



МИКРОСХЕМА
ДВУХКАНАЛЬНОГО ДВЕНАДЦАТИРАЗЯДНОГО
ЦИФРО-АНАЛОГОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ
С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ SPI

1583НА065, 1583НА065А

Техническое описание

Главный конструктор разработки

_____ А.В. Власов

« ____ » _____ 2018 г.

Оглавление

1	Общие положения.....	3
1.1	Описание работы	3
1.2	Интерфейс.....	3
1.3	Технические условия.....	4
2	Основные параметры	5
2.1	Основные электрические параметры	5
2.2	Таблица назначения выводов.....	7
2.3	Конструктивное исполнение микросхемы 1583НА065	8
2.4	Конструктивное исполнение микросхемы 1583НА065А	8
2.5	Требования по стойкости к воздействию специальных факторов.....	9
2.6	Требования по стойкости к воздействию климатических факторов	10
3	Указания по применению и эксплуатации.....	11
3.1	Типовая схема включения.....	11
4	Справочная информация.....	14
4.1	Методы измерения электрических параметров	14
4.2	Условное графическое обозначение	14
4.3	Лист регистрации изменений.....	14

1 Общие положения

1.1 Описание работы

Двухканальный 12-разрядный цифро-аналоговый преобразователь, реализованный на основе R-2R матрицы, с последовательным интерфейсом SPI. Отличие от микросхемы 1583HA025 состоит в наличии дополнительных двух пар резисторов, позволяющих реализовать биполярный режим работы ЦАП без использования ключа, при этом старший разряд управляет полярностью выходного напряжения.

1.2 Интерфейс

Интерфейс последовательный SPI. Длина слова – 2 байта, последовательность бит следующая: 1, 2 – любые, 3 – младший разряд, 14 – старший разряд, 15 – знак, 16 – номер канала. Диаграмма работы приведена на рисунке 1.

Запись во входной буфер осуществляется по фронту сигнала SCLK. Запись из входного буфера в регистры ЦАП производится по высокому уровню сигнала SS. Если Master-SPI позволяет, то посылку можно формировать из 14 бит, пропуская первые два, т.к. запись в регистры ЦАП по сигналу SS происходит из последних 14 бит, записанных во входной буфер.

Максимальная частота входного сигнала SCLK составляет 5 МГц при $U_{IH} = 3,0В$ и 8 МГц при $U_{IH} = 5,0В$.

Бит знака воспроизводится на выходах ZN_A, ZN_B. Данные сигналы можно использовать для построения схемы управляемого инвертора выходного напряжения или в качестве разовых команд на усмотрение пользователя.

