

ОПТРОНЫ PS8902 И PS9924 КОМПАНИИ RENESAS С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТЬЮ ИЗОЛЯЦИИ 7500 В

АНАТОЛИЙ СУПРУНЕНКО, инженер

В статье рассматриваются основные параметры оптронов PS8902 и PS9924 компании Renesas. Из ряда аналогов их выделяет усиленная прочность изоляции и устойчивость изоляционного барьера к пиковым напряжениям V_{iORM} до 1600 В. Указанные особенности делают эти изделия отличным выбором для промышленных приложений и инверторов солнечных электростанций.

ВВЕДЕНИЕ

Оптоэлектронные гальванические развязки (ОГР) – не единственный тип гальванических развязок. Отличительной чертой ОГР помимо способов передачи сигнала через изоляционный барьер является еще и значительная толщина диэлектрического изоляционного барьера. Это обстоятельство позволяет использовать их в высоковольтных системах, в т. ч. в силовых каскадах с повышенным напряжением.

На рисунке 1 показана схема автоматизированного электропривода и цепи, в которых применяется гальваническое разделение сигналов. Основное внимание мы уделим ОГР PS8902 и PS9924 компании Renesas, хотя в ее производственной линейке имеются и другие ОГР с электрической прочностью изоляции 7500 В. Прежде чем перейти к рассмотрению технических параметров, кратко остановимся на особенностях приложений, для которых предназначены эти гальванические развязки.

И PS8902, и PS9924 предназначены для использования в промышленных силовых установках и инверторах солнечных электростанций. Для этих приложений характерны высоковольтные дифференциальные и синфазные электромагнитные помехи, возникающие при коммутации силовых ключей и мощного электрооборудования. Гальваническим развязкам в этих цепях требуется не только высокая электрическая прочность изоляции, но и способность выдерживать постоянные перенапряжения, которые падают на изоляционном барьере.

Именно по этой причине в высоковольтных промышленных цепях чаще всего используются оптоэлектронные развязки. Значительная толщина изоляционного барьера обеспечивает их стойкость к повторяющимся перенапряжениям. Под их воздействием его основные параметры не ухудшаются, и не сокращается срок службы.

В последнее время в силовых преобразователях нередко используют полупроводниковые приборы с широкой запрещенной зоной на основе карбида кремния (SiC) и нитрида галлия (GaN). Силовые SiC- и GaN-ключи характеризуются высоким быстродействием и, следовательно, крутыми фронтами при переключении. По этой причине гальванические развязки, используемые в таких силовых преобразователях, должны обладать высокой устойчивостью к изменению синфазного напряжения (CMR).

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОГР PS8902 И PS9924

В предыдущем разделе мы сформулировали требования к гальваническим развязкам для промышленных приложений. В этой части статьи мы посмотрим, насколько ОГР PS8902 и PS9924 отвечают этим требованиям.

