



МИКРОСБОРКИ

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ «УГОЛ-КОД»

Ф020, Ф020.1

Ф040, Ф040.1

Краткое описание

Главный конструктор разработки

_____ В.А. Власов

« ____ » _____ 2012 г.

Оглавление

1	Общие положения.....	3
1.1	Функциональное назначение	3
1.2	Область применения.....	3
1.3	Интерфейс.....	3
1.4	Технические условия.....	3
2	Описание работы.....	4
3	Основные параметры	5
3.1	Основные электрические параметры	5
3.2	Таблица назначения выводов.....	6
3.3	Кодирование.....	8
3.3.1	Кодирование октанта.....	8
3.3.2	Кодирование мантиссы	8
3.4	Осциллограммы работы	10
3.5	Конструктивное исполнение.....	11
4	Указания по применению и эксплуатации.....	13
4.1	Параметры сигнала F.....	13
4.2	Типовая схема включения Ф020.....	13
4.3	Типовая схема включения Ф040.....	14
4.4	Структурная схема включения МСБ для получения линейного кода.....	15
4.5	Структурная схема включения МСБ с выходом на канал SPI	16
5	Справочная информация.....	17
5.1	Входные цепи	17
5.2	Условное графическое обозначение	17
5.3	Включение в перечень «ЭКБ»	18
5.4	Версия описания	18

1 Общие положения

1.1 Функциональное назначение

Микросборки Ф020, Ф020.1, Ф040, Ф040.1 предназначены для преобразования электрического сигнала, получаемого от синусно-косинусного вращающегося трансформатора (СКВТ) в цифровой код.

1.2 Область применения

СКВТ представляет собой первичный датчик углового перемещения и преобразует угол поворота вала в два переменных напряжения, амплитуда которых пропорциональна значениям синуса и косинуса входного угла. Микросборки преобразователей «угол-код» выполняют функцию оцифровки амплитудных значений синусного и косинусного канала, выдавая на выходе значение октанта и тангенса угла поворота вала.

Особенностью данных преобразователей является то, что каждые полпериода опорного сигнала выдается абсолютно новый результат преобразования, рассчитанный на текущем полупериоде. Поэтому данные преобразователи вместе с СКВТ могут использоваться для определения скорости, ускорения, колебаний при вращении различных валов с относительно высокой скоростью (до 20Гц в версиях Ф020.1 и Ф040.1).

1.3 Интерфейс

Интерфейс последовательный «SL», типа «точка с точкой».

Описание интерфейса находится на официальном сайте НПО «Физика» по адресу:

<http://www.npofizika.ru/pdf/SL-canal.pdf>

Для удобства пользователь может использовать следующие вспомогательные микросхемы:

Н1582ВЖ1А-0052 в корпусе Н09.28-1В – для преобразования сигнала в параллельный код.

Н1582ВЖ1Б-0053 в корпусе Н04.16-1В – для преобразования в последовательный канал SPI.

1.4 Технические условия

Для Ф020, Ф020.1: ИРВЖ.431269.021ТУ

Для Ф040, Ф040.1: ИРВЖ.431269.048ТУ

2 Описание работы

Последовательный код на выходе формируется как результат подачи входных воздействий – напряжений на входах SIN, COS и сигнала F частотой:

- 400 Гц для Ф020, Ф040
- 2кГц для Ф020.1, Ф040.1

Сигнал F является сигналом запуска преобразования. Запуск происходит при пересечении сигналом нуля в любом направлении. После пересечения сигналом нуля происходит определение октанта в зависимости от полярностей и амплитуд напряжений на входах SIN, COS.

После выхода амплитуды измеряемых сигналов на оптимальное значение, запускается алгоритм определения тангенса угла (оцифровка прецизионным 13-разрядным АЦП).

После окончания оцифровки, информация об угле поворота выдается по SL каналу.

В связи с тем, что запуск преобразования осуществляется сигналом F, а оцифровываются сигналы SIN и COS, не допускается применение СКВТ со сдвигом фазы выходных сигналов относительно опорного.

3 Основные параметры

3.1 Основные электрические параметры

Т а б л и ц а 1 – Электрические параметры микросборок при приемке и поставке

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура окружающей среды, °С
		не менее	не более	
Выходной ток высокого уровня на выходах DO, мА, при $U_{CC1} = 4,5$ В; $U_O = 4,1$ В	I_{OH}	–	–0,8	25±10; минус (60±3); 125±5
Выходной ток низкого уровня на выходах DO, мА, при $U_{CC1} = 5,5$ В; $U_O = 0,4$ В	I_{OL}	2,0	–	
Ток утечки высокого уровня по входу RS для Ф040, Ф040.1, мА, при $U_{CC1} = 5,0$ В; $U_{IH} = 5,0$ В	I_{IH}	–	0,2	
Ток утечки низкого уровня по входу RS для Ф040, Ф040.1, мкА, при $U_{CC1} = 5,0$ В; $U_{IH} = 0$ В	I_{IL}	–15	–	
Ток потребления, мА, при $U_{CC1} = 5$ В	I_{CC1}	–	1,0	
Ток потребления, мА, при $U_{CC2} = +15$ В	I_{CC2}	–	20	
Ток потребления, мА, при $U_{CC3} = -15$ В	I_{CC3}	–20	–	
Входной ток аналоговых входов SIN, COS, мкА, при $U_I = 8,0$ В - для Ф020, Ф020.1; - для Ф040, Ф040.1	I_{ISIN}, I_{ICOS}	– –	0,04 1000,0	
Время преобразования, мкс: - для Ф020, Ф040; - для Ф020.1, Ф040.1	t_C	– –	250 100	
Время выдачи последовательного кода (SL интерфейс), мкс: - для Ф020, Ф040; - для Ф020.1, Ф040.1	t_{SL}	– –	100 40	
Частота входного сигнала F, Гц: - для Ф020, Ф040; - для Ф020.1, Ф040.1	f_I	360 1800	440 2200	
Абсолютная погрешность определения угла при преобразовании угол (напряжение) – тангенс (код) – угол (расчет из кода), ' (минут)	Δ_{TG}	–2	2	
Чувствительность, '' (секунд)	S	–	20	
Число разрядов	b	13+3 (октант)	–	