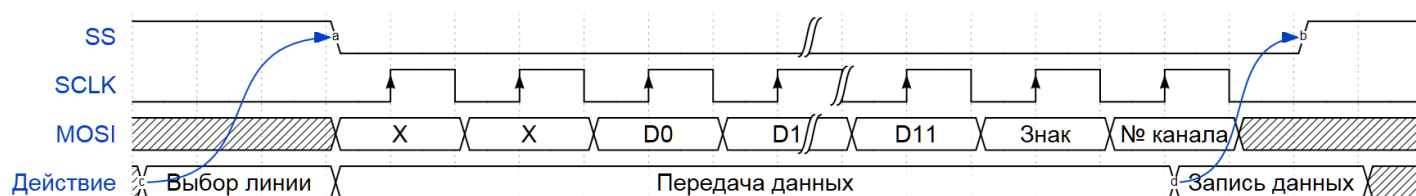
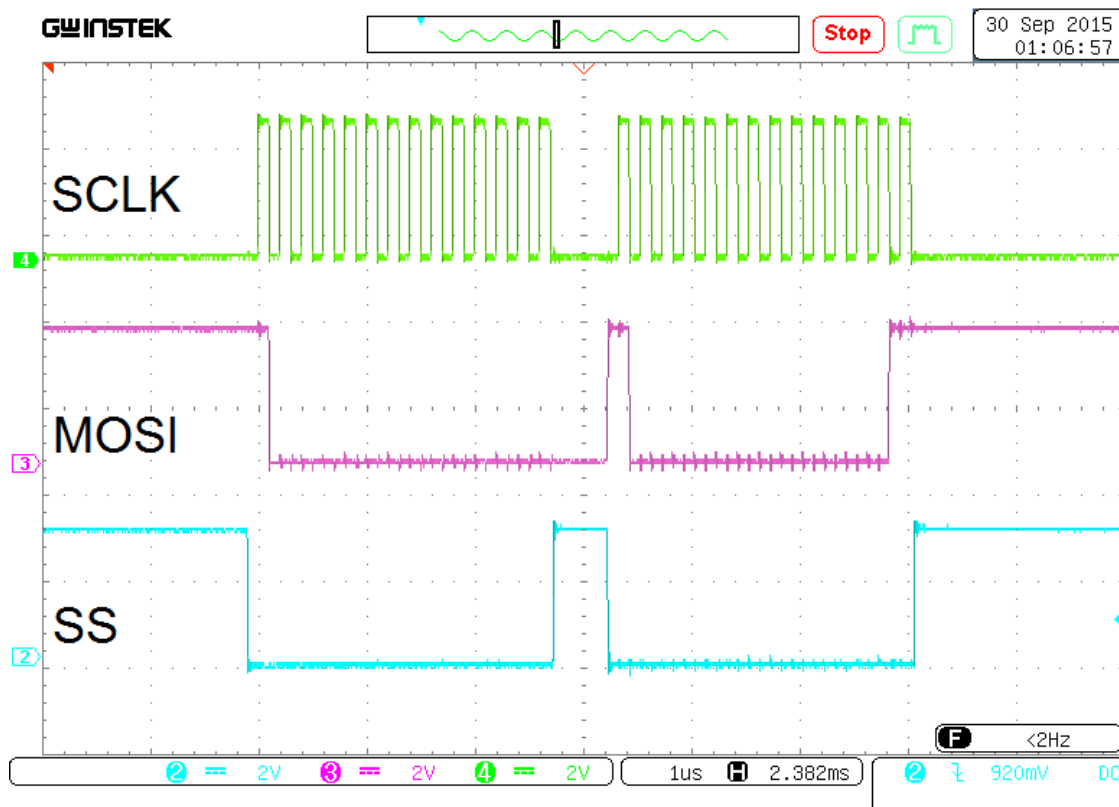


Рисунок 1. Диаграмма работы по последовательному каналу SPI



На осциллограмме приведена запись младшей единицы последовательно в оба канала словами по 14 бит.

Рисунок 1.1. Осциллограмма работы по последовательному каналу SPI

1.3 Технические условия

Для получения подробной информации о микросхеме, обращайтесь к техническим условиям. Для ознакомления ТУ предоставляются бесплатно, однако следует на них официально подписываться для своевременного получения изменений.

Номер технических условий: АЕНВ.431320.204ТУ (микросхема 1583НА065(А) в процессе внесения в ТУ).

Проводятся работы по включению всей серии микросхем 12р. ЦАП микросхем в «Перечень ЭКБ».

2 Основные параметры

2.1 Основные электрические параметры

Т а б л и ц а 1 – Электрические параметры микросхемы 1583НА065(А) при приёмке и поставке

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура окружающей среды, ОС
		не менее	не более	
Напряжение смещения нуля, мВ, при $U_{CC} = 5$ В; $U_{REF} = 8,192$ В	$U_{Ю}$	–	0,5	25 ± 10 минус (60 ± 3); 125 ± 5
Ток утечки низкого уровня на входах SCLK, SS, MOSI, RS, мкА, при $U_{IL} = 0$ В; $U_{CC} = 5,0$ В	I_{ILL}	– 3,0	–	25 ± 10
		–15,0		минус (60 ± 3); 125 ± 5
Ток утечки высокого уровня на входах SCLK, SS, MOSI, мкА, при $U_{IH} = 3,0$ В; $U_{CC} = 5,0$ В	I_{ILH}	–	3,0	25 ± 10
			15,0	минус (60 ± 3); 125 ± 5
Ток утечки высокого уровня на входе RS, мА, при $U_{IH} = 3,0$ В; $U_{CC} = 5,0$ В		–0,25	–	25 ± 10 минус (60 ± 3); 125 ± 5
Выходной ток низкого уровня на выходах ZN_A, ZN_B, мА, при $U_{CC} = 5,0$ В; $U_O = 0,4$ В	I_{OL}	2,0	–	
Выходной ток высокого уровня на выходах ZN_A, ZN_B, мА, при $U_{CC} = 5,0$ В; $U_O = 4,6$ В	I_{OH}	–	–0,8	
Ток потребления, мА, при $U_{CC} = 5$ В; $U_{REF} = 8,192$ В	I_{CC}	–	0,25	
Время установления выходного тока, нс, при $U_{CC} = 5,0$ В;	t_{SO}	–	40	
Погрешность полной шкалы, %, при $U_{CC} = 5$ В; $U_{REF} = 8,192$ В	δ_{FS}	–0,1	0,1	
Нелинейность, % от полной шкалы, при $U_{CC} = 5$ В; $U_{REF} = 8,192$ В	δ_L	–	0,05	
Дифференциальная нелинейность, % от полной шкалы, при $U_{CC} = 5$ В; $U_{REF} = 8,192$ В	δ_{LD}	–0,05 прим.2	0,05 прим.2	
Относительная разница сопротивлений R1A и R2A, R1B и R2B, %	δ_R	–	0,25	
Относительная разница сопротивлений R _{FB} 1A и R _{FB} 2A, R _{FB} 1B и R _{FB} 2B, %	δ_{RFB}	–	0,05	
<p>П р и м е ч а н и я:</p> <p>1 Измерение нелинейности (δ_L) и дифференциальной нелинейности (δ_{LD}) проводят путём построения оптимальной передаточной характеристики методом наименьших квадратов.</p> <p>2 Не более 3-х точек на передаточной характеристике: $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ шкалы преобразования. В остальных точках передаточной характеристики типовое δ_{LD} не более $\pm 0,0125$ %.</p> <p>3 Нелинейность (δ_L) указывается по модулю.</p> <p>4 Ток потребления не учитывает ток через подтягивающий резистор на входе RS, если на него все время подается нулевой уровень.</p>				

