



**МИКРОСХЕМА  
ДВЕНАДЦАТИРАЗЯДНОГО АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ  
С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ SPI**

**1583НВ025**

**Краткое описание**

Главный конструктор разработки

\_\_\_\_\_ А.В. Власов

«12» января 2016 г.

# Оглавление

<b>1</b>	<b>Общие положения.....</b>	<b>3</b>
1.1	Описание микросхемы .....	3
1.2	Интерфейс.....	3
1.3	Описание сигналов .....	4
<b>2</b>	<b>Основные параметры .....</b>	<b>6</b>
2.1	Основные электрические параметры .....	6
2.2	Методы измерения электрических параметров .....	7
2.3	Таблица назначения выводов.....	7
2.4	Конструктивное исполнение.....	8
<b>3</b>	<b>Указания по применению и эксплуатации.....</b>	<b>9</b>
3.1	Типовая схема включения.....	9
3.2	Диаграмма состояний .....	11
3.3	Осциллограммы работы .....	12
<b>4</b>	<b>Справочная информация.....</b>	<b>13</b>
4.1	Условное графическое обозначение .....	13

# 1 Общие положения

## 1.1 Описание микросхемы

Микросхема представляет собой 12-разрядный аналого-цифровой преобразователь последовательного приближения в корпусе Н04.16-1В.

В состав АЦП входит: 12-разрядный ЦАП на R-2R матрице, компаратор, регистр последовательного приближения.

Корректная работа микросхемы обеспечивается подачей положительного опорного напряжения на вход  $U_{REF}$  и отрицательного измеряемого напряжения на вход IN. Работа на биполярный диапазон входных напряжений возможна при использовании схемы включения, приведенной на рисунке 4.

Максимальная частота выборки 32 кС.

Номер технических условий: АЕНВ.431320.206ТУ (в разработке).

## 1.2 Интерфейс

Интерфейс последовательный «SPI». По фронту SCLK ведущий защелкивает данные, по спаду данные выдвигаются из регистра. Возможно каскадирование микросхем.

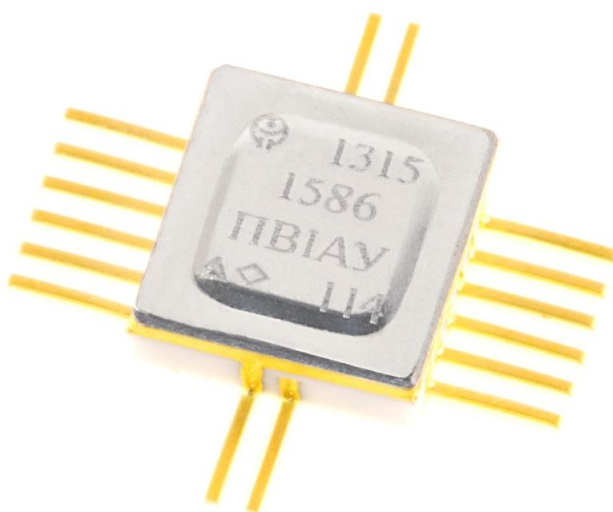


Рисунок 1. Фотография микросхемы 1583НВ025 (делается)

### 1.3 Описание сигналов

#### **EN (Enable)**

Запуск однократного преобразования начинается при подаче на вход EN импульса высокого уровня или постоянного высокого уровня.

Повторная подача импульса на EN во время текущей оцифровки сбрасывает текущее преобразование и начинает новое.

Минимальная длительность импульса положительной полярности для запуска преобразования составляет 1 период тактовой частоты, задаваемой на входе CG.

Сигнал подтянут к «земле» через резистор 50 кОм.

#### **INV (Invertor)**

Данный сигнал может использоваться для построения схемы управляемого инвертора (приведена на рисунке 4). Обновление сигнала происходит спустя 8 периодов тактовой частоты после запуска преобразования.

В случае наличия на входе IN отрицательного напряжения, выход INV сохраняет свое предыдущее состояние.

В случае наличия на входе IN положительного напряжения, выход INV инвертируется.