Т а б л и ц а 2 – Предельно допустимые и предельные режимы эксплуатации микросборок

Наименование параметра режима, единица измерения	Буквенное обозначение параметра	Предельно допустимый режим		Предельный режим	
		не менее	не более	не менее	не более
Диапазон входного сигнала на входах SIN, COS, В, при $U_{CC2}=15\text{ В}$, $U_{CC3}=-15\text{ В}$	ΔU_1	-12,0	12,0	-15,0	15,0
Напряжение питания по источнику питания «+5 В», В	U_{CC1}	4,5	5,5	4,0	6,0
Напряжение питания по источнику питания «+15 В», В	U_{CC2}	13,5	16,5	13,0	17,0
Напряжение питания по источнику питания «-15 В», В	U_{CC3}	- 16,5	- 13,5	- 17,0	-13,0
Выходное напряжение высокого уровня, В	U_{OH}	4,1	-	-	-
Выходное напряжение низкого уровня, В	U_{OL}	-	0,4	-	-
П р и м е ч а н и е – в предельных режимах эксплуатации гарантируется не выход микросборок из строя. Сохранение электрических параметров (в том числе заявленной точности преобразования) не гарантируется.					

3.2 Таблица назначения выводов

Т а б л и ц а 3 – Назначение выводов микросборок Ф020, Ф020.1

№ вывода	Обозначение вывода	Назначение вывода
1	+15V	Питание +15В
2	-15V	Питание минус 15В
3	SIN	Вход сигнала SIN с обмотки СКВТ
4	COS	Вход сигнала COS с обмотки СКВТ
5	GND	Общий
6	-15V	Питание минус 15В
7	+15V	Питание +15В
8	-15V	Питание минус 15В
9	+5V	Питание +5В
10	GND	Общий
11	DO1	Выход линии единиц (SL канал)
12	DO0	Выход линии нулей (SL канал)
13	F	Сигнал синхронизации преобразования (опорный сигнал СКВТ)
14	GND	Общий
15	-	Корпус

Т а б л и ц а 3.1 – Назначение выводов микросборок Ф040, Ф040.1

№ вывода	Обозначение вывода	Назначение вывода
1	AGND	Общий аналоговый
2	+5V	Питание +5В
3	DO1	Выход линии единиц (SL канал)
4	DO0	Выход линии нулей (SL канал)
5	NC	Зарезервировано
6	GND	Общий
7	RS	Вход начального сброса (активный уровень – высокий) с подтяжкой к «земле» через резистор 44 кОм
8	F	Сигнал синхронизации преобразования (опорный сигнал СКБТ)
9	GND	Общий
10-12	–	–
13	–15V	Питание минус 15В
14	GND	Общий
15	COS	Вход сигнала COS с обмотки СКБТ
16	SIN	Вход сигнала SIN с обмотки СКБТ
17	+15V	Питание +15В
18	–	–
19	+15V	Питание +15В
20	GND	Общий
21	–15V	Питание минус 15В
22-23	–	–
24	+15V	Питание +15В
25	GND	Общий
26	–15V	Питание минус 15В
27-29	–	–
30	+15V	Питание +15В
31	GND	Общий
32	–15V	Питание минус 15В
33	–	–
34	GND	Корпус

3.3 Кодирование

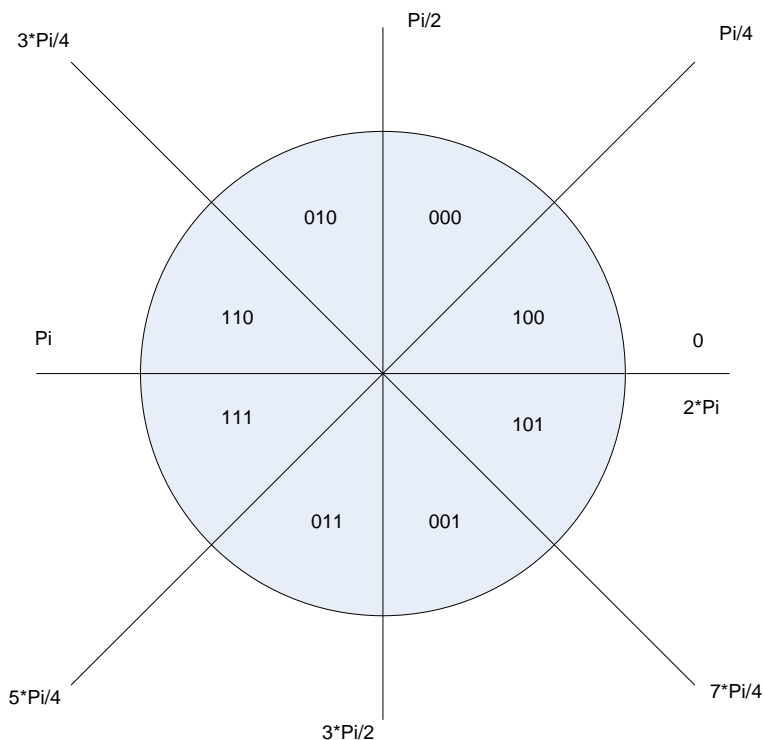
Результат преобразования передается на выход по последовательному каналу и занимает 16 бит (3 младших бита – код октанта + 13 бит – мантисса, где 3-й бит младший, а 15-й - старший) с добавлением битов четности и синхронизации. Согласно протоколу «SL», бит четности добавляет линию единиц до нечетного количества импульсов, а линию нулей – до четного.

