

КВАРЦЕВЫЙ ГЕНЕРАТОР TT32 ОТ КОМПАНИИ CTS CORPORATION С ТЕМПЕРАТУРНОЙ КОМПЕНСАЦИЕЙ УХОДА ЧАСТОТЫ

Виктор Алексеев, к. ф.-м. н., victor.alexeev@telemetry.spb.ru

В статье рассмотрен новый кварцевый генератор от CTS Corporation (CTS) с температурной компенсацией ухода частоты TT32 [1], о выпуске которого компания объявила в апреле. Американский концерн CTS является одним из ведущих мировых производителей датчиков, активаторов, синхронизирующих схем, переключателей, потенциометров, пьезоэлектрических изделий, подложек для микросхем и других электронных компонентов.

Новый генератор TCXO TT32, рассчитанный на частоту 32,768 кГц, предназначен для высокоточной синхронизации опорных сигналов устройств, работающих в режиме реального времени (Real Time Clock, RTC). Данная модель обеспечивает стабильность выходной частоты ± 5 ppm в диапазоне температур $-40...+85$ °C. Габаритные размеры устройства составляют 3,28x2,5 мм.

Генератор TT32 может эксплуатироваться в спящем режиме. Он имеет ток потребления всего 1,5 мкА при напряжении питания 3,3 В. Другой его особенностью является возможность работы с различными напряжениями питания: 1,8 В, 2,5 В, 3 В, 3,3 В. Кроме того, в модели TT32 реализована функция удаленного включения и выключения. Отмеченные характеристики говорят о том, что новый генератор является оптимальным источником опорных сигналов для устройств с батарейным питанием — например, таких как маломощные специализированные микросхемы FPGA, различного рода микроконтроллеры и другие аналогичные устройства.

Можно выделить класс интенсивно развивающихся направлений, в которых необходима точная синхронизация по времени: начиная от последовательности выполнения операций на сверхвысоких частотах и заканчивая вызовами из спящего режима точно по расписанию устройств, находящихся в энергосберегающих

режимах в течение долгого времени. В качестве примера можно привести такие системы RTC, как высокоскоростные автоматизированные производственные линии и автономные космические межпланетные станции. В промежутках между этими крайностями находится достаточно много перечисленных ниже применений, в которых могут быть задействованы ТСХО ТТ32.

Возможные области использования кварцевого термокомпенсированного генератора ТТ32:

- опорная синхронизация различных систем реального времени (RTC);
- высокоскоростные автоматизированные промышленные линии;
- разветвленные промышленные сети M2M;
- специализированные микросхемы FPGA и микроконтроллеры с батарейным питанием;
- контроллеры и устройства сетей «Интернета вещей»;
- телемедицина;
- контрольно-измерительное оборудование;
- мобильное и стационарное оборудование спутниковых навигационных систем перемещения различных объектов;
- автомобильная электроника;
- системы оповещения об аварийных ситуациях на транспорте;
- беспроводные аудио- и видеосистемы высокого качества;
- и многие другие.

Технические характеристики ТТ32 приведены в табл. 1 [2].

Таблица 1.
Технические характеристики ТТ32

ПАРАМЕТР	ОБОЗНАЧЕНИЕ	УСЛОВИЯ И ПРИМЕЧАНИЯ	МИНИМАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ	ТИПОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ	МАКСИМАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ	ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ
Напряжение питания	V_{cc}	Допустимая погрешность < 0,5%	1,71	1,8	1,89	В
			2,38	2,5	2,63	
			2,85	3	3,15	
			3,14	3,3	3,47	
Ток потребления	I_{cc}	$V_{cc} = +3,3 В$	–	–	1,5	мкА
Выходная нагрузка	C_{load}	–	–	–	15	пФ
Напряжение на выходе при логической 1	V_{oh}	Logic '1' Level, CMOS Load	$V_{cc}-0,4$	–	–	В
Напряжение на выходе при логическом 0	V_{ol}	Logic '0' Level, CMOS Load	–	–	0,4	В
Производительность в реальных условиях эксплуатации	SYM	@ 50% Level	45	–	55	%
Время нарастания и спада импульса	T_r, T_f	@ 20%/80% Levels	–	–	100	нс
Время старта	T_s	@ +25 °C	–	–	1	с
Время старта	T_s	–40...+85 °C	–	–	3	с
Включение входного напряжения	V_{ih}	Pin 1, Logic '1', Выход подключен	$0,8 V_{cc}$	–	–	В
Выключение выходного напряжения	V_{il}	Pin 1 Logic '0', Выход отключен	–	–	$0,2V_{cc}$	В
Отключение тока	I_{stb}	Pin 1 Logic '0', Выход отключен	–	1	–	мкА
Тайминг	T_{plz}	Pin 1 Logic '1'	–	1	–	мс
Предельно допустимые значения напряжения питания	V_{cc}	–	–0,5	–	4	В
Интервал рабочих температур	T_a	–	–40	+25	+85	°C
Температура хранения	T_{stg}	–	–55	–	+125	°C

