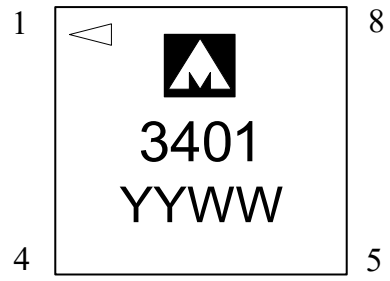
Микросхема приемопередатчика по стандарту RS-485/422 MDR3401FI



YY – год выпуска
WW – неделя выпуска

Основные параметры микросхемы:

- Напряжение источника питания от 3,0 до 5,5 В;
- Входной импеданс приемника соответствует 1/8 единице нагрузки, что допускает параллельное включение до 256 микросхем;
- Синфазное напряжение шины данных от минус 7 до плюс 12 В;
- Защита от перегрева;
- Защита от короткого замыкания;
- Скорость передачи данных до 30 Мбит/с;
- Масса микросхем не более 0,12 г;
- Уровень чувствительности к влаге MSL 2a;
- Температурный диапазон от минус 40 до плюс 85 °С.

Тип корпуса:

- 8-выводной пластмассовый корпус DFN8 5×6×1,6 (1,27).

Общее описание и области применения

Микросхемы интегральные MDR3401FI (далее – микросхемы) предназначены для использования в аппаратуре в качестве приемопередатчика по стандарту RS-485/422 со скоростью передачи данных до 30 Мбит/с.

Использование по стандарту RS-422 возможно в случае, когда применяются две микросхемы MDR3401FI. При этом одна микросхема должна быть включена только в режиме передачи, а другая – только в режиме приема.

Содержание

1 Структурная блок-схема 3
2 Условное графическое обозначение 3
3 Описание выводов 3
4 Указания по применению и эксплуатации 4
5 Описание функционирования микросхемы 5
5.1 Режим передатчика. RS-485 5
5.2 Режим приемника. RS-485 5
5.3 Микросхема в режиме «Выключено» (Shutdown) 6
5.4 Максимальная длина шины 6
6 Временные диаграммы 7
7 Типовые схемы включения 9
8 Электрические параметры 11
9 Предельно-допустимые характеристики 13
10 Справочные параметры 14
11 Габаритный чертеж 15
12 Информация для заказа 15

