

Sintonía digital para transceptor de decamétricas antiguo, Yaesu FT-301.- Carlos Flores EA2SA.

Decidido a recomenzar con la radio de nuevo, primero pensé en retirar mi viejo FT-301 uno de los primeros equipos con transistores en la etapa de potencia, con 100W en SSB, y con mas de 45 años de antigüedad (1978), y adquirir un equipo moderno con tecnología SDR, pero tras pensarlo mas detenidamente, decidí no desacerme de él y renovarlo con tecnología actual.

Después de dedicarme a una reparación potente, cambiando todos los condensadores electrolíticos, y probándolo en todas las bandas, pensé que, hoy en día no se puede seguir leyendo la frecuencia de sintonía en un dial analógico, y decidí diseñar un frecuencímetro que fuera suficientemente versátil como para ser usado en casi cualquier equipo de decamétricas antiguo, de bajo costo, y que mejorase la resolución del equipo.

Este frecuencímetro que he desarrollado es capaz de medir la frecuencia del VFO, y, en función de la banda añadir el offset necesario para que en el display aparezca la frecuencia de sintonía correcta.

Características .-

Rango de medida de 210Khz a 7,6Mhz.

Display 2X16 caracteres, con pequeña pantalla de visualización, 66mmX16mm.

Lectura del VFO directa e Invertida (se explica en el texto).

Offset por banda configurable.

Programable por USB.

Hasta 14 bandas o segmentos de banda.

Resolución de medida **10Hz**.

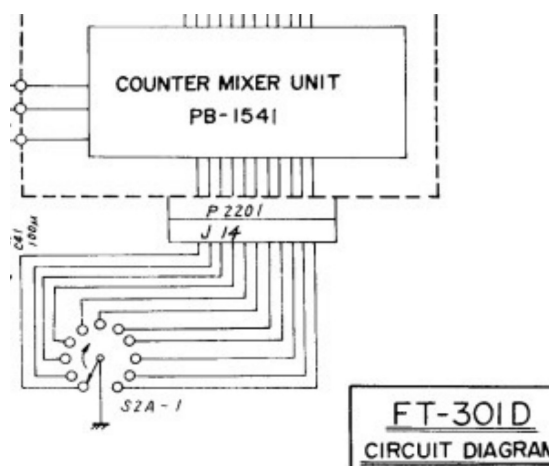
Indicación en el display de la banda en uso.

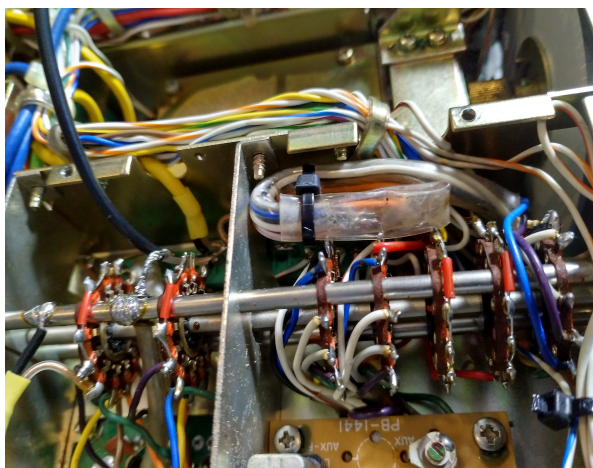
Tamaño de la tarjeta 7X5 cm.

Descripción .-

El frecuencímetro esta basado en el hardware del Arduino UNO, pero no usa dicha placa, el espacio disponible dentro del transceptor es bastante pequeño, se ha montado la misma CPU de Atmel en una placa perforada de CI, y se ha cableado con la misma abstracción de hardware usada en el Arduino UNO, lo que permite emplear las mismas librerías. Para diseñarlo , investigué en los esquemas del FT301, este equipo se vendía en dos versiones, con display digital, y con display analógico

Dentro del equipo descubrí, que el equipo analógico tiene el mismo cableado que el equipo digital, con la misma galleta en el conmutador de selección de bandas que se usa para indicar al frecuencímetro del modelo digital FT301D, cual es la banda en la que esta para que en el display aparezca la frecuencia de salida directa. Figura 1





El paquete de los cables unidos a esa galleta esta dentro del equipo, sin utilizar en el caso del FT301, desmontando el equipo , por debajo se puede ver el paquete aislado y sin conexión.

Justo al lado esta el VFO, y un espacio suficiente para instalar la pequeña tarjeta donde he montado la CPU.