Т а б л и ц а 4 – Назначение битов последовательной посылки

0	1	2	3	4	...	14	15	16	17
Код октанта {O ₀ ...O ₂ }			Значение тангенса/котангенса {K ₀ ...K ₁₂ }				Чётность		Стоп-бит

3.3.1 Кодирование октанта

Код октанта(одной восьмой части круга), в котором находится измеряемый угол, определяется амплитудами и знаками входных напряжений – синуса и косинуса. Значения кода в формате {O₂...O₀} показаны на рисунке 1 и в таблице 5.



Р и с у н о к 1 – Кодирование октанта в зависимости от угла на единичной окружности

3.3.2 Кодирование мантиссы

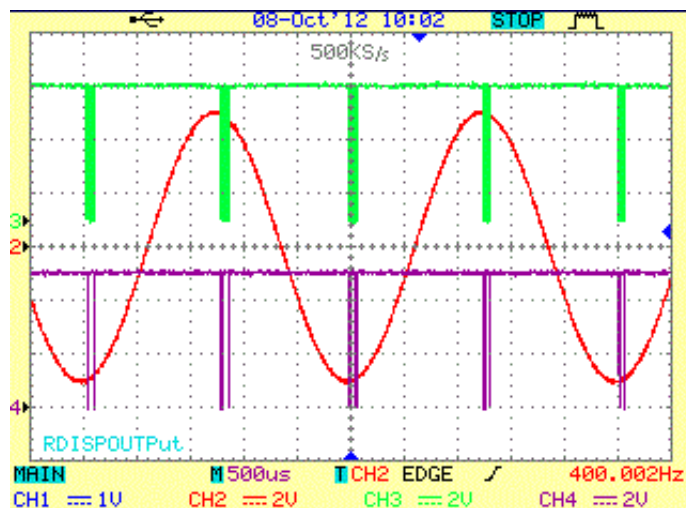
Значение, передаваемое в мантиссе слова, является тангенсом измеряемого угла, если амплитуда косинуса больше по абсолютной величине, чем амплитуда синуса. В противном случае передается котангенс измеряемого угла.

Т а б л и ц а 5 – Кодирование в зависимости от углов

№ октанта	Диапазон углов	Кодирование октанта в формате $\{O_2...O_0\}$	Мантисса
1	$0^0 - 45^0$	100	tg
2	$45^0 - 90^0$	000	ctg
3	$90^0 - 135^0$	010	ctg
4	$135^0 - 180^0$	110	tg
5	$180^0 - 225^0$	111	tg
6	$225^0 - 270^0$	011	ctg
7	$270^0 - 315^0$	001	ctg
8	$315^0 - 360^0$	101	tg

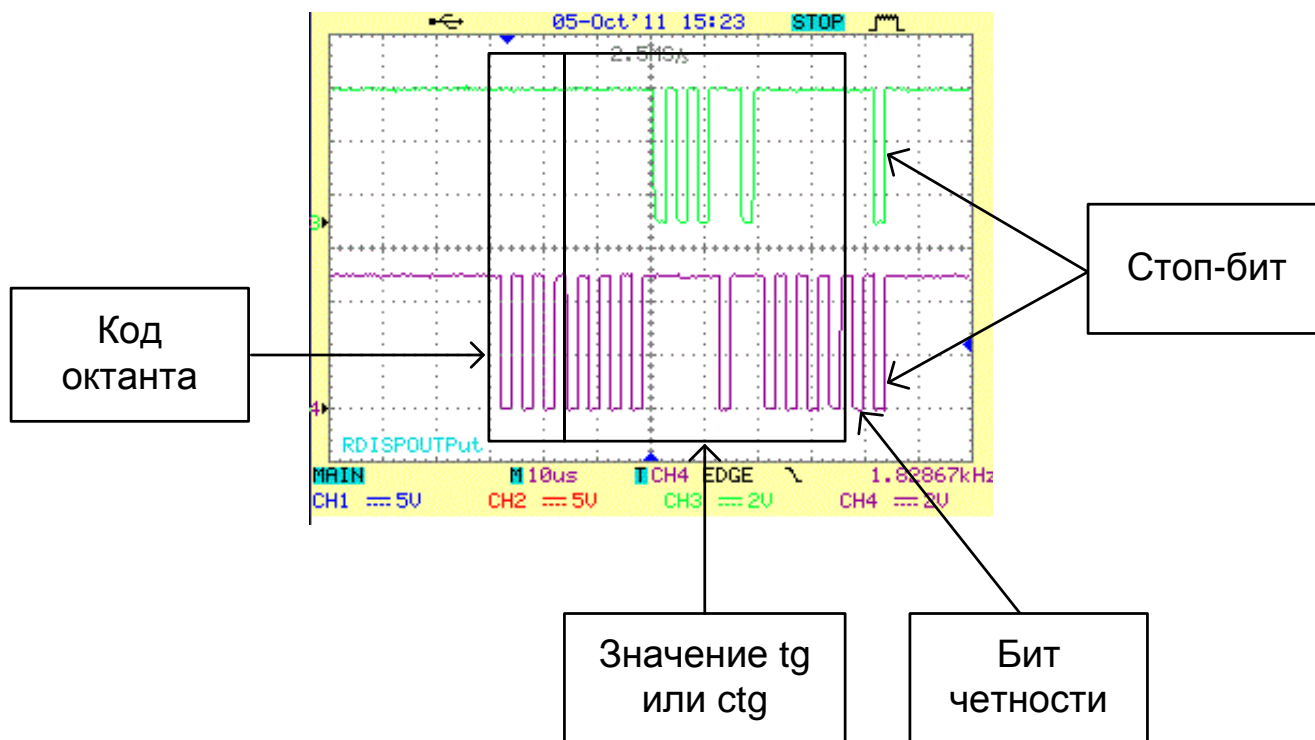
Полученный в мантиссе код необходимо разделить на 2^{13} для получения значения тангенса/котангенса угла.