1 Структурная блок-схема

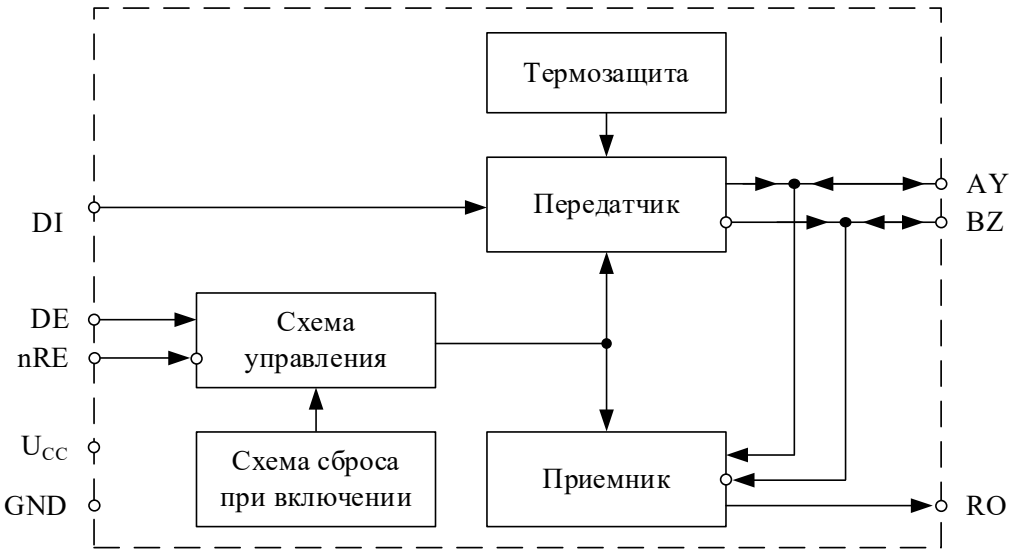


Рисунок 1 – Структурная блок-схема микросхемы

2 Условное графическое обозначение

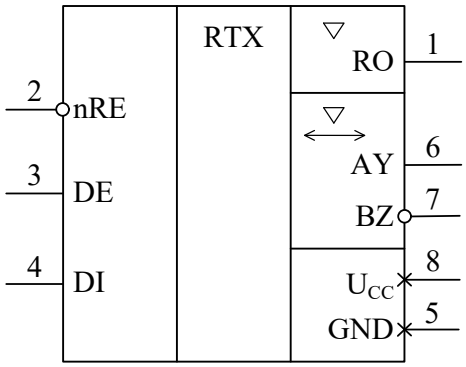


Рисунок 2 – Условное графическое обозначение

3 Описание выводов

Таблица 1 – Описание выводов микросхемы

Номер вывода	Обозначение вывода	Функциональное назначение вывода	
1	RO	Выход	Выход приемника
2	nRE	Вход	Включение/выключение приемника: «0» – приемник включен; «1» – приемник выключен
3	DE	Вход	Включение/выключение передатчика: «0» – передатчик выключен; «1» – передатчик включен
4	DI	Вход	Вход передатчика
5	GND	GND	Общий
6	AY	Вход/выход	«Положительный» выход передатчика / вход приемника
7	BZ	Вход/выход	«Отрицательный» выход передатчика / вход приемника
8	U_{CC}	PWR	Питание

4 Указания по применению и эксплуатации

При ремонте аппаратуры и измерении параметров замену микросхем необходимо проводить только при отключенных источниках питания.

Инструмент для пайки (сварки) и монтажа не должен иметь потенциал, превышающий 0,3 В относительно шины общий.

Запрещается подведение каких-либо электрических сигналов (в том числе шин питание и общий) к выходу RO, если он не используется.

Неиспользуемые логические входы nRE, DE и DI необходимо соединить с шиной общий или с шиной питание в соответствии с таблицами истинности.

Конденсаторы, подключаемые к выводу питания, необходимо располагать как можно ближе к корпусу микросхемы.

Порядок подачи и снятия напряжении питания и входных сигналов на микросхему:

– подача (включение микросхемы): общий, питание, входные сигналы или одновременно;

– снятие (выключение микросхемы): одновременно или в обратном порядке.

Допускается подача входных напряжений на входы/выходы AY и BZ при отключенном напряжении питания.

Типовые схемы включения микросхем приведены в разделе 7 «Типовые схемы включения».

5 Описание функционирования микросхемы

5.1 Режим передатчика. RS-485

Выходы передатчика имеют ограничение скорости нарастания/спада выходного сигнала для уменьшения уровня электромагнитных помех и отражений при неидеально согласованной шине. Таким образом обеспечивается стабильная передача информации.

В схеме реализовано два механизма защиты выходов передатчика:

– по максимальному выходному току;

– по рассеиваемой мощности.

Защита активизируется в случаях неправильного использования схемы приемопередатчика: замыкания выходов передатчика на шины питания и/или общий, а также при возникновении конфликтных ситуаций – попытки одновременной передачи данных несколькими приемопередатчиками.

Схема термозащиты срабатывает при температуре кристалла не менее 160 °С и переводит схему передатчика в состояние «Выключено».

Таблица истинности работы передатчика микросхемы приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Таблица истинности работы передатчика

Входы			Выходы
nRE	DE	DI	AY – BZ
X	1	1	$\geq U_{O_D}$
X	1	0	$\leq -U_{O_D}$
0	0	X	Z
1	0	X	Z. Режим «Выключено»

Примечание – Логический уровень на выводе:
1 – логическая «1»;
0 – логический «0»;
X – любое значение: логическая «1» или логический «0»;
Z – высокий импеданс (высокое выходное сопротивление)

5.2 Режим приемника. RS-485

Таблица истинности работы приемника микросхемы приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Таблица истинности работы приемника

Входы			Выходы
nRE	DE	AY – BZ	RO
0	X	≥ – 30 мВ	1
0	X	≤ – 200 мВ	0
0	X	Обрыв/замыкание	1
1	1	X	Z
1	0	X	Z. Режим «Выключено»

Примечание – Логический уровень на выводе:
1 – логическая «1»;
0 – логический «0»;
X – любое значение: логическая «1» или логический «0»;
Z – высокий импеданс (высокое выходное сопротивление)

Приемник микросхемы имеет встроенное смещение, поэтому для задания смещения в линии не требуется использование внешних резисторов.

Входной импеданс приемника RS-485 по стандарту должен быть не менее 12 кОм (одна единица нагрузки), стандартный передатчик способен работать на 32 единицы нагрузки. Входной импеданс микросхем составляет 1/8 единицы нагрузки (не менее 96 кОм), что позволяет параллельно подключить к шине до 256 эквивалентных приемопередатчиков. Также допустима комбинация на шине микросхем с приемопередатчиками, имеющими другой входной импеданс.

5.3 Микросхема в режиме «Выключено» (Shutdown)

Подача на вход DE логического «0» при подаче на вход nRE логической «1» переводит микросхему в режим «Выключено» с пониженным током потребления. Микросхема не переходит в этот режим, если время удержания комбинации DE = «0» и nRE = «1» на входах меньше 50 нс. Для гарантированного переключения в режим «Выключено» время удержания комбинации DE = «0» и nRE = «1» на входах должно быть не менее 700 нс.

5.4 Максимальная длина шины

Максимальная длина шины по стандарту RS-485 составляет 1200 м. В случае превышения данной длины следует использовать повторители.

