КАК ЧИТАТЬ DATA SHEET НА МИКРОСХЕМЫ?

ЕВГЕНИЙ ВОРОБЬЕВ, консультант «КТЦ-МК»

В статье рассматриваются технические описания компонентов в документации производителя (data sheet). Несмотря на кажущуюся ясность data sheet, возможны различные трактовки описанных в них характеристик. Неправильное понимание какого-либо параметра может привести к ошибкам в проекте, исправление которых потребует немало финансовых и временных затрат. Имеет смысл, не ограничиваясь одной статьей, начать разговор на тему, интересующую многих инженеров. Мы надеемся, что разработчики поделятся опытом и расскажут о «подводных камнях», встреченных ими в процессе создания проектов.

Недавно, разыскивая нужную мне информацию, я увидел статью [1], которая меня заинтересовала. По времени это совпало с одним довольно неприятным случаем в компании, причиной которого явилось не очень внимательное прочтение data sheet на микропроцессор, и подумалось, что будет небесполезным познакомить читателей с вольным, хотя и близким к оригиналу, изложением упомянутой статьи.

Инженер-разработчик, постоянно решающий десяток задач параллельно, часто не имеет времени на тщательное изучение data sheet. Как правило, изучение ограничивается несколькими первыми страницами и беглым просмотром остальных. Какую же информацию получает и может получить инженер?

ПЕРВАЯ СТРАНИЦА

Существуют неписаные правила, по которым создаются data sheet на микросхемы: первая страница содержит заголовки, цель которых привлечь внимание разработчика. Чаще всего на первой странице перечисляются основные параметры и характеристики, области применения, приводится структурная схема. Иногда здесь же указываются максимальные и минимальные величины, а иногда — типовые параметры (причем, разные изготовители по-своему трактуют термин «типовые»). Следует иметь в виду, что над созданием data sheet, и особенно, первой страницы, работают не только технические специалисты, но и специалисты по маркетингу и рекламе. Поэтому не следует принимать решение, основываясь только на «титульной» информации, нужно обязательно уточнять те или иные сведения в соответствующих разделах data sheet.

Параметры и характеристики, представленные на первой странице, как правило, подчеркивают уникальность микросхемы, и им следует уделить внимание. Например, наличие у микросхемы функции блокировки может вызывать ее отключение при переходных процессах, если не учесть особенности работы блокировки. Широкий диапазон напряжения питания (скажем, 3…5,5 В), о котором говорится на первой странице, может означать наличие у данной микросхемы двух типономиналов, один из которых работает при напряжении питания 4,5…5,5 В, а другой в диапазоне 3…4,5 В. Однако о наличии двух типономиналов можно узнать только в одном из последующих разделов.

Иногда на первой странице приводится таблица назначения выводов микросхемы. Однако следует иметь в виду, что встречаются случаи, когда один и тот же вывод может иметь разные названия в таблице и в тексте. Скажем, вывод 4 в таблице назван «вход+», а далее по тексту data sheet этот же вывод может называться «неинвертирующим входом». Изучая схему включения и рассматривая возможность ее использования в своей разработке, следует иметь в виду, что любая ИС разрабатывается для конкретного применения. Приведенная схема включения соответствует именно ему. Реально же таких схем может быть две, три и более. И ни одна бригада инженеров по применению, участвующая в подготовке материалов для data sheet, не в силах предусмотреть все.

ПРЕДЕЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Следует соблюдать требования приводимой в data sheet таблицы absolute-maximum ratings, изучить которую необходимо очень внимательно. Название таблицы чаще всего переводится как «предельно допустимые режимы эксплуатации» или как «предельные режимы эксплуатации». Различные, хоть и схожие формулировки свидетельствуют о различном понимании этих параметров среди отечественных инженеров. Следует рассчитывать схему так, чтобы при любых условиях (в том числе и при переходных процессах) ни один из предельных параметров не достигался. Иначе снижается надежность ИС. Превышение любого из предельных параметров может привести к выходу микросхемы из строя. Сочетание даже двух предельных режимов недопустимо.

Одним из таких режимов является температура, воздействующая на микросхему. В data sheet обычно указываются три температуры: окружающей среды, перехода и хранения. Температура окружающей среды указывается, как правило, в диапазоне температур: от минимальной до максимальной. Производитель гарантирует электрические параметры микросхемы только в пределах диапазона рабочих температур. В некоторых случаях выход за границы диапазона рабочих температур может привести к выходу ИС из строя. Диапазоны рабочих температур не стандартизованы, и каждый производитель микросхем волен устанавливать их по своему усмотрению или по требованию заказчика.