Прежде всего, отметим очень высокую электрическую прочность изоля-

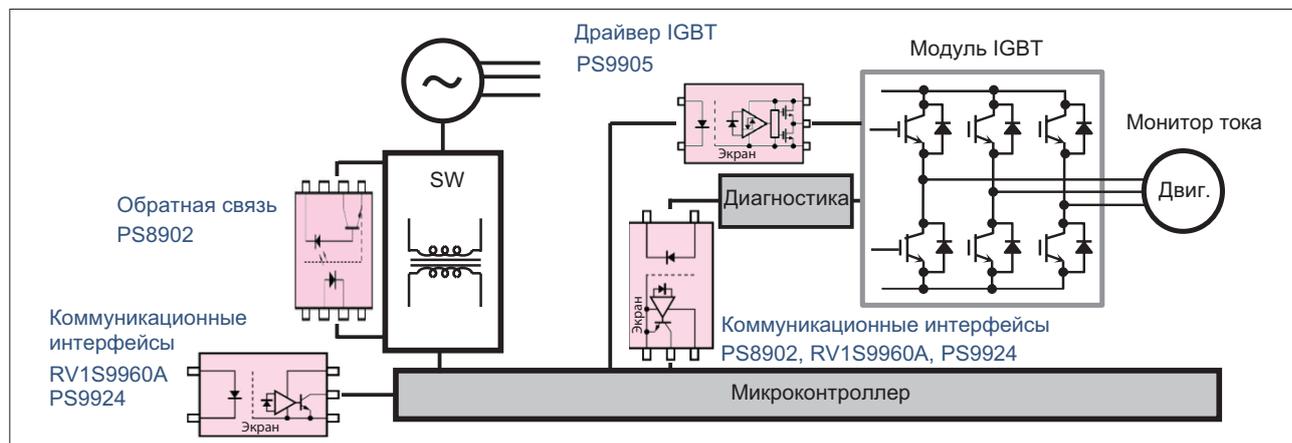


Рис. 1. Гальваническое разделение сигналов в автоматизированном электроприводе

ции: у обоих оптрона она достигает ни много ни мало 7500 В (СКЗ), что значительно выше, чем у большинства существующих гальванических развязок. Прикладываемое к развязке пиковое напряжение в испытаниях достигает 12000 В. При таких параметрах развязки PS8902 и PS9924 без труда отвечают требованиям следующих стандартов электробезопасности:

- UL1577 (двойная защита);
- CAN/CSA-C22.2 No.62368-1 (усиленная изоляция);
- DIN EN 60747-5-5.

Столь высокое значение получено за счет увеличения путей токов утечек до 15 мм и величины воздушного зазора 14,5 мм, а также, повторимся, благодаря значительной толщине диэлектрического изоляционного барьера ОГР. Как нетрудно догадаться, длина путей токов утечек и величина воздушного зазора и, следовательно, электрическая прочность изоляции зависят от размеров корпуса гальванической развязки. На рисунке 2 приведена примерная зависимость электрической прочности изоляции от типа корпуса.

В процессе работы оба оптрона выдерживают повторяющееся перенапряжение на изоляционном барьере $V_{IORM} = 1600$ В. Этой величины вполне достаточно для устойчивой работы в большинстве промышленных сетей. Минимальное значение устойчивости к изменению синфазного напряжения у рассматриваемых ОГР

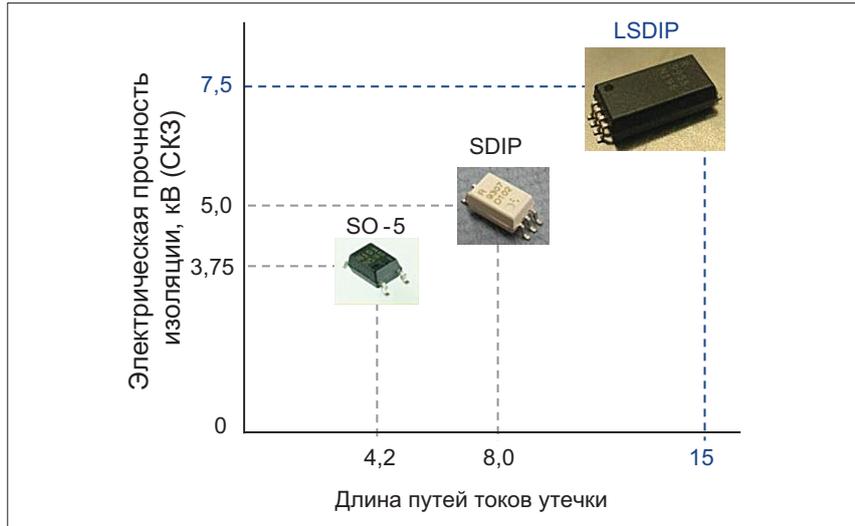


Рис. 2. Примерная зависимость электрической прочности изоляции от типа корпуса

составляет 15 кВ/мкс при типовом значении 20 кВ/мкс.

Для многих промышленных цепей указанная величина CMR вполне достаточна. Если же ОГР планируется использовать в топологиях с силовыми GaN-ключами, разумнее остановить свой выбор на оптроне RV1S9960A компании Renesas. Минимальная величина CMR у них составляет 50 кВ/мкс, а типовое значение – 60 кВ/мкс. Электрическая схема оптрона и тестовые схемы определения CMR развязок PS8902 и PS9924 приведены на рисунках 3 и 4, соответственно. На этих же рисунках можно видеть электрические схемы развязок.