6 Временные диаграммы

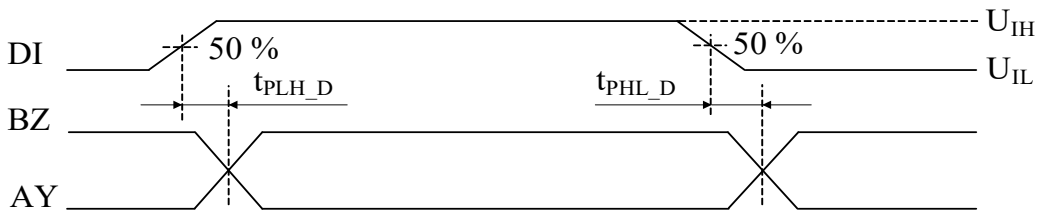
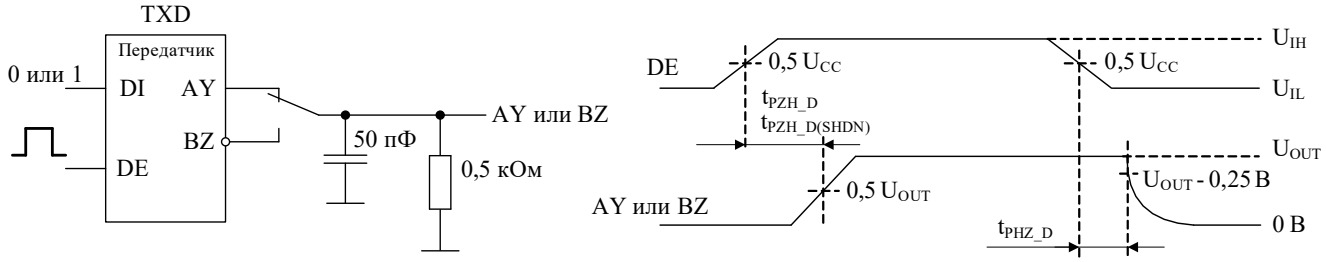
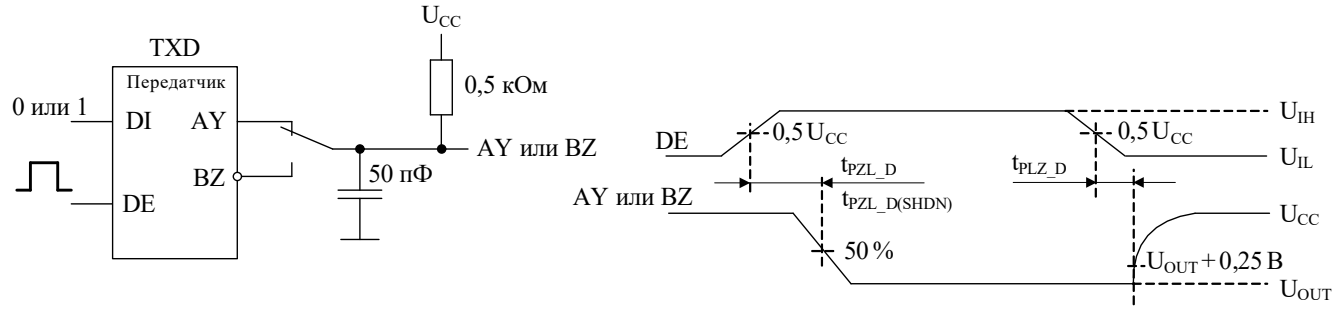