Т а б л и ц а 2 – Режимы эксплуатации микросхемы 1583НА065(А)

Наименование параметра режима, единица измерения	Буквенное обозначение параметра	Предельно допустимый режим		Предельный режим	
		не менее	не более	не менее	не более
Напряжение питания по источнику питания «+5 В», В	U_{CC}	4,5	5,5	4,5	5,5
Входное напряжение высокого уровня, В	U_{IH}	$U_{CC} - 2,0$	$U_{CC} + 0,5$	–	–
Входное напряжение низкого уровня, В	U_{IL}	0	0,4	–	–
Опорное напряжение, В	U_{REF}	-15,0	15,0	–	–
Выходное напряжение низкого уровня, В	U_{OL}	0	0,4	–	–
Выходное напряжение высокого уровня, В	U_{OH}	$U_{CC} - 0,4$	U_{CC}	–	–
Частота входного сигнала по входу SCLK, МГц	f_{SCLK}	–	5,0	–	8,0

2.2 Таблица назначения выводов

Т а б л и ц а 3 – Назначение выводов микросхем 1583НА065(А)

Номер вывода	Обозначение вывода	Тип	Назначение вывода
1	R2A	аналоговый вход	Вывод второго согласованного резистора канала А
2	U _{REF} A	аналоговый вход	Опорное напряжение канала А
3	–	–	–
4	OUT_A	аналоговый выход	Токовый выход канала А
5	AGND_A	питание	Аналоговая земля канала А
6	+5 V	питание	Положительное питание (+5 В)
7	ZN_A	выход	Выход знака канала А
8	ZN_B	выход	Выход знака канала В
9	AGND_B	питание	Аналоговая земля канала В
10	OUT_B	аналоговый выход	Токовый выход канала В
11	–	–	–
12	U _{REF} B	аналоговый вход	Опорное напряжение канала В
13	R2B	аналоговый вход	Вывод второго согласованного резистора канала В
14	R1B	аналоговый вход	Вывод первого согласованного резистора канала В
15	R _{FB} 2B	аналоговый вход	Вывод второго резистора обратной связи канала В
16	R _{FB} 1B	аналоговый вход	Вывод первого резистора обратной связи канала В
17	R _{FB} B	аналоговый вход	Общая точка резисторов обратной связи канала В
18	–	–	–
19	SS	вход	Вход выбора ведомого SPI, активный «0»
20	GND	питание	Общий вывод («земля», 0 В)
21	SCLK	вход	Вход тактовых импульсов от ведущего SPI
22	MOSI	вход	Вход данных от ведущего SPI
23	RS	вход	Вход начального сброса, подтянут к «+5В» через резистор 20 кОм, активный «0»
24	–	–	–
25	R _{FB} A	аналоговый вход	Общая точка резисторов обратной связи канала А
26	R _{FB} 1A	аналоговый вход	Вывод первого резистора обратной связи канала А
27	R _{FB} 2A	аналоговый вход	Вывод второго резистора обратной связи канала А
28	R1A	аналоговый вход	Вывод первого согласованного резистора канала А