3.4 Осциллограммы работы



CH2 – F, CH3 – DO0, CH4 – DO1;

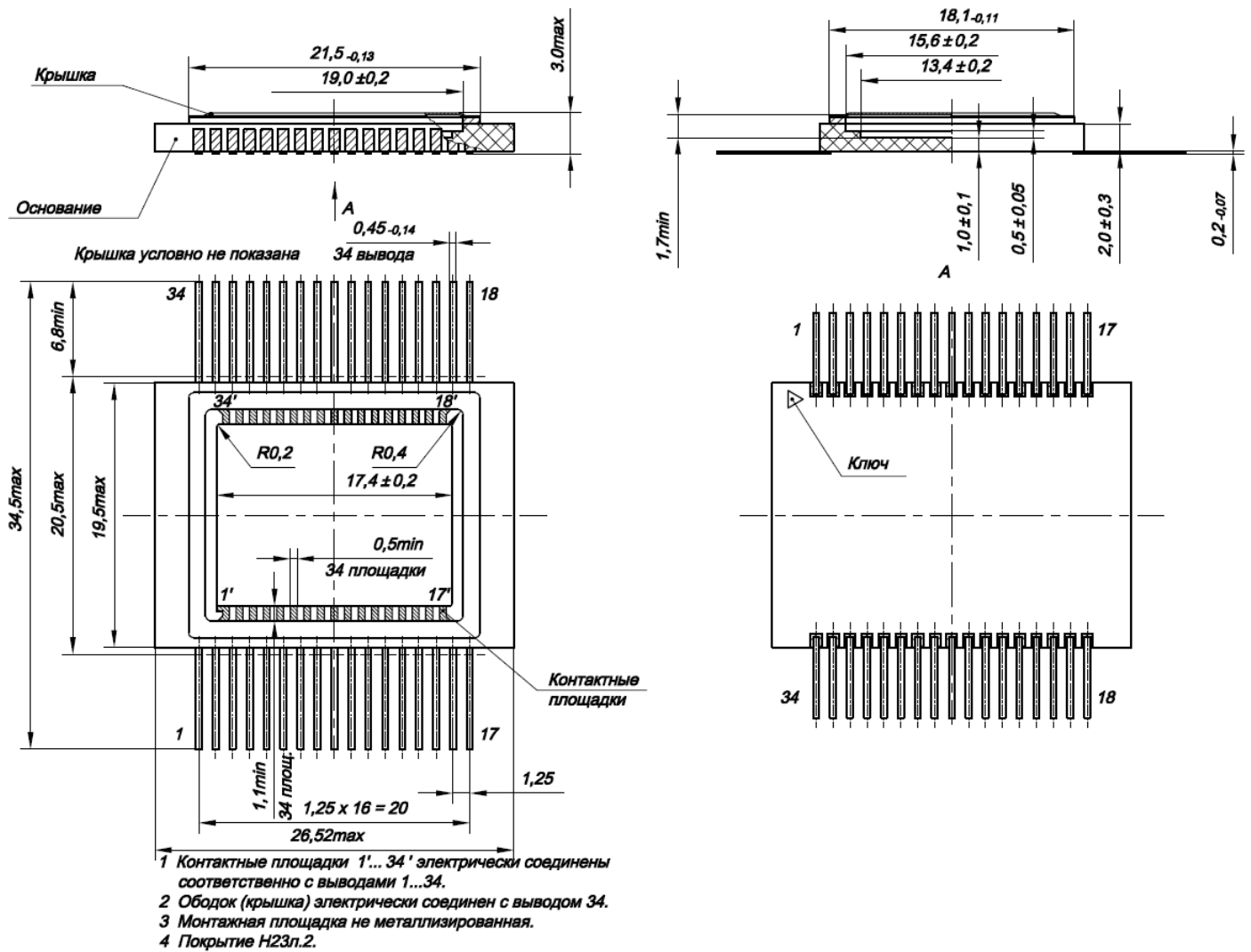
Р и с у н о к 2 – Осциллограмма работы по сигналу F МСБ Ф020, Ф040



CH3 – DO0, CH4 – DO1;

Р и с у н о к 3 – Осциллограмма последовательной посылки МСБ Ф020, Ф040

Микросборки Ф040, Ф040.1 выполнены в корпусе 4137.34-3.



