

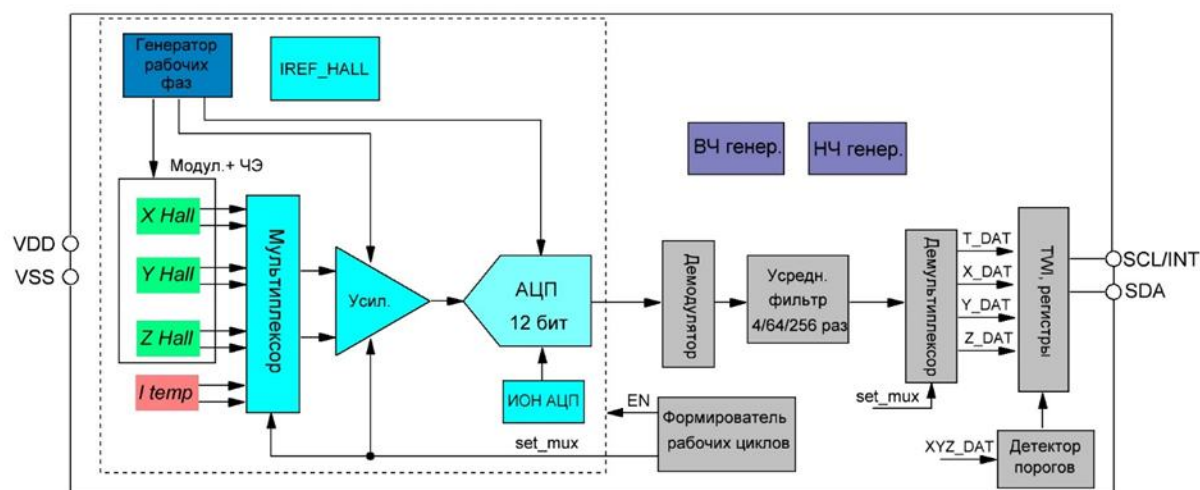
НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C

КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ

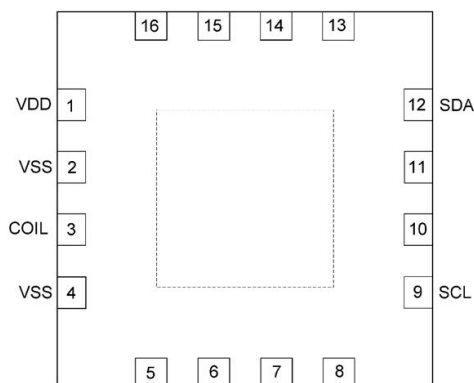
- Измерение магнитного поля по 3 осям (XYZ), в диапазоне ± 500 мТл.
- Встроенная диагностика тракта преобразования и чувствительных элементов.
- Программируемый режим энергопотребления/быстродействия.
- Встроенный детектор порога, по всем осям измерения магнитного поля.
- Встроенный датчик температуры.
- Формирование сигнала прерывания для внешнего микроконтроллера.
- Диапазон рабочих температур: $-40^{\circ}\text{C}/+125^{\circ}\text{C}$, напр. питания: 2.97В/3.6В.
- Последовательный интерфейс I2C, совмещенный с сигналом прерывания.
- 2 байтный и 1 байтный протокол обмена с master устройством.
- Исполнение без корпуса 1.096*0.99 мм, QFN16 3мм*3мм.

Версия микросхемы	Адрес I2C
НЗР (К1949ЧЭ4У)	35'h

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МИКРОСХЕМЫ



ОБОЗНАЧЕНИЕ ВЫВОДОВ МИКРОСХЕМЫ



Вид сверху, корпус QFN16 (3мм*3 мм)

НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C

ФУНКЦИИ ВЫВОДОВ МИКРОСХЕМЫ

Название	QFN16	Описание
VDD	1	Питание 2.97В / 3.6В
VSS	2	Земля.
COIL	3	Тестовая катушка.
VSS	4	Земля.
SCL	9	Тактовая частота I2C, от 80 КГц до 400 КГц.
SDA	12	Данные I2C.

