

# Conversión de Radios con Módulos DDS

Charla introductoria y aplicación practica en radios de HF comerciales para su reconversión de uso en bandas de radioaficionados.



**RADIO CLUB  
OLAVARRIA**

# Temas a tratar

- Introducción a la tecnología DDS
- Concepto de conversión con Módulos DDS – Parte 1 – el Oscilador de Frecuencia Variable
- Concepto de conversión con Módulos DDS – Parte 2 – ...saco cristal pongo VFO!!!
- Caso de aplicación, ejemplo Cahuane FR300
- Análisis económico del proyecto CAHUANEXT-LW1EHP
- Otros casos de aplicación e ideas
- Bibliografía, fuentes, link, recursos...



# Introducción a la tecnología DDS

- ¿Que es el DDS?

DDS son las siglas en ingles de “Síntesis Digital Directa”.

*STOP.....En criollo para un radioaficionado por favor!*

Es una técnica digital que permite crear una onda analógica, en nuestro caso una señal de RF con una frecuencia especifica, estable y si es sinusoidal mejor.

- ¿y como hago eso?

Conceptualmente solo se requiere de:

Módulos DDS: AD9850, AD9833, SI5351, ... etc.

Microntrolador: Arduino, PIC, Raspberry PI-PICO,ESP32, ... etc.

Algunos periféricos mas: Display, teclas, Alimentación,... etc.