В определенной степени общепризнанными являются три диапазона рабочих температур: коммерческий (commercial, обозначаемый обычно буквой C), промышленный (industrial, для обозначения используется буква I) и военный (military, M). Коммерческий диапазон рабочих температур составляет обычно 0…70°C (иногда –10…70°C), промышленный –20…85°C и военный: –55…125°C. Конкретные величины диапазонов рабочих температур приводятся в data sheet, и их необходимо учитывать при выборе режимов эксплуатации ИС.

Следующим предельным режимом является температура перехода. Термин этот был позаимствован для первых микросхем из характеристик транзисторов, ибо в то время микросхемы представляли собой один-два транзистора. И хотя количество транзисторов (и, соответственно, переходов) в микросхемах выросло многократно, термин остался. Правда, сегодня под ним понимается температура не одного отдельно взятого перехода, а любого из имеющихся на кристалле, то есть температура кристалла. В большинстве

DC/DC преобразователи

мощностью

для ответственного

TEN-3, TEN-3WI, TEN-5, TEN-5WI, TEN-8, TEN-8WI

Корпус DIP-24: 32x20x10 мм

TEN-10, TEN-12WI, TEN-15, TEN-15WI, TEN-20, TEN-20WIN, TEN-30WIN

Корпус 2x1": 50x25x10 мм

TEN-20WI, TEN-25, TEN-30WI

Корпус 2x1.6": 50x40x10 мм

Высокий КПД до 90%

Входное напряжение диапазона 2:1 или 4:1 от 4,5 до 75В

Стабилизированное выходное напряжение: 3.3, 5, 12, 15, 24, 28, 48В

Один, два или три выхода

Диапазон рабочих температур от -40^0 до +85^{0}С

Прочность изоляции 1500 и 2250В

Электробезопасность IEC/EN/UL 60950-1

Электромагнитная совместимость EN55022, EN61000

Весь комплекс защит

Гарантия производителя 3 года

Сертификат ГОСТ Р

Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Екатеринбург
Тел.: (495) 221-0130	Тел:. (812) 567-1867	Тел.: (383) 227-1155	Тел.: (343) 378-3242
Факс: (495) 221-0137	Факс: (812) 567-1849	Факс: (383) 222-4031	Факс: (343) 378-3241
E-mail: cmp@argussoft.ru	E-mail: spb@ argussoft.ru	E-mail: nsk@argussoft.ru	E-mail: ural@argussoft.ru

серии TEN / TEP
от 3 до 100Вт
применения

TRACO POWER

www.tracopower.com

TEN-40, TEN-40WI, TEN-60

Корпус 2x2": 50x50x10 мм

TEP-75WI, TEP-100

Корпус Half Brick: 61x58x12.7 мм

НОВИНКА

области применения

Сети передачи данных и телекоммуникации

Транспорт

Промышленная автоматизация

www.argussoft.ru

ARGUSSOFT

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

Зеленоград

Тел.: (495) 651-0714
Факс: (495) 532-8384
E-mail: zelgrad@argussoft.ru

Казань

Тел.: (843) 274-9084
Факс: (843) 274-9084
E-mail: kazan@argussoft.ru

случаев это одна и та же величина — 150°C. Превышение этой температуры ведет к выходу ИС из строя. Понятно, что в реальных условиях невозможно измерить температуру перехода у корпусной микросхемы. Поэтому производитель указывает в data sheet либо температуру на корпусе ИС (иногда в конкретном месте корпуса), либо приводит такой параметр, как тепловое сопротивление переход–корпус, с помощью которого легко рассчитать предельную температуру корпуса микросхемы. Температура перехода или температура корпуса обычно указываются для ИС, имеющих большую выходную или рассеиваемую мощность.

И наконец, температура хранения. Другими словами, это температура, при которой может находиться микросхема в нерабочем состоянии. Обычно она тоже определяется диапазоном температур: от отрицательной величины до положительной. И хотя диапазон этот достаточно широк, следует принять меры, исключающие выход за указанные границы, так как это влечет за собой снятие гарантий производителя ИС.

Большинство современных микросхем имеет защиту от электростатического разряда (ЭСР), но следует ознакомиться с разделом, где указывается устойчивость ИС к ЭСР и приводятся меры предосторожности, чтобы исключить воздействие статического электричества. Даже если такие рекомендации отсутствуют, лучше считать, что микросхема чувствительна к ЭСР, и предпринимать хотя бы элементарные меры предосторожности: не брать микросхему руками, работать заземленным инструментом и т.д.

ТАБЛИЦЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

После таблицы absolute-maximum ratings обычно следуют таблицы, содержащие электрические параметры микросхемы. Как правило, во всех data sheet эти таблицы имеют примерно одинаковое количество столбцов: «наименование параметра», «обозначение параметра» («символ»), «единица измерения», «условия измерения» и «значение параметра». Как уже отмечалось, стандартной формы data sheet не существует, поэтому порядок столбцов у разных производителей может быть различным, столбцы могут объединяться или делиться.

Несмотря на многолетнюю активную работу Международной электротехнической комиссии (МЭК) по стандартизации терминов, определений и условных обозначений электрических параметров, в data sheet до сих пор можно встретить необщепринятые названия и условные обозначения уже стандартизованных параметров. Поэтому, даже если все параметры, приведенные в таблице, кажутся знакомыми и понятными на первый взгляд, нужно удостовериться в том, что наименования и условные обозначения поняты правильно.

Столбец «условия измерения» содержит данные обо всех режимах, при которых получены значения основных параметров, указанные в следующем столбце. Обычно в столбце «условия измерения» приводят данные о температуре окружающей среды (для мощных ИС — температуре корпуса), напряжении питания, сопротивлении источника сигнала, сопротивлении нагрузки, рабочей или тактовой частоте и т.д. Иногда основной режим измерения указывают в пояснении к таблице, а в самой таблице приводятся только уточнения или отличия от основного режима. Большинство параметров измеряется при номинальном напряжении питания и температуре окружающей среды 25°C. Но некоторые параметры могут измеряться при минимальном или максимальном напряжении питания, минимальной и максимальной температуре окружающей среды.

И наконец, столбец «значение параметра». Почти во всех data sheet он обычно разделен на три колонки: min, typ, max, в которые записываются минимальное, типовое и максимальное значения параметра, соответственно. Если с минимальным и максимальным значениями все более-менее понятно, то с величинами, записанными в колонку typ, следует обращаться с большой осторожностью. Как уже отмечалось, разные производители по-разному понимают этот термин. Кроме того, следует иметь в виду, что «типовые» значения были получены на начальном этапе производства, при испытании достаточно небольшого количества первых микросхем. Со временем изнашиваются маски, вносятся изменения в техпроцесс, что, несомненно, влияет как на конкретные величины параметров изготавливаемых микросхем, так и на их статистическое распределение. Поэтому реальное типовое значение параметра у конкретной партии микросхем может значительно отличаться от величины, записанной в data sheet. Типовое значение параметра следует рассматривать как характеристику его поведения в определенных условиях и не делать расчеты на его основе, особенно в тех случаях, когда отсутствуют минимальные и максимальные величины этого же параметра.

ГРАФИКИ

Информация, которую несут графики, полезна для разработчика. И при расчете схемы нужно ориентироваться не только на те величины, которые приведены в таблицах электрических параметров, но и учитывать приведенные на графиках зависимости параметров друг от друга. При этом необходимо иметь в виду, что графики только иллюстрируют характер зависимости, но никак не устанавливают точное числовое соответствие между параметрами. Кроме того, как и в случае с типовым значением параметра, нужно понимать, что все зависимости «сняты» на довольно небольшом количестве микросхем, скорее всего, при первом выпуске, и отражают усредненные величины. Более того, при внимательном анализе графиков можно обнаружить, что условия, при которых снимались зависимости, и условия, при которых нормировались величины параметров в таблицах, могут существенно отличаться, то есть на графике и в таблицах могут быть указаны разные величины одного и того же параметра.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

Описание самой микросхемы и схем ее применения весьма привлекательны и информативны. Каждая из схем применения этого раздела была построена и проверена инженерами по применению. Однако это совсем не означает, что она будет работать, когда ее построите вы. Поэтому любую из приведенных схем применения следует рассматривать всего лишь как начальную точку вашей собственной разработки. Инженеры по применению разрабатывают схемы, которые функциональны и привлекательны для читающего data sheet, но эти схемы могут оказаться неработоспособными при массовом производстве.

ВЫВОДЫ

1. Постарайтесь, несмотря на нехватку времени, прочитать data sheet «от корки до корки», тщательно анализируя и сопоставляя информацию.

2. Никогда не используйте типовые значения параметров и величины из графиков зависимостей для расчета вашей схемы. Используйте их только для того, чтобы понять характер поведения параметра в различных условиях.

3. При любых сомнениях в правильности понимания информации, приведенной в data sheet, или недостаточности такой информации, обязательно обращайтесь в службу технической поддержки производителя ИС.