Как видно из представленных рисунков, у выходных каскадов ОГР – разная схемотехника. В PS8902 фотодиод подключен непосредственно к базе выходного транзистора, а в PS9924 – к пороговому устройству, которое управляет выходным транзистором. Разумеется, использование разных топологий выходного каскада сказалось на динамических характеристиках ОГР, которые представлены в таблице 1. Все ее параметры определены для напряжения питания 5 В и температуры 25°C. На рисунке 5 показаны способы определения временных параметров из таблицы 1.

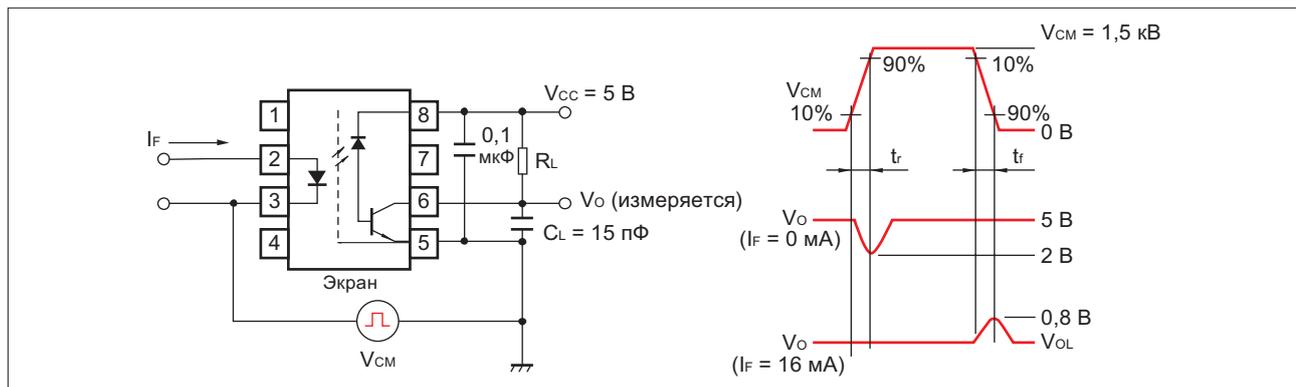


Рис. 3. Схема определения CMR и электрическая схема развязки PS8902

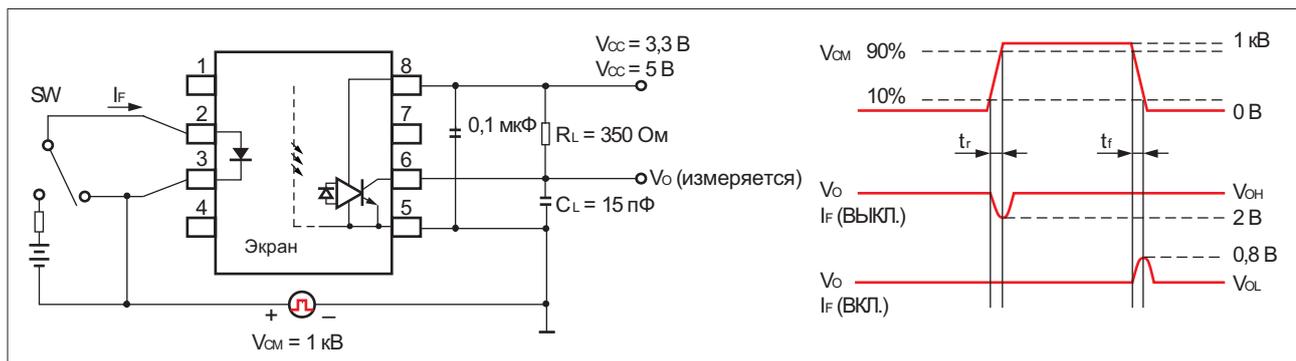


Рис. 4. Схема определения CMR и электрическая схема развязки PS9924

Таблица 1. Динамические параметры оптронов PS8902 и PS9924

Наименование ОГР	t_{PHL} (тип./макс.), нс	t_{PLH} (тип./макс.), нс	t_r (макс.), нс	t_f (макс.), нс	Искажение длительности импульса $PWD = t_{PHL} - t_{PLH} $ (тип./макс.), нс	Рассогласование задержек (макс.), нс	Скорость передачи данных (макс.), Мбит/с
PS8902	300/800	500/1200	–	–	–	–	1
PS9924	45/75	40/75	20	5	5/45	40	10

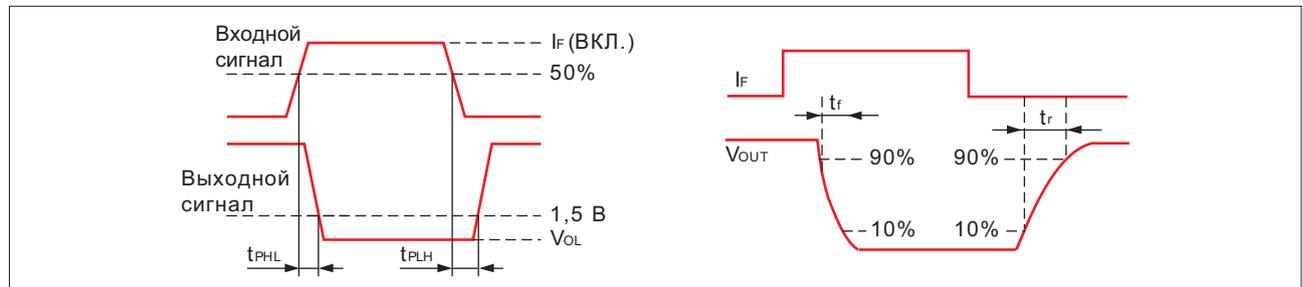


Рис. 5. Способы определения временных параметров, приведенных в таблице 1

Нетрудно видеть, что за счет введения порогового устройства оптрона PS9924 превосходит в быстродействии PS8902, пороговое устройство формирует сигнал управления с крутым фронтом для управления выходным транзистором. Но следует иметь в виду, что значение интервалов отсчитывается с того момента, когда входной ток через излучающий светодиод достигнет уровня 0,5 от установившегося уровня, при котором происходит коммутация выход-

ного транзистора. На рисунке 6 показана зависимость порогового входного тока ОГР PS9924 от температуры при разных напряжениях питания.

Одним из недостатков оптронов считается зависимость их параметров от температуры, но, как видно из рисунка 6, эта зависимость порогового тока от температуры весьма невелика. В наибольшей степени температурная зависимость сказывается на изменении времени распространения. График

этой зависимости для PS9924 приведен на рисунке 7.

Как видно из него, изменение времени распространения во всем температурном диапазоне не превышает 25–30 нс. Посмотрим, что это означает на практике. При максимальной скорости передачи данных 10 Мбит/с длительность одного бита составляет 100 нс. Таким образом, увеличение задержки распространения не превысит 0,25–0,3 длительности бита. Учитывая, что даже в короткой посылке

