



Евгений Звонарев

КОМПАРАТОРЫ NATIONAL SEMICONDUCTOR

Такие скоростные компараторы **National Semiconductor**, как современный LM319 и новый LMH7322, перешли наносекундный диапазон, а LMH7322 имеет самое низкое потребление энергии. Вниманию читателей предлагается обзор известных и новых скоростных компараторов, а также компараторов с низким потреблением производства компании National Semiconductor.

Очень часто нужно сравнить два сигнала по величине. В некоторых случаях необходимо зафиксировать момент, когда сигнал достигнет определенного значения. Для этих задач многие фирмы выпускают аналоговые компараторы. Без них не обходится ни один АЦП и ЦАП, ни один генератор пилообразных колебаний. В каждом цифровом вольтметре или другом измерительном приборе обязательно присутствует компаратор напряжения. Термин «компаратор» произошел от английского слова «compare» – сравнивать. Проще говоря, компаратор – это прибор для сравнения двух или нескольких напряжений с определенной точностью и выдачи результата с минимальной задержкой.

В качестве компаратора можно использовать дифференциаль-

ный (операционный) усилитель с очень большим коэффициентом усиления разностного сигнала. В зависимости от знака разности напряжений на входе дифференциального усилителя его выход оказывается в положительном или отрицательном насыщении. Раньше обычные ОУ использовали в качестве компараторов, но сейчас такой способ практически не используют, поскольку многие производители выпускают специализированные микросхемы для этой цели. Эти кристаллы имеют очень высокое быстродействие, но при повышении быстродействия компаратора приходится принимать меры для предотвращения глубокого насыщения транзисторов, работающих в ключевом режиме. Этого добиваются минимизацией паразитных емкостей и сопротивлений, ограничивающих скорость

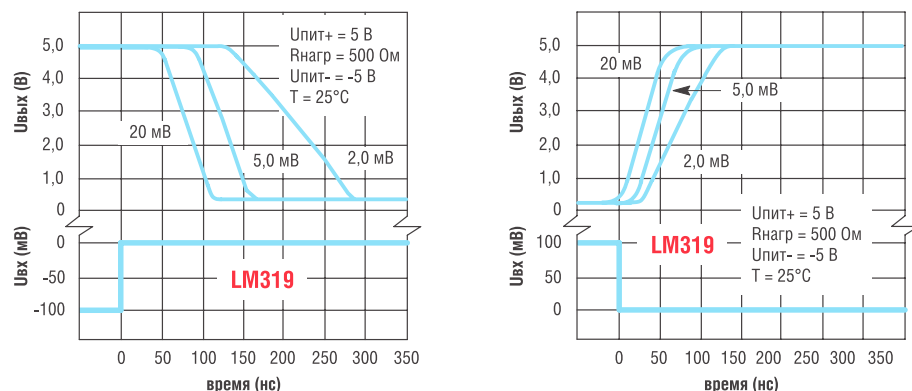


Рис. 1. Зависимость задержки распространения от Uвх в компараторе LM319



Универсальный контроллер питания для мобильных приложений

LP3910 от National Semiconductor – это гибкое решение для создания универсального модуля питания (PMU – Power Management Unit), которое содержит в себе интегрированный повышающе-понижающий преобразователь и несколько различных регуляторов напряжения. Помимо этого, LP3910 имеет два отдельных входа для питания устройства и зарядки батарей от шины USB или сетевого адаптера. Интегрированный контроллер заряда поддерживает автоматическое переключение источников энергии. Наличие интерфейса I²C позволяет разработчикам изменять электрические характеристики и режимы системы питания, такие как значения выходных напряжений и варианты переключения источников питания под конкретное приложение.

В портативных устройствах, где используется питание 3,3 В, повышающе-понижающий преобразователь позволит продлить время работы от батарей. Li-Ion аккумулятор, как самый популярный выбор для питания мобильных приложений, как правило, имеет диапазон рабочих напряжений от 2,9 до 4,2 В. Когда аккумулятор заряжен, конвертер понижает напряжение до необходимого значения. Когда аккумулятор разряжен до значения менее 3,3 В, преобразователь повышает напряжение. Технически это позволяет увеличить время работы устройства от батареи на 10%, по сравнению с обычным понижающим преобразователем.