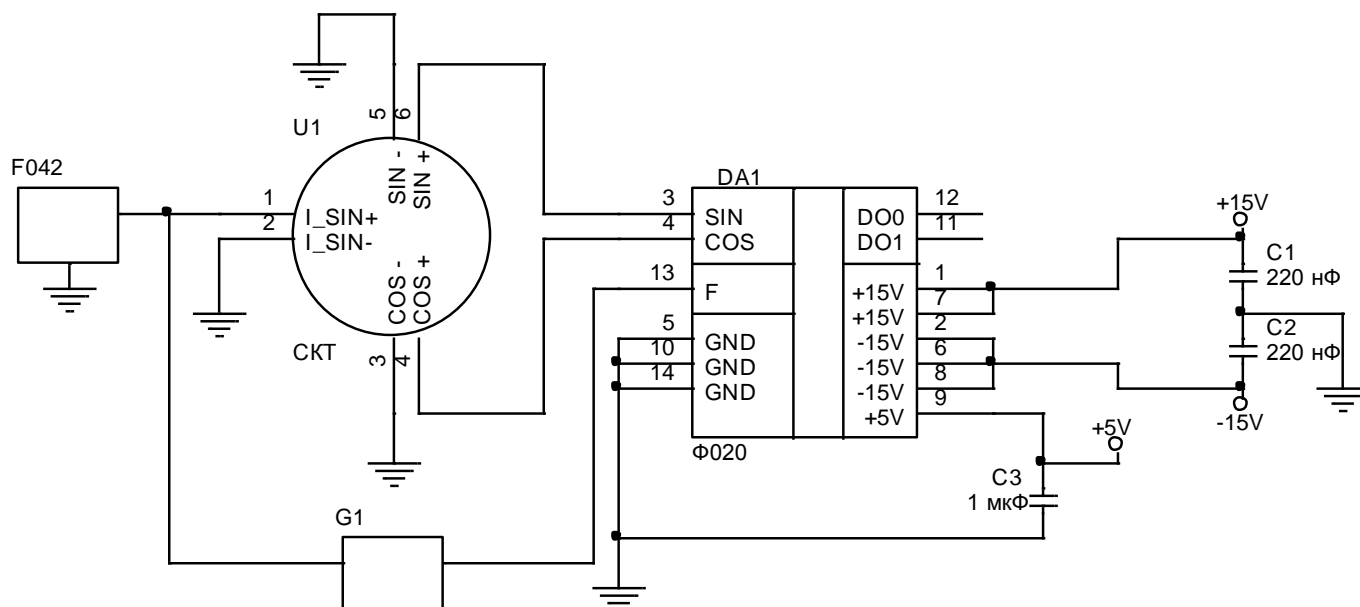
Р и с у н о к 4.1 – Габаритный чертеж корпуса 4137.34-3

4 Указания по применению и эксплуатации

4.1 Параметры сигнала F

Сигнал F должен иметь биполярный вид: синусоиду или меандр частотой 400 Гц для МСБ Ф020, Ф040 и 2 кГц для МСБ Ф020.1, Ф040.1. Рекомендуемая амплитуда входного сигнала составляет от 0,5 до 10 В. Допускается подавать сигналы большей амплитуды, установив на входе F дополнительный резистор сопротивлением из расчёта 3,5кОм на 1В амплитуды сверх 10 В.

4.2 Типовая схема включения Ф020



DA1 – микросборка;

U1 – синусно-косинусный трансформатор;

F042 – генератор синусоидального сигнала частотой 400 Гц или 2 кГц;

G1 – в зависимости от условий применения возможна прямая передача сигнала, установка сопротивления с учетом описанного в 4.1 или установка понижающего трансформатора (рекомендуется в случае работы от сигнала амплитудой 36В);

C1, C2, C3 – конденсаторы.

Р и с у н о к 5 – Типовая схема включения МСБ Ф020, Ф020.1

Примечания:

1. Конденсаторы по питанию выбираются в зависимости от внутреннего сопротивления используемого источника питания, трассировки, потребления других компонентов схемы. По питаниям ± 15 В микросборкам не требуется специальная защита и достаточно установки керамических конденсаторов стандартных номиналов для защиты от высокочастотного шума, например, 220 нФ.

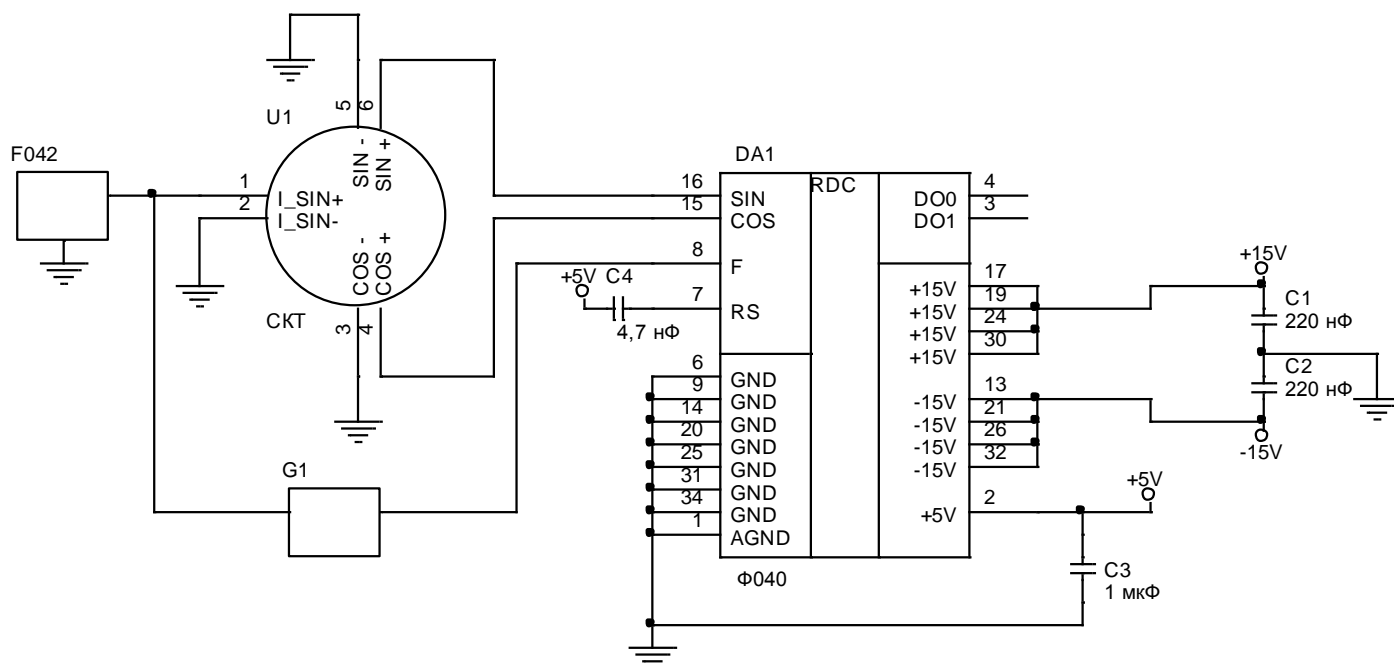
По питанию +5 В микросборки чувствительны к перепадам напряжения. Поэтому необходимо предусмотреть установку керамических конденсаторов емкостью не менее 1 мкФ на каждую микросборку.

