Микросхема активной части кварцевого генератора, управляемого напряжением, с аналоговым умножителем и с типами выходов КМОП/LVDS 1316ММ03Н4, К1316ММ03Н4

Основные характеристики микросхемы:

- Напряжение питания — от 2,25 до 3,63 В;
- Динамический ток потребления в режимах:
  - КМОП — не более 40 мА;
  - LVDS — не более 80 мА;
- Диапазон выходных частот — от 50 до 860 МГц;
- Рабочий диапазон температур — от минус 60 до 85 °С.

Тип корпуса:

- бескорпусная

Общее описание и область применения микросхемы

Микросхемы интегральные бескорпусные 1316ММ03Н4 (далее – микросхемы) предназначены для использования в аппаратуре в качестве активной части кварцевых генераторов. Микросхемы могут быть применены в схемах тактирования и синхронизации в качестве опорного генератора синтезаторов частот, а также совместно с петлей ФАПЧ в качестве устройства фильтрации джиттера тактового сигнала.

1 Структурная блок-схема микросхемы

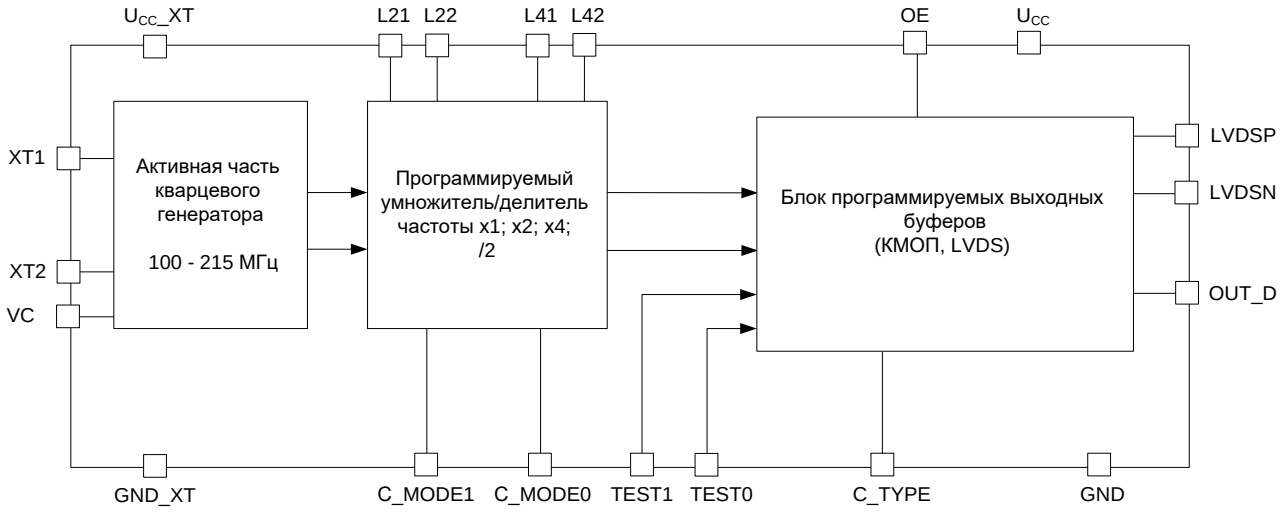


Рисунок 1 – Структурная блок-схема микросхемы

2 Условное графическое обозначение

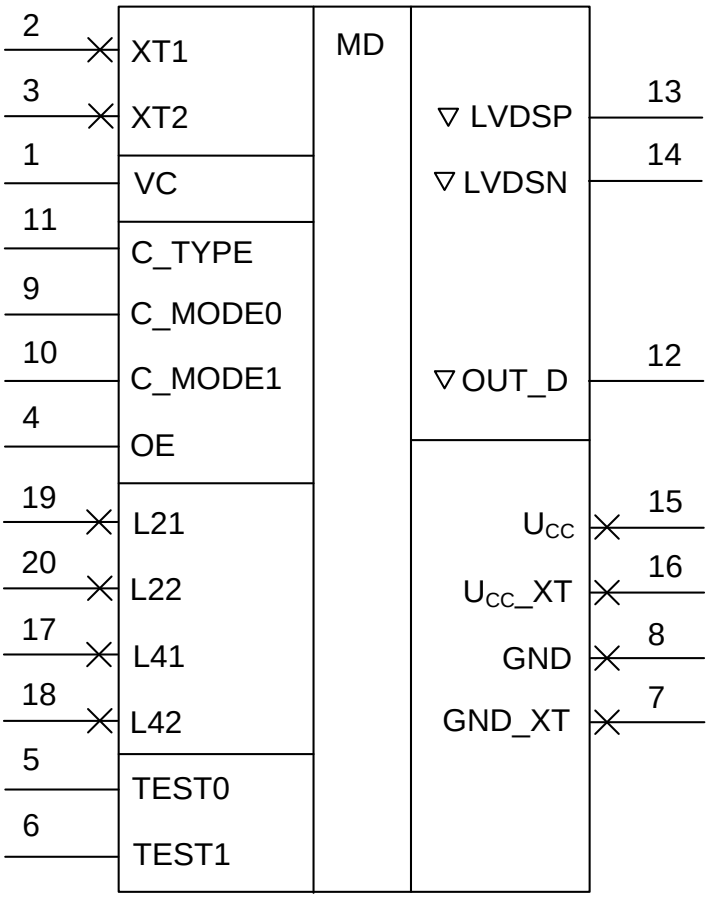


Рисунок 2 – Условное графическое обозначение

3 Описание контактных площадок

Таблица 1 – Описание контактных площадок

Номер КП микросхемы	Обозначение КП	Тип КП	Назначение КП
1	VC	AI	Напряжение управления частотой
2	XT1	–	Подключение кварцевого резонатора
3	XT2	–	Подключение кварцевого резонатора
4	OE	I	Отключение выходных буферов (подтянут к U_{CC}_XT): <0> - выходные буферы отключены; <1> - выходные буферы включены
5	TEST0	–	Тестовый. Не используется. Подтянут к GND_XT
6	TEST1	–	Тестовый. Не используется. Подтянут к GND_XT
7	GND_XT	PWR	Общий кварцевого генератора
8	GND	PWR	Общий выходных буферов
9	C_MODE0	I	Управление режимом работы микросхемы (подтянут к U_{CC}) < C_MODE1:C_MODE0>: <0:0> - деление частоты на 2 в режиме КМОП; <0:1> - режим умножения частоты на 4; <1:0> - режим умножения частоты на 2; <1:1> - режим без умножения/деления
10	C_MODE1	I	
11	C_TYPE	I	Управление типом выходного сигнала микросхемы (подтянуты к U_{CC}): <0> - LVDS; <1> - КМОП
12	OUT_D	O	Выход сигнала КМОП
13	LVDSP	AO	Выход сигнала LVDS. Прямой
14	LVDSN	AO	Выход сигнала LVDS. Инверсный