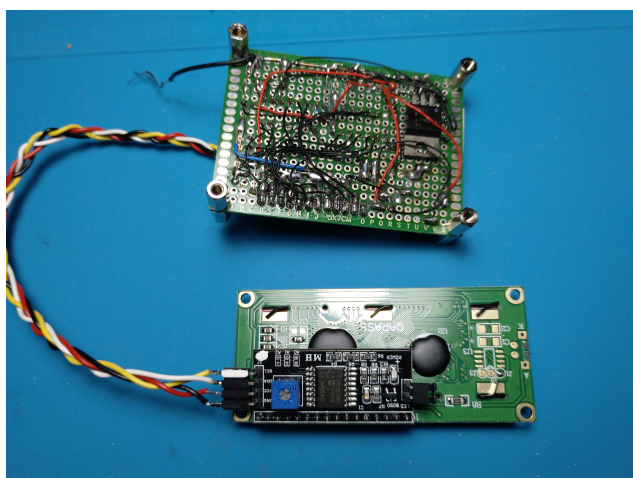
Figura 2

La detección de que banda se esta utilizando se hará conectando estos hilos a la CPU, con un Pull-up, para digitalmente, obtener esa información, la galleta de selección de bandas pone a masa la banda en uso.

Se han utilizado 11 pines digitales, correspondientes a las bandas de 160m, 80m, 40m, 20m, 15m, 11m, 10Am, 10Bm, 10Cm, 10Dm, JJYm y, quedan tres pines mas, para poder ser configurados y usados en caso de que sea necesario. Hasta 14 bandas o segmentos de banda.

En este equipo las bandas se usan en segmentos de 500Khz.

Construcción del frecuencímetro.-



Utilizo una placa de CI doble cara perforada, con agujero metalizado, de tamaño 7X5cm, y una técnica que me ha dado muy buen resultado, cableo con hilo de wrapping soldado a los diferentes pines del circuito.

Para las conexiones al exterior uso tiras de pines machos y hembras.

.Figura 3. Placa de Display con interface I2C.

El potenciómetro azul en la placa de I2C del display sirve para ajustar el backlight del display.

Para colocar la tarjeta del frecuencímetro investigo desmontando el transceptor, y veo un hueco justo encima del VFO, cerca del cable que viene de la galleta de conmutación de bandas. La conexión al display I2C lleva 4 hilos trenzados entre ellos.

Para el montaje en el transceptor, la placa de la CPU va apantallada con una placa de de cobre y sujeta al chasis del equipo.

Las señales del conmutador de bandas llevan una resistencia Pull-up de 10KΩ, y un condensador de desacoplo a masa de 10 Kpf conectado en cada una.

Las comunicaciones con la tarjeta frecuencímetro son por RS232 de 5VDC, conectado a un convertidor RS232-USB, para la programación externa. El convertidor de RS232 a USB, puede ser cualquiera de los existentes en el mercado, que acepten RS232 a 5VDC, no deben ser a +/-12, como es el estándar RS232, y el PC que vaya a comunicarse con el frecuencímetro deberá tener cargado el driver correspondiente para el convertidor. Recomendado el convertidor que emplea el chip de FTDI.

Para el display se ha usado un display de 2X16 de pequeño tamaño para que quepa en la ventana por donde se leía la sintonía, del FT-301 .

En el display se puede ver como en la primera línea se indica la banda en metros, y el rango en frecuencia, y debajo la frecuencia actual en Mhz, con resolución de 10Hz.