#### **DE (Delay)**

Для установления в нужное состояние аналогового инвертора после установления сигнала INV и до начала оцифровки дается пауза, длительностью которой управляет сигнал DE.

При DE = 0 пауза длится 12 периодов тактовой частоты;

При DE = 1 пауза длится 24 периодов тактовой частоты.

Выбирать размер паузы следует исходя из диапазона измеряемого напряжения и скорости нарастания сигнала на выходе используемого операционного усилителя.

#### **DR (Data Ready)**

Данный сигнал устанавливается в единицу после окончания оцифровки, что означает, что АЦП готов выдавать полученное значение. DR сбрасывается в ноль в момент появления низкого уровня на сигнале SS или при запуске новой оцифровки входом EN.

#### **SS (Slave Select)**

Данный сигнал означает для ведомой микросхемы АЦП, что ведущий готов принимать данные. Первый бит данных выставляется на сигнале MISO сразу после перевода сигнала SS в ноль.

#### **SCLK (Slave Clock)**

Ведущий должен сформировать на входе SCLK тактовые импульсы для выдвигания данных из сдвигового регистра на выходе MISO.

### **MISO (Master In Slave Out)**

На данном выходе формируются данные, выдаваемые АЦП. Данные выдаются при помощи сдвигового регистра, тактовый сигнал для которого формируется на SCLK. Данные выдаются младшими разрядами вперед: 12 бит кода АЦП, затем знаковый (отражает знак сигнала на входе  $U_{in}$  по типовой схеме включения на рисунке 4), 3 холостых (для ведущих, которые принимают побайтно; передаются нулевыми), затем те, которые поступили на вход MOSI.

### **MOSI (Master Out Slave In)**

Данный вход предназначен для каскадирования микросхем, использующих интерфейс SPI. После перевода SS в активное состояние (нулевое) и подачи тактового сигнала SCLK на данный вход могут подаваться данные с другого устройства SPI, которые будут возвращены через сдвиговый регистр на выходе MISO. Сдвиг регистра происходит по спаду сигнала SCLK.

Сигнал подтянут к «земле» через резистор 50 кОм.

### **CG (C Generator)**

Частоту оцифровки можно задавать конденсатором, подключенным ко входу CG или внешним генератором (амплитудой от  $U_{нл} \leq 0,4В$  до  $U_{nh} \geq 3,3В$ ), подключенным к данному входу.

Задаваемая частота внутри микросхемы делится на 4 для работы оцифровки.

### **UREF (U reference)**

Опорное напряжение АЦП. В данном АЦП может иметь только положительную полярность для корректной работы микросхемы. Допустимое значение до + 15 В.

### **IN (Input)**

Измеряемое напряжение АЦП. В данном АЦП для корректной работы оцифровки должно иметь отрицательную полярность.

### **GND (Ground)**

Цифровая земля; должна быть соединена с цифровой землей остальной схемы.

### **AGND (Analog Ground)**

Аналоговая земля – земля внутреннего компаратора и ЦАП. Должна трассироваться с особым вниманием к возможному появлению наводок. В конечном итоге, потенциал должен быть одинаков с GND.

### **Ucc**

Напряжение питания микросхемы. Допустимые значения  $5В \pm 10\%$ .

### **$U_{1/2}$**

Выход промежуточного питания микросхемы. Используется для фильтрации промежуточного питания путем подключения внешнего конденсатора.

### **Логические уровни**

Уровень логической единицы на входах EN, SS, SCLK, MOSI от  $U_{cc}/2$ .

Вход DE подключается на GND или  $U_{cc}$ .