15	U_{CC}	PWR	Питание выходных буферов
16	U_{CC}_XT	PWR	Питание кварцевого генератора
17	L41	–	Подключение внешней индуктивности умножителя частоты на 4
18	L42	–	
19	L21	–	Подключение внешней индуктивности умножителя частоты на 2
20	L22	–	

Примечание – Обозначение типов КП:
AI – аналоговый вход;
AO – аналоговый выход;
I – цифровой вход;
O – цифровой выход;
PWR – вывод «Питание» или «Общий»

4 Указания по применению и эксплуатации

Время выхода генератора в рабочий режим после установления напряжения питания на генераторе не более 20 мс.

Время выхода генератора в рабочий режим зависит от добротности применяемого кварцевого резонатора. Требования к электрическим параметрам кварцевых резонаторов, применяемых с микросхемами, приведены в таблице .

Таблица 2 – Электрические параметры кварцевых резонаторов на первой гармонике, применяемых с микросхемами

Номинальная частота, МГц	$f_н$	25	35,416	41,666	Кристаллический кварцевый элемент с обратной мезоструктурой (ККЭ с ОМС)						
					61,440	92	105	141	185,544	206,400	211,722
Динамическое сопротивление, Ом	**Rк**	**4**	**12**	**14**	**19**	**16**	**16**	**13**	**11**	**12**	**9**
	max	6	20	23	27	18	20	18	13	18	15
	min	4	6	9	16	14	13	10	9	7	8
Статическая емкость, пФ	**C_0**	**3,788**	**3,548**	**4,101**	**1,184**	**1,065**	**1,051**	**1,403**	**1,963**	**2,014**	**2,063**
	max	3,817	3,59	4,135	1,224	1,082	1,205	1,515	2,203	2,432	2,124
	min	3,764	3,53	4,074	1,122	1,025	0,926	1,269	1,902	1,942	2,008
Добротность	**Q**	**94775**	**35734**	**22971**	**36057**	**33445**	**31249**	**21010**	**16050**	**12283**	**12952**
	max	108950	59638	29392	45021	36493	35400	25557	18892	18437	17871
	min	74623	19089	12098	23536	28515	27580	14325	11427	4778	6971
Отношение емкостей	**C_0/C_1**	**248**	**291**	**319**	**301**	**327**	**332**	**315**	**327**	**307**	**295**
	max	264	304	336	311	332	351	351	350	340	338
	min	233	287	289	289	321	308	296	307	269	266

Перестройка выходной частоты микросхем осуществляется с помощью внешнего управляющего напряжения на входе VC.

Осциллограмма характера перестройки выходной частоты при изменении управляющего напряжения приведена на рисунке 3.

