

# Многофункциональный частотомер на микроконтроллере PIC18F252-I/SP (v.4.4)

*Мысль на месте не стоит и поэтому закрывать данную тему, я думаю, еще рано. Представленный прибор имеет улучшенные характеристики по сравнению с предыдущими версиями. И это не предел совершенствования данных приборов.*

*Автор: Турчанинов В.В. г. Севастополь (vladimirUASEV@gmail.com)*

**Частотомер производит измерение основных характеристик электрических сигналов:**

- частоту периодического сигнала (синусоидального, прямоугольного, треугольного)
- длительность импульсов высокого и низкого логического уровня (прямоугольной формы)
- измерение абсолютного изменения частоты
- счет импульсов (видео- и радиоимпульсов)
- измерение параметров N-го (видео- и радиоимпульса)
- измерение температуры с выносным датчиком
- отношение частот (вход VHF к входу TTL) для исследования делителей частоты
- отношение частот (вход UHF к входу VHF) для исследования умножителей частоты
- измерение резонансной частоты, емкости и индуктивности параллельных LC-контуров
- имеет два делителя частоты
- тестовый режим
- генератор одиночного импульса (таймер)
- два генератора пакета импульсов
- генератор прямоугольных импульсов
- генератор ШИМ
- генератор псевдослучайных чисел
- умножитель частоты

Частотомер собран на микроконтроллере PIC18F252-I/SP.

Устройство индикации собрано на жидкокристаллическом индикаторе 16x2

## **Основные технические характеристики:**

### **Основные функции:**

- диапазон измерения частоты (цифровой вход TTL) – 1 Гц – 50 МГц уровень TTL. Погрешность измерения частоты в диапазоне частот 1 Гц – 10 кГц не превышает 0,001%, 10 кГц – 1 МГц не превышает +/- 1 Гц, в диапазоне частот свыше 1 МГц не превышает 0,001%.
- диапазон измерения частоты (аналоговый вход VHF) – 1 Гц – 50 МГц (в этом диапазоне также производится измерение температуры при подключенном внешнем датчике). Погрешность измерения частоты в диапазоне частот 1 Гц – 1 МГц не превышает +/- 1 Гц, в диапазоне частот свыше 1 МГц не превышает 0,001%.
- диапазон измерения частоты (аналоговый вход UHF) – 50 МГц – 1200 МГц (в этом диапазоне также производится измерение температуры при подключенном внешнем датчике). Погрешность измерения частоты во всем диапазоне не превышает +/- 1 кГц
- диапазон измерения длительности импульсов логической «1» и логического «0» (индикация чередуется через каждую секунду)
  - 1 мкс – 1 с (по входу TTL при входной частоте до 10 кГц). Погрешность измерения составляет +/- 1 мкс.
  - 10 нс – 100 мкс (по входу TTL при входной частоте от 10 кГц до 50 МГц). Погрешность измерения в диапазоне 10 – 1000 нс составляет +/-5нс, в диапазоне 1 – 100 мкс не превышает (2-5) %.
- диапазон измерения длительности одиночных импульсов логической «1» или логического «0» по входу TTL от 1 мкс до 10 с. Погрешность измерения в диапазоне 1 – 100 000 мкс составляет +/-1 мкс, в диапазоне 0,1 – 10 с не превышает 0,001 %.

– диапазон измерения абсолютного изменения (ухода) частоты:

- по входу TTL (уровень TTL) и VHF – 1 Гц – 1 МГц (в диапазоне частот от 1 кГц до 50 МГц)

- по входу UHF – 1 кГц – 100 МГц (в диапазоне частот от 50 МГц до 1200 МГц).

В этом диапазоне также производится измерение температуры при подключенном внешнем датчике.

– производит счет видеоимпульсов (цифровой вход TTL) – в диапазоне от 1 до 100 000 000 при длительности входного импульса более 10 нс и паузы между импульсами более 10 нс.

– производит счет радиоимпульсов по входу VHF (частотой заполнения от 100 кГц до 50 МГц) или по входу UHF (частотой заполнения от 50 МГц до 1200 МГц) при длительности импульса от 100 мкс до 100 мс и паузы между импульсами от 100 мкс до 100 мс в диапазоне от 1 до 1 000 000. Так же при длительности радиоимпульса свыше 1 мс производится измерение частоты заполнения с погрешность не хуже 1%. При измерении на выходе TTL формируется детектированный сигнал с инверсией.

– производит измерение длительности N-го видеоимпульса (цифровой вход TTL) в диапазоне от 1 до 256 импульсов при длительности входного импульса и паузы после импульса от 1 мкс до 1000 мс. В этом диапазоне прибор производит измерение длительности N-го импульса и паузы после импульса. Погрешность измерения импульса составляет +/- 1 мкс.

– производит измерение длительности N-го радиоимпульса по входу VHF (частотой заполнения от 100 кГц до 50 МГц) или по входу UHF (частотой заполнения от 50 МГц до 1000 МГц) при длительности импульса от 100 мкс до 100 мс и паузы между импульсами от 100 мкс до 100 мс. В этом диапазоне прибор производит измерение длительности N-го импульса и паузы после импульса. При измерении импульса на выходе TTL формируется синхроимпульс в момент прохождения N-го импульса равный длительности импульса. Погрешность измерения импульса составляет +/- 100 мкс.

– измерение отношения частот: вход VHF ко входу TTL в диапазоне частот от 1 Гц до 50 МГц до 1000000

– измерение отношения частот: вход UHF ко входу VHF и в диапазоне частот по входу VHF от 1 Гц до 50 МГц и входу UHF от 50 МГц до 1200 МГц до 10000.

- измерение резонансной частоты параллельного колебательного контура в диапазоне частот от 1 кГц до 1 МГц при подключенном внешнем датчике «Пробник-LC». Так же производится измерение температуры при подключенном внешнем датчике температуры.