Figura 4



Esquema del frecuencímetro.-

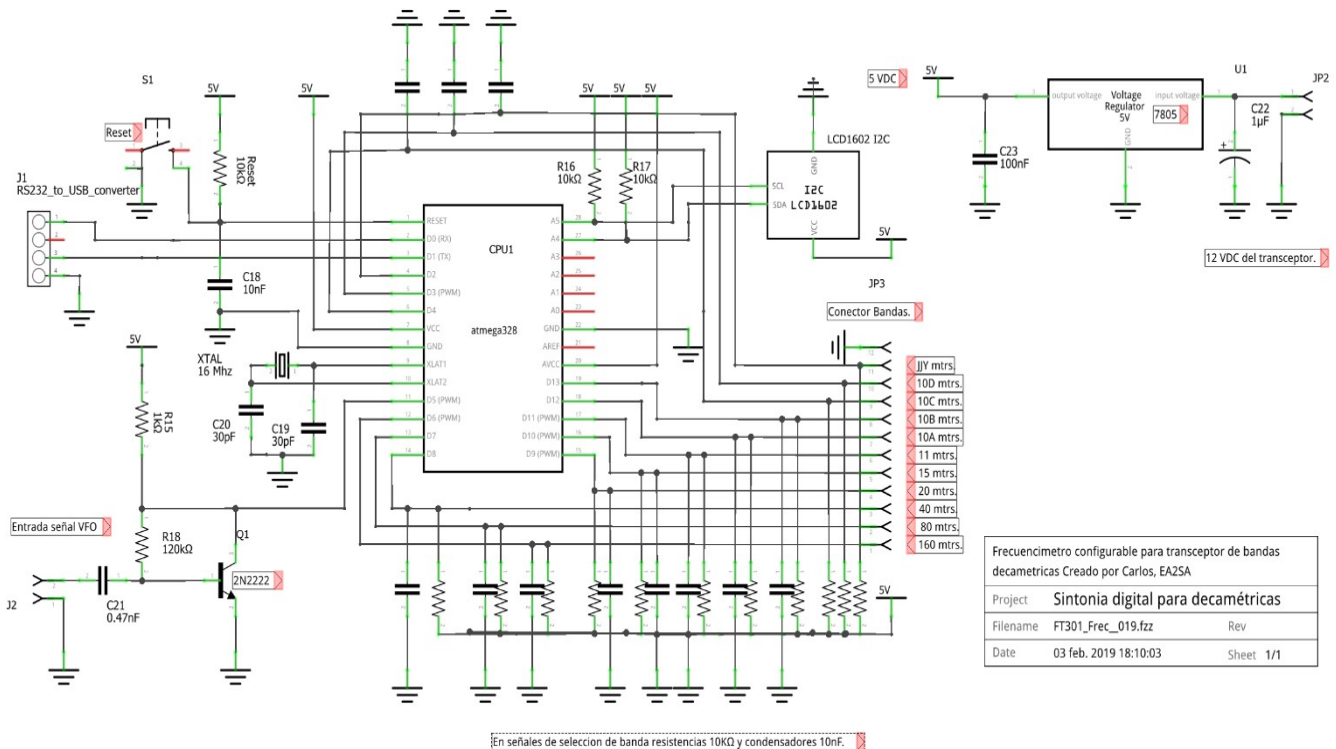


Figura 5

Descripción del programa, en Arduino .-

El programa esta escrito con el compilador de Arduino, usando diferentes librerías, y programado en la flash de la CPU ATMEGA 328P_PU directamente, usando un programador comercial chino, TL866II .

En la EEPROM se programa el Help y los valores de las constantes para la ecuación de calibración.

Para la lectura de frecuencia he empleado la biblioteca de FreqCount-master configurando la entrada de frecuencia en el pin 11 (D5) mediante un transistor NPN de uso general (2N2222) y un condensador de 330pf conectado a la salida del VFO .

La medida en el programa devuelve un numero de cuentas proporcional a la frecuencia y al tiempo de medida, teóricamente con un segundo se deberían medir las cuentas correspondientes a la frecuencia real pero entonces, el refresco del display seria muy lento. Mido la frecuencia durante 500mS y ajusto los valores mediante una ecuación lineal del tipo $Y=mX+C$ para establecer la correlación entre cuentas y frecuencia real.

Ademas, en el caso del FT301, la frecuencia del VFO es inversa de la frecuencia recibida ejemplo, banda de 14 a 14,5 Mhz :

Oscilador Xtal 28,5 Mhz mezclado con VFO a 5,0 - 5,5 Mhz = produce una salida 23,5- 23,0 Mhz >__
|
Señal de entrada 14,0-14,5 Mhz mezclada con 23,0-23,5 Mhz = produce F.I. a > 9 Mhz

Con la frecuencia mas baja del VFO, 5,0 Mhz recibimos la frecuencia mas alta del segmento de la banda, en este caso de 14,5 Mhz, tendremos que utilizar la lectura de frecuencia del VFO con ecuación invertida.

En el FT301 pasa lo mismo en todas las bandas de decamétricas del equipo.

Librerias usadas.-

Se pueden descargar desde sus respectivas webs :

<https://github.com/kroimon/Arduino-SerialCommand/blob/master/SerialCommand.h>

<https://playground.arduino.cc/Code/LCDi2c/>

<https://www.arduino-libraries.info/libraries/freq-count>

Algunas de las librerías están en mi página web ZIP file, en el apartado Proyectos, todas están disponibles como recursos de Arduino en la red.

Todas las librerías tienen su licencia y se reconocen los derechos de todos los autores.

Ecuación de ajuste.