Установка электролитических конденсаторов большой емкости остается на усмотрение разработчика аппаратуры, при этом стоит учитывать тот факт, что внутри микросборки Ф020 установлен конденсатор сброса номиналом 3,3 нФ, и слишком большая суммарная емкость конденсаторов по питанию +5В (порядка 150 мкФ) приведет к отсутствию сброса в схеме и, как следствие, отсутствию выходной посылки.

2. При трассировке по плате сигналы SIN, COS, F рекомендуется ограждать друг от друга земляными проводниками (экранами).

3. Для подключения каждой обмотки трансформатора используйте витую пару в экране, это позволит минимизировать наводки внешних сигналов и сигналов трансформатора друг на друга. Экран витой пары должен быть заземлен.
4. Если ваш трансформатор (или его имитатор) не обеспечивает достаточной симметрии сигналов разной полярности, то используйте результат преобразования только на одной полуволне для увеличения точности преобразования. При этом синхронизироваться можно по сигналу полярности микросборки генератора синуса Ф042.

4.3 Типовая схема включения Ф040



DA1 – микросборка;

U1 – синусно-косинусный трансформатор;

F042 – генератор синусоидального сигнала частотой 400 Гц или 2 кГц;

G1 – в зависимости от условий применения возможна прямая передача сигнала, установка сопротивления с учетом описанного в 4.1 или установка понижающего трансформатора (рекомендуется в случае работы от сигнала амплитудой 36В);

C1-C3 – блокировочные конденсаторы по питанию;

C4 – конденсатор начального сброса.

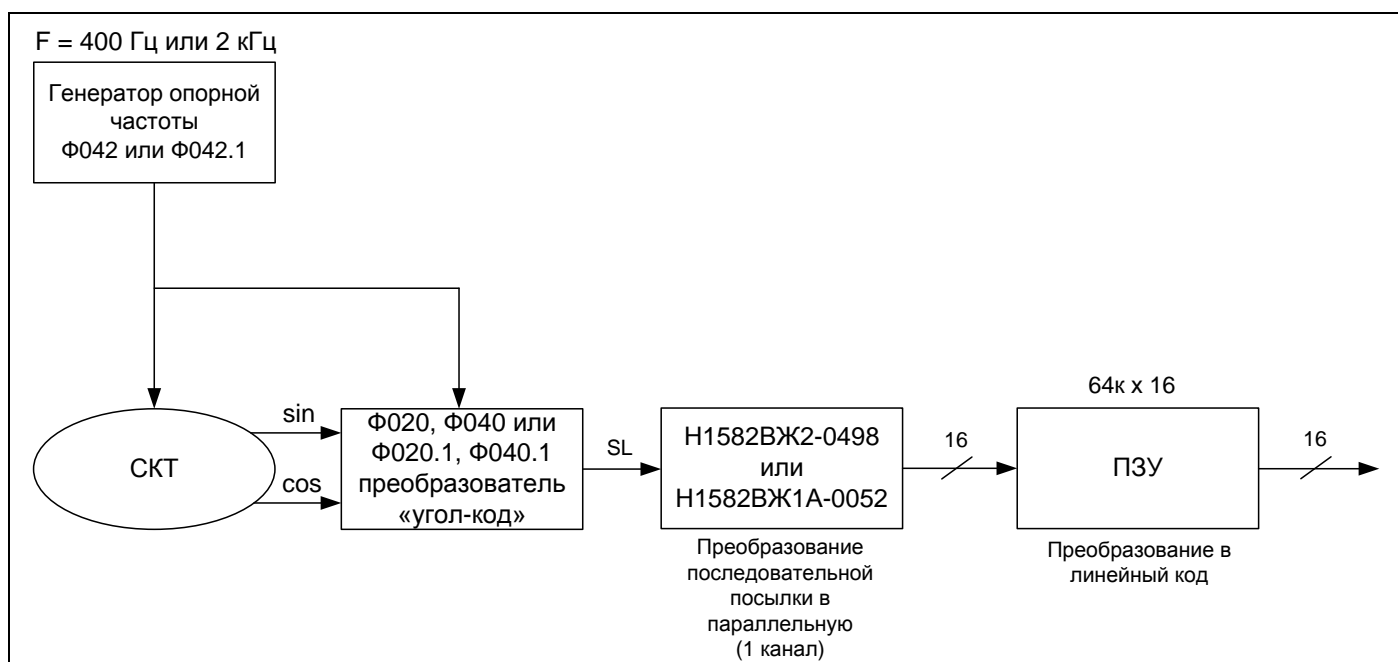
Р и с у н о к 5.1 – Типовая схема включения МСБ Ф040, Ф040.1

П р и м е ч а н и я :

1. Конденсатор начального сброса C4 выбирается в зависимости от времени нарастания напряжения +5 В в конкретной схеме. Чем больше время нарастания – тем больше должен быть конденсатор для осуществления сброса. Типичными значениями емкости являются 3,3 нФ или 4,7 нФ.
2. Примечания к типовой схеме включения Ф020 одинаково относятся к типовой схеме включения Ф040.