Частотный дрейф ТСХО обусловлен рядом факторов, из которых прежде всего необходимо отметить следующие: изменения рабочей температуры и напряжения питания, броски выходной нагрузки, отклонения от заводской калибровки в процессе пайки на плату, старение в течение всего срока эксплуатации системы. Данные о нестабильности частоты 32,768 кГц при изменении указанных параметров ТСХО ТТ32 приведены в таблице 2 [2].

В заводских условиях на этапе выходного контроля определяется отклонение реального значения частоты от номинальной частоты при комнатной температуре. Эти измерения проводятся при типовых уровнях напряжения питания и выходной нагрузки. Для ТСХО ТТ32 данный тип нестабильности не превышает $\pm 1,5$ ppm.

Температурная нестабильность ($\Delta f/f_{25}$), обусловленная изменением температуры, определяется как половина отклонения частоты от

Таблица 2.
Нестабильность частоты 32,768 кГц при изменении основных параметров ТСХО ТТ32

ПАРАМЕТРЫ	УСЛОВИЯ И ПРИМЕЧАНИЯ	МИНИМАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ	МАКСИМАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ	ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ
Первоначальная калибровка	Выпускной контроль на заводе при +25 °С	-1,5	1,5	ppm
Температурная нестабильность	-40...+85 °С	-5	5	ppm
Нестабильность из-за перепадов напряжения	$V_{cc} \pm 5\%$	-0,2	0,2	ppm
Нестабильность из-за изменения емкостной нагрузки	load $\pm 10\%$	-0,2	0,2	ppm
Нестабильность из-за процесса поверхностного монтажа	Измерения через 24 часа после монтажа методом автоматизированной пайки	-1	1	ppm
Процесс старения	1-й год, при +25 °С и номинальном V_{cc}	-3	3	ppm

КОММЕНТАРИЙ СПЕЦИАЛИСТА



Евгений Горяинов,
инженер по внедрению PTElectronics

passive@ptelectronics.ru

”

Рассмотренный ТСХО ТТ32 от компании CTS как нельзя лучше подходит для применения в области Интернета вещей и телемедицины. Имея возможность работать с разными напряжениями, потреблением всего 1,5 мкА и функцией удаленного включения и выключения, данный генератор становится идеальным для носимых устройств.

пика до пика во всем диапазоне рабочих температур $-40...+85$ °С. Как видно из табл. 2, температурный дрейф вносит наибольший вклад в общую погрешность: ± 5 ppm.

Нестабильность по напряжению питания, которая определяет сдвиг частоты, вызванный изменениями напряжения питания в пределах $\pm 5\%$, составляет $\pm 0,2$ ppm.

Изменение значения выходной нагрузки на $\pm 10\%$ влечет за собой нестабильность частоты, равную $\pm 0,2$ ppm.

После монтажа генератора на плату конечного изделия может возникнуть отклонение частоты от заводских значений вследствие термического нагрева в процессе пайки. Пайка ТТ32 должна проводиться в соответствии с JEDEC J-STD-020 при температуре $+260$ °С в течение не более чем 20 с.