2.3 Конструктивное исполнение микросхемы 1583HA065

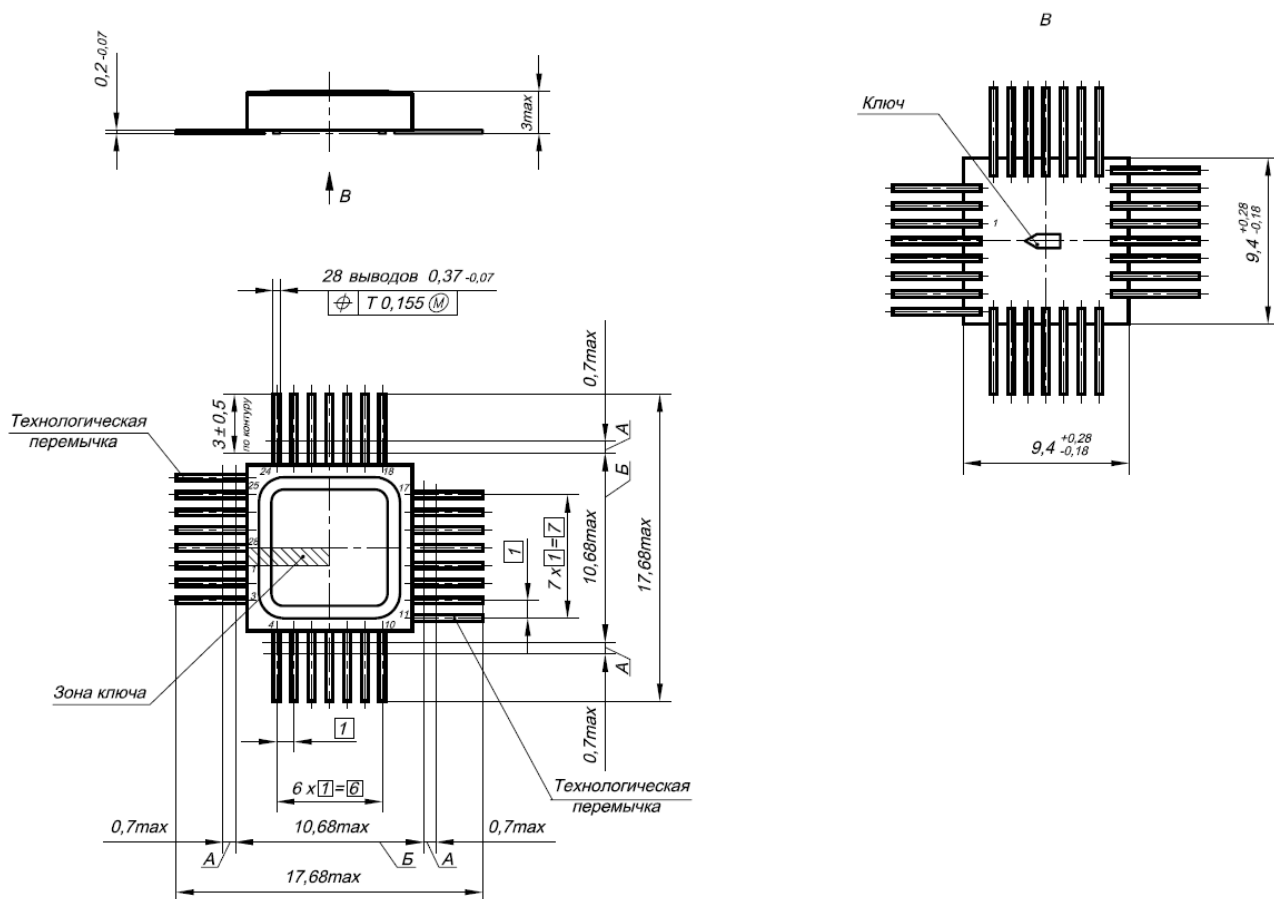


Рисунок 2. Габаритный чертёж микросхемы 1583HA065 в корпусе H09.28-1B

2.4 Конструктивное исполнение микросхемы 1583HA065A

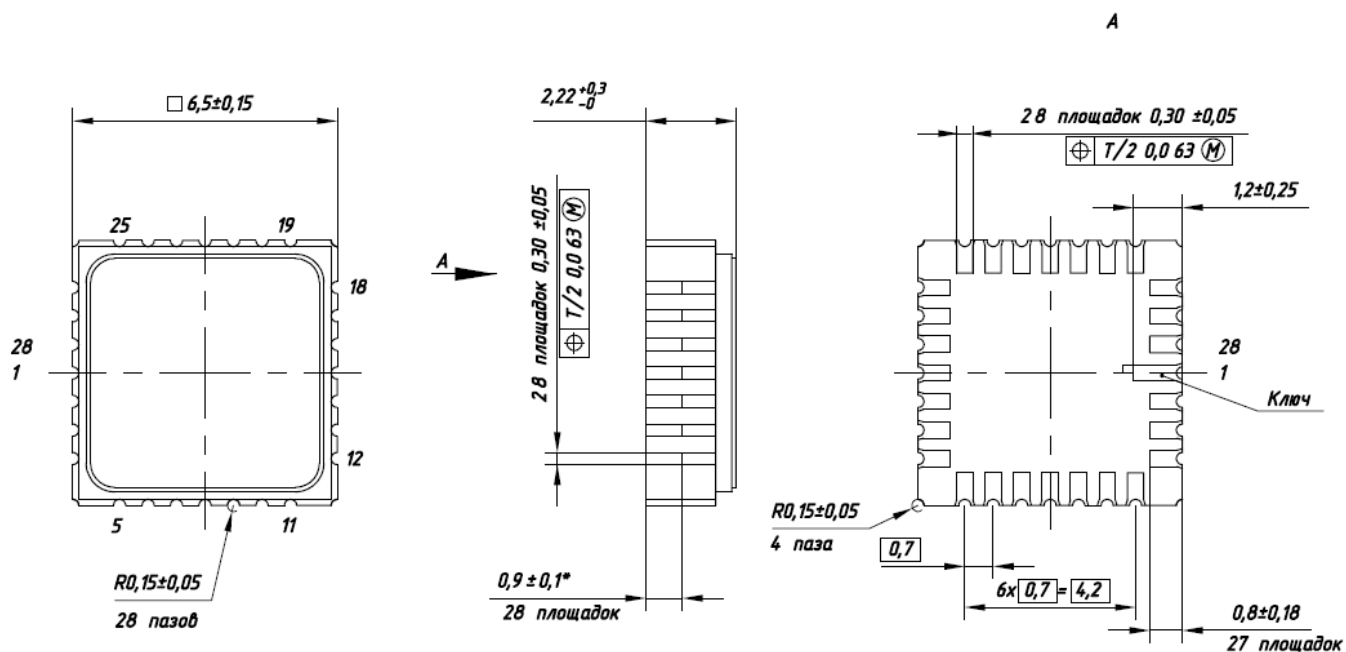


Рисунок 2.1. Габаритный чертёж микросхемы 1583HA065A в корпусе 5123.28-1.

2.5 Требования по стойкости к воздействию специальных факторов

Характеристика фактора	7.И ₁	7.И ₆	7.И ₇	7.С ₁	7.С ₄	7.К ₁	7.К ₄
Группа исполнения 1	$0,12 \cdot 3U_C$	$0,04 \cdot 3U_C$	$0,2 \cdot 3U_C$	$110 \cdot 1U_C$	$1,9 \cdot 1U_C$	–	–
Группа исполнения 2	$4U_C$	$2 \cdot 5U_C$	$2 \cdot 2U_C$	$4U_C$	$0,5 \cdot 1U_C$	$0,2 \cdot 2K$	$0,2 \cdot 1K$

Примечания по группе исполнения 1:

1 Испытания проведены в РФЯЦ-ВНИИЭФ.

2 Критерием годности микросхем является дифференциальная и интегральная нелинейность, оцененные по монотонности передаточной характеристики в процессе проведения испытаний, а также ток потребления, значение которого не должно превышать 20 мА.

3 В процессе проведения испытаний на воздействие спецфактора 7.С с характеристиками 7.С₁, 7.С₄, спецфактора 7.И с характеристиками 7.И₁, 7.И₆, 7.И₇ на входы микросхем ЦАП подается последовательно возрастающий код, что на выходе микросхем, включенных по типовой схеме, приводит к последовательно возрастающему напряжению.

4 В процессе испытаний на воздействие спецфактора 7.С с характеристиками 7.С₁, 7.С₄ контролируются также напряжение смещения нуля и напряжение в конечной точке шкалы.