#### **Дополнительные функции:**

– тестовый режим: на выходе TTL формируются прямоугольные импульсы с частотой: 1 МГц, 100 кГц, 10 кГц, 1 кГц, 100 Гц, 10 Гц или 1 Гц и уровнем TTL. Погрешность не превышает 0,001%. Выбор частоты производится нажатием кнопки «RANG»

– таймер: на выходе TTL формируется прямоугольный импульс длительностью от 1 мкс до 100 с с шагом установки 1 мкс (в диапазоне до 10 мс), 10 мкс (в диапазоне до 100 мс), 100 мкс (в диапазоне до 1 с), 1 мс (в диапазоне до 10 с) и 10 мс (в диапазоне до 100 с). Импульс может быть сформирован логической «1» (H) или логического «0» (L). Запуск таймера может быть ручной (кнопкой «START») или внешним импульсом по входу VHF.

– генератор пакета импульсов: на выходе TTL формируется пакет прямоугольных импульсов длительностью от 3 мкс до 65535 мкс, паузой между импульсами от 3 мкс до 65535 мкс и количеством импульсов от 1 до 65535. Дискретность установки составляет: для длительности импульса – 1 мкс, для количества импульсов – 1 импульс. Установка параметра производится нажатием кнопок «RANG» или «INPUT». Запуск производится кратковременным нажатием кнопки «START». В этом режиме прибор может работать как генератор непрерывных

импульсов. Для этого необходимо установить количество импульсов равное нулю ( $N_p=0$ ). Запуск генератора может быть ручной (кнопкой «START») или внешним импульсом по входу VHF.

– генератор пакета импульсов разной длительности (длительность каждого импульса и пауза после него устанавливается на каждый импульс индивидуально): на выходе TTL формируется пакет прямоугольных импульсов длительностью от 3 мкс до 65535 мкс, паузой между импульсами от 3 мкс до 65535 мкс и количеством импульсов от 1 до 32 (выбор параметра производится длительным нажатием кнопки «START»). Дискретность установки составляет: для длительности импульса – 1 мкс, для количества импульсов – 1 импульс. Установка параметра производится нажатием кнопки «RANG» или «INPUT». Запуск производится кратковременным нажатием кнопки «START». Запуск генератора может быть ручной (кнопкой «START») или внешним импульсом по входу VHF.

– генератор прямоугольных импульсов: на выходе TTL формируются прямоугольные импульсы частотой от 1.000 Гц до 99,99 кГц. Установка параметра производится нажатием кнопки «RANG» или «INPUT». Погрешность установки не хуже 0,1%. Запуск производится кратковременным нажатием кнопки «START».

– генератор импульсов с широтноимпульсной модуляцией: на выходе TTL формируются прямоугольные импульсы частотой 1.627 кГц и длительностью импульса от  $1/255T$  до  $244/255T$ , где  $T$ -период импульсов. Установка параметра производится нажатием кнопки «RANG» или «INPUT». Запуск производится кратковременным нажатием кнопки «START».

– генератор импульсов с псевдослучайной последовательностью: на выходе TTL формируются прямоугольные импульсы с псевдослучайной последовательностью. Запуск и остановка производится кратковременным нажатием кнопки «START».

– два делителя частоты с переменным коэффициентом деления:

- высокочастотный до 50 МГц, с коэффициентом деления от 3 до 16383. Установка коэффициента деления производится кнопкой «RANG» или «INPUT».

- сверхвысокочастотный от 50 МГц до 1200 МГц, с коэффициентом деления от 1000 до 65535. Установка коэффициента деления производится кнопками «RANG» и «INPUT». В этом режиме, после включения делителя «DIVIDER-ON», прибор так же производит проверку сигнала на входе UHF соответствию заданным параметрам и если сигнал не соответствует заданным параметрам или отсутствует, прибор индицирует «NO SIGNAL».

На выходе делителей (выход TTL) формируются импульсы длительностью 0,5 мкс низкого логического уровня.

В режиме делителя частоты так же производится измерение и индикация значение частоты на выходе делителя. Погрешность измерения во всем диапазоне не превышает +/- 10 Гц.

Умножитель частоты имеет два диапазона с коэффициентом умножения 43 и 86. Входной сигнал подается на вход VHF и должен иметь следующие параметры: частота от 8 МГц до 12 МГц, напряжение 0,5 – 5 В. Сигнал на выходе UHF умножителя может находиться в диапазоне частот от 300 МГц до 1000 МГц. Мощность сигнала на выходе умножителя регулируется в пределах от 0dBm до -21dBm с шагом 3dBm. Также есть возможность подстройки частоты с шагом 2,5 кГц в первом диапазоне и с шагом 5 кГц во втором диапазоне. Количество шагов равно 3807. Выходной сигнал умножителя можно модулировать импульсным сигналом по амплитуде ООК и по частоте FSK. При FSK девиация частоты устанавливается от 30 до 210 кГц с шагом 30 кГц. Можно устанавливать внутреннюю (с частотой модуляции 1 кГц) или внешнюю модуляцию.

Выход TTL имеет уровень TTL (лог.0 - 0В, лог. 1 – 5В). Выходное сопротивление около 1 кОм.

Диапазон измерения температуры от -25 град. С до + 125 град. С. Погрешность измерения температуры не превышает 1%.

Вход TTL имеет уровень TTL (лог.0 – 0-0,6 В, лог. 1 – 3,5-5 В).

Входное сопротивление входа VHF порядка 10 кОм. Напряжение на входе VHF должно быть более 100 мВ и не должно превышать 10 В эфф.

Входное сопротивление входа UHF равно 50 Ом. Напряжение на входе UHF должно быть более 100 мВ и не должно превышать 1 В эфф.

- время измерения частоты 1 сек
- цифровая индикация частоты и длительности импульсов
- прибор имеет три коммутируемых входа (TTL, VHF, UHF)
- индикация ЖКИ англоязычная
- при отключении прибора все установки сохраняются в энергозависимой памяти
- питание прибора осуществляется от адаптера 9 – 16 В постоянного тока
- ток потребления 100 – 150 мА

### Работа прибора в разных режимах.

А теперь рассмотрим более подробно работу прибора в разных режимах.