# Introducción a la tecnología DDS

- Microcontroladores a utilizar



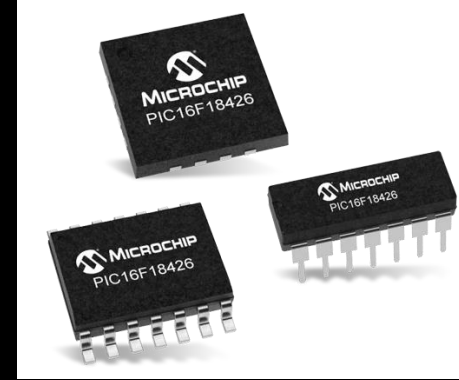
ARDUINO NANO



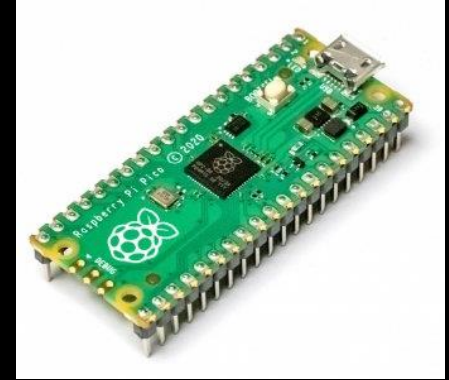
ARDUINO MICRO



ARDUINO UNO

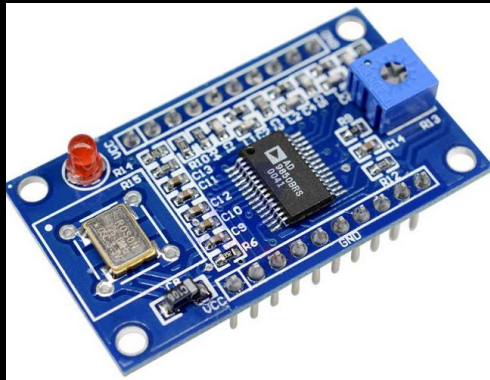


PIC-MICROCHIP

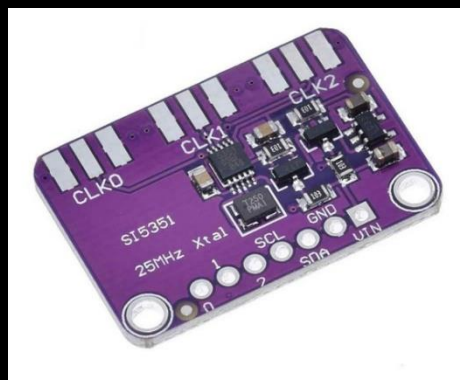


RASPBERRY PICO

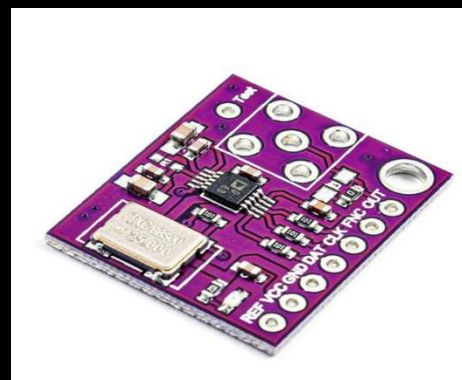
- Módulos DDS a utilizar



AD9850



SI5351



AD9833

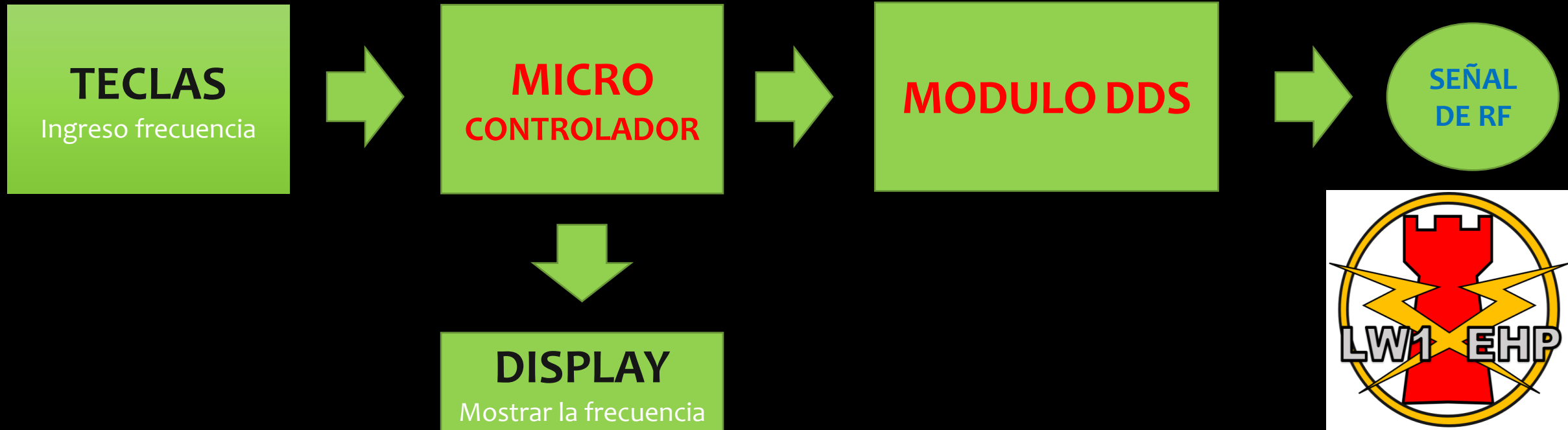


# Concepto de conversión con Módulos DDS – parte 1

- El Oscilador de Frecuencia Variable.

En general los radioaficionados sabemos lo que es un VFO, o por lo menos sabemos que se refiere a un Oscilador (una fuente de radiofrecuencia estable) que puede variar su frecuencia a gusto nuestro y luego quedar estable o por lo menos lo suficiente para mantener un QSO.

Por lo tanto si tengo un **modulo DDS** que puede generar una **señal de radiofrecuencia** y algo que controle esa generación a demanda del usuario, básicamente tengo un VFO en base a DDS.





# Concepto de conversión con Módulos DDS – parte 2

- ...Saco Cristal pongo VFO!!!

Hasta lo que vimos recién podríamos concluir que si tomamos un equipo de radio de frecuencia fija y sustituimos el oscilador original por un VFO externo, este equipo permitiría operar en un rango de frecuencia variable.