## 2 Основные параметры

### 2.1 Основные электрические параметры

Т а б л и ц а 1 – Электрические параметры микросхем 1583НВ025 при приёмке и поставке

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температу ра о к р у ж а ю щ е й с р е д ы, °C
		не менее	не более	
Напряжение смещения нуля, мВ, при $U_{CC} = 5$ В; $U_{REF} = 8,192$ В	$U_{IO}$	–	6,0	25±10 минус (60±3); 125±5
Диапазон опорного напряжения, В	$U_{REF}$	0	15,0	
Диапазон входного сигнала, В	$U_I$	$-U_{REF}$	0	
Ток утечки высокого уровня на входе, мкА, при $U_{CC} = 5,0$ В; $U_I = 2,5$ В	$I_{IH}$	–	3,0	25±10
			15,0	минус (60±3); 125±5
Ток утечки низкого уровня на входе, мкА, при $U_{CC} = 5,0$ В; $U_I = 0$ В	$I_{IL}$	–3,0	–	25±10
		–15,0		минус (60±3); 125±5
Выходной ток высокого уровня на выходах, мА, при $U_{CC} = 4,5$ В; $U_O = 4,1$ В	$I_{OH}$	–	–0,8	25±10 минус (60±3); 125±5
Выходной ток низкого уровня на выходах, мА, при $U_{CC} = 5,5$ В; $U_O = 0,4$ В	$I_{OL}$	2,0	–	
Входной ток аналогового входа при $U_I = -8,192$ В, мА	$I_{IN}$	–	0,8	
Входной ток опорного напряжения при $U_{REF} = 8,192$ В, мА	$I_{UREF}$	–	0,8	
Входной ток по входу CG, мА, при $U_{IH} = 5$ В	$I_{CG}$	–	0,5	
Статический ток потребления, мА, при $U_{CC} = 5$ В; $U_{REF} = 8,192$ В	$I_{CC}$	–	1,5	
Динамический ток потребления, мА, при $U_{CC} = 5$ В; $U_{REF} = 8,192$ В	$I_{CCO}$	–	2,0	
Время преобразования, с, при $U_{CC} = 5$ В	$t_C$	–	$60 \cdot (1/F_I)$ (24 мкс при $F_I = 2,5$ МГц)	
Время выдачи, с, $U_{CC} = 5$ В	$t_T$	–	$16 \cdot (1/F_{SPI})$ (3,2 мкс при $F_{SPI} = 5$ МГц)	
Системная частота, МГц, $U_{CC} = 5$ В	$F_I$	–	2,5	
Частота сигнала SCLK, МГц, $U_{CC} = 5$ В	$F_{SPI}$	–	5,0	
Погрешность полной шкалы, %, при $U_{CC} = 5$ В; $U_{REF} = 8,192$ В:	$\delta_{FS}$	–0,1	0,1	
Нелинейность, % от полной шкалы, при $U_{CC} = 5$ В; $U_{REF} = 8,192$ В	$\delta_L$	–	0,05	
Дифференциальная нелинейность, % от полной шкалы, при $U_{CC} = 5$ В; $U_{REF} = 8,192$ В	$\delta_{LD}$	–0,05	0,05	
Число разрядов АЦП	$b$	12	–	

## 2.2 Методы измерения электрических параметров

Измерение нелинейности ( $\delta_L$ ) проводят путём построения оптимальной передаточной характеристики методом наименьших квадратов.

Измерение дифференциальной нелинейности ( $\delta_{LD}$ ) проводят гистограммным методом.