#### *Измерение частоты и длительности импульсов периодического сигнала.*

При измерении параметров цифрового TTL сигнала кнопкой «RANG» выбирается диапазон «FREQUENCY», а кнопкой «INPUT» выбирается вход, на который подается сигнал (рис.1).

Индикация низкочастотных сигналов (в данном случае при  $T=30$  мс и  $H=1$  мс) имеет вид (рис.2, 3).

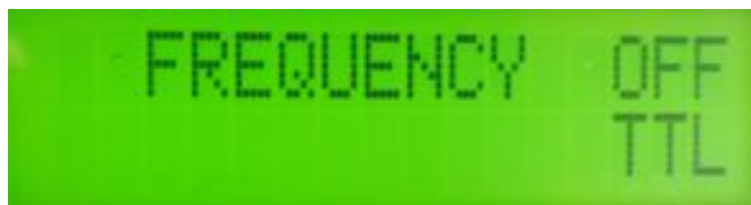


Рис.1

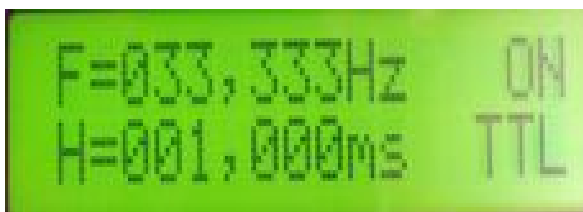


Рис.2

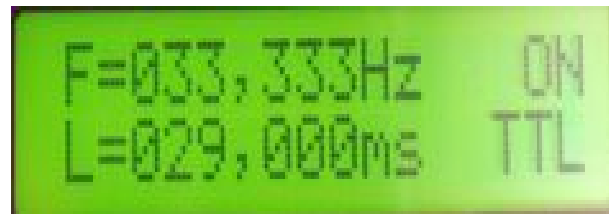


Рис.3

Индикация высокочастотных сигналов (в данном случае при  $T=0,3$  мкс и  $H=0,1$  мкс) имеет вид (рис.4, 5).

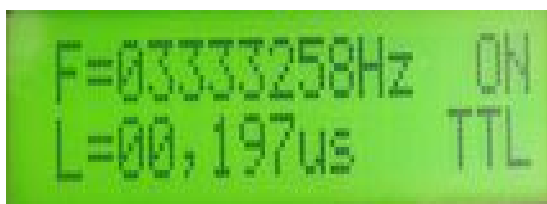


Рис.4



Рис.5

При измерении частоты по входу VHF индикация имеет вид (рис.6), а по входу UHF индикация имеет вид (рис.7) с индикацией температуры в градусах Цельсия при подключенном датчике



Рис.6



Рис.7

### **Измерение абсолютного изменения частоты периодического сигнала.**

При измерении параметров цифрового TTL сигнала кнопкой «RANG» выбирается диапазон «+/- FREQUENCY», а кнопкой «INPUT» выбирается вход, на который подается сигнал (рис.8). Измеренное изменение частоты со знаком и индикация температуры (при подключенном внешнем датчике) выводится на экран ЖКИ (рис.9, 10). Измерение производится каждую секунду. При остановке функции измерения прибор индицирует максимальное значение ухода частоты, как в меньшую, так и в большую сторону от начального значения (рис.11).

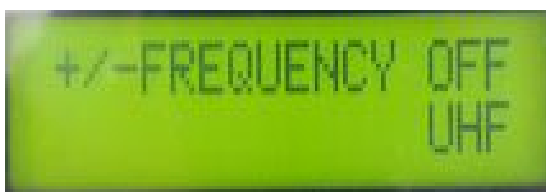


Рис.8



Рис.9



Рис.10



Рис.11

### **Счетчик импульсов.**

Счетчик видеоимпульсов работает следующим образом. Выбирается функция «COUNTER» и вход TTL. Подается на вход TTL сигнал. При включении функции «COUNTER - ON» прибор производит подсчет поступивших на его вход импульсов, но на ЖКИ отображается значение предыдущего измерения. После отключения функции «COUNTER - OFF» прибор прекращает подсчет импульсов, поступающих на вход и выдает результат измерения на экран ЖКИ (рис.12).

Счетчик радиоимпульсов работает следующим образом. Выбирается функция «COUNTER» и вход VHF или UHF. Подается на вход сигнал. При включении функции «RF/COUNTER - ON» прибор производит подсчет поступивших на вход радиоимпульсов, но на ЖКИ отображается значение предыдущего измерения. По окончании прихода импульсов измерение отключается «RF/COUNTER - OFF» и прибор выдает результат измерения на экран ЖКИ (рис.13).



Рис.12

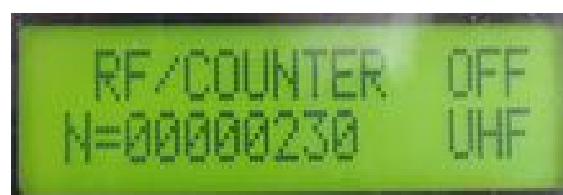


Рис.13

### **Измерение параметров N-го импульса.**

Измерение параметров N-го видеоимпульса производится следующим образом. Выбирается функция «PULS - N» и вход TTL. Подается на вход TTL сигнал. После выбора номера измеряемого

импульса (рис.14) и запуска функции «PULS – N ON» прибор переходит в режим ожидания входного сигнала. После поступления на вход прибора пакета импульсов, прибор производит подсчет импульсов. Когда приходит N-й импульс, производит измерение его длительности и паузы после него (рис.15).