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Параметр	Обозначение	Условия	Min	Max	Ед. Измерения
Максимальное напряжение питания	VDD		-0.3	4	В
Максимальный ток нагрузки цифровых выходов	Ido_max		-2	2	мА
Уровень стойкости к статическому электричеству	V _{ESD}	HBM	-	2	КВ
Температура хранения	Ts		-60	150	°C
Температура перехода	Tj		-60	175	°C
Максимальная рассеиваемая мощность	Ptot		-	12	мВт

НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ (ТЕМПЕРАТУРА –40 ... +125°C)

Параметр	Обозначение	Условия	Значения			Ед. Измерения
			Min	Typ	Max	
Параметры питания						
Напряжение питания	Vcc	–	2.97	3.3	3.6	В
Ток потребления	I _{VDD}	w_mode=0, osr_avf=0.	–	–	3.5	мА
		w_mode=7, osr_avf=0.	–	–	3	мкА
Длительность фронта напряжения питания	tr_vdd	–	–	–	2	мс
Характеристики тракта преобразования						
Линейный диапазон измерения магнитных полей	Bin	gain_xyz=1 pac	–500		+500	мТл
Чувствительность во всем диапазоне, по каналам XY Чувствительность во всем диапазоне, по каналам Z	Sx,y,z	gain_xyz=1 pac		3.5		лсб/мТл
Температурный дрейф чувствительности, по каналам XYZ	TC	–	–	–	8.6	%(FS)
Смещение нуля, по каналам XYZ(rms)	Doff	–		+/-3		лсб
Выходной шум в каналах XY(p/p)	Dnoise_xy	osr_avf=64/256 pac		7 / 4		лсб
Выходной шум в канале Z(p/p)	Dnoise_z	osr_avf=64/256 pac		2 / 1		лсб
Чувствительность канала температуры	S _T			3.6		лсб/°C
Выходной шум канала TEMP(p/p)	Dnoise_temp			2		лсб

НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ (ТЕМПЕРАТУРА -40 ... +125°C) - ПРОДОЛЖЕНИЕ

Параметр	Обозначение	Условия	Значения			Ед. Измерения
			Min	Typ	Max	
Время преобразования						
Время преобразования XYZ,TEMP	Tconv	osr_avf=64		6.18		мс
		osr_avf=256		24.6		мс
Частота I2C						
Частота I2C	Fsclk	–	–	80	400	КГц

ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЙ МИКРОСХЕМЫ

Начальная инициализация: После гарантированного установления напряжения питания на микросхеме (длительность фронта напряжения питания не более 2мс), необходимо посредством последовательного интерфейса I2C задать режим работы микросхемы (CONF_IS: en_wi_sh, W_MODE) и далее по сигналу прерывания, формируемому на выводе SCL, производить чтение данных из необходимых измерительных регистров (BXYZ_H, Temp_H, BXY_M, BZT_M, BXYZT_L).

Основные режимы работы микросхемы определяют:

- Скорость преобразования / ток потребления (CONF_IS: W_MODE).
- Работа в качестве порогового датчика, когда сигнал прерывания формируется только при достижении пороговых значений, которые также задаются в соответствующих регистрах. Конфигурация в регистрах TRIM_IH: s_int=1, DO_*.
- Режим постоянной выдачи информации о магнитном поле, в этом режиме сигнал прерывания формируется каждый цикл измерения XYZT (TRIM_IH: s_int=0).

Дополнительно возможна более точная подстройка чувствительности для каналов XY и Z, путем конфигурации соответствующих регистров (TRIM_IH, TRIM_RIH).

КАРТА РЕГИСТРОВ MAG_3AX_HALL_*

Адр.	def.	Тип	Название	7	6	5	4	3	2	1	0
0 _h		R	BX_H	BX[13:6]							
1 _h		R	BY_H	BY[13:6]							
2 _h		R	BZ_H	BZ[13:6]							
3 _h		R	Temp_H	Temp[13:6]							
4 _h		R	BXY_M	BX[5:2]				BY[5:2]			
5 _h		R	BZT_M	BZ[5:2]				Temp[5:2]			
6 _h		R	BXYZT_L	BX[1:0]		BY[1:0]		BZ[1:0]		Temp[1:0]	

НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C
КАРТА РЕГИСТРОВ MAG_3AX_HALL_* - ПРОДОЛЖЕНИЕ

Адр.	def.	Тип	Название	7	6	5	4	3	2	1	0
7 _h	9 _h	RW	DO_BX_H1	DO_BX_H[13:6]							
8 _h	30 _h	RW	DO_BX_H2	0	0	DO_BX_H[5:0]					
9 _h	F6 _h	RW	DO_BX_L1	DO_BX_L[13:6]							
A _h	10 _h	RW	DO_BX_L2	0	0	DO_BX_L[5:0]					
B _h	9 _h	RW	DO_BY_H1	DO_BY_H[13:6]							
C _h	30 _h	RW	DO_BY_H2	0	0	DO_BY_H[5:0]					
D _h	F6 _h	RW	DO_BY_L1	DO_BY_L[13:6]							
E _h	10 _h	RW	DO_BY_L2	0	0	DO_BY_L[5:0]					
F _h	A _h	RW	DO_BZ_H1	DO_BZ_H[13:6]							
10 _h	1 _h	RW	DO_BZ_H2	0	0	DO_BZ_H[5:0]					
11 _h	F5 _h	RW	DO_BZ_L1	DO_BZ_L[13:6]							
12 _h	3F _h	RW	DO_BZ_L2	0	0	DO_BZ_L[5:0]					
13 _h	8 _h	RW	CONF_IS	en_wi_sh	W_MODE[2:0]			en_tnz	en_stest	en_det_ov	–
14 _h	48 _h	RW	TRIM_IH	tr_ih_XY[2:0]			tr_ih_Z[2:0]			s_int	–
15 _h	50 _h	RW	TRIM_RIH	TRIM_RIOP_XY[1:0]		TRIM_RIOP_Z[1:0]		–	–	–	–
16 _h	0 _h	RW	AVF_FILT	0	0	gain_z		gain_xy		osr_avf	
17 _h		R	HALL_OXH	HALL_OFF_X[11:4]							
18 _h		R	HALL_OXL	0						HALL_OFF_X[3:0]	
19 _h		R	HALL_OYH	HALL_OFF_Y[11:4]							
1A _h		R	HALL_OYL							HALL_OFF_Y[3:0]	
1B _h		R	HALL_OZH	HALL_OFF_Z[11:4]							
1C _h		R	HALL_OZL							HALL_OFF_Z[3:0]	
1D _h		R	AMP_OH	AMP_OFF[11:4]							
1E _h		R	AMP_OL	0						AMP_OFF[3:0]	

НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C

РЕГИСТРЫ ДЕТЕКТОРА ПЕРЕГРУЗКИ: DO_BX,Y,Z_H1,2;L1,2

Регистры пороговых значений являются 14 битными знаковыми числами, значения которых распределено по нескольким регистрам. Момент срабатывания детектора перегрузки учитывает гистерезис= +/-4LSB.

Верхний порог, канал X: DO_BX_H1= DO_BX_H[13:6] ; DO_BX_H2= DO_BX_H[5:0]

Нижний порог, канал X: DO_BX_L1= DO_BX_L[13:6] ; DO_BX_L2= DO_BX_L[5:0]

Верхний порог, канал Y: DO_BY_H1= DO_BY_H[13:6] ; DO_BY_H2= DO_BY_H[5:0]

Нижний порог, канал Y: DO_BY_L1= DO_BY_L[13:6] ; DO_BY_L2= DO_BY_H[5:0]

Верхний порог, канал Z: DO_BZ_H1= DO_BZ_H[13:6] ; DO_BZ_H2= DO_BZ_H[5:0]

Нижний порог, канал Z: DO_BZ_L1= DO_BZ_L[13:6] ; DO_BZ_L2= DO_BZ_L[5:0]

РЕГИСТР КОНФИГУРАЦИИ МИКРОСХЕМЫ, CONF_IS

Название	def,h	Примечание
[0]	0	Резерв.
en_det_ov[1]	0	Включение/выключение детектора перегрузки. 0= выключен, 1= включен.
en_stest[2]	0	Включение/выключения режима тестирования микросхемы. 0= выключен, 1= включен. *
en_tnz[3]	1	Включение/выключения тензокомпенсации канала Z. 0= выключен, 1=включен.
W_MODE[6:4]	0	Настройка скорости преобразования/тока потребления. ** 0=2403 выб/с; 1=1915 выб/с; 2=179 выб/с; 3=93.6 выб/с; 4=12.1 выб/с; 5=3 выб/с; 6=0.76 выб/с; 7=0.38 выб/с
en_wi_sh[7]	0	Включение/выключение спящего режима. 0= пассивный, 1= активный

*При активации режима тестирования в каналах измерения магнитного поля VX,Y,Z формируется фиксированный выходной код, не зависящий от магнитного поля, при комнатной температуре.

**Значения скорости преобразования даны для типовой частоты внутреннего RC генератора = 4 МГц и значении osr_avf=0.

РЕГИСТРЫ ПОДСТРОЙКИ ОПОРНОГО ТОКА ЭЛЕМЕНТОВ ХОЛЛА, TRIM_IH, УПРАВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОМ ПРЕРЫВАНИЙ

Название	def,h	Примечание
[0]	0	Резерв.
s_int[1]	0	Установка источника прерываний. 0= сигнал готовности данных измерительных каналов. 1= выход детектора перегрузки.
tr_ih_Z[4:2]	2	Допустимые значения от 0 до 7. Подстройка тока питания Z элемента Холла. 0= мин. ток, 7= макс. ток.
tr_ih_XY[7:5]	2	Допустимые значения от 0 до 7. Подстройка тока питания XY элементов Холла. 0= мин. ток, 7= макс. ток.

НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C

РЕГИСТРЫ ПОДСТРОЙКИ ОПОРНОГО РЕЗИСТОРА ФОРМИРОВАТЕЛЯ ТОКА ЭЛЕМЕНТОВ ХОЛЛА, TRIM_RIH

Название	def,h	Примечание
[3:0]	0	Резерв.
TRIM_RIOP_Z[5:4]	1	Допустимые значения от 0 до 3. 0= мин. опорный резистор, макс. ток питания Холла. 3= макс. резистор, мин. ток питания Холла.
TRIM_RIOP_XY[7:6]	1	Допустимые значения от 0 до 3. 0= мин. опорный резистор, макс. ток питания Холла. 3= макс. резистор, мин. ток питания Холла.

КОНФИГУРАЦИЯ УСРЕДНЯЮЩЕГО ФИЛЬТРА AVF_FILT

Название	def,h	Примечание
osr_avf[1:0]	0	Число усредняемых выборок АЦП (на каждый канал). 0= 4 выборки; 1= 64 выборки; 2,3= 256 выборок; 3= запрещено.
gain_xy[3:2]	0	Усиление выходных данных, усредняющего фильтра, для каналов XY. 0= 1 рас; 1= 2 раза ; 2,3= 4 раза.
gain_z[5:4]	0	Усиление выходных данных, усредняющего фильтра, для канала Z. 0= 1 рас; 1= 2 раза ; 2,3= 4 раза.
[7:6]	0	Резерв.

*не функционирует в опытных образцах.

ОПИСАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА I2C

Общее описание

Интерфейс I2C входящий в микросхему предназначен для чтения и записи регистров микросхемы, может работать в 1 байтном и двухбайтном режимах. Вывод SCL, тактовой частоты, совмещен с сигналом прерывания. Прерывания могут формировать сигнал окончания преобразования измерительных каналов или детектора перегрузки.

Версия микросхемы	Адрес I2C
НЗР (К1949ЧЭ4У)	35'h

Режимы работы I2C

Интерфейс может работать в 1 байтном и двух байтном режиме. В 1 байтном режиме доступно только чтение регистров измерительных каналов (BXYZ_H, Temp_H, BXY_M, BZT_M, BXYZT_L), только в этом режиме возможно чтение всех измерительных каналов, на максимальной частоте преобразования. В двух байтном режиме доступно чтение и запись всех регистров микросхемы.

Конфигурация интерфейса микросхемы в 1 байтный или 2 байтный режим работы осуществляется путем установки значения 7 бита, в 1 байте передаваемых slave устройству данных.

- 2 байтный тип: 7 бит= 0
- 1 байтный тип: 7 бит= 1

НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C

Режимы работы I2C - продолжение

В 1 байтном режиме, в пакете данных отсутствует адрес регистра, имеется возможность читать только данные измерительных каналов, при каждом обращении выдаются последовательно все семь регистров измерительных данных (1: BX_H, 2: BY_H, 3: BZ_H, 4: Temp_H, 5: BXY_M, 6: BZT_M, 7: BXYZT_L). Для синхронного сбора данных, без их потери, мастер устройство должно успевать считывать все данные, за время не превышающее:

264 мкс (обработка прерывания, чтение 7 регистров, SCL=400 КГц).

В случае неправильного обращения по адресу микросхемы или регистра, микросхема выдает 1'b1 на бите ACK (ACL slave) и перестаёт взаимодействовать с мастер устройством, пока не будет установлен стоп бит.

Если на линии SCL, после установки старт бита, не происходило изменение сигнала в течении 64 тактов внутренней частоты (~16 мкс), микросхема прекратит взаимодействовать с master устройством пока линии SCL, SDA не встанут в 1, либо не будет установлен стоп бит.

ВРЕМЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ИНТЕРФЕЙСА (RPUL_UP(SDA,SCL)=4.7 КОМ)

Параметр	Обозн.	Мин.	Тип.	Макс.
Частота интерфейса	f _{scl}	–	100 КГц	400 КГц
Длительность "0", SCLK	T _L	1.15 мкс	–	–
Длительность "1", SCLK	T _H	1.15 мкс	–	–
	T _{sta}	1.15 мкс	–	–
	T _{stop}	1.15 мкс	–	–
	T _{wait}	1.15 мкс	–	–
	T _{su}	100 нс	–	–
	T _{hold}	0	–	–
	T _{fall}	–	–	50 нс
	T _{rise}	–	–	50 нс
Ширина "0" сигнала прерывания, на выводе SCL	t _{INT}	1.27 мкс	2 мкс	2.96 мкс
Минимальное время преобразования	t _{conv}	264 мкс	–	–

НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C

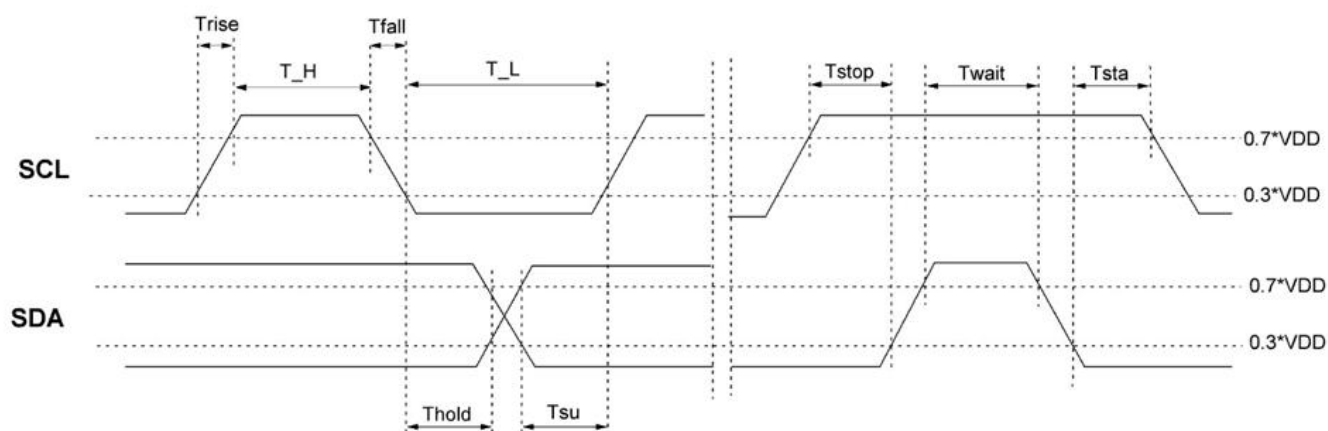


Диаграмма формирования сигналов интерфейса

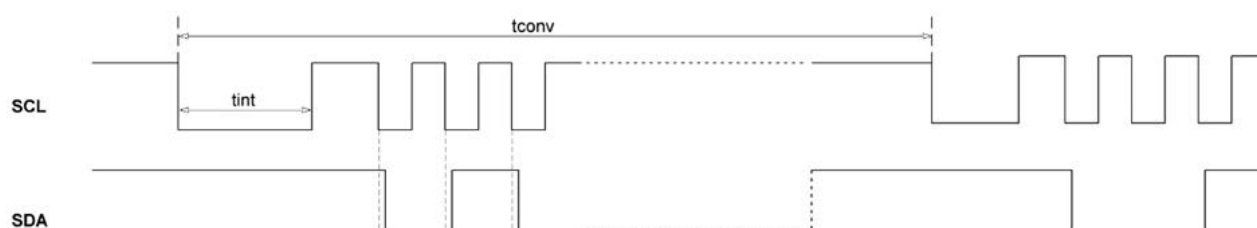


Диаграмма формирования сигнала прерывания (готовности данных) на выводе SCL

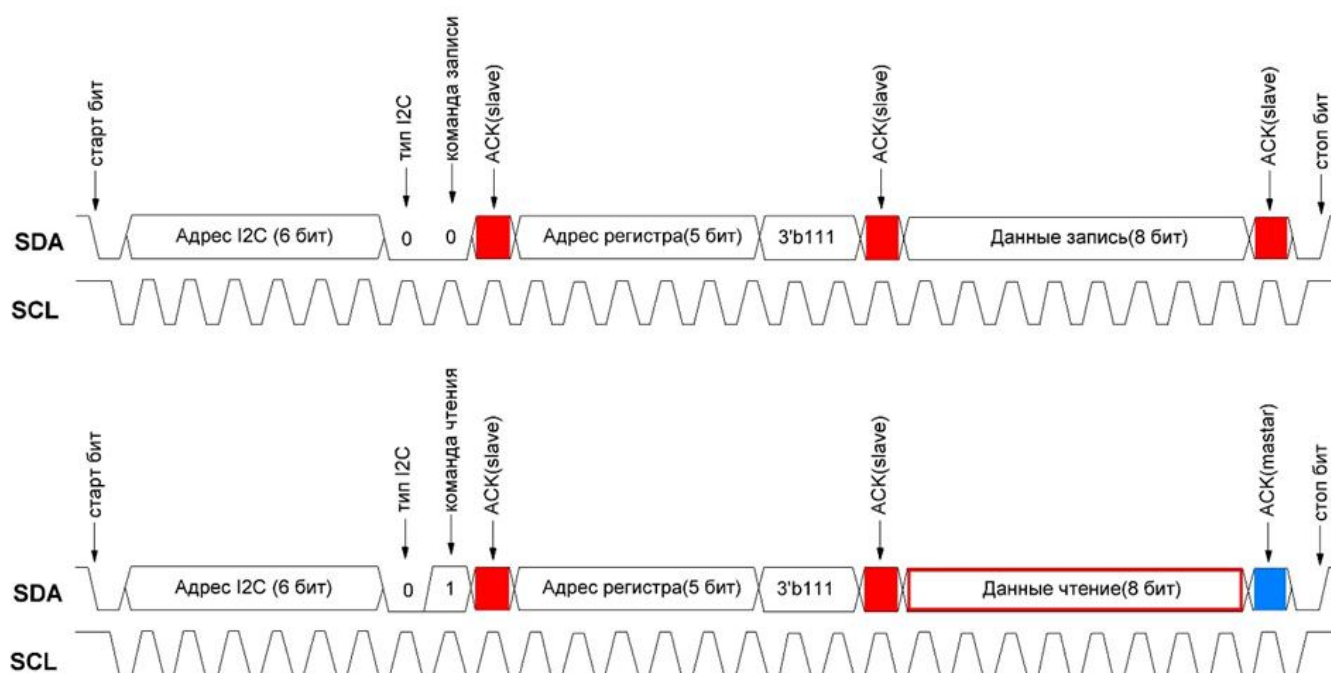


Диаграмма обмена данными в 2 байтном режиме I2C

НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C

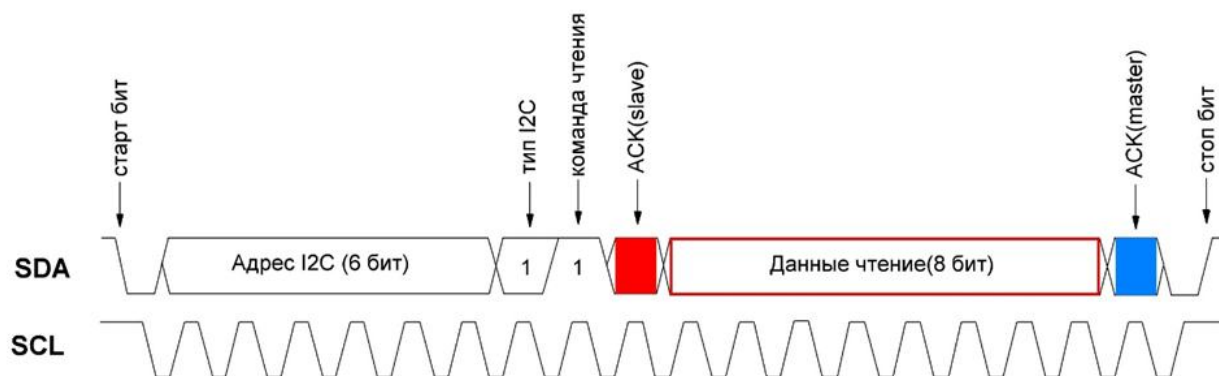
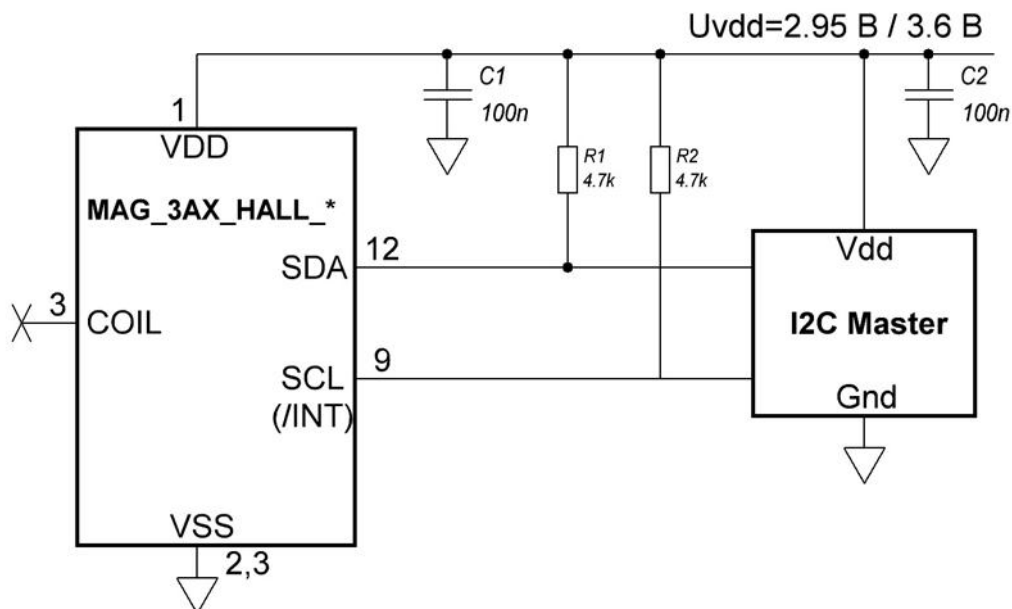
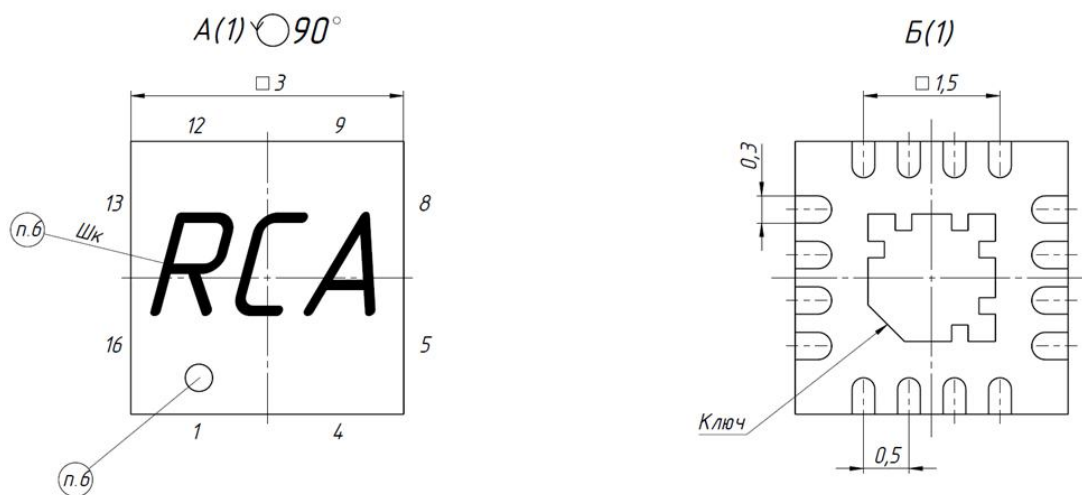