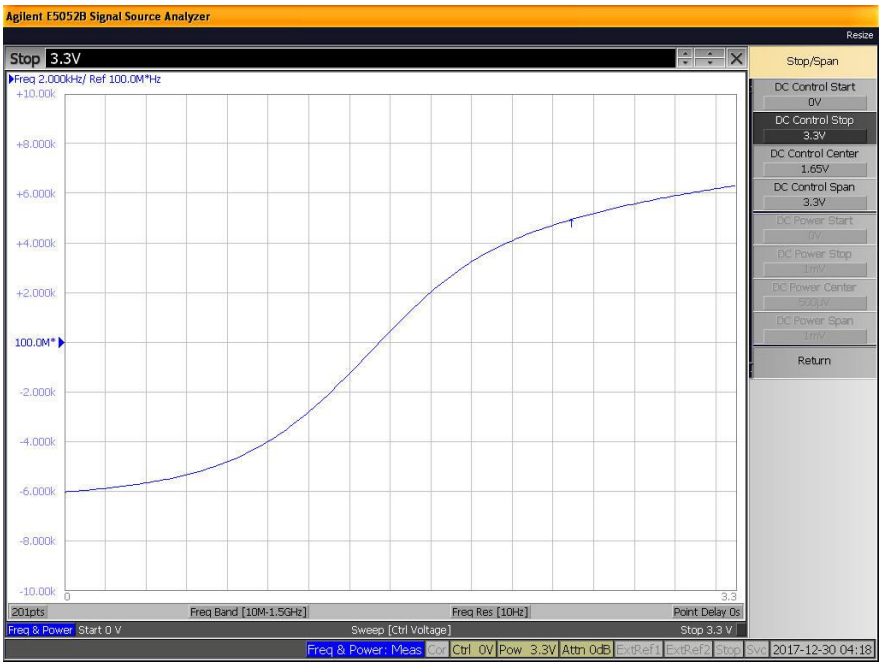


Рисунок 3 – Осциллограмма характера перестройки частоты от управляющего напряжения

4.1 Указания к производству МСБ

Материал КП микросхем: алюминий.

Допускается применять токопроводящий клей ТОК-2, ШКФЛО.028.002ТУ.

Первыми присоединяются выводы к КП GND, GND_XT.

Для ультразвуковой сварки допускается применять алюминиевую проволоку АК 0,9 ПМ-30А, ТУ 6365-051-46594157.

Запрещается подведение каких-либо электрических сигналов (в том числе шин «Питание», «Общий») к КП микросхем, не используемым согласно таблице 1.

Типовая схема включения микросхем приведена на рисунке 4.

5 Описание функционирования микросхемы

Микросхема представляет собой активную часть кварцевого генератора, управляемого напряжением с типами выходного сигнала LVCMOS и LVDS. Микросхема работает с кварцевыми резонаторами по 1-й гармонике частотой от 100 до 215 МГц.

Перестройка частоты кварцевого резонатора и, следовательно, выходной частоты осуществляется с помощью внешнего управляющего напряжения по входу VC. Перевод выходных буферов в состояние высокого импеданса осуществляется по входу OE.

Тип выходного сигнала задается подключением к шине «Общий» управляющего входа C_TYPE.

Базовая частота, сформированная кварцевым осциллятором, может быть умножена либо на 2, либо на 4 (в режиме LVDS) или поделена на 2 (в режиме LVCMOS). Режим работы задается комбинацией подключения к шине «Общий» управляющих входов C_MODE1 и C_MODE0. При умножении на 4 к выводам микросхемы подключаются обе индуктивности согласно рисункам 5, 6.

6 Типовая схема включения

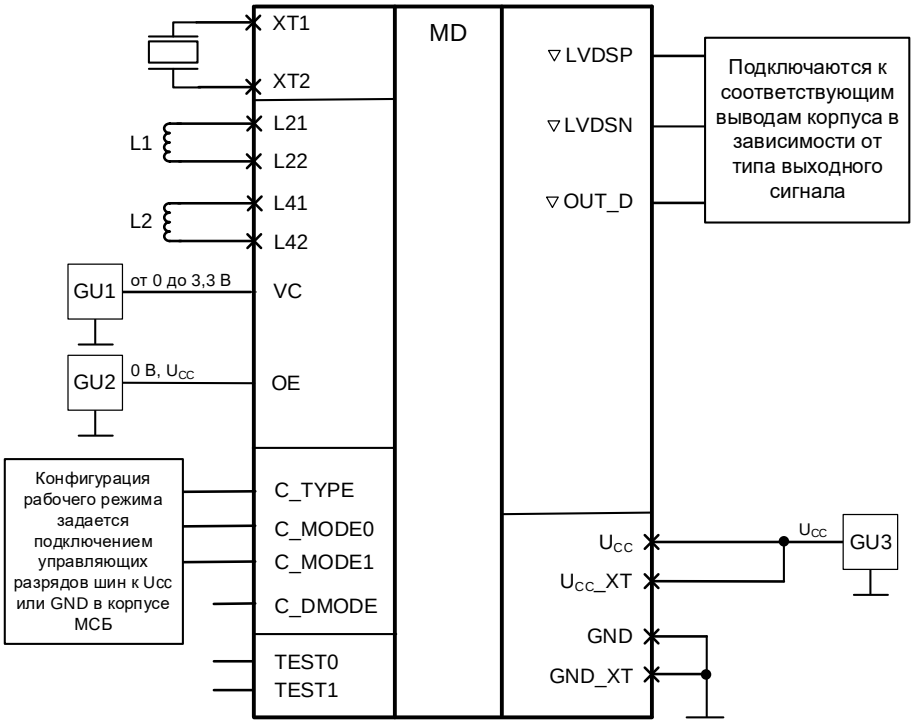


Рисунок 4 – Типовая схема включения микросхем в составе кварцевого генератора, управляемого напряжением

Номинальные значения индуктивностей L1, L2 выбираются в зависимости от частоты пьезоэлемента.