Программируемый контроллер питания LP3910, доступный в 48-выводном корпусе LLP размером 6x6 мм, содержит 4-канальный 8-битный АЦП для контроля аккумулятора и двух внешних источников питания. Для приложений, не использующих Flash-память или жесткий диск, National Semiconductor выпустила модификацию LP3913 с такими же функциями, что и у LP3910, но без повышающе-понижающего преобразователя, который заменен только на понижающий, с максимальным рабочим током до 500 мА.



Рис. 2. Допустимые диапазоны входных напряжений LMN7322 и компараторов этого класса от других производителей

нарастания сигналов. К сожалению, уменьшение времени задержки связано с увеличением потребляемой мощности. Как правило, быстродействующие компараторы уступают прецизионным по точности сравнения.

Прецизионные компараторы отличаются от других классов компараторов повышенной точностью сравнения и стабильностью характеристик. Это достигается путем уменьшения входных токов смещения и существенного увеличения коэффициента усиления. Улучшение параметров точности обычно достигается ценой снижения быстродействия компараторов.

Выходные каскады компараторов в большинстве случаев оптимизированы для сопряжения с определенными логическими сериями (особенно это важно для микросхем с очень высоким быстродействием) или имеют открытый коллектор (открытый сток) для расширения возможностей разработчика. Компаратор также можно рассматривать в качестве аналогового коммутатора, который переключает уровни выходного напряжения, когда непрерывный входной сигнал становится выше или ниже заданного уровня.

Компания National Semiconductor выпускает широкую номен-

клатуру компараторов: скоростных (High-Speed) и с низким потреблением (Low-Power Comparators). Современные скоростные компараторы уже перешли наносекундный диапазон. Например, новые LMN7322 имеют задержку распространения* всего 700 пикосекунд. Необходимо отметить, что задержка распространения сильно зависит от величины перепада напряжения на входах компаратора, поэтому нужно всегда тщательно изучать графики, приводимые производителем в своей документации (datasheets). Это проиллюстрировано на рисунке 1 на примере широко распространенного компаратора LM319.

Из рисунка 1 хорошо видно, что задержка распространения сигнала зависит от величины перепада и от направления перехода входного напряжения. Время задержки значительно меньше при перепаде на входе от высокого уровня к низкому.

Основные параметры компараторов National Semiconductor приведены в таблице 1.

Скоростные компараторы National Semiconductor

Среди последних новинок особого внимания достоин скоростной сдвоенный компаратор LMN7322. Он имеет самое низкое

потребление энергии (типовое значение 21 мА). Задержка распространения сигнала составляет менее одной наносекунды (700 пс) при работе на логические микросхемы RSPECL (положительная эмиттерно-связанная логика с малой амплитудой сигнала). Этот компаратор является усовершенствованием компаратора LMN7220 с низковольтным дифференциальным выходом LVDS. В конце 2007 года компания National Semiconductor планирует начать поставку образцов счетверенного компаратора с параметрами, близкими к LMN7322. Раздельное питание входных и выходных цепей LMN7322 позволяет легко согласовать входные и выходные сигналы разных частей устройства, не используя специализированные микросхемы для сдвига уровней. Кроме того, LMN7322 допускает отрицательное напряжение на входе до -6 В при однополярном напряжении питания до 12 В.

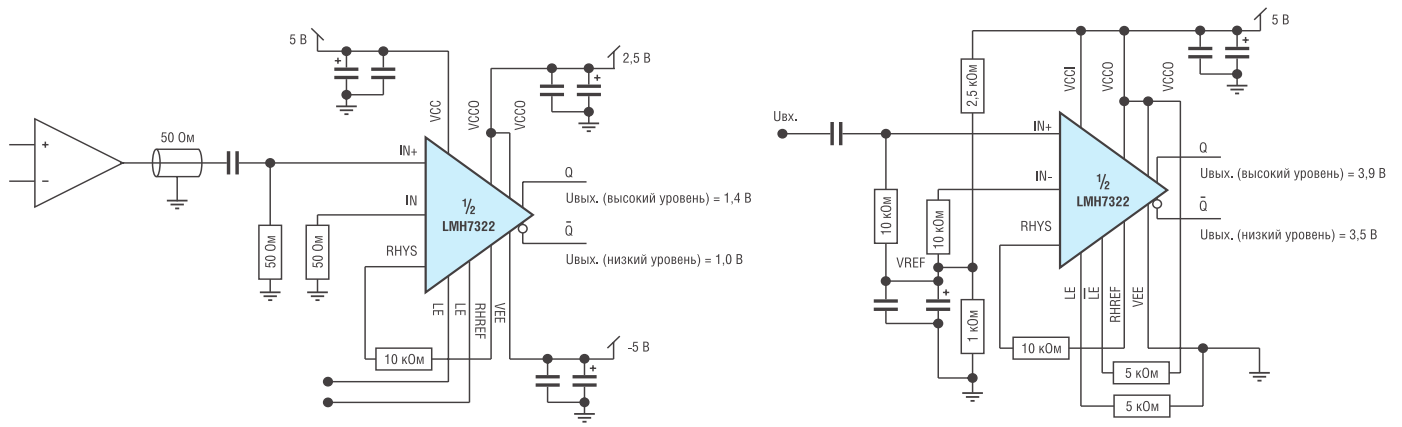
Время нарастания и спада сигнала LMN7322 составляет 160 пс.