Listo ya esta... compro un radio comercial y tengo una banda corrida... No es tan “ASI DE SENCILLO”... hay cosas para analizar:

- Se puede extraer el cristal de un oscilador y sustituirlo por un VFO-DDS, pero no podemos ir muy lejos de su frecuencia sin producir desintonización de todas las etapas de RF. También debemos saber que si el radio utiliza dos osciladores diferentes para RX y TX, debemos utilizar 2 VFO-DDS o al menos hacer alguna conmutación y control de la frecuencia (puede que no sean las mismas frecuencias, o utilicen distintas multiplicaciones entre la cristal de RX y el cristal de TX)
- El rango de frecuencias a generar.
- El tipo de onda que genera el DDS (senoide, Cuadrangular, diente de sierra...)

Hay equipos que requieren de una señal “limpia” senoide y otros no.



# Caso de aplicación - ejemplo Cahuane FR300

Un caso relativamente sencillo y práctico es la conversión del famoso banda lateral comercial **Cahuane FR-300 de electrónica Sudamericana**. Fuertemente vendido en la década del '90 y principios del 2000 .

*Hay que tener en cuenta que la conversión me permitirá desplazarme no mas de +/- 1 Mhz de la frecuencia original y debe resintonizarse en el centro de la banda a utilizar ejemplo*

C1= 6.453 MHz → banda 40m. Lo debería reajustar en 7,150

C2= 9.157 MHz → banda 30m . Lo debería reajustar en 10,075

C3= 14,525 MHz → banda 20m . Lo debería reajustar en 14,175

¿ y si el canal lo tengo en 5,500 ? Bueno... estamos lejos de 40 y de 80.  
en este punto hay 2 caminos:

- 1) Con trabajo, paciencia y un poco mas de instrumental de RF. (Seguramente hay que modificar las bobinas y cambiar capacitores).
- 2) Solucion CONFORMISTA usar la banda de 60 metros (5351,5-5366,5 MHz - Max 25W)



Cantidad de canales: 3 (tres) Simplex.

Control de frecuencia: Cristal de Cuarzo

Rango de operación: 2 / 16 Mhz

Modo de operación : J3E (BLI o BLS)

Alimentación: 13,4 Vcc.

Dimensiones: 60 x 150 x 205 mm

Potencia de salida: 136 W

Emisión de espúreas: 136 W

Intermodulación: Mejora

Supresión de portador

Impedancia de entrada

Sensibilidad: .25uV. p

Selectividad: -45 dB. a

Frecuencia intermedia:

Potencia de audiofrecuencia: 1,5 W / 1 Ohms



# Caso de aplicación - ejemplo Cahuane FR300

## Unidad RF (PL156)

**BLOQUE 1** : DE 0,5 A 2 MHZ  
: 3 CAPAS DE 20 VUELTAS POR CAPA

**BLOQUE 2** : DE 2 A 4 MHZ  
3 CAPAS DE 15 VUELTAS POR CAPA

**BLOQUE 3** : DE 4 A 7 MHZ  
3 CAPAS DE 10 VUELTAS POR CAPA

**BLOQUE 4** : DE 7 A 16 MHZ  
3 CAPAS DE 5 VUELTAS POR CAPA

**BLOQUE 5** : DE 16 A 24 MHZ  
3 CAPAS DE 3 VUELTAS POR CAPA

**BLOQUE 6** : DE 24 A 30 MHZ  
3 CAPAS DE 1 VUELTA POR CAPA

LOS SECUNDARIOS SON TODOS DE 3 ESPIRAS  
(UNO SOBRE CADA CAPA)