Измерения, выполненные через 24 часа после пайки на печатную плату, показали, что этот тип погрешности для ТСХО ТТ32 составляет

± 1 ppm. Поэтому в случае использования ТТ32 в прецизионном оборудовании рекомендуется проводить дополнительную калибровку после установки генератора на плату.

Даже при постоянных рабочих условиях частота ТСХО может меняться со временем из-за внутренних модификаций в кристалле. Поэтому данный фактор также нужно учитывать при оценке суммарной погрешности выходной частоты.

Старение первого года (1st Year Aging) определяется как сдвиг частоты от начального значения после одного года непрерывной работы при постоянном напряжении питания и рабочей температуре $+25$ °С. Для ТТ32 это отклонение составляет ± 3 ppm. Чтобы исключить эффект старения, рекомендуется проводить ежегодную калибровку устройства.

Общая погрешность выходной частоты рассчитывается как сумма всех вышеперечисленных погрешностей.

Внешний вид ТТ32 показан на рис. 1.



Рис. 1.
Внешний вид
ТСХО ТТ32

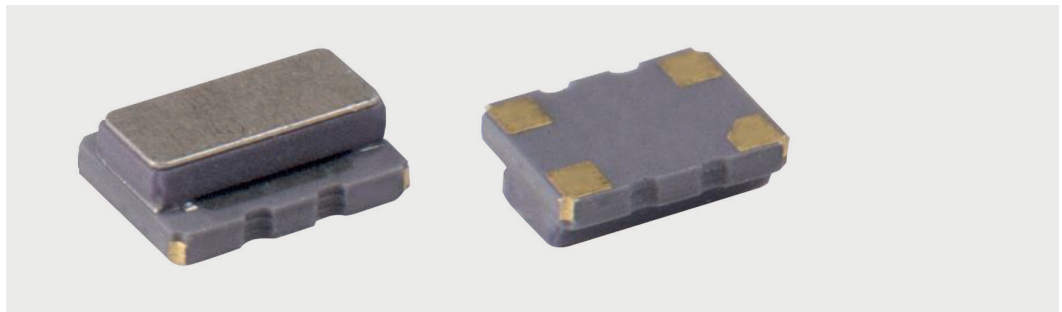
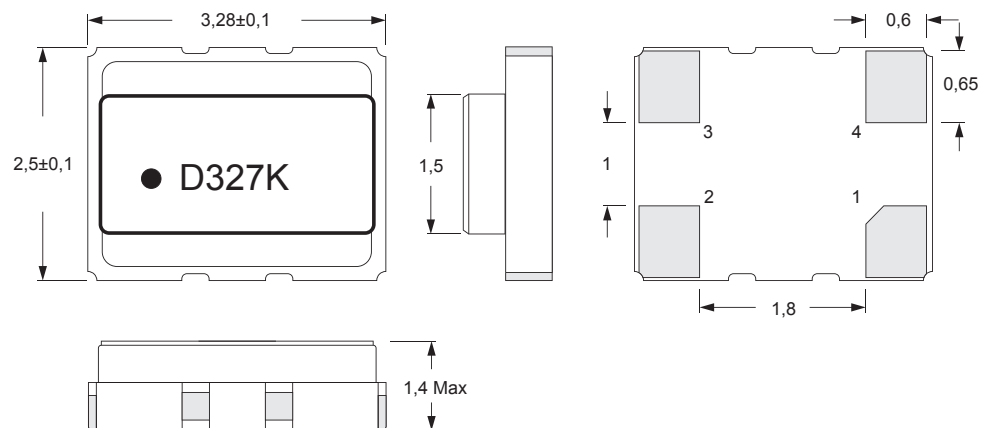


Рис. 2.
Размеры корпуса
и контактных
площадок
генератора ТТ32



Генератор изготовлен в герметичном пластиковом корпусе, на котором имеются четыре площадки для поверхностного монтажа.

Размеры корпуса и контактных площадок показаны на рис. 2.