4.4 Структурная схема включения МСБ для получения линейного кода

Если пользователю необходимо получить на выходе параллельную посылку в линейном коде, он может воспользоваться приведенной ниже схемой включения микросборок.



Примечание: Данная схема реализована на отладочной плате TEST F020/F040 Linear.

Р и с у н о к 6 – Одноканальная система получения линейного угла

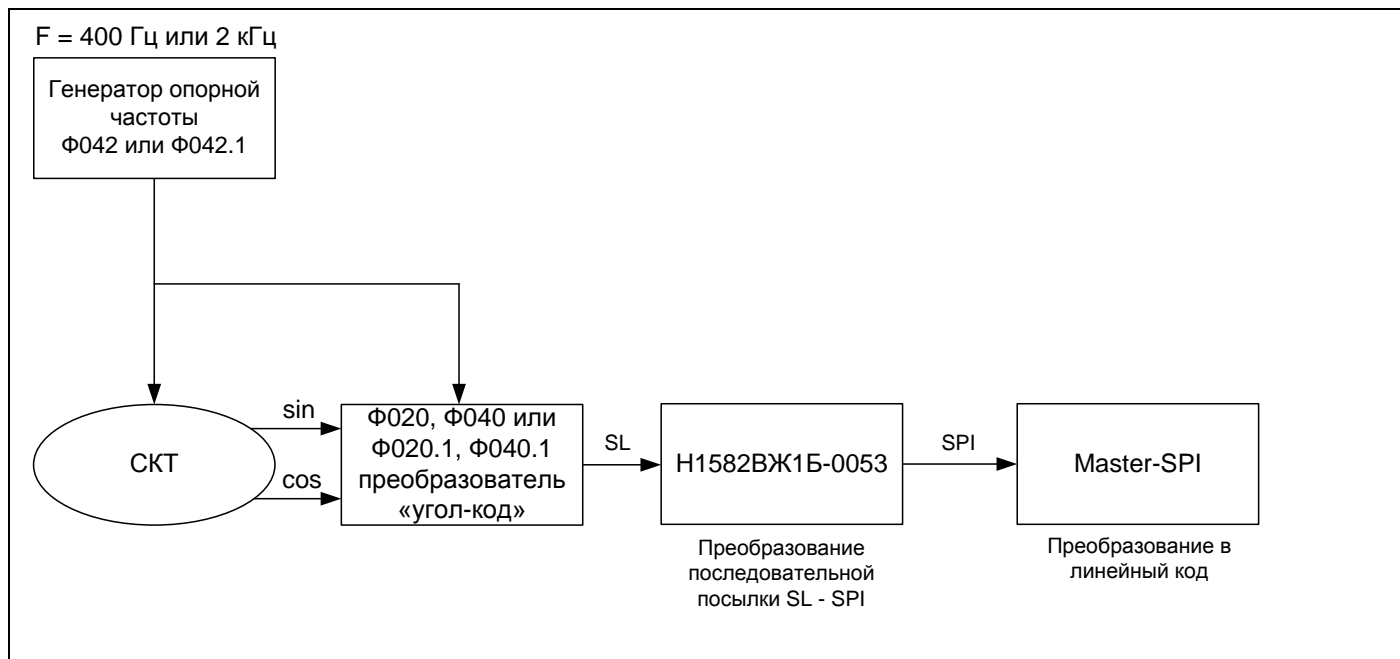
Дампы ПЗУ в случае использования одной ПЗУ 64к x 16 или двух ПЗУ 64к x 8 предоставляются пользователю бесплатно по запросу на e-mail: andrey@npofizika.ru с указанием Ф.И.О., должности и названия предприятия.

В данном случае, на выходе ПЗУ параллельный код, состоящий из 16-ти нулей, будет представлять собой угол 0^0 ; код, состоящий из 16-ти единиц, будет представлять собой угол $359,9945^0$ с линейной функцией возрастания между этими двумя значениями.

В качестве ПЗУ 64к x 8 могут использоваться 1635PT2У производства ОАО «Интеграл». При макетировании можно использовать Atmel AT29C010A.