5 Напряжение смещения нуля и напряжение в конечной точке шкалы измеряются по типовой схеме включения с операционным усилителем.

6 При испытании на воздействие спецфактора 7.С осуществляется одновременное воздействие 7.С₁ и 7.С₄, отказа микросхем на указанном уровне воздействия не произошло.

7 В таблице указаны фактически испытанные уровни стойкости микросхем, при этом стойкость КМОП микросхем к воздействию спецфактора 7.И с характеристикой 7.И₁ обеспечивается их конструкцией и испытания допускаются не проводить до группы 4Ус.

Примечания по группе исполнения 2:

1 Испытания проведены в ИЭПЭ НИЯУ МИФИ.

2 Коэффициент увеличения радиационной нагрузки составил 1,3. Погрешность дозиметрии, учтенная в результатах измерения для 7.И₇, 7.С₄, 7.К₁, 7.К₄ равна 15%, для 7.И₆ равна 30%.

3 В процессе проведения испытаний контролировались параметры передаточной характеристики ЦАП в соответствии с таблицей 4:

Таблица 4. Нормы на параметры в процессе и после проведения испытаний на воздействие СФ.

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение параметра	Режим измерения	Норма		Характеристики
			не менее	не более	
Тиристорный эффект и катастрофические отказы	ТЭ, КО	U _{CC} = 5,5 В U _{REF} = 8,192 В	Отсутствие ТЭ и КО		7.И ₆ (7.И ₈)
Время потери работоспособности, мс	t _{ВПР}	U _{CC} = 5,0 В U _{REF} = 8,192 В	–	2	
Ток потребления, мА	I _{CC}		–	20	7.И ₇ (7.С ₄)
Ток смещения нуля, нА	I _Ю		–	300	
Погрешность полной шкалы, ЕМР	δ _{FS}		–8	8	
Нелинейность, ЕМР	δ _L		–4	4	
Дифференциальная нелинейность, ЕМР	δ _{LD}		–4	4	

2.6 Требования по стойкости к воздействию климатических факторов

Климатические факторы – по ОСТ В 11 0998, в том числе:

- повышенная рабочая температура среды 125 °С;
- пониженная рабочая температура среды минус 60 °С;
- атмосферное пониженное рабочее давление – $1,3 \cdot 10^{-4}$ Па (10^{-6} мм рт. ст.);
- требования по устойчивости к воздействию статической пыли не предъявляются.

Требования по стойкости к воздействию повышенной влажности, соляному туману и атмосферным конденсированным осадкам обеспечиваются условием многослойного лакового покрытия микросхем в составе аппаратуры.

Требования по стойкости к воздействию плесневых грибов, статической и динамической пыли, контрольных сред (сред заполнения) обеспечиваются конструкцией микросхем.

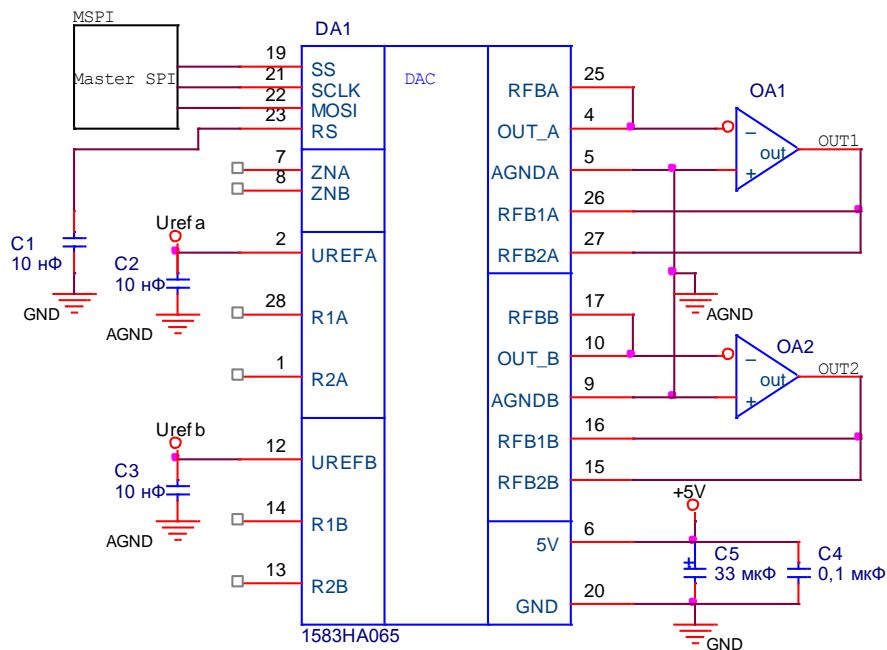
Примечания :