Рис. 3.
Типовая схема
тестового
включения
генератора
с температурной
компенсацией ТТ32

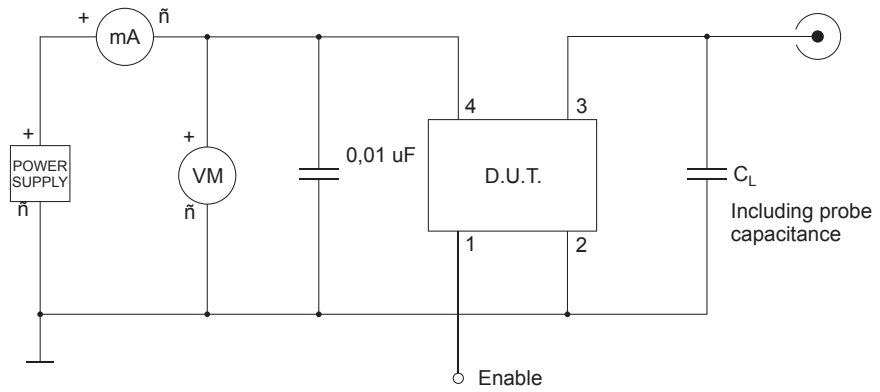
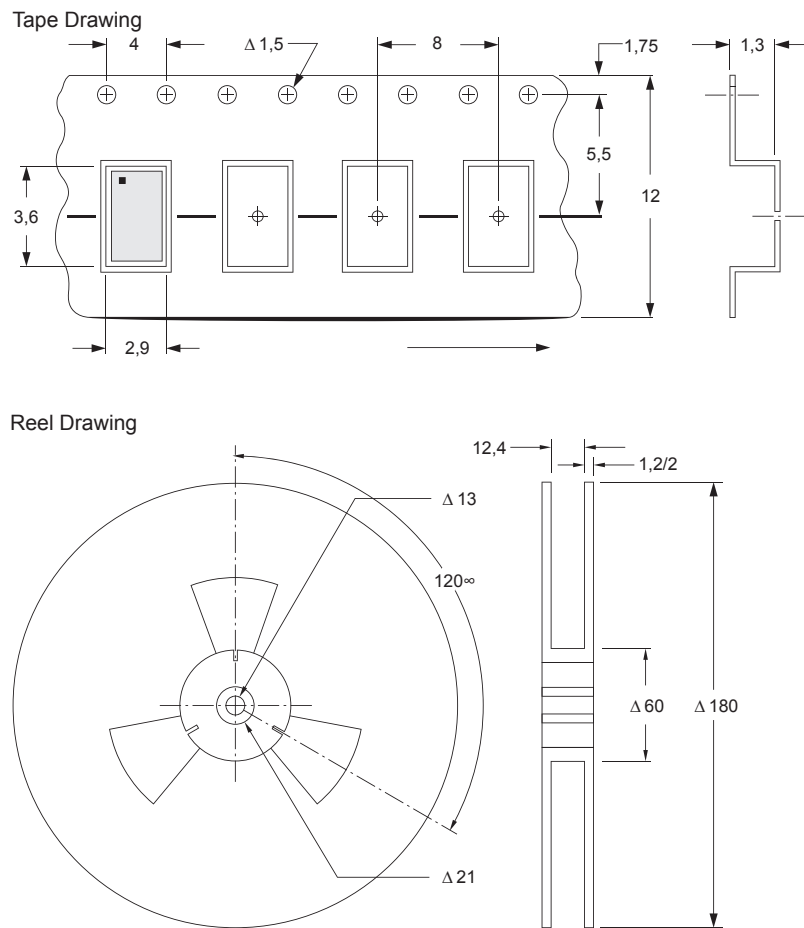


Рис. 4.
Упаковка ТТ32
в ленту для
автоматизированного
монтажа



На корпус наносится маркировка D-327K, которая обозначает код даты изготовления и код выходной частоты (327K = 32,768 кГц).

Типовая схема тестового включения показана на рис. 3.

Модель ТТ32 поставляется на катушке в ленте для автоматизированного монтажа.

Параметры ленты указаны на рис. 4.



¹ www.ctscorp.com/cts-releases-new-tcxo-for-real-time-clock-applications/

² www.ctscorp.com/wp-content/uploads/TT32.pdf