## 2.3 Таблица назначения выводов

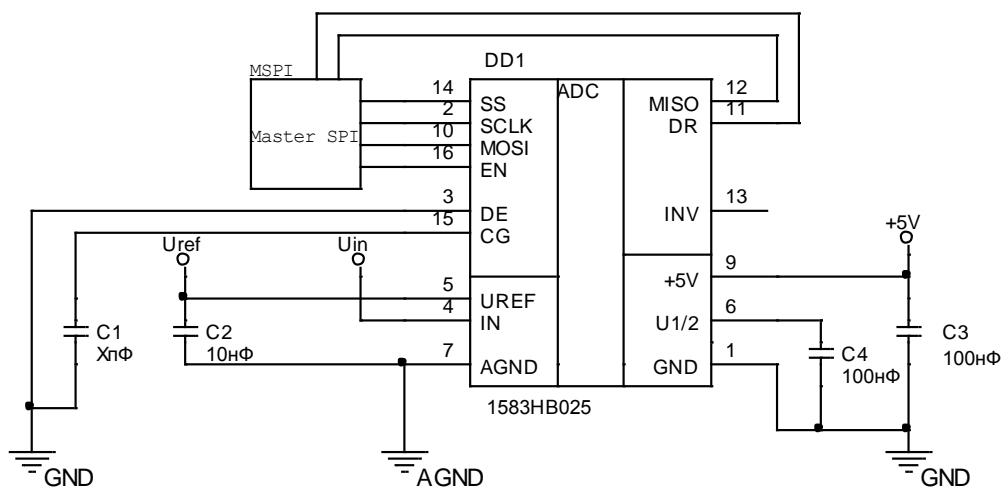
Номер вывода	Обозначение вывода	Тип	Назначение вывода
1	GND	питание	Цифровая «земля» (0 В)
2	SCLK	вход	Тактовый сигнал от ведущего SPI
3	DE	вход	Сигнал настройки задержки преобразования
4	IN	а. вход	Измеряемый сигнал
5	UREF	а. вход	Опорное напряжение
6	$U_{1/2}$	питание	Выход промежуточного питания
7	AGND	питание	Аналоговая «земля»
8	–	–	Корпус
9	Ucc	питание	Напряжение питания +5 В
10	MOSI	вход	Данные от другого устройства SPI. Подтянут к «земле».
11	DR	выход	Сигнал готовности к выдаче данных оцифровки
12	MISO	выход	Сигнал данных
13	INV	выход	Сигнал управления инвертором
14	SS	вход	Сигнал выбора ведомого SPI. Активный «0».
15	CG	вход	Вывод RC-генератора оцифровки
16	EN	вход	Сигнал запуска преобразования (по фронту лог. «1»). Подтянут к «земле».





### 3 Указания по применению и эксплуатации

#### 3.1 Типовая схема включения



DD1 – микросхема;

MSPI – Ведущий SPI (контроллер, ПЛИС);

C1 – конденсатор задания системной частоты (например, 10 пФ);

C2 – конденсатор, фильтрующий опорное напряжение;

C3, C4 – конденсаторы, фильтрующие напряжение питания;

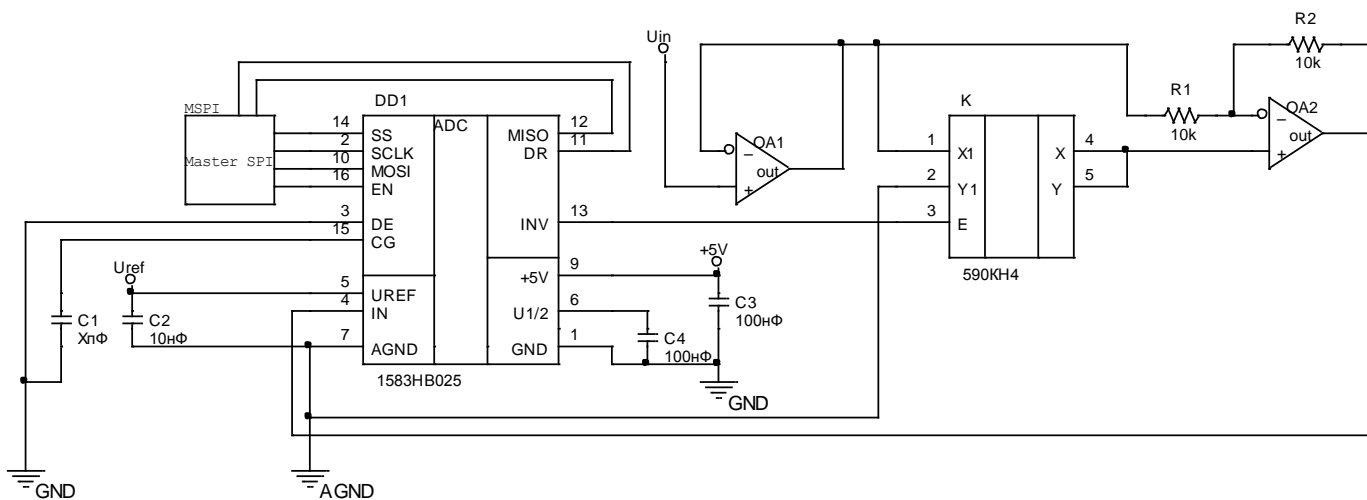
GND – цифровая «земля»;

AGND – аналоговая «земля» («земля» внутреннего ЦАП).