Графики зависимостей номинальных значений индуктивностей L1, L2 от частоты пьезоэлемента приведены на рисунках 5, 6.

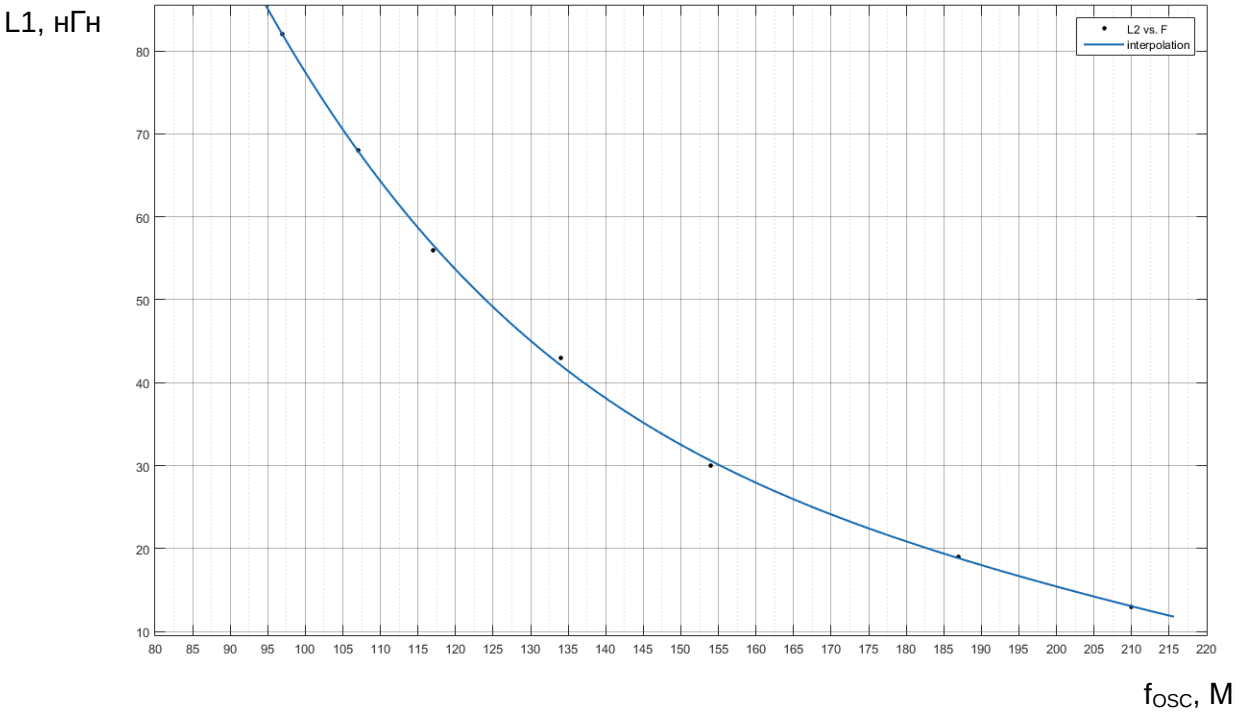


Рисунок 5 – Зависимость номинального значения индуктивности, подключаемой к выводам L21, L22, в зависимости от входной частоты умножителя