Рисунок 3 – Временная диаграмма при измерении t_{PLH_D} и t_{PHL_D}



а) t_{PZH_D}, t_{PHZ_D} и $t_{PZH_D(SHDN)}$



б) t_{PZL_D}, t_{PLZ_D} и $t_{PZL_D(SHDN)}$

Рисунок 4 – Условные схемы включения и временные диаграммы при измерении

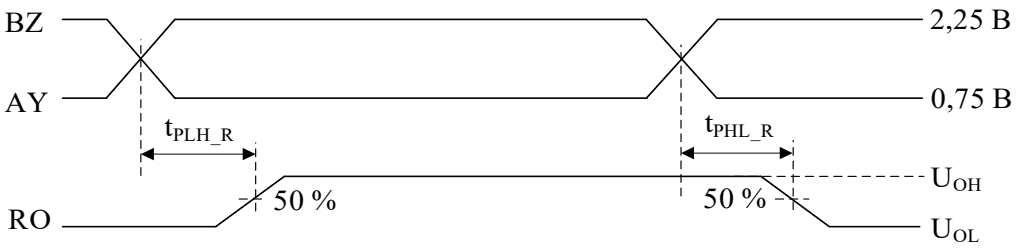
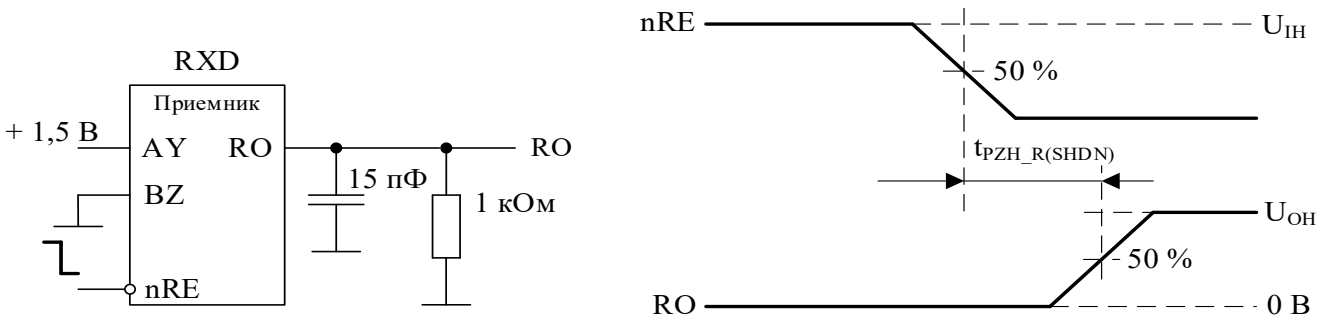
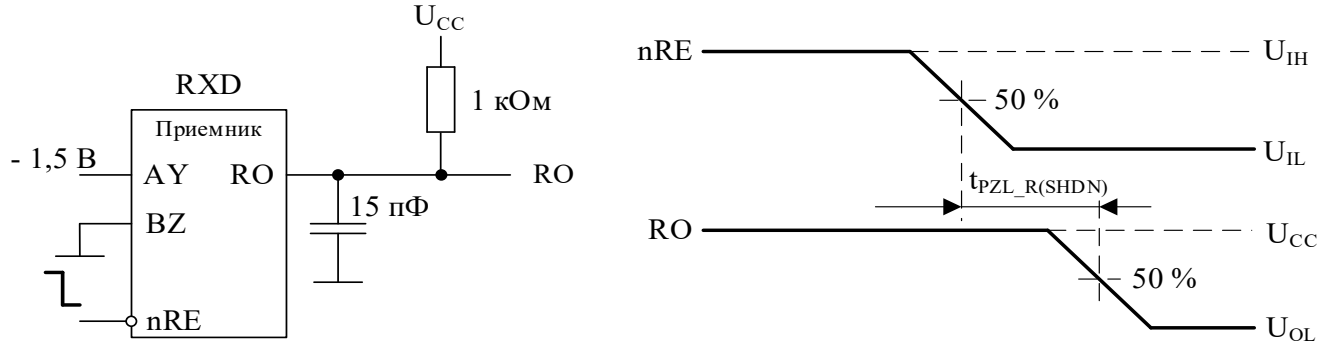


Рисунок 5 – Временная диаграмма при измерении t_{PLH_R} и t_{PHL_R}



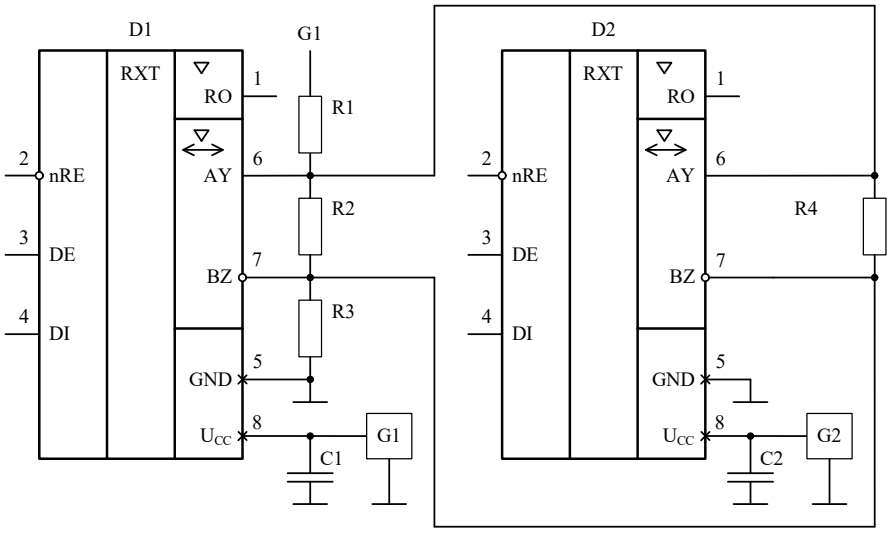
а) $t_{PZH_R(SHDN)}$



б) $t_{PZL_R(SHDN)}$

Рисунок 6 – Условные схемы включения и временные диаграммы при измерении

7 Типовые схемы включения



C1, C2 – конденсаторы емкостью не менее 0,1 мкФ ± 20 %;