Рис.14



Рис.15

Измерение параметров N-го радиоимпульса производится следующим образом. Выбирается функция «RF/PULS - N » и вход VHF или UHF. Подается на вход VHF или UHF сигнал. После выбора номера измеряемого импульса (рис.16) и запуска функции «RF/PULS – N ON» прибор переходит в режим ожидания входного сигнала. После поступления на вход прибора пакета радиоимпульсов, прибор производит подсчет импульсов. Когда приходит N-й импульс, производит измерение его длительности и паузы после него (рис.17).



Рис.16



Рис.17

**Измерение отношения частот VHF / TTL.**

Измерение отношения частот VHF / TTL работает следующим образом. При подаче на вход VHF высокочастотного сигнала, а на вход TTL сигнала с меньшей частотой (например, после делителя частоты) и включения функции «VHF / TTL - ON» прибор производит измерение двух частот (с чередующейся индикацией) и определяет их отношение. Результат (при частоте на входе TTL – 10 кГц и на входе VHF – 2,5 МГц) выводится на ЖКИ (рис.18, 19).

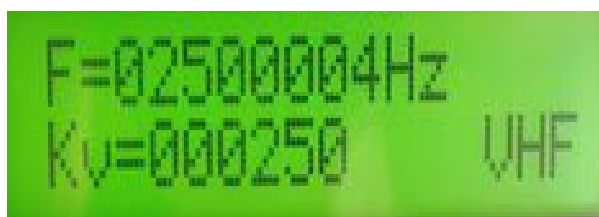


Рис.18

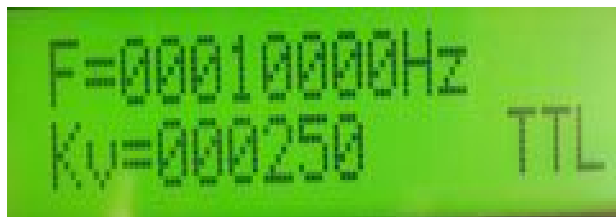


Рис.19

**Измерение отношения частот UHF / VHF.**

Измерение отношения частот UHF / VHF работает следующим образом. При подаче на вход VHF и UHF высокочастотного сигнала, но на вход UHF сигнала с большей частотой (например после умножителя частоты) и включения функции «UHF / VHF - ON» прибор производит измерение двух частот и определяет их отношение. Результат (при частоте на входе VHF – 2,5 МГц и на входе UHF – 500 МГц) выводится на ЖКИ (рис.20, 21).



Рис.20

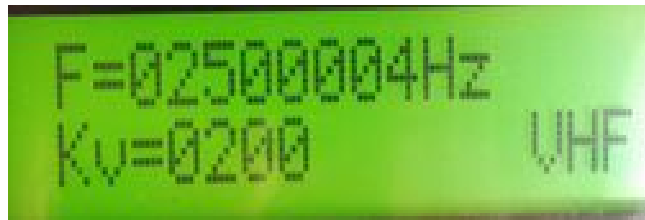


Рис.21

**Измерение одиночных импульсов.**

Измерение одиночных видеоимпульсов работает следующим образом. Выбирается функция «PULS LH» (рис.22). Нажатием кнопки «INPUT» выбирается тип измеряемого импульса (логической «1» - H или логического «0» - L). Подается на вход TTL сигнал. При включении функции «PULS LH - ON» прибор переходит в ждущий режим и после поступления импульса производит его измерение (рис.23).



Рис.22

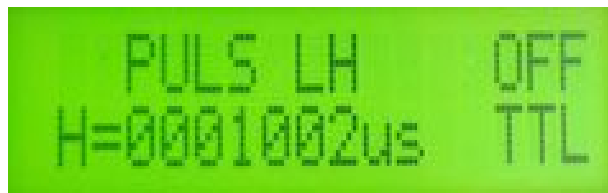


Рис.23

**Измерение резонансной частоты параллельного колебательного контура.**

К входу «TTL» подключается «Пробник-LC». Выбирается функция «FREQUENCY-LC» (рис.24). К пробнику подключается параллельный контур, резонансную частоту которого необходимо измерить. Включается измерение (рис.25). В этом режиме так же производится измерение и индикация температуры при подключенном внешнем датчике температуры.

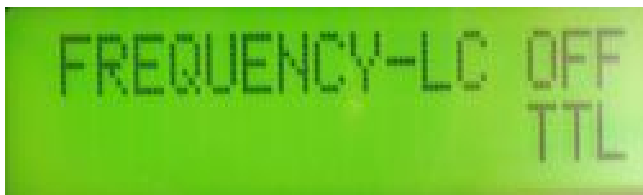


Рис.24

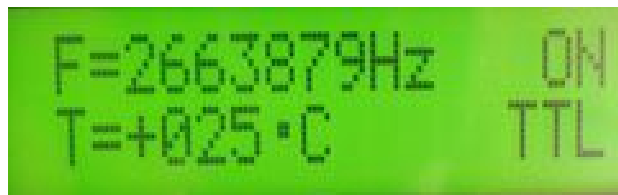


Рис.25

**Делитель частоты аналогового сигнала ВЧ.**

Выбирается функция «DIVIDER» и вход «VHF» (рис.26). На вход «VHF» подается сигнал. Включается функция «DIVIDER - ON». С выхода TTL снимается поделенный сигнал. Измерение частоты выходного сигнала производится каждую секунду. На индикаторе ЖКИ (при частоте на входе VHF – 30 МГц и коэффициенте деления K=200) выводится значение измеренной частоты на выходе делителя и значение установленного коэффициента деления (рис.27).