**BLOQUE 1** : DE 0,5 A 2 MHZ  
0,5 MHZ 580 PF  
1,6 MHZ 330 PF  
2,0 MHZ 220 PF

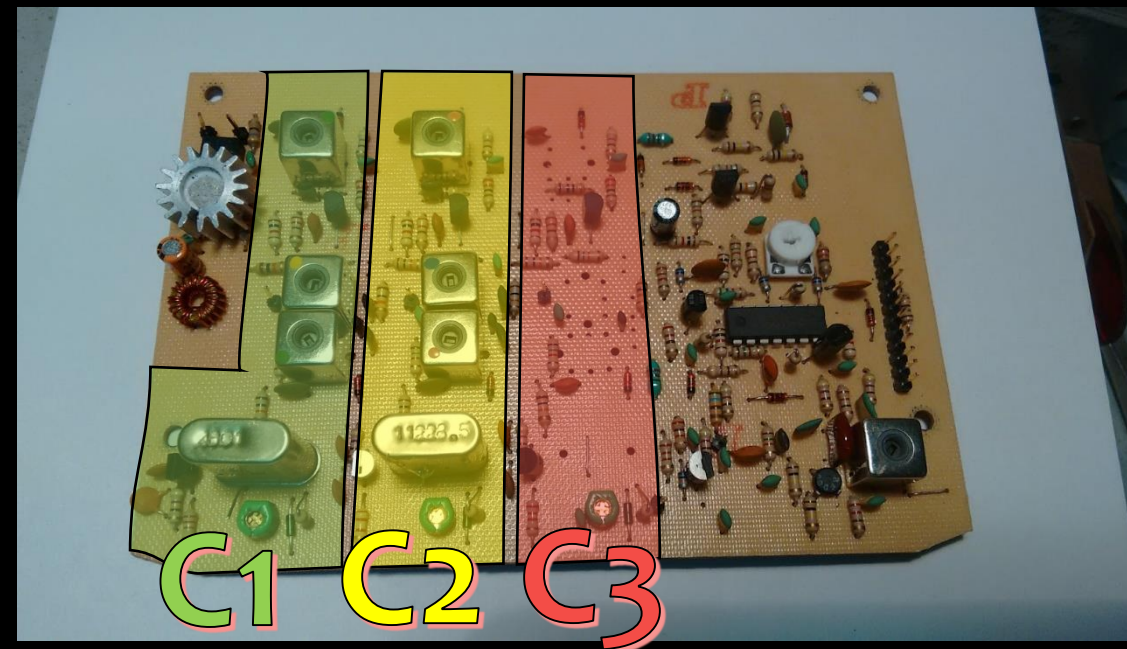
**BLOQUE 2** : DE 2 A 4 MHZ  
2,0 MHZ 180 PF  
2,5 MHZ 150 PF  
3,8 MHZ 82 PF

**BLOQUE 3** : DE 4 A 7 MHZ  
4,0 MHZ 72 PF  
4,5 MHZ 68 PF  
5,8 MHZ 56 PF  
6,5 MHZ 47 PF

**BLOQUE 4** : DE 7 A 16 MHZ  
7,0 MHZ 220 PF  
7,8 MHZ 150 PF  
8,3 MHZ 120 PF  
9,1 MHZ 82 PF  
10,8 MHZ 56 PF  
12,0 MHZ 39 PF  
14,0 MHZ 22 PF  
15 MHZ 16 PF

**BLOQUE 5** : DE 16 A 24 MHZ  
TRIMER MARRON

**BLOQUE 6** : DE 24 A 30 MHZ  
TRIMER NARANJA



Manual Cahuane FR300





# Caso de aplicación - ejemplo Cahuane FR300

- ¿USB o LSB?