Диаграмма обмена данными в 1 байтном режиме I2C

ТИПОВАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ



ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ КОРПУСОВ МИКРОСХЕМЫ

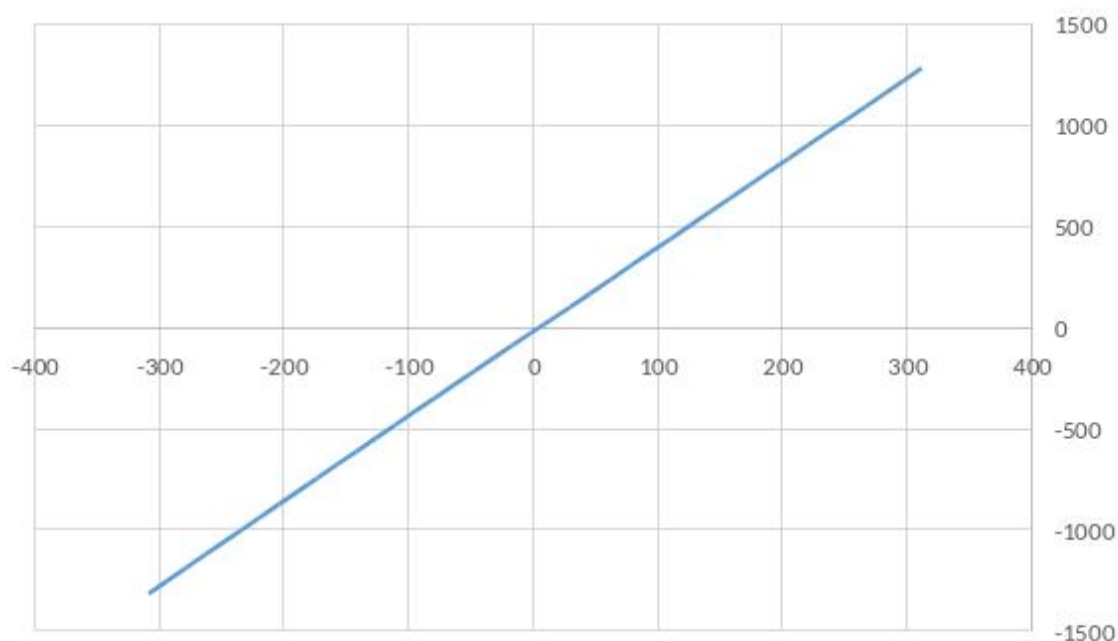


Корпус QFN16(3x3 мм)

НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C

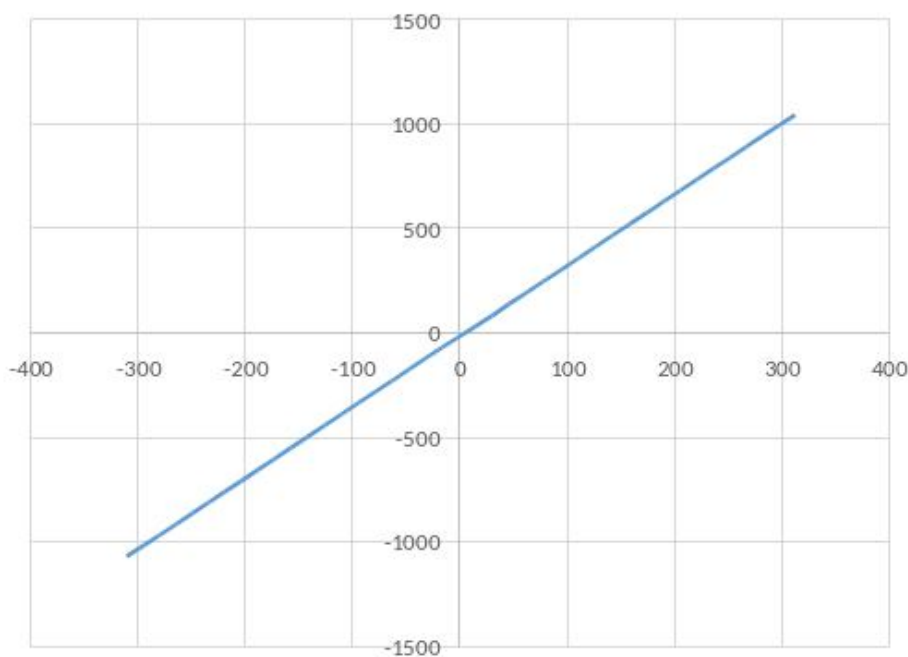
ТИПОВЫЕ ЗАВИСИМОСТИ МИКРОСХЕМЫ

$D_x, \text{лсб}(B_x, \text{мТл})$



Данные канала X, при воздействии магнитного поля в диапазоне +/- 310 мТл. $SNS = 4.1 \text{ лсб/мТл}$.

$D_z, \text{лсб}(B_z, \text{мТл})$

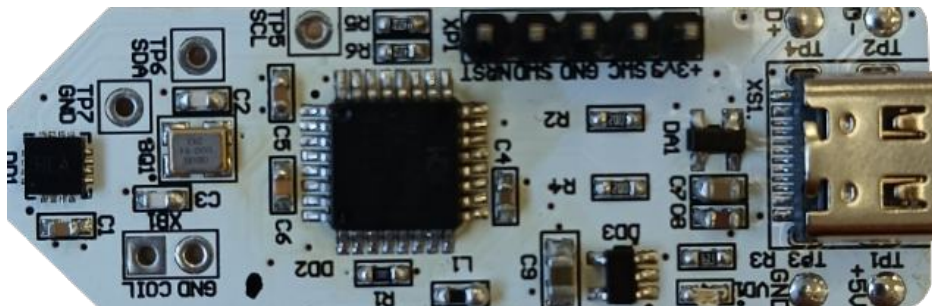


Данные канала Z, при воздействии магнитного поля в диапазоне +/- 310 мТл. $SNS = 3.4 \text{ лсб/мТл}$.

НЗР (К1949ЧЭ4У) - МИКРОСХЕМА ТРЕХОСЕВОГО ДАТЧИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ I2C

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ И ОТЛАДочНЫЕ СРЕДСТВА

Демонстрационно- отладочная плата состоит из установленной микросхемы датчика магнитного поля и микроконтроллера, реализующего преобразование интерфейсов (I2C -> USB). Конфигурация параметров микросхемы осуществляется с помощью программного обеспечения.



Внешний вид отладочной платы.



Внешний вид программы конфигурации микросхемы, в режиме потокового сбора данных с XYZ каналов.