ЛИТЕРАТУРА

1. How to read a semiconductor «data sheet», Ron Mancini, Texas Instruments www.edn.com/article/CA514964.html?text=»texas+instruments»)

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

MEAN WELL

для светодиодных экранов и подсветки

серии
PLN, ELN, CLG

- Мощность 30, 60 и 100 Вт
- Выходные напряжения 5...48 В
- Степень защиты IP64/IP67
- Рабочий диапазон температур: –30...+50°C
- Защита от короткого замыкания, перегрузки, перенапряжения, перегрева

- для применения на улице и внутри помещений
- регулировка выходного напряжения и тока
- конвекционное охлаждение

www.eltech.spb.ru

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР MEAN WELL

ЭЛТЕХ

Новый офис
Санкт-Петербург, ул. Двинская, д. 10, кор. 6, тел.: (812) 635-50-60, факс: (812) 635-50-70, e-mail: meanwell@eltech.spb.ru

Москва	Новосибирск	Екатеринбург	Ростов-на-Дону	Ижевск (Новый офис)	Чебоксары (Новое представительство)	Минск
(495) 788-59-48	(383) 212-58-74	(343) 351-00-94	(863) 220-30-71	(3412) 93-10-18	(8352) 21-05-05	(37517) 256-18-60
(495) 788-59-46	(383) 212-58-75	(343) 257-70-37	(863) 220-30-72	(3412) 93-10-19	(8352) 21-38-78	(37517) 256-18-61
info@eltech.msk.ru	info@eltech.nsk.ru	info@eltech.ur.ru	info@eltech.rostov.ru	info@eltech.udm.ru	cheboksary@eltech.org	info@eltech.by

Базовые станции 3-го поколения

Цифровое телевидение

Тестовое и измерительное оборудование

Высокочастотные реле – выбор очевиден

Низкие потери, искажения и энергопотребление

Какие бы ни были параметры требуемого высокочастотного реле, ответ один – это Omron.

Для эффективной работы беспроводных сетей любого типа используйте наше новое реле G9YA 26,5 ГГц, с вносимыми потерями всего 0,2 дБ, изоляцией 85 дБ при 1 ГГц и передающей мощностью до 120 Вт при 3 ГГц. Эти высокочастотные характеристики достигаются благодаря новейшей разработке линий передач при минимально возможных размерах корпуса. В результате наше самое миниатюрное реле с изоляцией в 30 дБ и вносимыми потерями 0.2 дБ при 1 ГГц имеет высоту всего 5.4 мм.

Наш выбор моделей реле очень широк, и мы уверены, что сможем соответствовать всем Вашим требованиям:

Модель	G6Y	G6K(U)-2F-RF	G6Z		G6W		G9YA
Характеристики	Высокая изоляция/ Низкие вносим потери	Для поверхностного монтажа, полоса пропускания 1 GHz	Для поверхностного монтажа, полоса пропускания 2,6 GHz		Для поверхностного монтажа, полоса пропускания 2,5 GHz		Коаксиальное реле, полоса пропускания 26,5 GHz
Размеры, мм	20,7x11,7x9,2	10,2x6,9x5,4	20x8,6x9,3	20x8,6x8,9	20x9,4x9,2	20x9,4x8,9	34x13,2x39
Форма контактов	SPDT	DPDT	DPDT		SPDT		SPDT
Материал контактов	Au	Ag (Au покрытие)	Ag (Au покрытие)		Au		Au
Резистивная нагрузка	10mA при 30VAC 10mA при 30VDC	0,3A при 125VAC 1A при 30VDC	10mA при 30VAC 10mA при 30VDC		10mA при 30VAC 10mA при 30VDC		
Максимальный ток переключения	0,5A	1A	0,5A		0,5A		
Коммутируемая мощность	10VA (AC) 10W (DC)	1W	10VA (AC) 10W (DC)		10VA (AC) 10W (DC)		
Рабочее напряжение	от 3 до 24VDC	от 3 до 24VDC	от 3 до 24VDC		от 3 до 48VDC		от 4,5 до 28VDC
Энергопотребление	200 mW	100 mW	100 mW		200 – 360 mW		500 – 700 mW

ФЭК
Тел.: +375 (17) 210 2189
Факс: +375 (17) 210 2189
www.fek.by

ПетроИнТрейд
Тел.: +7 (812) 324 6350
Факс: +7 (812) 324 6611
www.petrointrade.ru

VD MAIS
Тел.: +38 (044) 492 8852
Факс: +38 (044) 287 3668
www.vdmais.kiev.ua

Компэл
Тел.: +7 (495) 995 0901
Факс: +7 (495) 995 0902
www.compel.ru

Omron Electronic Components Russia
125137, Россия, Москва, ул. Правды, д. 26
Тел. (495) 648 94 80 Факс: (495) 648 94 81
E.mail: ocb_cis@eu.omron.com

www.omroncomponents.eu