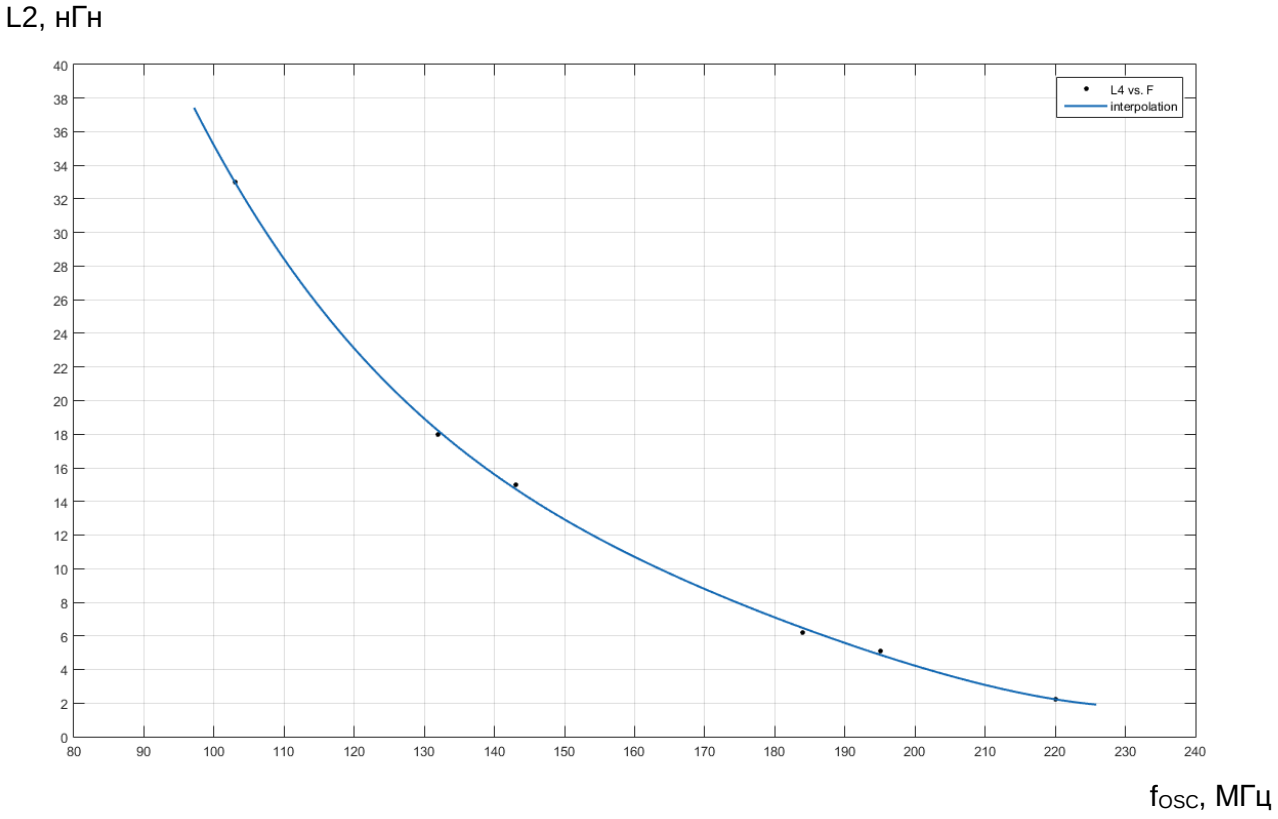


Рисунок 6 – Зависимость номинального значения индуктивности, подключаемой к выводам L41, L42, в зависимости от входной частоты умножителя

7 Типовые зависимости

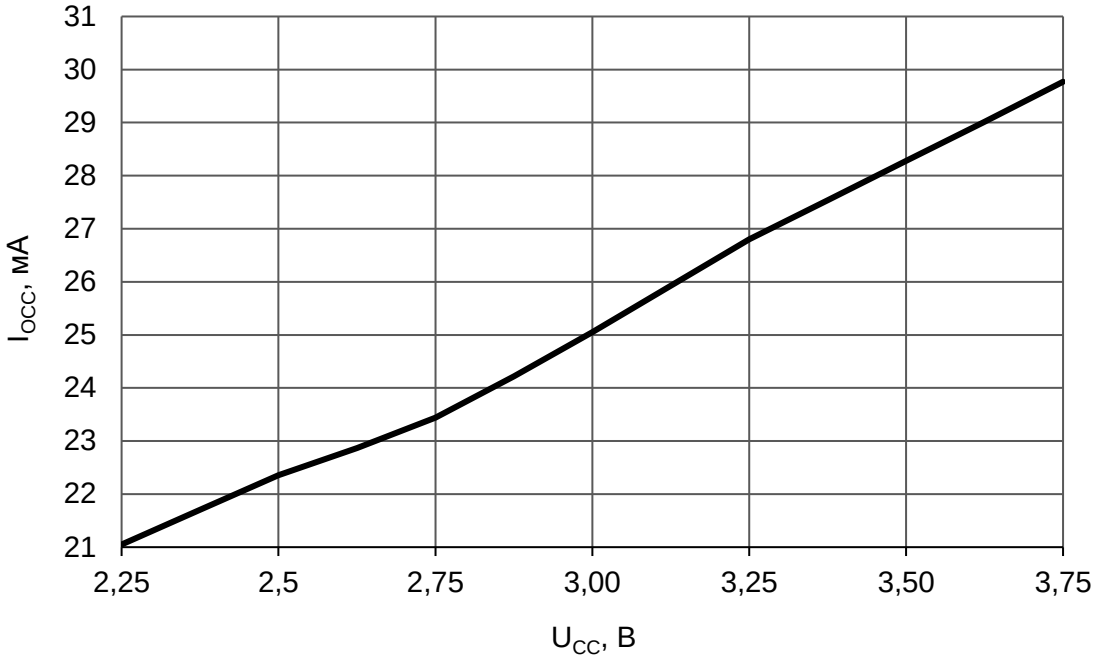


Рисунок 7 – Зависимость динамического тока потребления I_{CC} от напряжения питания U_{CC} в режиме КМОП при f_{OSC} = 150 МГц, Т = 25 °С, без нагрузки