Esto dependerá del filtro interno del equipo, se aplica la famosa “regla de los Signos”, en donde

- el primer signo corresponde a la operación de **suma (+)** o **resta (-)** entre la FDDS y FI
- el segundo signo corresponde a la banda lateral del propio filtro, es **(+) Superior** o **(-) Inferior**
- el tercer signo corresponde a la banda lateral de la frecuencia resultante **(+) Superior** o **(-) Inferior**

+	X	+	=	+
-	X	-	=	+
+	X	-	=	-
-	X	+	=	-

FDDS+FI

5000 + 2000 **USB**,

FGEN=7000 **USB**

FDDS-FI

9000 - 2000 **LSB**,

FGEN=7000 **USB**

FDDS+FI

5000 + 2000 **LSB**,

FGEN=7000 **LSB**

FDDS-FI

9000 - 2000 **USB**,

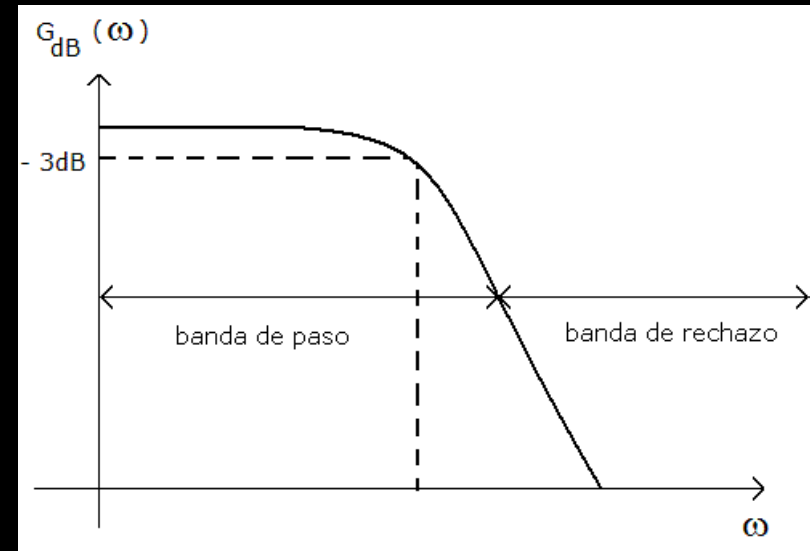
FGEN=7000 **LSB**



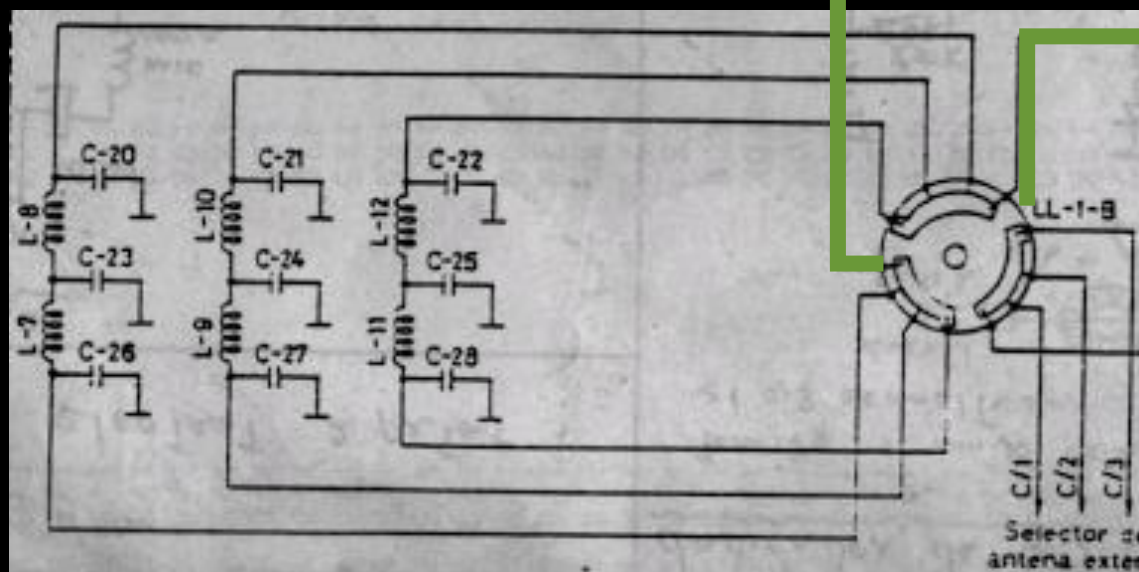
# Caso de aplicación - ejemplo Cahuane FR300

- El Filtro Pasa Bajo (LPF) - parte 1

En el Cahuane el filtro se diseñaba en particular para cada canal de frecuencias, a través de una llave selectora la salida de la etapa de potencia pasa por un filtro doble PI con toroides y capacitores.