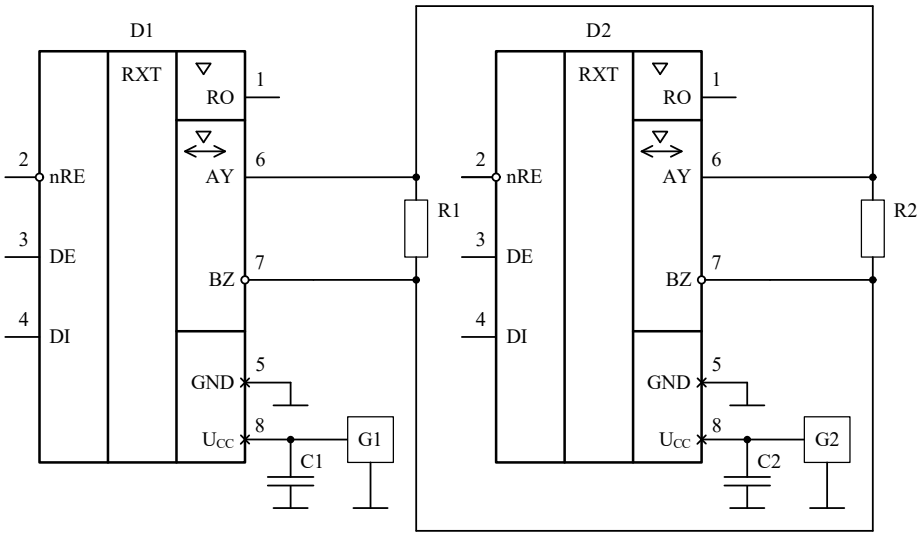
D1, D2 – включаемые микросхемы MDR3401FI;

G1, G2 – источники напряжения питания 3,0 – 5,5 В;

R1 – R4 – резисторы сопротивлением: R1 = R3 = 583 Ом ± 0,5 %,
R2 = 133 Ом ± 0,5 %,
R4 = 120 Ом ± 0,5 %.

При использовании линии передачи с типовым волновым сопротивлением 120 Ом линия должна быть согласована с обоих концов резисторами сопротивлением 120 Ом.

Рисунок 7 – Типовая схема включения микросхем
с внешним смещением линии (RS-485)



C1, C2 – конденсаторы емкостью не менее 0,1 мкФ ± 20 %;

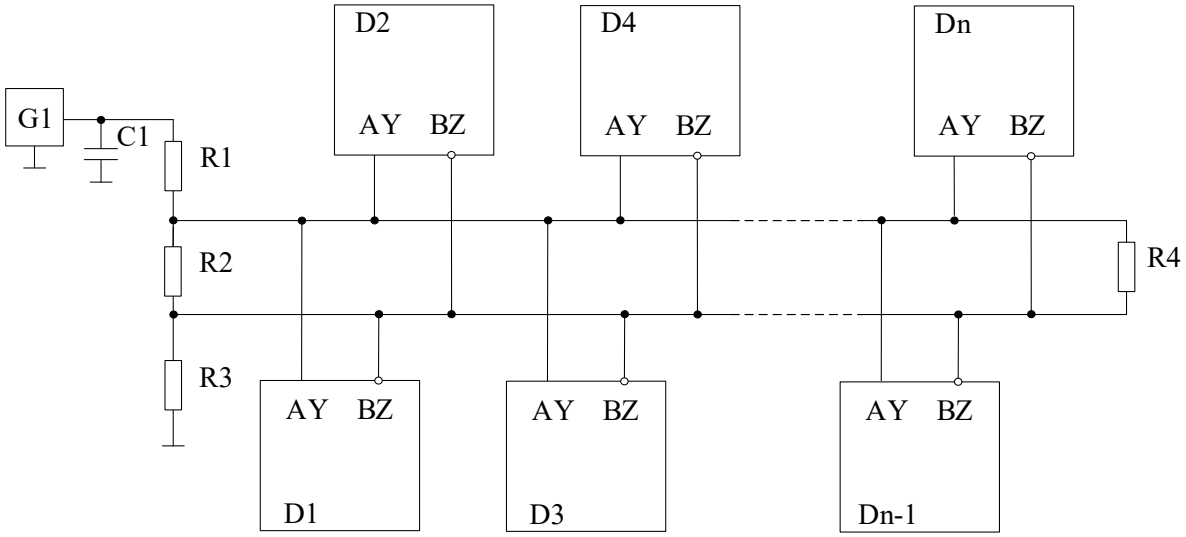
D1, D2 – включаемые микросхемы MDR3401FI;

G1, G2 – источники напряжения питания 3,0 – 5,5 В;

R1, R2 – резисторы сопротивлением 120 Ом.

Микросхемы должны использоваться в линии передачи, согласованной с обоих концов резисторами сопротивлением 120 Ом.