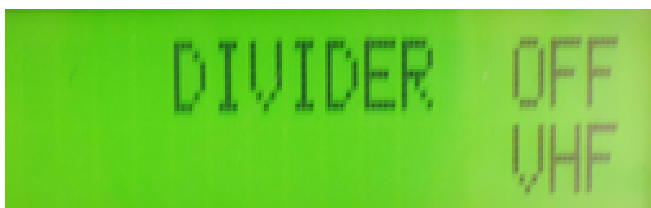


Рис.26

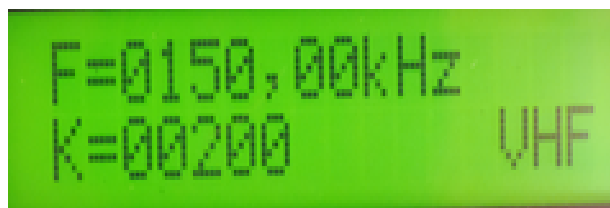


Рис.27

**Делитель частоты аналогового сигнала СВЧ.**

Выбирается функция «DIVIDER» и вход «UHF» (рис.28). На вход «UHF» подается сигнал. Включается функция «DIVIDER - ON». С выхода TTL снимается поделенный сигнал. Измерение частоты выходного сигнала производится каждую секунду. На индикаторе ЖКИ (в данном случае при частоте на входе UHF – 500 МГц и коэффициенте деления  $K=2500$ ) выводится значение измеренной частоты и значение установленного коэффициента деления (рис.29).



Рис.28

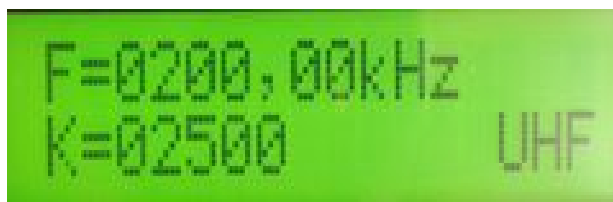


Рис.29

Но, прежде чем включить делитель частоты, микроконтроллер проверяет соответствие сигнала на входе «UHF» заданным параметрам. Для этого предварительно устанавливается коэффициент деления, равный 1000. Если сигнал на входе соответствует заданным параметрам, делитель частоты включается с установленным коэффициентом деления. Если сигнал на входе отсутствует или не соответствует параметрам, делитель частоты не включается, а ЖКИ индицирует надпись «NO SIGNAL».

#### ***Работа прибора в режиме «TEST»:***

В этом режиме на выходе TTL присутствует сигнал с частотой следования импульсов 1 МГц, 100 кГц, 10 кГц, 1 кГц, 100 Гц, 10 Гц или 1 Гц. Индикация ЖКИ в режиме «TEST» (для частоты 100 кГц) имеет вид (рис.30).



Рис.30

#### ***Работа прибора в режиме генератора одиночного импульса «TIMER»***

В этом режиме на выходе TTL формируется прямоугольный импульс длительностью от 1 мкс до 99,999 мс с шагом установки 1 мкс, длительностью от 10 мкс до 999,99 мс с шагом установки 10 мкс, длительностью от 100 мкс до 9,9999 с с шагом установки 100 мкс и длительностью от 1 мс до 99,999 с с шагом установки 1 мс (рис.31, 32). Выбор производится кратковременным нажатием кнопки «INPUT». Установка длительности импульса производится нажатием кнопок «RANG» и «INPUT». В этом режиме можно выставить импульс как логического нуля (рис.32, 33,34), так и логической единицы (рис.31). Запуск производится кратковременным нажатием кнопки «START» или по нарастающему перепаду запускающего синхроимпульса на входе VHF (рис.33).

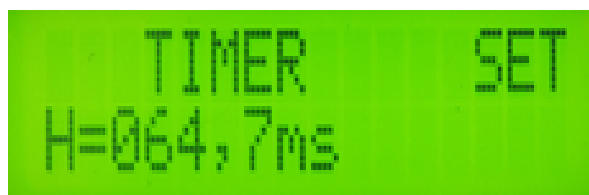


Рис.31



Рис.32



Рис.33



Рис.34

**Работа прибора в режиме генератора пакета импульсов «GEN PULS-1»**

В этом режиме на выходе TTL формируются прямоугольные импульсы длительностью от 3 мкс до 65535 мкс (рис.36), паузой между импульсами от 3 мкс до 65535 мкс (рис.37) и количеством импульсов от 1 до 65535 (рис.35). Выбор параметра производится длительным нажатием кнопки «START». Установка параметра производится нажатием кнопок «RANG» и «INPUT». Запуск производится кратковременным нажатием кнопки «START» или по нарастающему перепаду запускающего синхроимпульса на входе VHF. В этом режиме прибор может работать и как генератор непрерывных импульсов. Для этого необходимо установить количество импульсов равное нулю ( $N_p=0$ ) (рис.38).

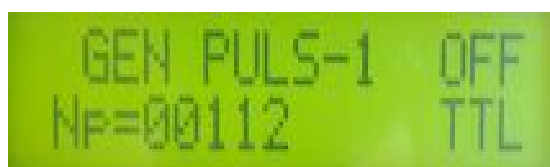


Рис.35



Рис.36



Рис.37



Рис.38

**Работа прибора в режиме генератора пакета импульсов «GEN PULS-2»**

В этом режиме на выходе TTL можно сформировать до 32 прямоугольных импульсов разной длительности от 3 мкс до 65535 мкс и паузой между импульсами от 3 мкс до 65535 мкс (выбор параметра производится длительным нажатием кнопки «START»). Установка параметра производится нажатием кнопок «RANG» и «INPUT». Запуск производится кратковременным нажатием кнопки «START» или по нарастающему перепаду запускающего синхроимпульса на входе VHF.

Индикация ЖКИ в режиме «GEN PULS-2» имеет вид (рис.39, 40, 41).

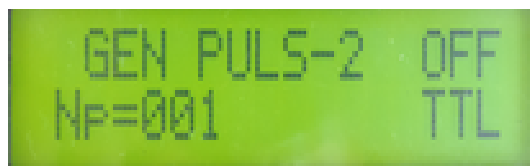


Рис.39



Рис.40

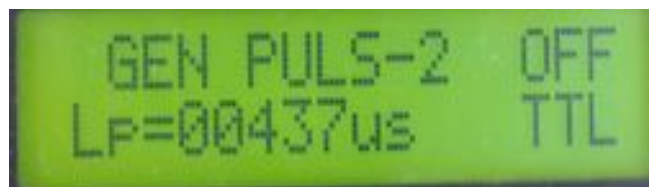


Рис.41

**Работа прибора в режиме генератора прямоугольных импульсов «GEN PULS-3»**

В этом режиме на выходе TTL формируются прямоугольные импульсы частотой от 1.000 Гц до 99.99 кГц.