На рисунке 2 показаны допустимые входные диапазоны напряжений для LMN7322 и компараторов этого класса от других производителей.

На рисунке 3 приведены рекомендуемые производителем схемы включения скоростного компаратора LMN7322 для преобразования аналогового сигнала в сигнал с уровнями LVDS и стандартное включение этой микросхемы.

К длительности задержки распространения компаратора LMN7322 необходимо относиться очень внимательно, так как этот параметр зависит от окружающей температуры и напряжения питания, и в худших случаях может доходить до 1050 пс. Эти факторы разработчик должен обязательно учитывать, если проектируемая аппаратура предназначена для работы в широком диапазоне температур и напряжений питания. Упомянутые зависимости приведены на рисунке 4. Интересно отметить, что при низкой рабочей

* Термин «скорость нарастания», характерный для ОУ, обычно не используется для описания параметров компаратора. Вместо этого указывают задержку распространения относительно входного сигнала.



Применение скоростного компаратора LMH7322 для преобразования аналогового сигнала в сигнал с уровнями LVDS

Рекомендуемое производителем стандартное включение компаратора LMH7322

Рис. 3. LMH7322. Схема преобразования аналогового сигнала в сигнал с уровнями LVDS и стандартное включение этого компаратора

Таблица 1. Компараторы National Semiconductor

Наименование	Количество каналов	Свойства	Ипотр. на канал, мкА	Упит., В	Усмещ. (макс), мВ	Конфигурация выхода	CMVR*, В	Задержка сигнала, мкс	Корпус (а)
Скоростные компараторы (High-Speed Comparators)									
LMH7322 (New)	2	700 пс задержка сигнала распространения	30 мА	2,7...12	8	RSPECL**	—	0,0007	LLP-24
LMH7220 (New)	1	2,5 нс, питание 2,7...12 В, LVDS выход	8,2 мА	2,7...12	9	LVDS	-0,2...10	0,0025	SC70-6, SOT23-6
LMV7219	1	7 нс, питание 2,7...5 В, rail-to-rail выход	1,1 мА	2,7...5	6	Push-Pull	-0,2...3,8	0,007	SC70-5, SOT23-5
LMV7235 (New)	1	45 нс, ultra-low power, rail-to-rail выход	65	2,7...5	6	Открытый сток	-0,2...5,2	0,045	SC70-5, SOT23-5
LMV7239 (New)	1	45 нс, ultra-low power, rail-to-rail выход	65	2,7...5	6	Push-Pull	-0,2...5,2	0,045	SC70-5, SOT23-5
LM161	1	скоростной дифференциальный компар.	13 мА	11...32	1	Дифференц.	20...23	0,014	TO5-10
LM361	1	скоростной дифференциальный компар.	13 мА	11...32	1	Дифференц.	20...23	0,014	MDIP-14, SOIC-14, TO5-10
LM119	2	скоростной двоянный компаратор	4 мА	5...36	4	Открытый колл.	8...33	0,08	CERDIP-14, CERPAK-10, LCC-20, TO5-10
LM219	2	скоростной двоянный компаратор	4 мА	5...36	4	Открытый колл.	8...33	0,08	CERDIP-14, CERPAK-10, LCC-20, TO5-10
LM319	2	скоростной двоянный компаратор	4 мА	5...36	1,8	Открытый колл.	7...34	0,08	MDIP-14, SOIC-14, TO5-10
Компараторы с низким потреблением (Low-power Comparators)									
LPV7215 (New)	1	микромощный, rail-to-rail вход/выход	0,61	1,8...5	3	Push-Pull	0...5,0	6,6	SOT-23, SC70-5
LMC7215	1	потребление < 1 мкА, rail-to-rail вход	0,7	2...8	6	Push-Pull	-0,2...5,2	12	SOIC-8, SOT23-5
LMC7225	1	потребление < 1 мкА, rail-to-rail вход	0,7	2...8	6	Открытый сток	-0,3...5,3	12	SOT23-5
LMC6762	2	микромощный, rail-to-rail вход	6	2,7...15	5; 15	Push-Pull	-0,3...5,3	4	SOIC-8
LMC6772	2	микромощный, rail-to-rail вход	6	2,7...15	5; 15	Открытый сток	-0,3...5,3	4	SOIC-8, MSOP-8, MDIP-8
LMC7211	1	микромощный, rail-to-rail вход	7	2,7...15	5; 15	Push-Pull	-0,3...5,3	4	SOIC-8, SOT23-5