Рисунок 8 – Типовая схема включения микросхем
без внешнего смещения линии (RS-485)



C1 – конденсатор емкостью не менее 0,1 мкФ ± 20 %;
D1 – Dn – микросхемы MDR3401FI;
G1 – источник напряжения питания 3,0 – 5,5 В;
R1 – R4 – резисторы сопротивлением: R1 = R3 = 583 Ом ± 0,5 %,
R2 = 133 Ом ± 0,5 %,
R4 = 120 Ом ± 0,5 %.

Рисунок 9 – Типовая схема подключения резисторов
для организации напряжения смещения в линии (RS-485)

Сопротивления резисторов на рисунках 7, 9 рассчитаны для напряжения питания 5,0 В и напряжения смещения в линии минус 250 мВ.

Для других напряжений питания и напряжений смещения в линии расчет номиналов резисторов защитного смещения R1 – R3 производится по формулам

$$R1 = R3 = \left(\frac{U_{CC}}{|U_{CM}|} + 1\right) \cdot 27{,}8\ (\text{Ом})\ ; \qquad (1)$$

$$R2 = \frac{1}{\frac{1}{R4} - \frac{1}{2 \cdot R3}}\ (\text{Ом})\ , \qquad (2)$$

где U_{CM} – напряжение смещения в линии, В;

R4 – согласующий резистор, Ом. R4 = 120 Ом.

Резисторы необходимо выбирать из рядов предпочтительных значений согласно ГОСТ 28884 в соответствии с допустимым отклонением по напряжению питания.

8 Электрические параметры

Таблица 4 – Электрические параметры микросхем

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Выходное дифференциальное напряжение передатчика, В, при: $4{,}5 \le U_{CC} \le 5{,}5$ В, при: R_L = 100 Ом;	U_{OD}	2,5	U_{CC}	25, 85, – 40
R_L = 54 Ом		2,0		
при: $3{,}0 \le U_{CC} < 4{,}5$ В, при: R_L = 100 Ом, R_L = 54 Ом		1,5		
Изменение выходного дифференциального напряжения передатчика, В	ΔU_{OD}	–	0,2	
Выходное синфазное напряжение передатчика, В, при: R_L = 100 Ом, R_L = 54 Ом	U_{OC}	–	3	
Изменение выходного синфазного напряжения передатчика, В, при: R_L = 100 Ом; R_L = 54 Ом	ΔU_{OC}	–	0,2	
Выходное напряжение высокого уровня приемника, В, при: I_O = – 1 мА	U_{OH}	U_{CC} – 0,6	–	
Выходное напряжение низкого уровня приемника, В, при: I_O = 1 мА	U_{OL}	–	0,4	
Ток потребления, мА, при: U_{nRE} = 0 В, $U_{DE} = U_{CC}$, без нагрузки $U_{nRE} = U_{CC}$, $U_{DE} = U_{CC}$, без нагрузки U_{nRE} = 0 В, U_{DE} = 0 В	I_{CC}	–	1,8	
Ток потребления в состоянии «Выключено», мкА (приемник и передатчик выключены), при: $U_{nRE} = U_{CC}$, U_{DE} = 0 В	I_{SHDN}	–	20	
Входной ток высокого/низкого уровня, мкА, на выводах nRE, DE и DI	I_{IH} I_{IL}	– 1	1	
Ток утечки на входе приемника, мкА	I_{L_R}	– 100	125	
Ток короткого замыкания выхода передатчика, мА, при: $U_{CC} \le U_{AY}(U_{BZ}) \le 12$ В	I_{OS_D}	40	250	
при: -7 В $\le U_{AY}(U_{BZ}) \le 0$		– 250	– 40	

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Минимальный ток короткого замыкания передатчика, мА, при: U_{CC} – 1 В ≤ $U_{AY}(U_{BZ})$ ≤ 12 В	I_{OSF_D}	20	–	25, 85, – 40
при: – 7 В ≤ $U_{AY}(U_{BZ})$ ≤ 1 В		–	– 20	
Выходной ток приемника в состоянии «Выключено», мкА	I_{OZ_R}	– 1	1	
Ток короткого замыкания выхода приемника, мА, при: 0 В ≤ U_{RO} < U_{CC}	I_{OS_R}	– 110	110	
Время задержки распространения сигнала передатчика при включении/ выключении, нс, при: C_L = 50 пФ, R_L = 54 Ом, при: 4,5 В ≤ U_{CC} ≤ 5,5 В;	t_{PLH_D} t_{PHL_D}	–	15	
при: 3,0 В ≤ U_{CC} < 4,5 В			25	
Время задержки распространения сигнала передатчика при переходе из состояния «Выключено» в состояние высокого/низкого уровня, нс, при: U_{nRE}= 0 В (приемник включен)	t_{PZH_D} t_{PZL_D}	–	60	
Время задержки распространения сигнала передатчика при переходе из состояния высокого/низкого уровня в состояние «Выключено», нс, при: U_{nRE}= 0 В (приемник включен)	t_{PHZ_D} t_{PLZ_D}	–	100	
Время задержки распространения сигнала передатчика при переходе из состояния «Выключено» в состояние высокого/низкого уровня, мкс, при: U_{nRE}= U_{CC} (приемник выключен)	$t_{PZH_D(SHDN)}$ $t_{PZL_D(SHDN)}$	–	5,5	
Время задержки распространения сигнала приемника при включении/выключении, нс	t_{PLH_R} t_{PHL_R}	–	60	
Разность задержек распространения сигнала приемника, нс, $\lvert t_{PLH_R} - t_{PHL_R} \rvert$	t_{SKEW_R}	–	30	
Время задержки распространения сигнала приемника при переходе из состояния «Выключено» в состояние высокого/низкого уровня, мкс, при: U_{DE}= 0 В (передатчик выключен)	$t_{PZH_R(SHDN)}$ $t_{PZL_R(SHDN)}$	–	5,5	