**ETAPA  
POTENCIA**



**CONECTOR  
ANTENA**

Manual Cahuane FR300



# Caso de aplicación - ejemplo Cahuane FR300

- El Filtro Pasa Bajo (LPF) – parte 2

En la modificación hay que tener en cuenta que la nueva banda de operación se encuentre en “zona de paso”, de lo contrario estaríamos disipando energía en el propio filtro.

Tabla de bobinados y capacidades del filtro

llamaremos C1 a c26,27 y28  
llamaremos C2 a c23,24 y 25  
llamaremos C3 a c20,21 y 22  
llamaremos T a todos los toroides

Frecuencia	C1	C2	C3	T
2,5 MHz	1000 pf	1000 pf x 2	1000pf	27 espiras
3,8 MHz	470 pf	1200 pf	470 pf	24 espiras
4,6 MHz	680 pf	1200 pf	680 pf	20 espiras
5,6 MHz	200 pf	750 pf	200 pf	14 espiras
7,5 MHz	200 pf	680 pf	200 pf	14 espiras
8,8 MHz	Sin	47 pf	Sin	10 espiras
9,2 MHz	Sin	42 pf	Sin	10 espiras
12,2 MHz	Sin	47 pf	Sin	9 espiras
14,8 MHz	Sin	47 pf	Sin	7 espiras
20 MHz	Sin	39 pf	Sin	5 espiras

Manual Cahuane FR300

## Ejemplo 1:

C1 se encuentra en 6,800 MHz y quiero modificar para usar en banda de 40metros (7-7,3 MHz)

- Paso 1: saber si mi nueva banda esta en la banda de paso o rechazo.
  - opcion1: con un simulador de filtros reviso la frecuencia de corte del filtro existente.
  - opcion2: estimo a través de la tabla del manual de servicio del equipo de radio.
- Paso 2: si estoy en la zona de rechazo, modificar los valores de L y C del filtro