Индикация ЖКИ в режиме «GEN PULS-3» имеет вид (рис. 42, 43).

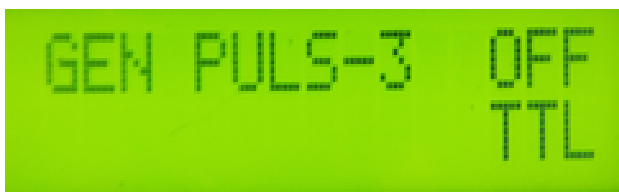


Рис.42

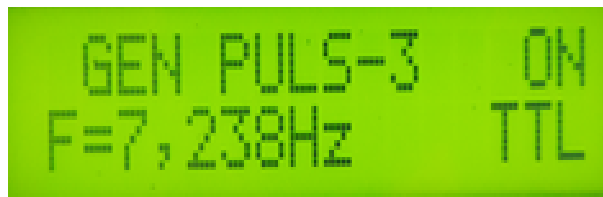


Рис.43

#### ***Работа прибора в режиме генератора ШИМ «GEN PWM»***

В этом режиме на выходе TTL формируются прямоугольные импульсы с ШИМ частотой 1.627 кГц.

Индикация ЖКИ в режиме «GEN PWM» имеет вид (рис. 44, 45).



Рис.44

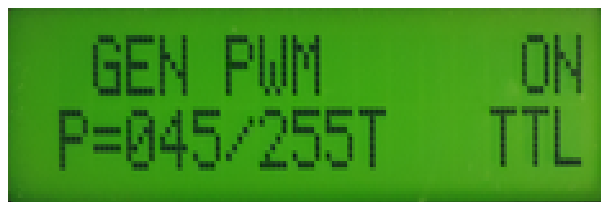


Рис.45

#### ***Работа прибора в режиме генератора псевдослучайных чисел «GEN NOIS»***

В этом режиме на выходе TTL формируются прямоугольные импульсы с псевдослучайной последовательностью.

Индикация ЖКИ в режиме «GEN NOIS» имеет вид (рис. 46, 47).



Рис.46

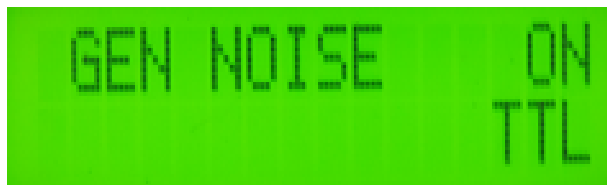


Рис.47

#### ***Умножитель частоты аналогового сигнала ВЧ.***

Выбирается функция «MULT F» (рис.48). На вход «VHF» подается сигнал с заданными параметрами, при этом производится измерение частоты на входе «VHF» с индикацией на экране ЖКИ. Нажатием кнопки «INPUT» входим в режим установок (рис.49). Нажатием кнопки «RANGE» производим необходимые установки. Нажатием кнопки «INPUT» выходим из режима установок. Нажатием кнопки «START» запускаем умножитель частоты (рис.50). При этом прибор производит измерение и индикацию частоты на выходе умножителя. Нажатием кнопок «INPUT» или «RANGE» производим подстройку умножителя частоты (рис.51).



Рис.48

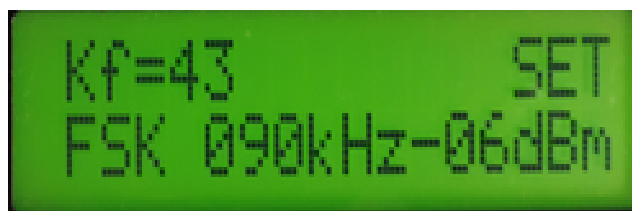


Рис.49

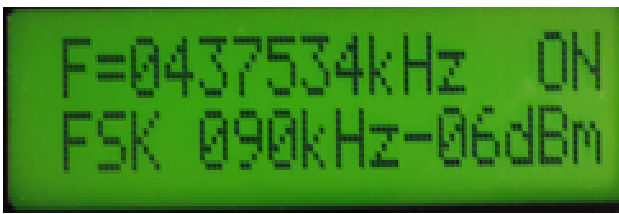


Рис.50



Рис.51

**Порядок работы:**

Прибор имеет три кнопки управления:

- включение и выключение функции измерений - «START»
- выбор функции измерений - «RANGE»
- выбор входов - «INPUT»

Измерение сигнала с TTL-уровнем по входу «TTL»:

- нажатием кнопки «RANGE» выбирается функция измерения - «FREQUENCY»
- нажатием кнопки «INPUT» выбирается вход «TTL»
- на вход «TTL» подается сигнал с уровнем TTL
- нажатием кнопки «START» производится включение и выключение измерения
- проводятся измерения.

Измерение частоты аналогового сигнала по входу «VHF»:

- нажатием кнопки «RANGE» выбирается функция измерения - «FREQUENCY»
- нажатием кнопки «INPUT» выбирается вход «VHF»
- на вход «VHF» подается сигнал
- нажатием кнопки «START» производится включение и выключение измерения
- проводятся измерения.

Измерение частоты аналогового сигнала по входу «UHF»:

- нажатием кнопки «RANGE» выбирается функция измерения - «FREQUENCY»
- нажатием кнопки «INPUT» выбирается вход «UHF»
- на вход «UHF» подается сигнал
- нажатием кнопки «START» производится включение и выключение измерения
- проводятся измерения.