Таблица 1. Компараторы National Semiconductor (Окончание)

Наименование	Количество каналов	Свойства	Ипотр. на канал, мкА	Упит., В	Усмещ. (макс), мВ	Конфигурация выхода	CMVR*, В	Задержка сигнала, мкс	Корпус (а)
LMC7221	1	микромощный, rail-to-rail вход	7	2,7...15	5; 15	Открытый сток	-0,1...2,8	4	SOIC-8, SOT23-5
LMV7271/72	1/2	питание от 1,8 В, rail-to-rail вход	10	1,8...5	4	Push-Pull	-0,1...2,8	0,88	micro SMD-5, SOT23-5, SC70-5
LMV7275	1	питание от 1,8 В, rail-to-rail вход	10	1,8...5	4	Открытый сток	-0,1...2,8	0,88	SC70-5, SOT23-5
LMV7291	1	питание от 1,8 В, rail-to-rail вход	10	1,8...5	4	Push-Pull	0...3,5	0,88	SC70-5
LP339	4	микромощный, 4 в одном корпусе	15	2...36	5	Открытый колл.	-0,1...4,2	8	SOIC-14, MDIP-14
LMV393	2	низковольтный, общего применения	43	2,7...5	7	Открытый колл.	-0,1...4,2	0,6	SOIC-8, MSOP-8
LMV339	4	низковольтный, общего применения	50	2,7...5	7	Открытый колл.	-0,1...4,2	0,6	SOIC-14, TSSOP-14
LMV331	1	низковольтный, общего применения	60	2,7...5	7	Открытый колл.	2...34,5	0,6	SC70-5, SOT23-5
LM2903	2	низкое напряжение смещения	200	2...36	7	Открытый колл.	2...34,5	0,4	MDIP-8, micro SMD-8, SOIC-8
LM293	2	низкое напряжение смещения	200	2...36	2; 5	Открытый колл.	2...34,5	0,4	TO5-8
LM393	2	низкое напряжение смещения	200	2...36	5	Открытый колл.	2...34,5	0,4	MDIP-8, micro SMD-8, SOIC-8, TO5-8
LM193	2	низкое напряжение смещения	200	2...36	2; 5	Открытый колл.	2...34,5	0,4	CERDIP-8, TO5-8
LM139	4	низкое напряжение смещения	200	2...36	2; 5	Открытый колл.	2...34	0,5	CERDIP-14, CERPAK, CERPAK-14, LCC-20
LM239	4	низкое напряжение смещения	200	2...36	2; 5	Открытый колл.	2...34	0,5	CERDIP-14
LM2901	4	низкое напряжение смещения	200	2...36	7	Открытый колл.	2...34	0,5	MDIP-14, SOIC-14
LM3302	4	низкое напряжение смещения	200	2...28	20	Открытый колл.	2...26	0,5	MDIP-14
LM339	4	низкое напряжение смещения	200	2...36	2; 5	Открытый колл.	2...34	0,5	CERDIP-14, MDIP-14, SOIC-14
LMV761	1	прецизионный, низковольтный	225	2,7...5	1	Push-Pull	-0,3...3,8	0,12	SOIC-8, SOT23-6
LMV762	2	прецизионный, низковольтный	275	2,7...5	1	Push-Pull	-0,3...3,8	0,12	SOIC-8, MSOP-8
LM397	1	компаратор общего применения	250	5...30	7	Открытый колл.	5...28,5	0,25	SOT23-5
LM392	1	низкое потребление	500	3...32	5	Push-Pull	3...30	1,5	MDIP-8, SOIC-8
LM6511	1	время установления 180 нс	2,7 мА	2,7...36	5	Открытый колл.	3,2...34,75	0,18	SOIC-8
LM111	1	компаратор общего применения	5,1 мА	5...36	3	Открытый колл.	0,5...34	0,2	CERDIP-8/14, CERPAK, CERPAK-10, LCC-20
LM211	1	компаратор общего применения	5,1 мА	5...36	3	Открытый колл.	0,5...34	0,2	TO5-8
LM311	1	компаратор общего применения	5,1 мА	5...36	7,5	Открытый колл.	0,5...35	0,2	MDIP-8