#### Примечания:

1. Цифровая земля GND и аналоговая земля AGND в конечном итоге должны быть соединены. Различие дается для того, чтобы при трассировке аналоговая земля разводилась отдельным проводником во избежание протекания сквозных токов.
2. Если на вашем устройстве не установлены электролитические конденсаторы, то параллельно с C3 ставится конденсатор емкостью 33 мкФ.
3. Конденсатор C1 может подбираться пользователем индивидуально с учетом задаваемой им частоты и имеющихся паразитных емкостей на плате.  
Рекомендуемый номинал = 10 пФ (диапазон от 4,7 пФ до 27 пФ).  
Данный конденсатор задаст частоту работы ниже предельной при  $T = 25^{\circ}\text{C}$ . При изменении температуры среды, постоянная времени RC-цепочки может уменьшиться, и при  $T = 125^{\circ}\text{C}$  частота достигнет предельной разрешенной  $F_1 = 2,5 \text{ МГц}$ .

Рисунок 3. Типовая схема включения MCX 1583HB025



- DD1 – микросхема;
- MSPI – Ведущий SPI (контроллер, ПЛИС);
- OA1, OA2 – операционные усилители;
- К – ключ (например, 590KH4);
- C1 – конденсатор задания системной частоты (типичная емкость 10 пФ);
- C2 – конденсатор, фильтрующий опорное напряжение;
- C3, C4 – конденсаторы, фильтрующие напряжение питания;
- R1, R2 – высокоточные резисторы 10кОм, погрешность 0,05%.
- GND – цифровая «земля»;
- AGND – аналоговая «земля» («земля» внутреннего ЦАП).

*Рисунок 4. Типовая схема включения MCX 1583HB025 при работе на биполярный диапазон измеряемых напряжений*