Измерение абсолютного значения ухода частоты:

- нажатием кнопки «RANGE» выбирается функция - «+/- FREQUENCY»
- нажатием кнопки «INPUT» выбирается вход «TTL», «VHF» или «UHF»
- на выбранный вход подается сигнал
- нажатием кнопки «START» производится включение измерения (при этом на индикатор выводится текущее значение ухода частоты в большую или меньшую сторону с периодичностью 1 с и значение температуры при подключенном внешнем датчике)
- нажатием кнопки «START» производится выключение измерения (на индикатор выводятся максимальные значения ухода частоты в большую и меньшую стороны)
- последующим нажатием кнопки «START» производится выход из режима индикации максимального значения ухода частоты

Счет импульсов:

- нажатием кнопки «RANGE» выбирается счетчик импульсов - «COUNTER»
- нажатием кнопки «INPUT» выбирается вход «TTL» для видеоимпульсов, «VHF» или «UHF» для радиоимпульсов
- на выбранный вход подается сигнал
- нажатием кнопки «START» запускается и отключается счетчик импульсов
- для видеоимпульсов результат счета появляется после отключения (для радиоимпульсов результат счета появляется после окончания прихода импульсов) и сохраняется до следующего отключения

Измерение параметров N-го импульса:

- нажатием кнопки «RANGE» выбирается функция - «PULS-N»
- нажатием кнопки «INPUT» выбирается вход «TTL» для видеоимпульсов, «VHF» или «UHF» для радиоимпульсов
- на выбранный вход подается сигнал
- при последующем нажатии кнопки «START» на индикаторе появляется номер измеряемого импульса «N=001»
- нажатием кнопки «RANGE» или «INPUT» выбирается необходимый номер измеряемого импульса
- нажатием кнопки «START» запускается измерение
- результат измерения (длительности высокого и низкого логического уровня выводятся на индикатор).

Измерение отношения частот VHF / TTL (для исследований делителей частоты):

- нажатием кнопки «RANGE» выбирается функция - «VHF / TTL»
- на вход «VHF» подается сигнал (до делителя частоты)
- на вход «TTL» подается сигнал (после делителя частоты)
- нажатием кнопки «START» запускается и отключается функция измерения отношения частот. Измерение отношения частот производится циклически (каждые 2 с) с выводом результата на индикатор.

Измерение отношения частот UHF / VHF (для исследований умножителей частоты):

- нажатием кнопки «RANGE» выбирается функция - «UHF / VHF»
- на вход «UHF» подается сигнал (после умножителя частоты)
- на вход «VHF» подается сигнал (до умножителя частоты)
- нажатием кнопки «START» запускается и отключается функция измерения отношения частот. Измерение отношения частот производится циклически (каждые 2 с) с выводом результата на индикатор.

Измерение длительности одиночных импульсов логической «1» или логического «0» по входу TTL:

- нажатием кнопки «RANGE» выбирается функция измерения - «PULS LH»
- нажатием кнопки «INPUT» выбирается тип измеряемого импульса (логической «1» - H или логического «0» - L)
- на вход «TTL» подается сигнал с уровнем TTL
- нажатием кнопки «START» производится включение измерения
- отключение происходит после окончания импульса
- проводятся измерения.

Измерение резонансной частоты параллельного колебательного контура:

- нажатием кнопки «RANGE» выбирается функция - «FREQUENCY-LC»
- к входу «TTL» подключается выносной пробник «Пробник-LC»
- к выносному пробнику «Пробник-LC» подключается исследуемый параллельный контур
- нажатием кнопки «START» запускается и отключается функция измерения частоты. Измерение производится циклически (каждую 1 с) с выводом результата на индикатор. Так же производится измерение температуры при подключенном внешнем датчике

Установка частоты прямоугольного сигнала в режиме «TEST»:

- включаем питание прибора. При появлении надписи «FREQUENCY METER» на экране ЖКИ нажимаем кнопку «START». Появляется надпись «GENERATOR».
- кратковременным нажатием кнопки «RANG» выбираем функцию «TEST»
- к выходу «TTL» подключаем исследуемое устройство
- кратковременным нажатием кнопки «START» включаем генератор.
- кнопкой «RANGE» выбираем необходимую частоту сигнала (1МГц, 100 кГц, 10 кГц, 1 кГц, 100 Гц, 10 Гц или 1 Гц) на выходе TTL.
- кратковременным нажатием кнопки «START» выключаем генератор.

Установка длительности импульса в режиме «TIMER»:

- включаем питание прибора. При появлении надписи «FREQUENCY METER» на экране ЖКИ нажимаем кнопку «START». Появляется надпись «GENERATOR».
- кратковременным нажатием кнопки «RANG» выбираем функцию «TIMER»
- к выходу «TTL» подключаем исследуемое устройство
- кратковременным нажатием кнопки «INPUT» выбираем множитель
- длительным нажатием кнопки «INPUT» выбираем запуск таймера (надписи нет - ручной, TRG – запуск по входу VHF).
- длительным нажатием кнопки «START» выбираем импульс на выходе (H – логическая 1, L – логический 0)
- кратковременным нажатием кнопки «START» входим в режим установки длительности импульса
- нажатием кнопки «RANGE» или «INPUT» выбираем необходимую длительность импульса
- кратковременным нажатием кнопки «START» запускаем таймер

Установка импульсов в режиме «GEN PULS-1»:

- включаем питание прибора. При появлении надписи «FREQUENCY METER» на экране ЖКИ нажимаем кнопку «START». Появляется надпись «GENERATOR».
- кратковременным нажатием кнопки «RANG» выбираем функцию «GEN PULS-1»
- к выходу «TTL» подключить исследуемое устройство
- длительным нажатием кнопки «INPUT» выбираем запуск таймера (надписи нет - ручной, TRG – запуск по входу VHF).
- кратковременным нажатием кнопки «START» входим в режим установки длительности импульсов
- длительным нажатием кнопки «START» выбираем параметр, который необходимо установить (Np-количество импульсов в пакете, Hp-длительность импульса в микросекундах и Lp-длительность паузы между импульсами в микросекундах)
- нажатием кнопки «RANGE» или «INPUT» выбираем необходимое значение параметра
- кратковременным нажатием кнопки «START» запускаем генератор.