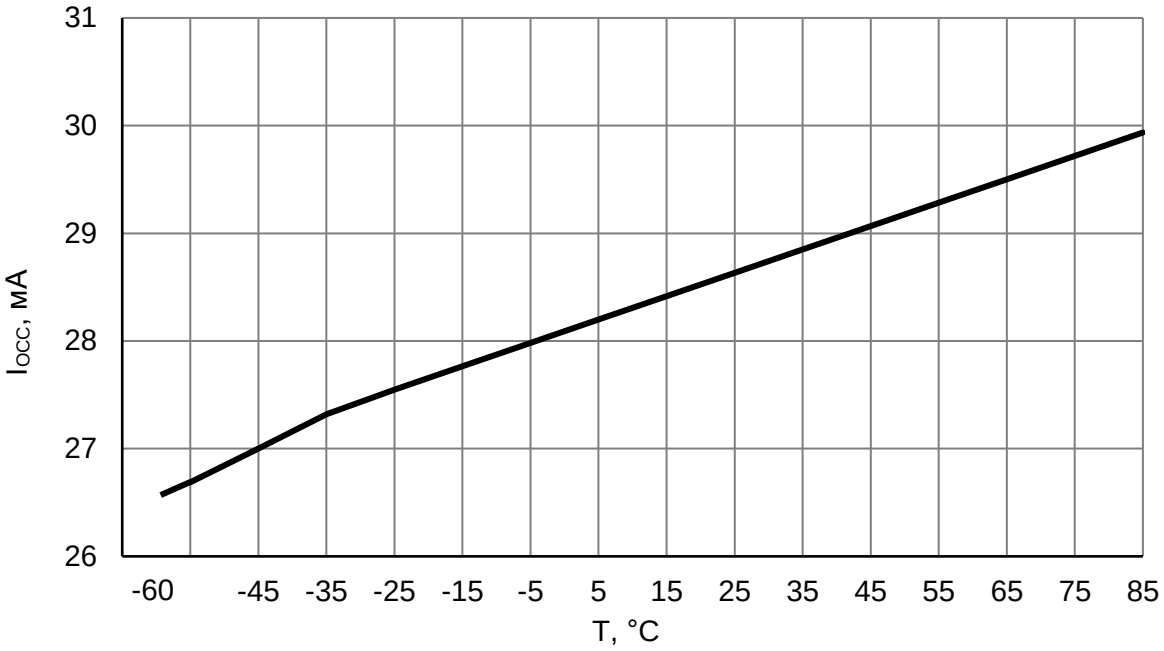


Рисунок 8 – Зависимость динамического тока потребления I_{CC} от температуры Т в режиме КМОП при f_{OSC} = 150 МГц, U_{CC} = 3,63 В, без нагрузки

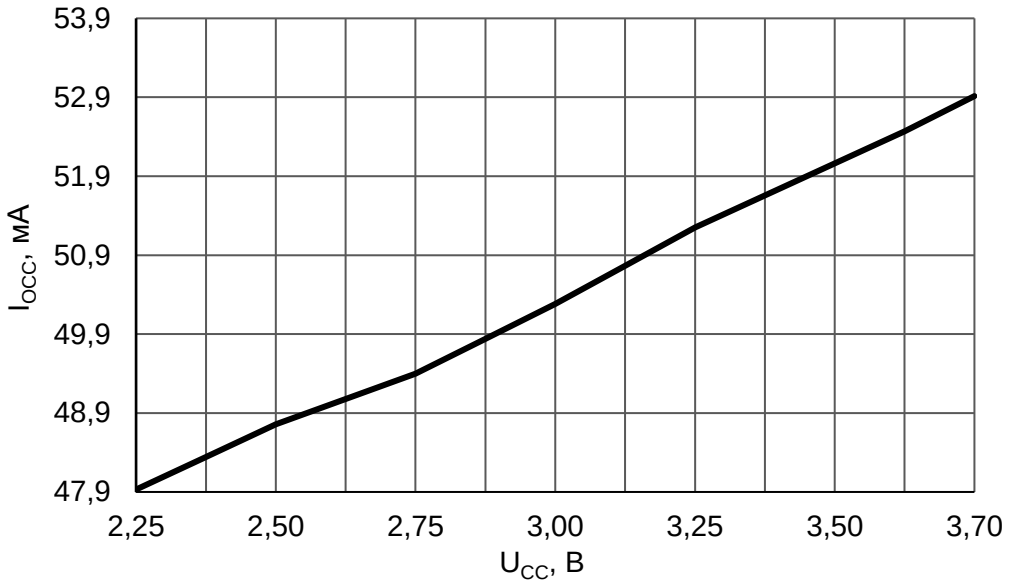


Рисунок 9 – Зависимость динамического тока потребления I_{OCC} от напряжения питания U_{CC} в режиме LVDS при f_{OSC} = 215 МГц (K_M = 4), T = 25 °C, R_L = 100 Ом