### 3.2 Диаграмма состояний

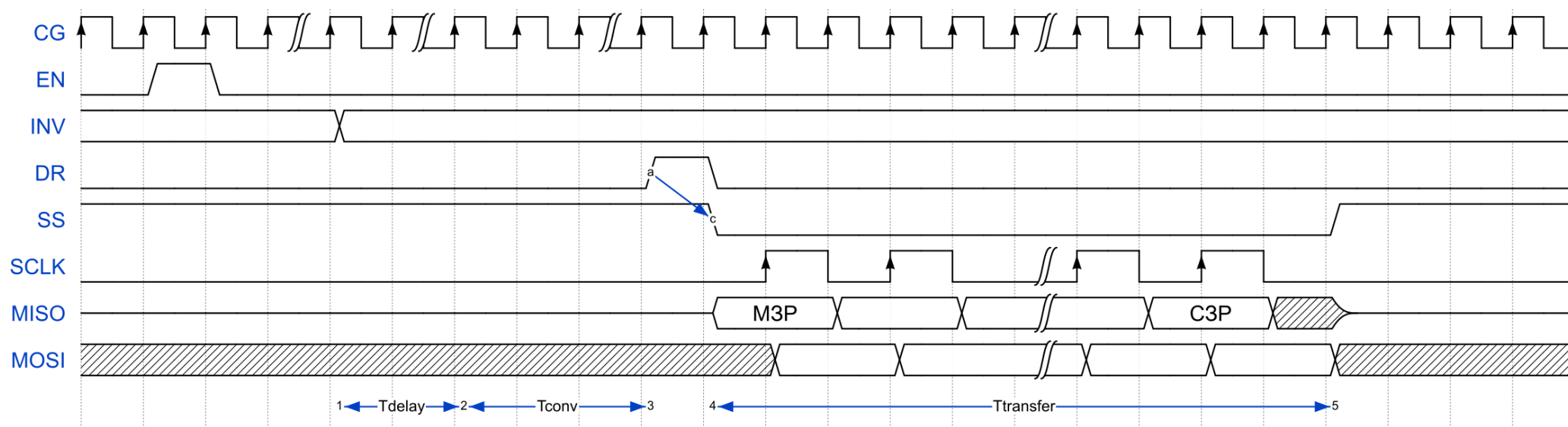


Рисунок 5. Диаграмма состояний микросхемы

### 3.3 Осциллограммы работы

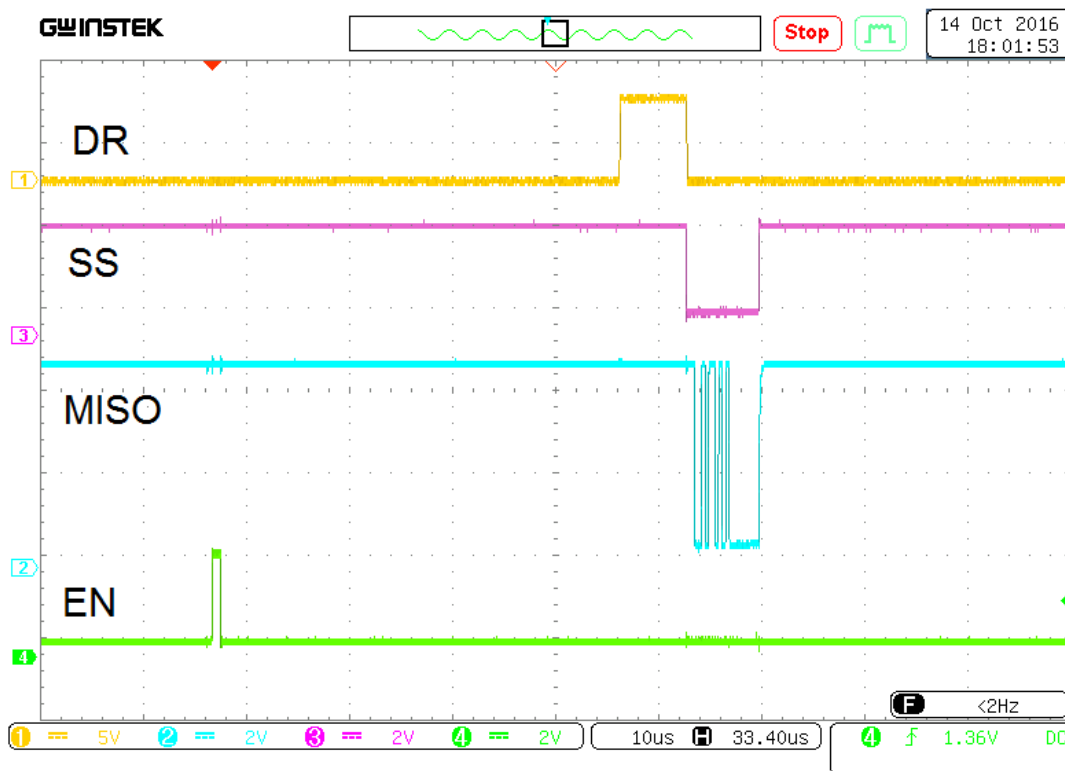


Рисунок 6. Осциллограмма работы микросхемы: старт преобразования по EN, выдача готовности сигналом DR, перевод в активное состояние SS и выдача данных по MISO (SCLK показан на рисунке 7).