В режиме непрерывной генерации установить параметры импульса, как рассмотрено ранее, только количество импульсов в пакете установить равное нулю (Np=0).

Установка импульсов режиме «GEN PULS-2»:

- включаем питание прибора. При появлении надписи «FREQUENCY METER» на экране ЖКИ нажимаем кнопку «START». Появляется надпись «GENERATOR».
- к выходу «TTL» подключить исследуемое устройство
- кратковременным нажатием кнопки «RANG» выбираем функцию «GEN PULS-2»
- длительным нажатием кнопки «INPUT» выбираем запуск таймера (надписи нет - ручной, TRG – запуск по входу VHF).
- кратковременным нажатием кнопки «START» входим в режим установки длительности импульсов
- длительным нажатием кнопки «START» выбираем параметр Np. Нажатием кнопки «RANGE» или «INPUT» выбираем 1-ый импульс в пакете (Np =1). Длительным нажатием кнопки «START» выбираем параметр Hp и устанавливаем длительность 1-го импульса в пакете. Нажатием кнопки «RANGE» или «INPUT» выбираем необходимое значение параметра (например, Hp =10 us). Длительным нажатием кнопки «START» выбираем параметр Lp и устанавливаем длительность паузы после 1-го импульса в пакете. Нажатием кнопки «RANGE» или «INPUT» выбираем необходимое значение параметра (например, Lp =20 us)
- длительным нажатием кнопки «START» выбираем параметр Np. Нажатием кнопки «RANGE» или «INPUT» выбираем 2-ый импульс в пакете (Np =2). Длительным нажатием кнопки «START» выбираем установку длительности 2-го импульса в пакете. Нажатием кнопки «RANGE» или «INPUT» выбираем параметр Hp и устанавливаем длительность 2-го импульса в пакете (например, Hp =100 us). Длительным нажатием кнопки «START» выбираем параметр Lp и устанавливаем длительность паузы после 2-го импульса в

пакете. Нажатием кнопки «RANGE» или «INPUT» выбираем необходимое значение параметра (например,  $L_p = 200 \text{ us}$ ) и так далее.

- кратковременным нажатием кнопки «START» запускаем генератор

Установка частоты прямоугольных колебаний в режиме «GEN PULS-3»:

- включаем питание прибора. При появлении надписи «FREQUENCY METER» на экране ЖКИ нажимаем кнопку «START». Появляется надпись «GENERATOR».

- кратковременным нажатием кнопки «RANG» выбираем функцию «GEN PULS-3»

- к выходу «TTL» подключаем исследуемое устройство

- кратковременным нажатием кнопки «INPUT» выбираем множитель

- кратковременным нажатием кнопки «START» запускаем генератор.

- нажатием кнопки «RANGE» или «INPUT» выбираем необходимое значение частоты

- кратковременным нажатием кнопки «START» отключаем генератор.

Установка ШИМ колебаний в режиме «GEN PWM»:

- включаем питание прибора. При появлении надписи «FREQUENCY METER» на экране ЖКИ нажимаем кнопку «START». Появляется надпись «GENERATOR».

- кратковременным нажатием кнопки «RANG» выбираем функцию «GEN PWM»

- к выходу «TTL» подключаем исследуемое устройство

- кратковременным нажатием кнопки «START» запускаем генератор.

- нажатием кнопки «RANGE» или «INPUT» выбираем необходимую скважность импульсов

- кратковременным нажатием кнопки «START» отключаем генератор.

Запуск генератора колебаний псевдослучайной последовательности в режиме «GEN NOIS»:

- включаем питание прибора. При появлении надписи «FREQUENCY METER» на экране ЖКИ нажимаем кнопку «START». Появляется надпись «GENERATOR».

- кратковременным нажатием кнопки «RANG» выбираем функцию «GEN NOIS»

- к выходу «TTL» подключаем исследуемое устройство

- кратковременным нажатием кнопки «START» запускаем генератор.

- кратковременным нажатием кнопки «START» отключаем генератор.

Установка делителя частоты аналогового сигнала ВЧ:

- включаем питание прибора. При появлении надписи «FREQUENCY METER» на экране ЖКИ нажимаем кнопку «START». Появляется надпись «GENERATOR».

- к выходу «TTL» подключаем исследуемое устройство

- кратковременным нажатием кнопки «RANG» выбираем функцию «DIVIDER»

- нажатием кнопки «INPUT» выбираем вход «VHF» или «UHF»

- на выбранный вход подаем сигнал

- нажатием кнопки «START» производим включение и выключение делителя частоты (если на входе «UHF» делителя сигнал отсутствует или не соответствует техническим данным, на индикаторе выводится сообщение «NO SIGNAL»)

- нажатием кнопки «RANGE» или «INPUT» выбираем необходимый коэффициент деления

- с выхода «TTL» снимаем сигнал после делителя частоты с уровнем TTL

Установка множителя частоты аналогового сигнала ВЧ:

- включаем питание прибора. При появлении надписи «FREQUENCY METER» на экране ЖКИ нажимаем кнопку «START». Появляется надпись «GENERATOR».

- кратковременным нажатием кнопки «RANG» выбираем функцию «MULT F»

- к выходу «UHF» подключаем исследуемое устройство

- к входу «VHF» подключаем эталонный генератор и подаем сигнал

- кратковременным нажатием кнопки «INPUT» входим в режим установок «SET» и выбираем необходимый параметр

- кратковременным нажатием кнопки «RANG» выбираем необходимое значение параметра

- нажатием кнопки «START» производим включение и выключение множителя частоты

- нажатием кнопки «RANGE» или «INPUT» выбираем необходимый коэффициент умножения

Внешний вид прибора (рис.52).



Рис.52

Внешний вид датчика температуры (рис.53). Внешний вид LC- пробника (рис.54).



Рис.53



Рис.54