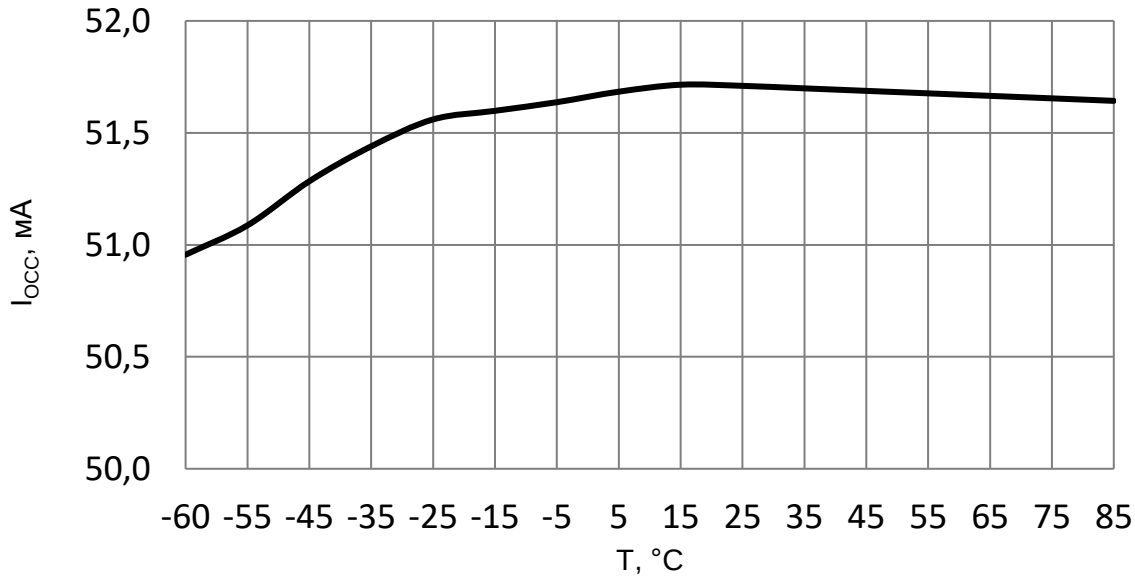


Рисунок 10 – Зависимость динамического тока потребления I_{OCC} от температуры T в режиме LVDS при f_{OSC} = 215 МГц (K_M = 4), U_{CC} = 3,63, R_L = 100 Ом

8 Электрические параметры микросхемы

Таблица 3 – Электрические параметры микросхем при приемке и поставке

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Выходное напряжение низкого уровня, В, в режиме КМОП	U_{OL}	–	0,1•U_{CC}	25, 85, –60
Выходное напряжение высокого уровня, В, в режиме КМОП	U_{OH}	0,9•U_{CC}	–	
Выходное напряжение синфазное, В, в режиме LVDS	U_{OC}	1,1	1,4	
Выходное напряжение дифференциальное, мВ, в режиме LVDS при R_L = 90 Ом	U_{OD}	247	454	
Динамический ток потребления, мА, в режиме:	I_{OCC}			
– КМОП		–	40	
– LVDS		–	80	
Входной ток низкого уровня, мкА, при U_{CC} = 3,63 В, U_{IL} = 0 В	I_{IL}	–50	–5	
Входной ток высокого уровня, мкА, при U_{CC} = 3,63 В, U_{IH} = U_{CC}	I_{IH}	5	50	
Входной ток утечки низкого уровня, мкА	I_{ILL}	–4	4	
Входной ток утечки высокого уровня, мкА	I_{ILH}	–4	4	
Выходной ток низкого уровня в состоянии «Выключено», мкА, в режиме КМОП	I_{OZL}	–20	20	
Выходной ток высокого уровня в состоянии «Выключено», мкА, в режиме КМОП	I_{OZH}	–20	20	
Диапазон выходных частот, МГц, в режиме:	δf_O			
– КМОП		50	150	
– LVDS		100	860	
Коэффициент заполнения выходного сигнала, %, в режиме КМОП	DC	45	55	
Нестабильность частоты от напряжения питания, млн$^{-1}$, при изменении напряжения питания на ± 10 % от номинального значения	$\Delta f_U/f_O$	–2,5	+2,5	
Нестабильность частоты от изменения нагрузки, млн$^{-1}$, в режиме КМОП при изменении нагрузки от 15 до 10 пФ	$\Delta f_C/f_O$ [1)]	–2,5	+2,5	
Сопротивление вывода VC, кОм	R_{VC}	100	–	

[1)] Измерения параметра проводятся в составе генератора.

Примечание – Режимы измерения параметров приведены в АЕНВ.431110.429ТУ

Микросхемы устойчивы к воздействию статического электричества с потенциалом не менее 1 000 В.

9 Предельно-допустимые и предельные параметры

Таблица 4 – Предельно-допустимые электрические режимы эксплуатации и предельные электрические режимы микросхем

Наименование параметра, единица измерения	**Буквенное обозначение параметра**	**Норма параметра**			
		Предельно-допустимый режим		**Предельный режим**	
		не менее	**не более**	**не менее**	**не более**
Напряжение питания, В	U_{CC}	2,25	3,63	–	4,0
Напряжение управления, В, на входе VC	U_C	0	3,3	–	4,0
Входное напряжение низкого уровня, В, на входе OE	U_{IL}	0	U_{CC} • 0,2	–0,3	–
Входное напряжение высокого уровня, В, на входе OE	U_{IH}	U_{CC} • 0,8	U_{CC}	–	U_{CC} + 0,3
Напряжение, прикладываемое к выходу в состоянии «Выключено», В	U_{OZ}	0	U_{CC}	–0,3	U_{CC} + 0,3
Сопротивление нагрузки, Ом между выходами типа LVDS	R_L	90	–	–	–
Ёмкость нагрузки, пФ, для выхода типа КМОП	C_L	–	15	–	–
Частота пьезоэлемента, МГц	f_{OSC}	100	215	–	–
Примечание – Не допускается одновременное задание более одного предельного режима.					

