода для переключения, mA (тип./max)	1,6/3	2/5	1/3				
Время включения, мс (тип./max)	0,8/2	2/3	0,6/1,5	0,3/1	-/1	0,25/0,5	0,3/1
Время выключения, мс (тип./max)	0,1/0,5	0,7/1	0,1/1		-/3	0,5/1	0,1/1
Напряжение изоляции, В	1500						
Диапазон рабочих температур, °C	-40...+85	-20...+85	-40...+85				

Таблица 10. Восьмивыводные MOSFET-реле в корпусе 8DIP

G3VM-	-22C0	-61CR	-62C1	-352C	-354C	-354C1	-355C	-355CR	-402C
Максимальное напряжение, В	20	60	60	350	350	350	350	350	400
Тип	2A	1A	2A	2B			1C		
Максимальный постоянный ток, mA	150	500	500	120	150	100	100	120	120
Сопротивление включенного состояния, Ом	2	-	1	25	15	30	40	15	18
Максимальное сопротивление включенного состояния, Ом	4	0,12	2	50	25	50	50	25	35
Максимальный прямой ток светодиода, mA	50								
Максимальное обратное напряжение на светодиоде, В	6			5					
Ток светодиода для переключения, mA (тип./max)	1,15/5	-/5	1,6/3	1/3					
Время включения, мс (тип./max)	-/1	-/5	0,8/2	0,3/1	0,1/1	0,25/0,5	0,3/1	-/1	-/1
Время выключения, мс (тип./max)	-/1	-/5	0,1/0,5	0,1/1	1/3	0,5/1	0,15/1	-/1	-/1
Напряжение изоляции, В	2500	1500	2500						
Диапазон рабочих температур, °C	-40...+85								

Таблица 11. Восьмивыводные MOSFET-реле в корпусах для поверхностного монтажа

G3VM-	-22FO	-61FR	-62F1	-352F	-354F	-354F1	-355F	-355FR	-402F	-62J1	-202J1	-352J	-354J	-354J1	-355J	-355JR	-402J	
Максимальное напряжение, В	20	60	60	350	350	350	350	350	400	60	200	350	350	350	350	350	400	
Тип	2A	1A	2A		2B		1C		2A	2A		2B		1C		2A		
Максимальный постоянный ток, mA	150	500	500	120	150	100	100	120	120	400	200	110	120	90	90	90	120	
Сопротивление включенного состояния, Ом	2	—	1	25	15	30	40	15	18	1	5	35	15	30	40	15	17	
Максимальное сопротивление включенного состояния, Ом	4	0,12	2	50	25	50	50	25	35	2	8	50	25	50	50	25	35	
Максимальный прямой ток светодиода, mA	50																	
Максимальное обратное напряжение на светодиоде, В	6			5														
Ток светодиода для переключения, mA (тип./max)	1,15/5	—/5	1,6/3	1/3						1,6/3	1/3							
Время включения, мс (тип./max)	—/1	—/5	0,8/2	0,3/1	0,1/1	0,25/0,5	0,3/1	—/1	0,8/2	0,6/1,5	0,3/1	—/1	0,25/0,5	0,3/1	—/1	0,3/1		
Время выключения, мс (тип./max)	—/1	—/5	0,1/0,5	0,1/1	1/3	0,5/1	0,15/1	—/1	0,1/0,5	0,1/1	—	—/3	0,5/1	0,15/1	—/3	0,1/1		
Напряжение изоляции, В	2500	1500	2500						1500									
Диапазон рабочих температур, °C	—40...+85																	

Литература

- <http://www.compel.ru/producer/omron-industrial-automation/>
- http://components.omron.eu/en/products/catalogue/relays/mosfet_relays/default.html
- http://www.digikey.com/Web%20Export/Supplier%20Content/Omron_39/PDF/Omron_Mosfet_Guide.pdf?redirected=1
- http://downloads.components.omron.eu/OCB/Products/Relays/MOSFET_Relays/SSOP/Y907/Y907-E2-04.pdf
- [http://www.components.omron.com/components/web/PDFLIB.nsf/0/744B2171FDFA7D9F862573D90061B11C/\\$file/J02C-E-02+G3VM+MOSFET+Relay+brochure+2007.pdf](http://www.components.omron.com/components/web/PDFLIB.nsf/0/744B2171FDFA7D9F862573D90061B11C/$file/J02C-E-02+G3VM+MOSFET+Relay+brochure+2007.pdf)
- [http://www.components.omron.com/components/web/webfiles.nsf/\\$FILES/techgroup.html?ID=GTAA-6WFVT5](http://www.components.omron.com/components/web/webfiles.nsf/$FILES/techgroup.html?ID=GTAA-6WFVT5)
- [http://www.components.omron.com/components/web/PDFLIB.nsf/0/9EA6D7112A87F82385257201007DD5BE/\\$file/Mosfet_Tech_Information_1210.pdf](http://www.components.omron.com/components/web/PDFLIB.nsf/0/9EA6D7112A87F82385257201007DD5BE/$file/Mosfet_Tech_Information_1210.pdf)