*CMVR – Common-Mode Voltage Range (диапазон допустимого синфазного напряжения на входах)

**RSPECL – положительная эмиттерно-связанная логика с малым размахом сигнала

температуре задержка распространения минимальна и приближается к значению 650 пс.

Типовое применение и основные параметры компаратора LMH7220 (предшественника LMH7322) приведены на рисунке 5. Выход LVDS этого компаратора обеспечивает уровень сигнала 325 мВ для передачи по симметричной линии с волновым сопротивлением 100 Ом. Этим обеспечивается малая чувствительность к шумам и электромагнитным помехам. Выходной сигнал с уровнями LVDS минимизирует потребление энергии по сравнению с выходом эмиттерно-связанной логики (ECL). Благодаря характеристикам выходного каскада потребление энергии остается очень малым даже при увеличении скорости передачи данных.

В этой статье уже отмечалось, что с ростом быстродействия увеличивается и потребляемая мощность. Однако, в линейке скоростных компараторов National Semiconductor есть LMV7235 и LMV7239 с током потребления всего 65 мкА (ultra-low power, по определению производителя) при задержке распространения сигнала 45 нс (см. таблицу 1). Эти компараторы отличаются только типом выходного каскада. LMV7235 имеет выход с открытым стоком, а у LMV7239 выход построен по схеме Push-Pull. Чтобы не быть голословным, проиллюстриру-

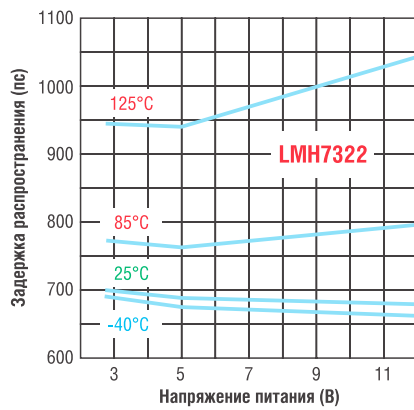
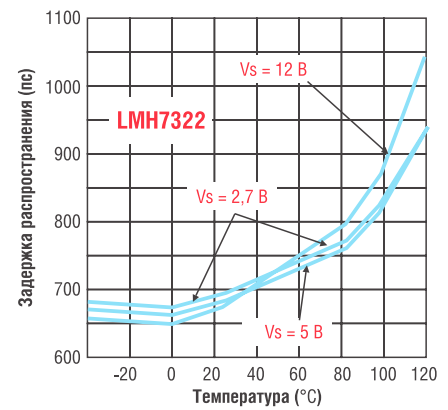


Рис. 4. Зависимости длительности задержки компаратора LMH7322 от напряжения питания и температуры



LMH7220 - скоростной компаратор National Semiconductor с выходом LVDS и низким потреблением

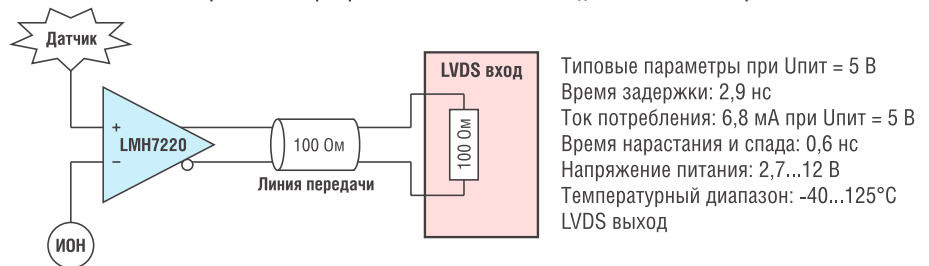


Рис. 5. Типовое применение скоростного компаратора LMH7320 с выходом LVDS и низким потреблением

ем зависимость тока потребления LMV7235 и LMV7239 рисунком 6, взятым из документации производителя. В худшем случае при напряжении 1,5 В ток потребления не превышает 30 мкА.