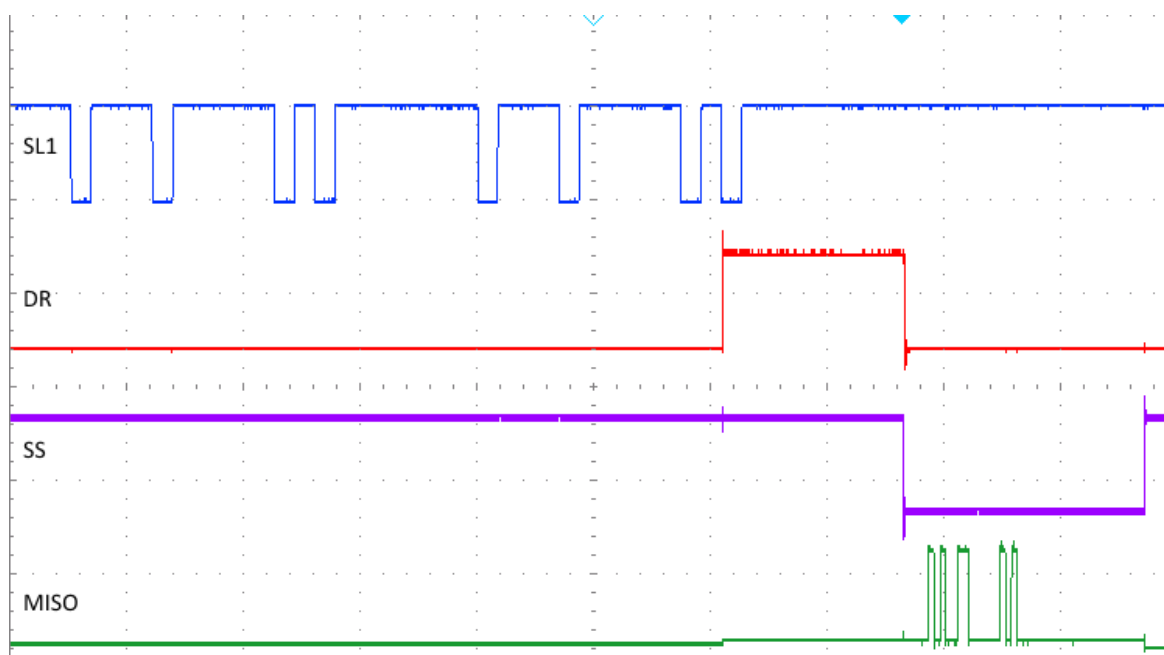
4.5 Структурная схема включения МСБ с выходом на канал SPI

Есть возможность преобразовывать последовательную SL посылку в SPI при помощи микросхемы H1582ВЖ1Б-0053. В данном случае, задача преобразования tg в линейный код ложится на микроконтроллер или ПЛИС. Для выполнения данной задачи на Master-SPI могут использоваться cordic-алгоритмы.



Примечание: Данная схема реализована на отладочной плате TEST F020/F040.

Р и с у н о к 7 – Одноканальная система получения угла с выходом на интерфейс SPI



Р и с у н о к 8 – Осциллограмма работы SL – SPI декодера

5 Справочная информация

Найти информацию об отладочных средствах можно здесь: <http://npofizika.ru/p=2466>

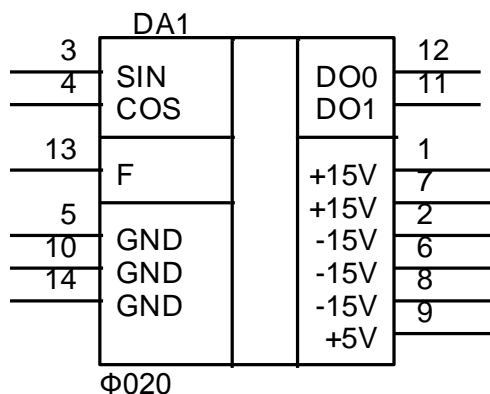
5.1 Входные цепи

На входах SIN, COS микросборки Ф020 установлены повторители на операционных усилителях Б140УД17А.

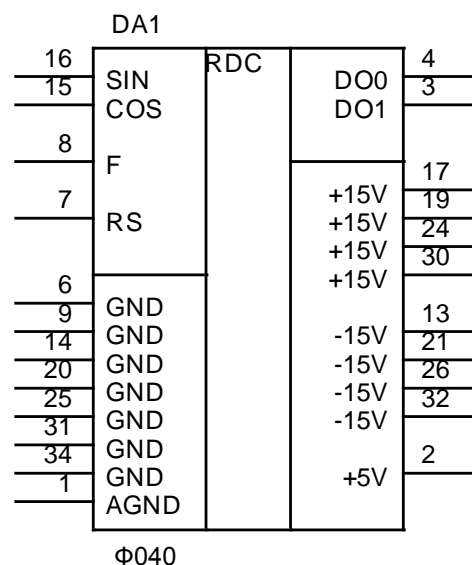
На входах SIN, COS микросборки Ф040 установить повторители нет технической возможности, входное сопротивление изменяется в процессе работы алгоритма определения октанта и может составлять от 16 до 18 кОм. Если для работы источника сигнала это является неприемлемым, то следует установить внешние повторители.

На входе F установлена диодная защита с входным резистором 44 кОм. Затем сигнал попадает на высокоомный вход дифференциального каскада компаратора.

5.2 Условное графическое обозначение



Р и с у н о к 9 – Условно графическое обозначение МСБ Ф020, Ф020.1



Р и с у н о к 9.1 – Условно графическое обозначение МСБ Ф040, Ф040.1

5.3 Включение в перечень «ЭКБ»

Ведется работа по включению микросборок Ф020, Ф020.1, Ф040, Ф040.1 в перечень «ЭКБ». Решением ЦКБ «Дейтон» микросборкам присвоены новые условные обозначения и номера технических условий, подробности приведены в таблице:

Тактовая частота	Текущее условное обозначение	Тип корпуса	Текущее ТУ	Официальное условное обозначение, присвоенное ЦКБ «Дейтон»	Официальный номер ТУ, присвоенный ЦКБ «Дейтон»
400 Гц	Ф020	155.15-2	ИРВЖ.431269.021ТУ	2015НХ01А1	АЕНВ.431320.288ТУ
2 000 Гц	Ф020.1			2015НХ01В1	
400 Гц	Ф040	4137.34-3	ИРВЖ.431269.048ТУ	2015НХ01А4	
2 000 Гц	Ф040.1			2015НХ01В4	

Ориентировочная дата ввода новых обозначений – с 2018 года.

5.4 Версия описания

Коррекция описания от 23.10.2017.