Микросхемы должны быть устойчивы к воздействию статического электричества с потенциалом не менее 2 000 В.

9 Предельно-допустимые характеристики

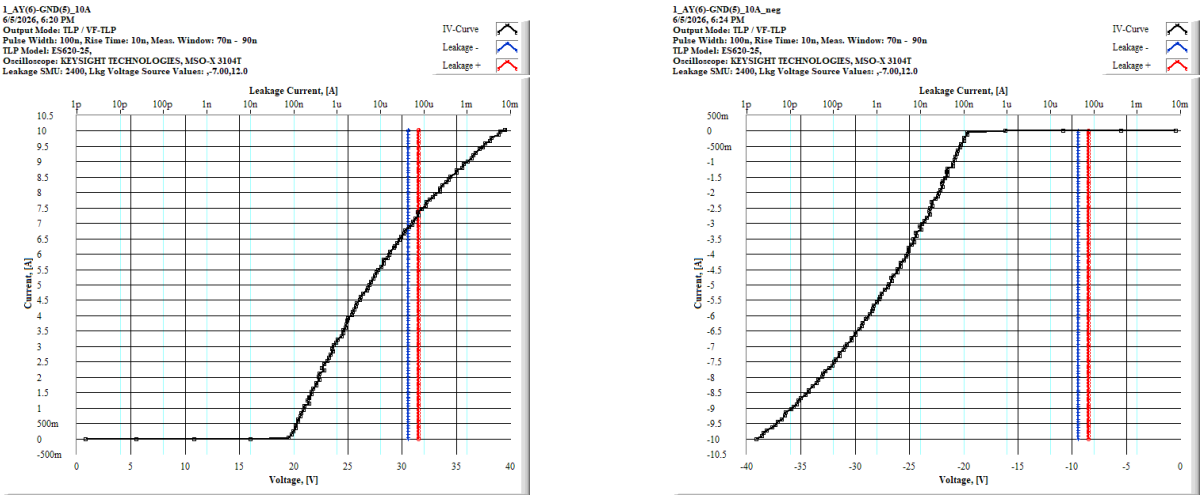
Таблица 5 – Предельно-допустимые и предельные режимы эксплуатации микросхем

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра			
		Предельно-допустимый режим		Предельный режим	
		не менее	не более	не менее	не более
Напряжение источника питания, В	U_{CC}	3,0	5,5	– 0,3	6,0
Входное напряжение низкого уровня, В	U_{IL}	0	0,8	– 0,3	–
Входное напряжение высокого уровня, В	U_{IH}	2,4	U_{CC}	–	U_{CC} + 0,3
Входное напряжение приемника, В	U_{I_R}	– 7	12	– 8	13
Дифференциальное пороговое напряжение приемника, мВ, при: – 7В < U_{I_R} < 12 В	U_{TH}	– 200	– 30	–	–
Скорость передачи данных, Мбит/с	f_{DR}	–	30	–	–
Примечание – Не допускается одновременное воздействие нескольких предельных режимов					