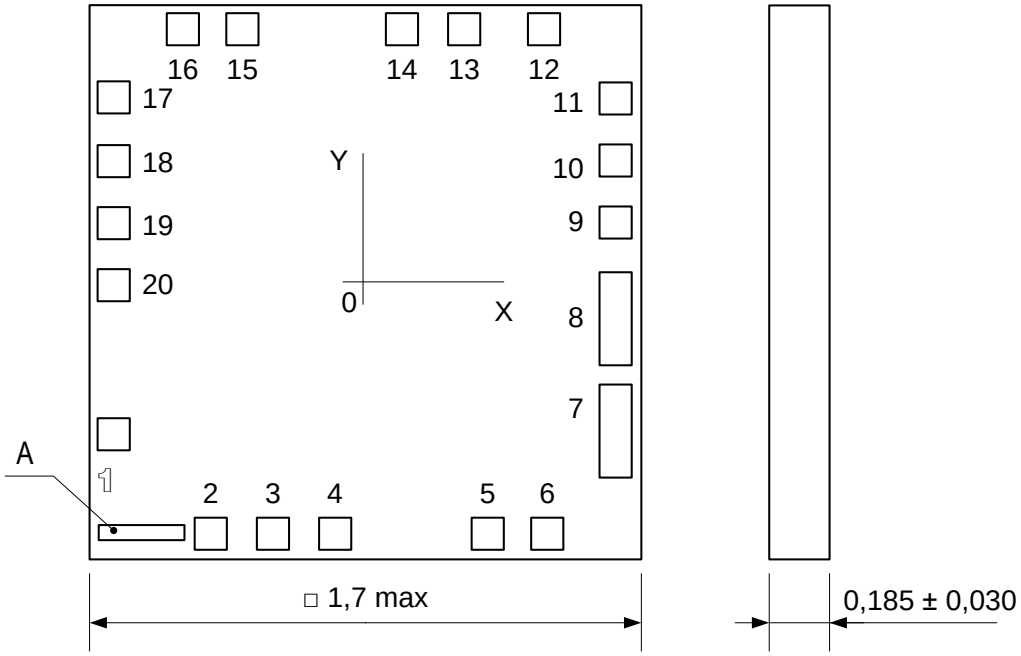
10 Справочные данные

Предельная температура p-n перехода кристалла 150 °С.
Справочные параметры приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Справочные параметры микросхем

Наименование параметра, единица измерения	**Буквенное обозначение параметра**	**Норма параметра**		**Температура среды, °С**
		не менее	**не более**	
Спектральная плотность мощности фазовых шумов при отстройке на 10 кГц, дБн/Гц, для частот: – до 150 МГц без умножения;	ξ	–	–140	25, 85, –60
– свыше 150 МГц		–	–125	
Диапазон перестройки выходной частоты, измеренной при U_C = 1,65 В, млн$^{-1}$, в диапазоне напряжения управления	$\Delta f/f_{1,65}$	±100	–	
Время нарастания питающего напряжения, мкс	t_{Ucc}	5	–	
Время нарастания сигнала, нс, в режиме КМОП, LVDS	t_r	–	3	
Время спада сигнала, нс, в режиме КМОП, LVDS	t_f	–	3	

11 Габаритный чертеж микросхемы



1 Координаты и размеры контактных площадок (КП) кристалла см. таблицу 6. Материал КП – AlCu (0,5 % Cu).
2 Номера КП кристалла, кроме первой, присвоены условно. Расположение КП соответствует топологическому чертежу.
3 А – маркировка MLDR147_2, указана на каждом кристалле.

Рисунок 11 – Кристалл (бескорпусное исполнение)

Таблица 6 – Координаты и размеры КП кристалла

№ КП	Обозначение КП	Координаты КП		Размер КП, мкм
		X	Y	
1	VC	- 730,000	- 437,500	80 x 80
2	XT1	- 437,500	- 730,000	80 x 80
3	XT2	- 262,500	- 730,000	80 x 80
4	OE	- 87,500	- 730,000	80 x 80
5	C_ATN2	357,105	- 730,000	80 x 80
6	C_ATN1	532,105	- 730,000	80 x 80
7	GND_XT	730,000	- 426,500	80 x 260
8	GND	730,000	- 104,005	80 x 260
9	C_TYPE1	730,000	174,400	80 x 80
10	C_TYPE0	730,000	348,790	80 x 80
11	C_DIV	730,000	524,190	80 x 80
12	SIN	523,615	730,000	80 x 80
13	OUT_D	338,920	730,000	80 x 80
14	OUT_P	153,880	730,000	80 x 80
15	OUT_N	- 21,120	730,000	80 x 80
16	U_{CC}	- 352,365	730,000	80 x 80
17	U_{CC}_XT	- 530,720	730,000	80 x 80
18	C_DMODE	- 730,000	530,490	80 x 80
19	TEST0	- 730,000	262,500	80 x 80
20	TEST1	- 730,000	87,500	80 x 80
21	TEST_LDO	- 730,000	- 96,385	80 x 80

12 Информация для заказа

Обозначение	Маркировка (на таре)	Тип корпуса	Температурный диапазон
1316ММ03Н4	1316ММ03Н4	бескорпусная	минус 60 – 85 °С
К1316ММ03Н4	К1316ММ03Н4	бескорпусная	минус 60 – 85 °С

Микросхемы поставляются в виде отдельных кристаллов, получаемых разделением пластины (поставляются в кейсах).

Лист регистрации изменений

№ п/п	Дата	Версия	Краткое содержание изменения	№№ изменяемых листов
1	26.01.2021	2.0.0	Введена впервые	