- 1 В случае использования только одного канала подключение AGND к земле у неработающего канала обязательно.
- 2 AGND должен быть соединен с GND. Для получения минимального смещения нуля пользователю следует трассировать AGND отдельным проводником.
- 3 Проводники от выводов микросхемы OUT до ОУ должны быть минимизированы по длине и окружены земляным кольцом цепи AGND во избежание попадания наводок на выходной токовый сигнал.
- 4 При выборе операционного усилителя для подключения к ЦАП пользователю следует обратить особое внимание на такие параметры, как входной ток и скорость нарастания выходного напряжения.
- 5 Принцип формирования выходного напряжения: входному коду «#000» будет соответствовать выходное напряжение «плюс ($U_{REF} - 2U_{REF}/2^{12}$) В», а входному коду «#FFF» – выходное напряжение «минус ($U_{REF} - 2U_{REF}/2^{12}$) В». Младший значащий разряд удвоенный и равен $2U_{REF}/2^{12}$.

Вопрос-ответ?

Вопрос: Какие достоинства у данной схемы включения?

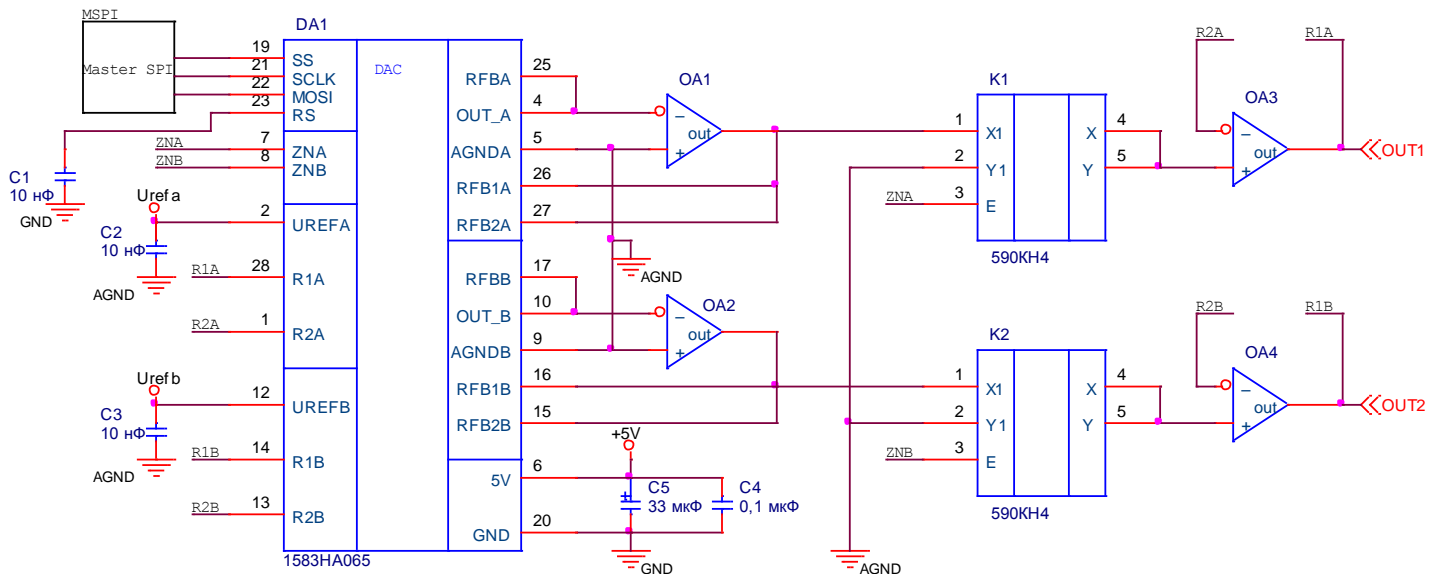
Ответ: К достоинствам относится отсутствие внешних высокоточных резисторов и ключей для реализации биполярного режима работы ЦАП. К недостаткам можно отнести большее смещение нуля, чем на схеме включения, приведенной на рисунках 4 и 5, а также меньшую разрешающую способность: из 12 разрядов один (старший) задает полярность выходного сигнала.