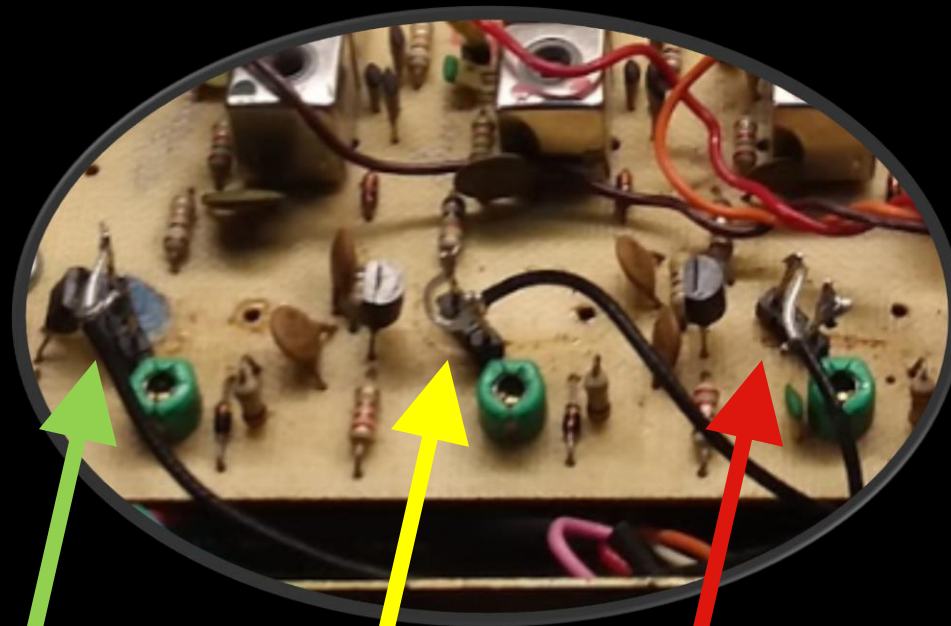
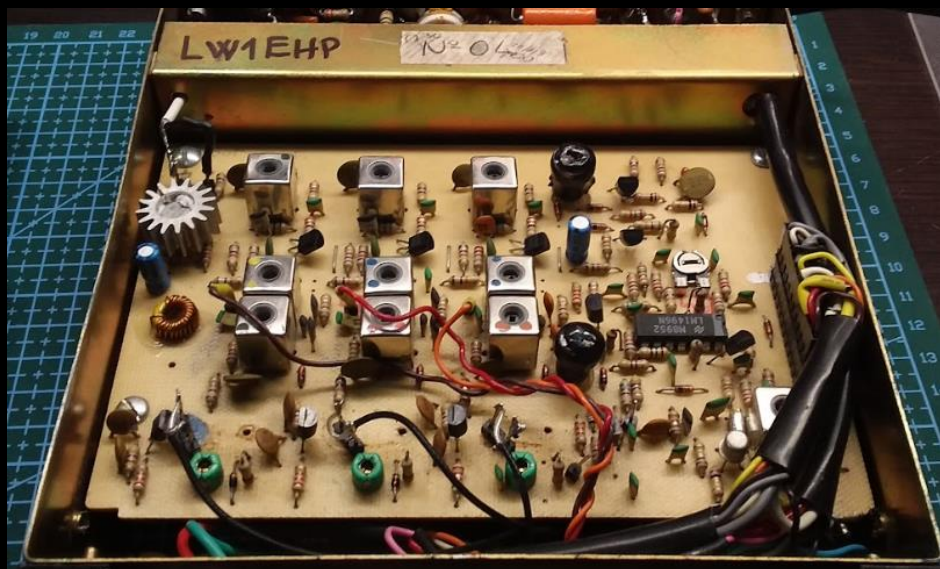
# Caso de aplicación - ejemplo Cahuane FR300

- ¿Pero donde conecto el DDS?

En el Cahuane simplemente saco el cristal del canal correspondiente e inserto la señal de salida del AD9850 (respetando el pin de GND) a través de un capacitor de 100nF y usando un coaxial tipo RG174 o cualquier otro que sea fino y flexible

- ¿Pero yo quiero mas de 1 canal?

En este caso vamos a utilizar un juego de contactos libres de la llave selectora para derivar la salida del AD9850 a cada uno de los canales.



C1

C2

C3





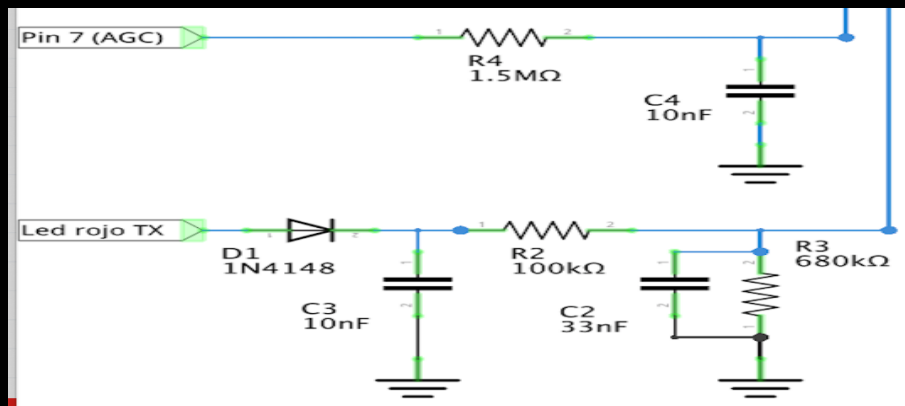
# Caso de aplicación - ejemplo Cahuane FR300

- ¿eso es todo?

