

Описание частотомера/цифровой шкалы FCx1234

Этот миниатюрный и экономичный частотомер (ЧТМ) предназначен для измерения частоты в широких пределах от единиц Гц до 9,5 МГц и работы в качестве цифровой шкалы приёмников прямого преобразования, работающих на гармониках (1, 2, 3 и 4) гетеродина. Для этого в нём предусмотрена возможность включения программного умножения результатов измерений в 2, 3 и 4 раза. Благодаря автоматическому переключению пределов измерения он всего при 4 разрядах индикации обеспечивает достаточно высокую точность во всём диапазоне частот.

Технические характеристики:

✓ Напряжение питания однополярное	+6...+9 В
✓ Потребляемый ток, не более	50 мА
✓ Диапазон измеряемых частот	10 кГц-9,5 МГц*
✓ Минимальный уровень входного сигнала	<30...50 мВ
✓ Входное сопротивление, не менее	2 Мом**
✓ Входная ёмкость, не более	10 пФ
✓ Высота цифр	9 мм (0,36")
✓ Размер панели индикатора	37,6x18,6 мм
✓ Цвет индикаторов	красный
✓ Размер платы:	49,6(Ш)x23,4(В)x18(Г) мм

* Для НЧ варианта ЦШ диапазон измеряемых частот 10 Гц-9,5 МГц

** Для НЧ варианта ЦШ входное сопротивление, не менее 1 кОм

Внешний вид ЧТМ/ЦШ FCx1234:



Описание конструкции и работы:

В основу конструкции положен доработанный проект чешского радиолюбителя https://danyk.cz/avr_fmetr.html. ЧТМ реализован на микроконтроллере ATtiny2313. Он позволяет измерять частоты до 9,5 МГц в 4-х автоматически выбираемых диапазонах. Нижний диапазон имеет разрешение 1 Гц. Для отображения используется 4-разрядный светодиодный дисплей. Диапазон измерения и, соответственно, период измерения переключается автоматически, что обеспечивает максимальную точность измерения. Мигающая десятичная точка на индикаторе указывает на измерение частоты в килогерцах, а постоянно светящаяся точка указывает на измерение частоты в мегагерцах.

Диапазон 1 ... макс. 9,999 кГц, разрешение при 1 Гц.

Диапазон 2 ... макс. 99,99 кГц, разрешение при 10 Гц.

Диапазон 3 ... макс. 999,9 кГц, разрешение при 100 Гц.

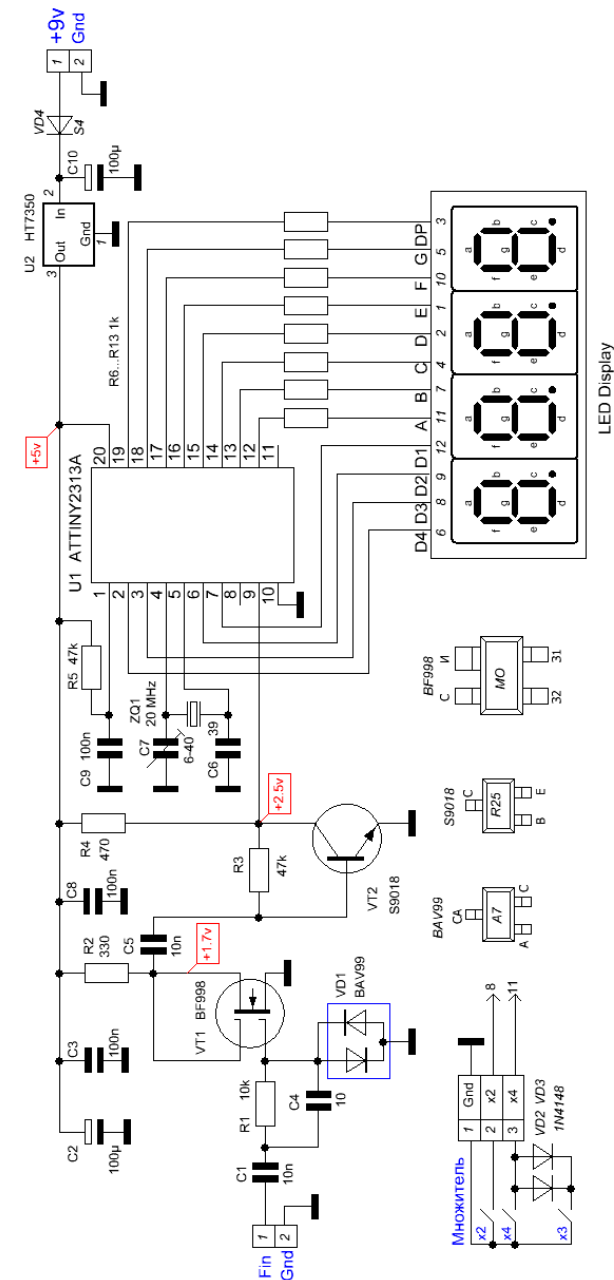
Диапазон 4 ... макс. 9999 кГц, разрешение на 1 кГц.

Микроконтроллер Attiny2313 работает от внешнего кварцевого генератора с тактовой частотой 20 МГц (это максимально допустимая частота). Точность измерения частотомера определяется точностью данного кварца. Минимальная длина полупериода измеряемого сигнала должна быть больше, чем период кварцевого генератора (это связано с ограничениями архитектуры микроконтроллера ATtiny2313). Поэтому теоретически максимально возможное значение измеряемой частоты 10 МГц, а реальное чуть меньше - примерно 9,5 МГц. Предлагается 2 варианта выполнения ЧТМ низкочастотный (диапазон измерений от 10 Гц до 1 МГц, в принципе он измеряет и до 9,5 МГц, но чувствительность на верхних частотах снижается до 200-300 мВэфф) для работы в качестве цифровой шкалы низкочастотных генераторов и высокочастотный вариант для работы в качестве цифровой шкалы приёмников прямого преобразования. В ВЧ варианте транзисторах VT1, VT2 выполнен улучшенный входной усилитель-формирователь, обеспечивающий повышенную чувствительность (на частотах от 100 кГц до 9,5 МГц не хуже 30 мВ), высокое входное сопротивление, что позволяет подключать ЦШ непосредственно к ГПД без дополнительной буферизации.

Благодаря диодному ограничителю VD1 на вход допустимо подавать напряжение до 25 В переменного напряжения. Входное сопротивление при этом снижается до 10 кОм на частотах до 1 МГц, а выше носит ёмкостной характер и определяется ёмкостью 10 пФ. Диапазон измеряемых частот сверху ограничен возможностями микроконтроллера ATtiny2313, а снизу – величиной разделительных конденсаторов C1 и C5. При указанных на схеме значениях нижняя граница примерно 100 кГц. Low Drop стабилизатор U2 обеспечивает стабильную работу ЧТМ/ЦШ при падении напряжения питания вплоть до 5,7 В. Диод VD5 защищает от переплюсовки питания.

Переключение программного множителя показаний производится диапазонным переключателем диапазонов приемника путем замыкания на общий провод соответствующих контактов платы: для включения умножения на 2 - контакт 2х, для включения умножения на 4 - контакт 4х, а для включения умножения на 3 требуется одновременное, например как показано на схеме - через развязывающие диоды VD2 и VD3, замыкание на общий провод контактов х2 и х4.

При необходимости **калибровка показаний ЧТМ/ЦШ** производится регулировкой подстроечного конденсатора С7. Для этого необходимо использовать контрольный частотомер



Принципиальная схема одноплатного частотомера FCx1234 by US5MSQ