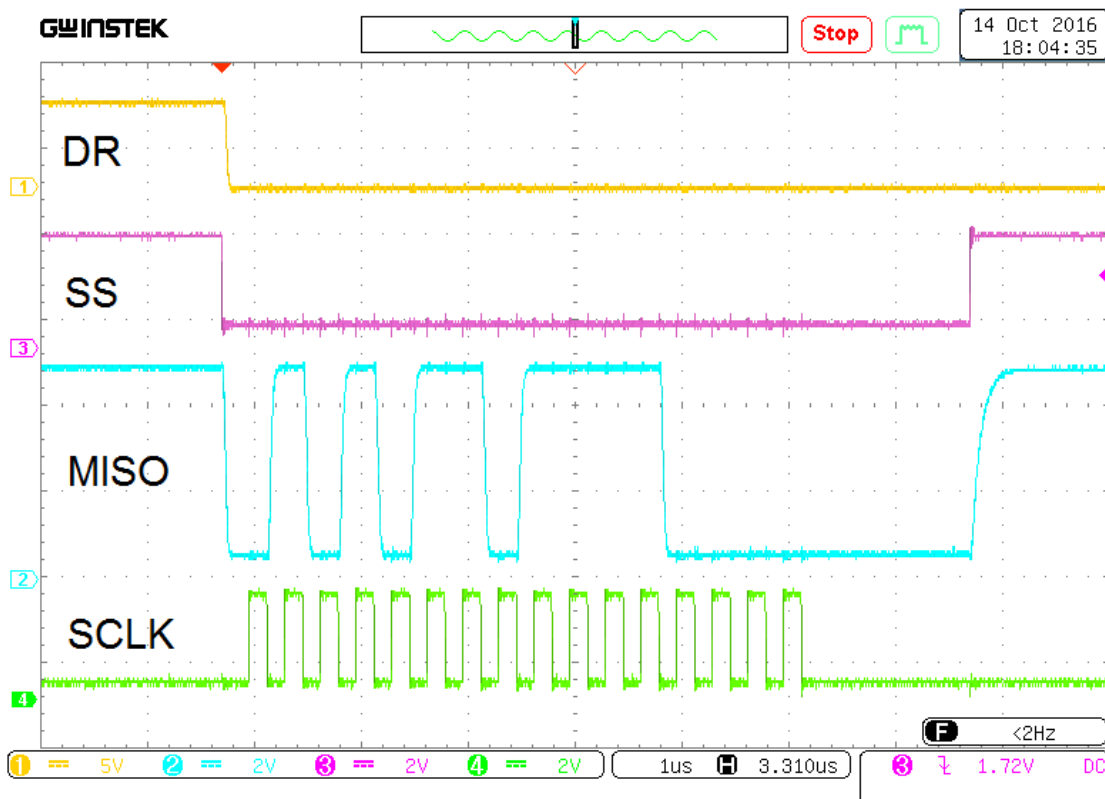


Рисунок 7. Осциллограмма обмена по SPI.  
(MISO подтянут к питанию внешним резистором для индикации наличия Z-состояния при SS=1)

## 4 Справочная информация

### 4.1 Условное графическое обозначение

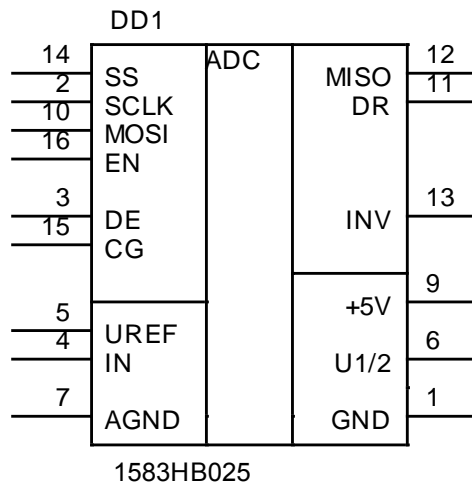


Рисунок 6. Условное графическое обозначение MCX 1583HB025

Статус разработки: ведется поставка опытных образцов под контролем ВП.

Обновление описания от 08.12.16 в связи с выходом новых кристаллов:

1. Уменьшено время преобразования  $T_s$  с 40 мкс до 24 мкс.
2. Изменен генератор (поменялось число тактов CG для преобразования, а также число тактов задержки до оцифровки, задаваемое входом DE).
3. На контактной площадке №6 появился выход промежуточного питания, на который необходимо устанавливать фильтрующий конденсатор емкостью 100 нФ.

По всем вопросам: [andrey@npofizika.ru](mailto:andrey@npofizika.ru)

[Обсудить разработку на форуме.](#)