Para crear las constantes de ajuste de la frecuencia se hacen 5 series de medidas, usando una hoja de calculo y un buen frecuencímetro patrón, son pares de valores de frecuencia medida en el frecuencímetro y cuentas correspondientes vistas en el display, y se introducen en la hoja de calculo, creando un gráfico X-Y, y después se traza la línea de tendencia, y que represente la ecuación.

De esa ecuación extraemos los valores para el ajuste de cuentas a frecuencia.

Se calculan dos juegos de valores de parámetros para las ecuaciones:

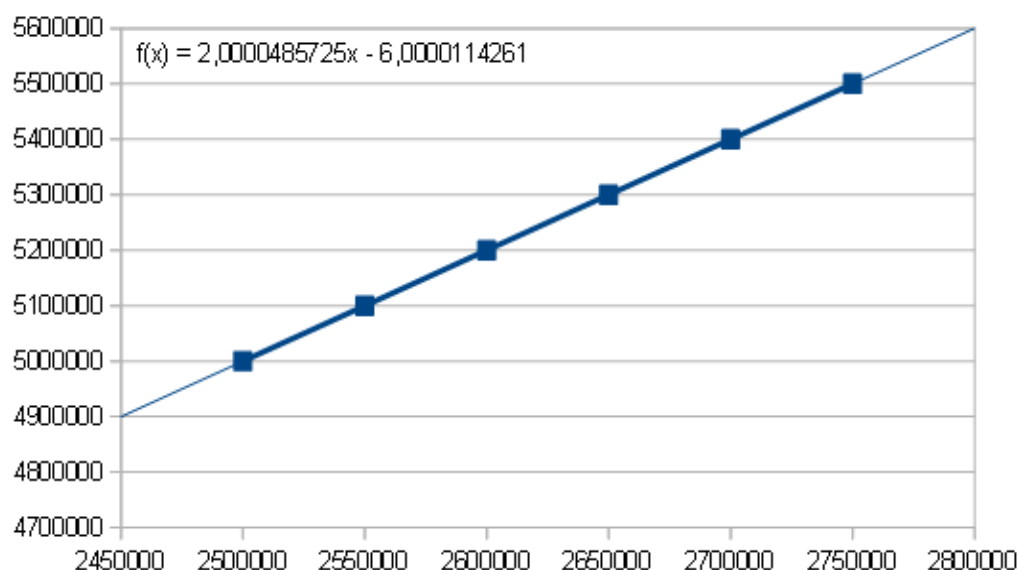


Figura 6

Esta es la ecuación para usar el valor real de la frecuencia del VFO.

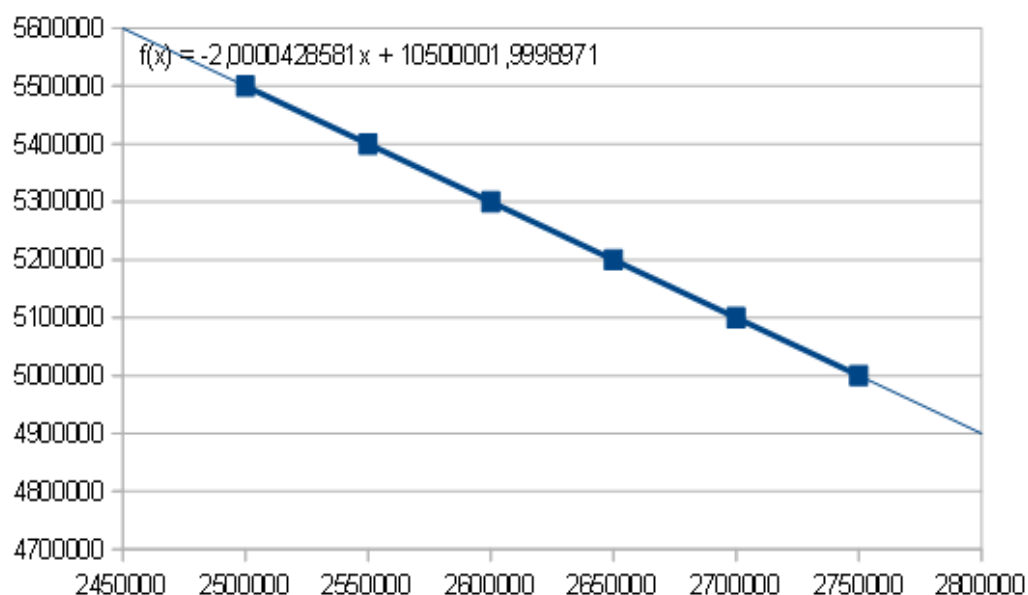


Figura 7

Y esta es la ecuación para usar el valor invertido de la frecuencia leída del VFO. Los factores X y C se deben programar mediante la conexión de datos por USB.