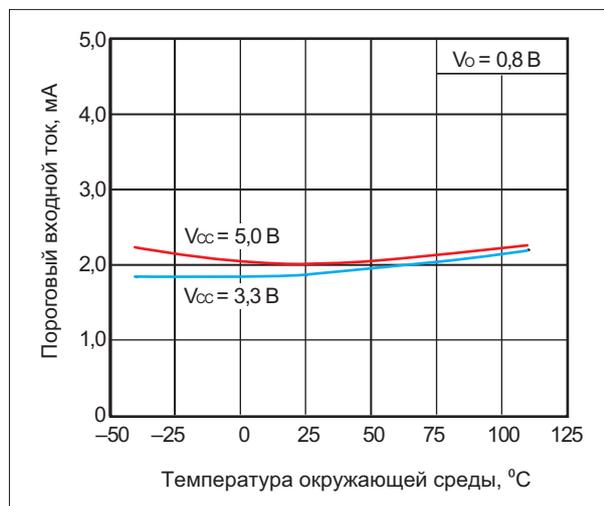


Рис. 6. Зависимость порогового входного тока от температуры

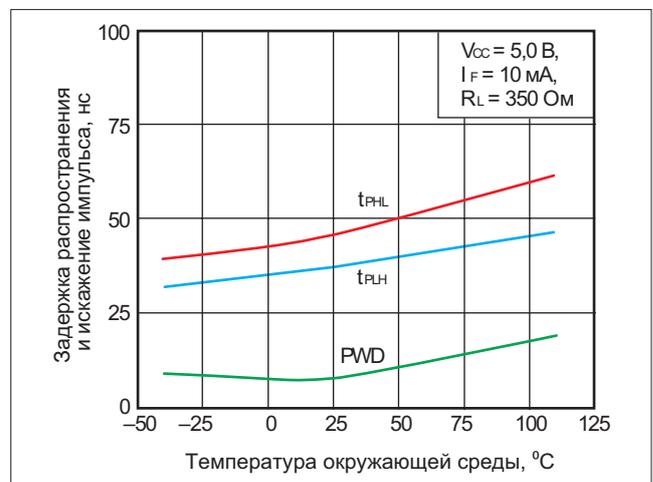


Рис. 7. Зависимость изменения времени распространения и искажения импульса от температуры

Таблица 2. Некоторые основные параметры оптронов PS8902 и PS9924*

Наименование ОГР	Предельно допустимые параметры						V_{CC} , В	V_F , В	I_R , мкА	C_{MTR} , кВ/мкс
	I_F , mA	V_R , В	V_{CC} , В	V_O , В	I_O , mA	T_A , °C				
PS8902	25	5	35	35	8	-55...110	До 35	1,65 при $I_F = 16$ mA	10	15 (мин)
PS9924	25	5	7	7	25	-55...110	2,7–5,5	1,56 при $I_F = 10$ mA	10	20 (тип.)

* Перечень полных названий параметров из таблицы 2:

- I_F – прямой ток через входной светодиод;
- V_R – обратное напряжение на входном светодиоде;
- V_{CC} – напряжение питания;
- V_O – выходное напряжение;
- I_O – выходной ток;
- T_A – диапазон рабочей температуры;
- V_F – прямое падение напряжения на входном светодиоде;
- I_R – обратный ток входного светодиода;
- C_{MR} – устойчивость к изменению синфазного напряжения.

содержится не менее 9–10 бит (например, в интерфейсе RS-232 длительность передачи одного сообщения составляет 900–1000 нс), можно с уверенностью утверждать, что подобное изменение длительности распространения сигнала некритично.

Рабочая частота силовых преобразователей с напряжением свыше 650 В может изменяться в пределах от нескольких килогерц до нескольких десятков килогерц. При этом ее период меняется в пределах от нескольких десятков до нескольких сотен микросекунд, а длительность импульса управ-

ления ключами даже при заполнении 0,1 – не меньше 1 мкс. Следовательно, изменение длительности распространения на 25–30 нс, скорее всего, не скажется ни в случае использования ОГР в обратной связи, ни в случае ее применения в цепи управления затвором.

В заключение приведем некоторые основные, на наш взгляд, параметры оптронов PS8902 и PS9924 (см. табл. 2) кроме тех, что в таблице 1. Заодно заметим, что превосходство оптрона PS9924 в быстродействии не означает, что изделие PS8902 хуже. При выборе гальванической развязки учитывается

не только быстродействие, но и стоимость, а также конкретные условия работы. Например, большее допустимое напряжение питания PS8902 может оказаться преимуществом при отсутствии стабилизированного напряжения в том узле, где используется PS8902. Напомним, что основным преимуществом оптронов PS8902 и PS9924 является усиленная электрическая прочность изоляции до 7500 В и устойчивость изоляционного барьера к перенапряжениям до 12 000 В. По этим показателям обе оптоэлектрические развязки являются лидерами в данном сегменте рынка. ⇐