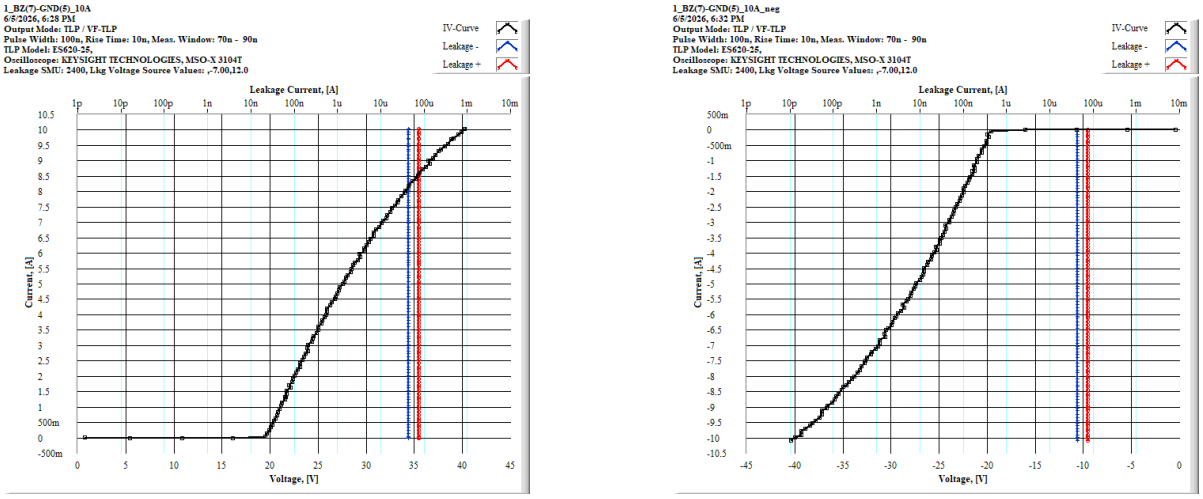
10 Справочные параметры

Таблица 6 – Справочные параметры микросхемы

Наименование параметра, единица измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Устойчивость к воздействию статического электричества по модели человеческого тела (ESD HBM), кВ, AY(6) – GND(5), BZ(7) – GND(5)	–	–15*	15*	–
* По методу TLP (Transmission-Line Pulse)				



а) пара выводов AY(6)-GND(5)



б) пара выводов BZ(6)-GND(5)

Рисунок 10 – Результаты исследования на стойкость к электростатическому разряду по методу TLP

11 Габаритный чертеж

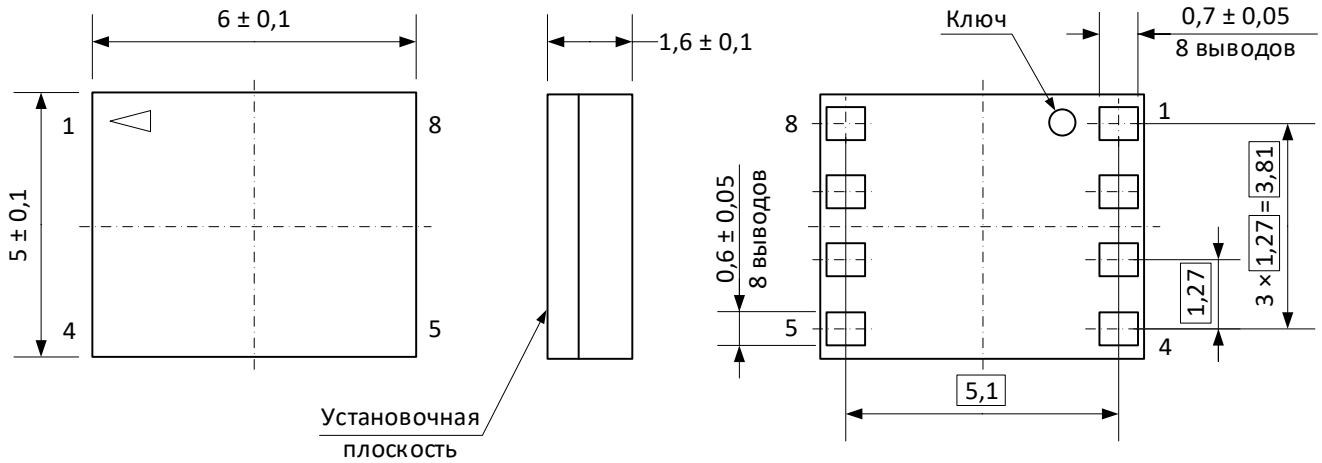


Рисунок 11 – Микросхема в корпусе DFN8 5×6×1,6 (1,27)

12 Информация для заказа

Обозначение	Маркировка	Тип корпуса	Температурный диапазон, °С
MDR3401FI	3401	DFN 5×6×1,6 (1,27)	от – 40 до 85

Лист регистрации изменений

№ п/п	Дата	Версия	Краткое содержание изменения	№№ изменяемых листов
1	07.06.2024	0.1.0	Введена впервые	
2	10.06.2024	0.1.1	Добавлено значение параметра Скорость передачи данных в таблице 5	13
3	18.06.2024	0.2.0	Изменена верхняя норма параметра Дифференциальное пороговое напряжение приемника U_{TH} в таблице 5	13
4	07.04.2025	0.2.1	Исправлена масса микросхемы	1
5	21.07.2025	1.0.0	Исправлено значение для входов AY – BZ в таблице 3	5
6	24.06.2026	1.0.1	Изменена нижняя норма U_{CC} в предельном режиме в таблице 5. Добавлен раздел 10 «Справочные параметры»	5 14