National Semiconductor рекомендует использовать компараторы LMV7239 для схем кварцевых генераторов и приемников импульсов инфракрасного излуче-

ния, основываясь на их высоком быстродействии и низком потреблении. Примеры реализации этих схем приведены на рисунке 7.

В документации производителя есть еще несколько интересных решений на описанных выше микросхемах. Заинтересованный читатель без труда найдет их на сайте National Semiconductor: www.national.com.

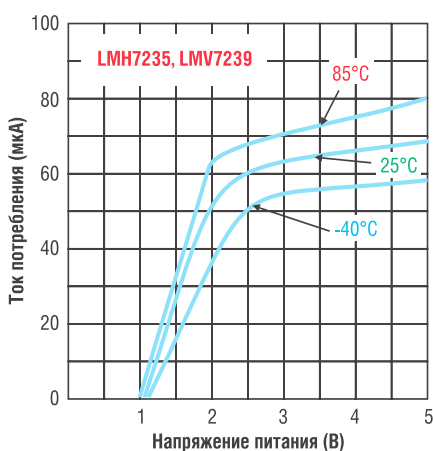
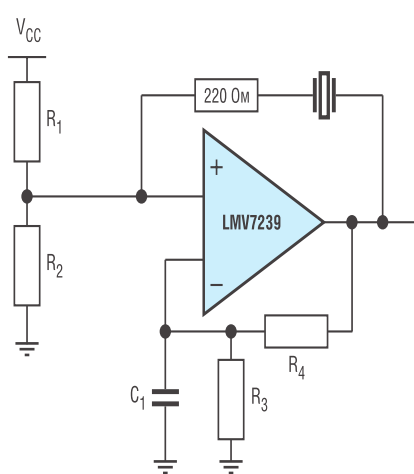
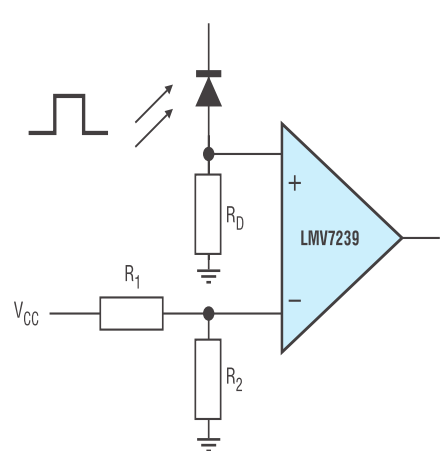


Рис. 6. Зависимость тока потребления от напряжения питания и температуры для быстродействующих компараторов LMV7235 и LMV7239 с низким потреблением и задержкой распространения 45 нс



Кварцевый генератор



Приемник импульсов инфракрасного излучения

Рис. 7. Кварцевый генератор и приемник импульсов инфракрасного излучения, выполненные на основе LMV7239