Comandos por USB > RS232 TTL en el programa.-

El programa permite que mediante algunos comandos se puedan configurar parametros del frecuencímetro por USB, esta es la lista de comandos:

Comandos a enviar.

VCO Ver, constantes por RS232	LCO[CR].
GCDR Graba constantes para calculo de VFO directo por RS232	GCDR C,X[CR]
GCIR Graba constantes para calculo de VFO invertido por RS232	GCIR C,X[CR]
VFD Usar la medida de frecuencia del VFO directa.	VFD[CR]
VFI Usar la medida de frecuencia del VFO invertida.	VFI[CR]
VFR Ver en display la frecuencia de RX/TX.	VFR[CR]
VCT Ver en display cuentas del frecuencímetro.	VCT[CR]
VFV Ver en display frecuencia calculada del VFO.	VFV[CR]
VOF Ver en display frecuencia offset por Bnd.	VOB[CR]
VER Ver la version del firmware por RS232	VER[CR]
??? Listar comandos por RS232.	???[CR]

Se recomienda utilizar Teraterm como programa de comunicación con el frecuencímetro, parámetros 115200, [Baud rate] N, [No paridad], 8 [bits] 1[1 stop bit] comandos terminados en [CR+LF]

Enviando VCO [CR]

El frecuencímetro devuelve por RS232 las constantes que esta usando para medir.

Enviando GCDR, [C] [X] [CR]

Graba las constantes C y X para calculo de valor de frecuencia del VFO directa.

Enviando GCIR, [C] [X] [CR]

Graba las constantes C y X para calculo de valor de frecuencia del VFO invertida.

Enviando VFD [CR]

El programa calculará la frecuencia de RX/TX con la medida directa del VFO.

Enviando VFI [CR]

El programa calculara la frecuencia de RX/TX con la medida invertida del VFO.

Enviando VFR [CR]

El programa pone en el display la frecuencia de RX/TX.

Enviando VCT [CR]

El programa pone en el display las cuentas medidas de frecuencia.

Enviando VFV [CR]

El programa pone en el display la frecuencia que se ha calculado para el VFO.

Enviando VOF [CR]

El programa pone en el display el valor del OFFSET de la banda en uso.

Enviando VER [CR]

El programa envía por RS232 la versión del firmware y EEPROM.

Enviando ??? [CR]

El programa envía el listado de comandos por RS232> USB.

Recomendaciones.-

La CPU Atmel Atmega328, funciona a 16 Mhz, y como todos los microprocesadores, produce ruido en todas las bandas. Es muy recomendable mantener todas las buenas practicas de trabajo con RF :

Desacoplar todos los cables que vayan hacia el frecuencímetro con condensadores de 1 Kpf .

Apantallar bien el circuito haciendo una caja de metal, o de placa de CI, para meterlo dentro.

Desacoplar las líneas de alimentación del circuito con condensadores de 10K, 1K y ferritas.

Las líneas de indicación de banda llevan resistencias y condensadores, ponerlos todos.

Probar el ruido que el frecuencímetro hace en la banda quitándole alimentación, incluso si es necesario poner un interruptor, para desconectarlo mejorando la recepción, para volver a conectarlo al sintonizar.

El cable USB para la programación que sea de buena calidad, apantallado y con ferrita en el extremo del transceptor.

Con el cable USB conectado al PC se aprecia bastante ruido en todas las bandas, recomiendo conectarlo, hacer la programación y dejarlo desconectado.

Resumen.-

Este firmware se publica con [Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional](#) .

Y haciendo referencia a las licencias correspondientes para cada librería, reconociéndose los derechos de todos los autores.

Todos los archivos, planos, librerías, programa, y descripciones extendidas de este proyecto están en mi web, apartado proyectos:

http://ea2sa.es/ft301/FrecuencimetroFT301/FREC_ft301.html

Este es el primer proyecto desarrollado para este equipo, el próximo sera un visualizador panorámico de la salida de la primera conversión, antes de la entrada a la frecuencia intermedia de 9 Mhz, usando una Raspberry PI3, un receptor SDR barato y una pantalla TFT táctil de 7”.

Me gustaría tener datos del uso que le habéis dado y las adaptaciones realizadas, enviadme detalles de las modificaciones, mejoras y detalles que os parezcan interesantes.

Para cualquier consulta, enviadme un email, carlos(at)ea2sa.es

Saludos, 73 de EA2SA.