Примечания :

- 1 Принцип формирования выходного напряжения: входному коду «#000» будет соответствовать выходное напряжение «0 мВ», а входному коду «#FFF» – выходное напряжение «минус ($U_{REF} - U_{REF}/2^{12}$) В». Младший значащий разряд равен $U_{REF}/2^{12}$. Опорное напряжение может быть любой полярности.
- 2 Данная схема используется для нормирования параметров ЦАП.

Рисунок 4. Схема включения микросхемы 1583HA065 при формировании однополярного напряжения



DA1 – микросхема;

OA1-OA4 – прецизионные операционные усилители;

K1, K2 – аналоговые ключи (например, 590KH4);

MSPI – микроконтроллер или ПЛИС, исполняющий роль ведущего SPI;

C4, C5 – конденсаторы, фильтрующие напряжение питания

(C5 ставится, если ранее на плате нигде не был установлен электролитический конденсатор);

C2, C3 – конденсаторы, фильтрующие опорное напряжение;

C1 – конденсатор начального сброса;

GND – цифровая земля;

AGND – аналоговая земля.

Примечание :

В приведенной схеме выходное напряжение формируется по формуле:

$$U_{out} = Z \cdot ((N/4096) \cdot U_{ref}),$$

где N - код, передаваемый в мантиссе, N не более 4095,

где Z - знак:

–, если нет инверсии выходного напряжения, т.е. в знаковом разряде передавали «0».

+, если есть инверсия выходного напряжения, т.е. в знаковом разряде передавали «1».

Рисунок 5. Схема формирования биполярного выходного сигнала 1583HA065 с использованием ключей

Вопрос-ответ?

Вопрос: Почему не использовать для такой схемы включения микросхему 1583HA025?

Ответ: В микросхеме 1583HA025 не предусмотрены внутренние резисторы RA1, RA2, RB1, RB2, которые необходимы для построения схемы управляемого инвертора, поэтому вам придется установить их самостоятельно.

Вопрос: Какие достоинства у данной схемы включения?

Ответ: К достоинствам относится ультра-низкое смещение нуля и разрешающая способность: 12 разрядов и знак отдельно, т.е. на биполярной шкале 13 разрядов. К минусам относится большое количество дополнительно используемых компонентов.

4 Справочная информация

Сопротивление резистивной матрицы $17 \text{ кОм} \pm 20\%$.

4.1 Методы измерения электрических параметров

1. Измерение нелинейности (δ_L) и дифференциальной нелинейности (δ_{LD}) проводят путем построения оптимальной передаточной характеристики через все 4096 точек ЦАП методом наименьших квадратов.
2. Идентичность сопротивления матрицы и резисторов обратной связи, включенных параллельно, обеспечивается высокоточной подстройкой данных сопротивлений на кристалле, благодаря чему погрешность полной шкалы δ_{FS} менее 0,1%.
3. Параметры микросхем I_{IO} , δ_{FS} , δ_L , δ_{LD} нормируются для однополярного режима.
4. Сохранение точности преобразования в биполярном режиме обеспечивается топологической идентичностью дополнительных внутренних резисторов RA1 и RA2, RB1 и RB2 и резисторов обратной связи RFBA1 и RFBA2, RFB1 и RFB2.

4.2 Условное графическое обозначение

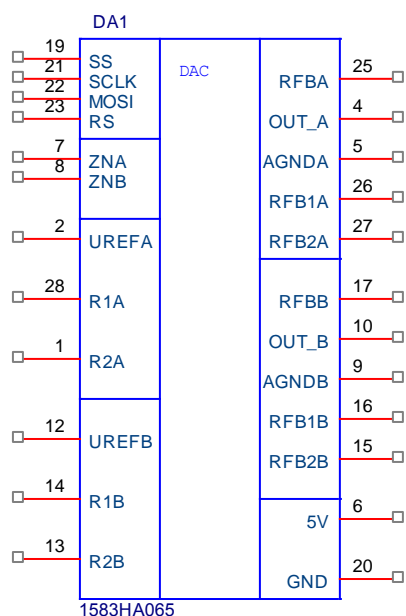


Рисунок 6. Условное графическое обозначение микросхем 1583HA065(A)

4.3 Лист регистрации изменений

06.08.2018 – Введено впервые.

18.12.2018 – Внесены дополнения по результатам испытаний на воздействие СФ.