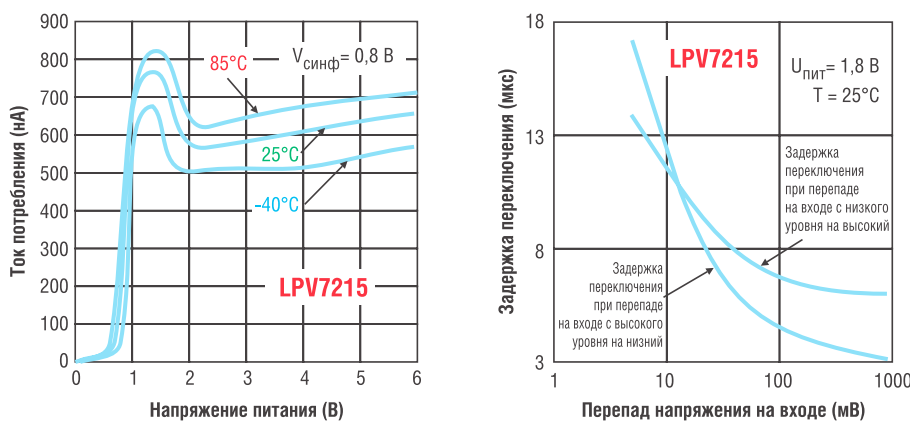


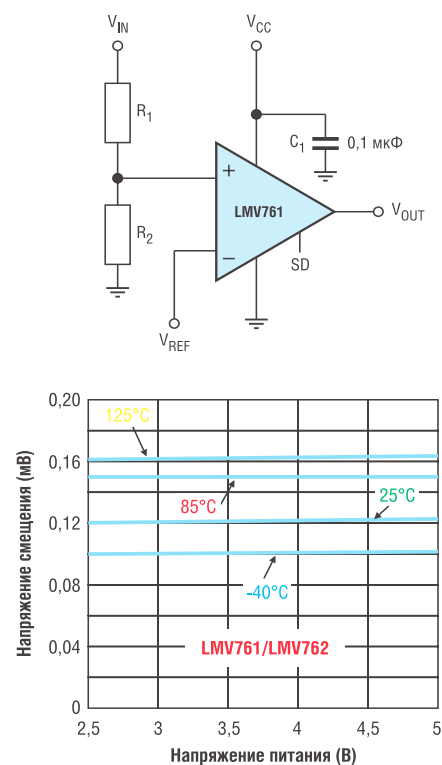
Рис. 8. Зависимости тока потребления от напряжения питания и температуры, задержки переключения от перепада напряжения на входе для микрокомпаратора LPV7215

Компараторы National Semiconductor с низким потреблением

Широкое распространение техники с автономным питанием стимулирует производителей к выпуску электронных компонентов с низким потреблением энергии. В перечне выпускаемых микросхем компании National Semiconductor есть компараторы с минимальным напряжением питания (всего 1,8 В). Они имеют Rail-to-Rail вход и выход, а потребляемый ток находится в пределах 600 – 800 нА во всем диапазоне напряжений питания. Речь, конечно, идет о новых компараторах LPV7215. Производитель указывает задержку распространения для этой микросхемы 6,6 мкс. Но ранее в статье уже было отмечено, что, измеряя этот параметр, необходимо учитывать величину перепада напряжения на входах, температурный режим и напряжение питания. Для полной точ-

ности нужно еще учитывать и направление перепада напряжения на входе компаратора (с высокого уровня на низкий и наоборот). В своей документации National Semiconductor приводит все эти зависимости. Некоторые из них для компараторов LPV7215 показаны на рисунке 8.

Популярные компараторы LM311 (LM211, LM111), которые выпускаются уже в течение многих лет, производитель относит к компараторам с низким потреблением, хотя при изучении таблицы 1 это представляется спорным. Но, учитывая огромную популярность этих микросхем, National Semiconductor до сих пор продолжает их выпускать. Большой интерес для разработчика могут представлять сдвоенные компараторы LM393 (LM293, LM193). Они имеют расширенный диапазон напряжений питания от 2 до 36 В, низкое напряжение смещения, низкий ток потребления при



Параметры LMV761/LMV762 при Uпит = 5 В и T = 25°C:

- Усм. (тип.) = 0,2 мВ
- Усм. (макс) (-40...125°C) = 1 мВ
- См. вх. = 0,2 пА
- Тзадерж. = 120 нс при Uвх = 50 мВ
- Iпотр. = 300 мкА
- CMRR = 100 дБ
- Темп. диапазон: -40...125°C

Рис. 9. Основные параметры и зависимости напряжения смещения LMV761 и LMV762 от напряжения смещения и температуры

более высокой точности по сравнению с LM311. Но задержка распространения у LM393 больше и составляет около 0,4 мкс.

Отдельного внимания заслуживают прецизионные низковольтные компараторы LMV761 (одиночный) и LMV762 (сдвоенный) с диапазоном напряжений питания от 2,7 до 5 В. Они характеризуются высокой точностью при относительно высоком быстродействии. Основные параметры этих микросхем приведены на рисунке 9.

Вся информация для статьи взята с сайта производителя: www.national.com.⁵

По вопросам получения технической информации, заказа образцов и поставки обращайтесь в компанию КОМПЭЛ.
E-mail: analog.vesti@compel.ru



КОМПАРАТОРЫ

LMH7322



Применение

- Цифровые приемники
- Высокоскоростное восстановление сигнала
- Детекторы пересечения нуля
- Высокоскоростное сэмплирование аналогового сигнала
- Двухпороговые компараторы
- Быстрое переключение сигнала