Básicamente SI. Aunque todavía podemos obtener 2 funciones adicionales super sencillas y practicas.

El S-Meter para recepción y transmision

Si tomamos la señal del LED de TX, y la ingresamos en unos de los pines del ADC del microcontrolador, vamos a tener la medición de la potencia de salida. Si hacemos lo mismo con la señal del AGC obtenemos la medición de la señal de recepción.



GitHub - ReyNico

- y ahora... ¿FIN?

Bueno electrónicamente hablando ya tenemos un banda corrida “de bajo costo”. Pero este proyecto no tiene un único final, es libre a la imaginación y habilidad de cada uno...



# Caso de aplicación - ejemplo Cahuane FR300

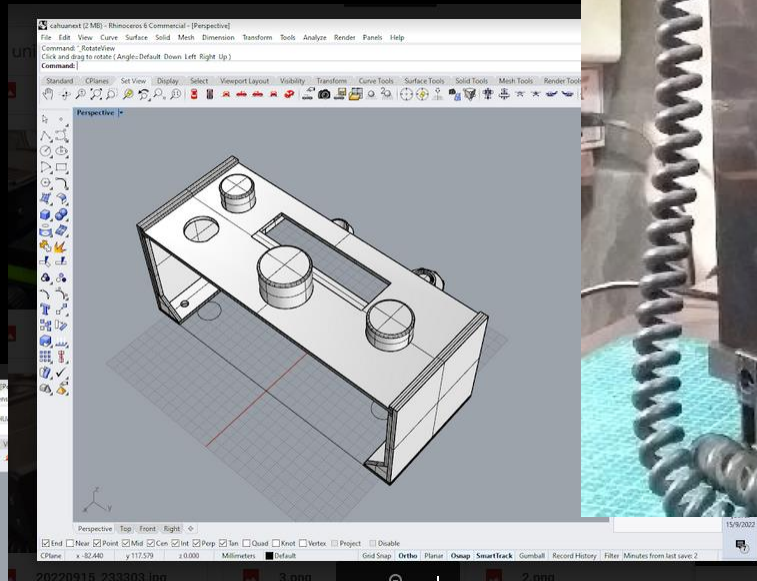
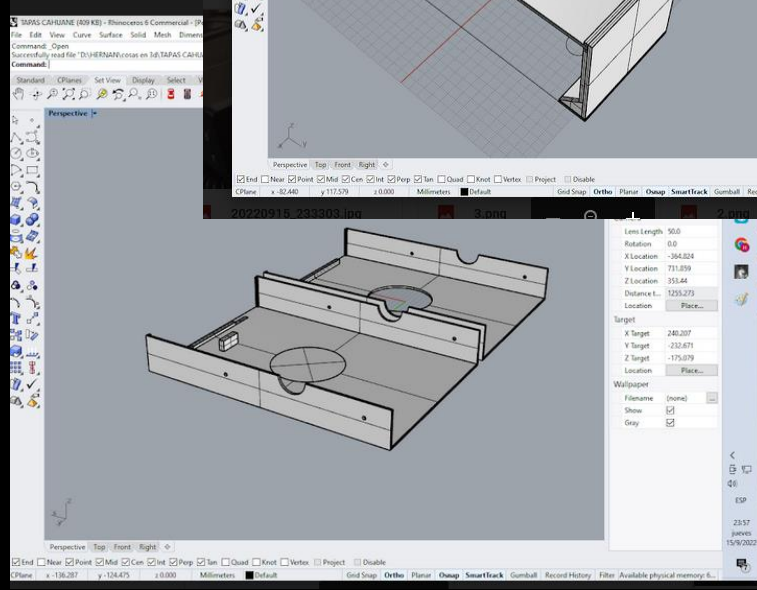
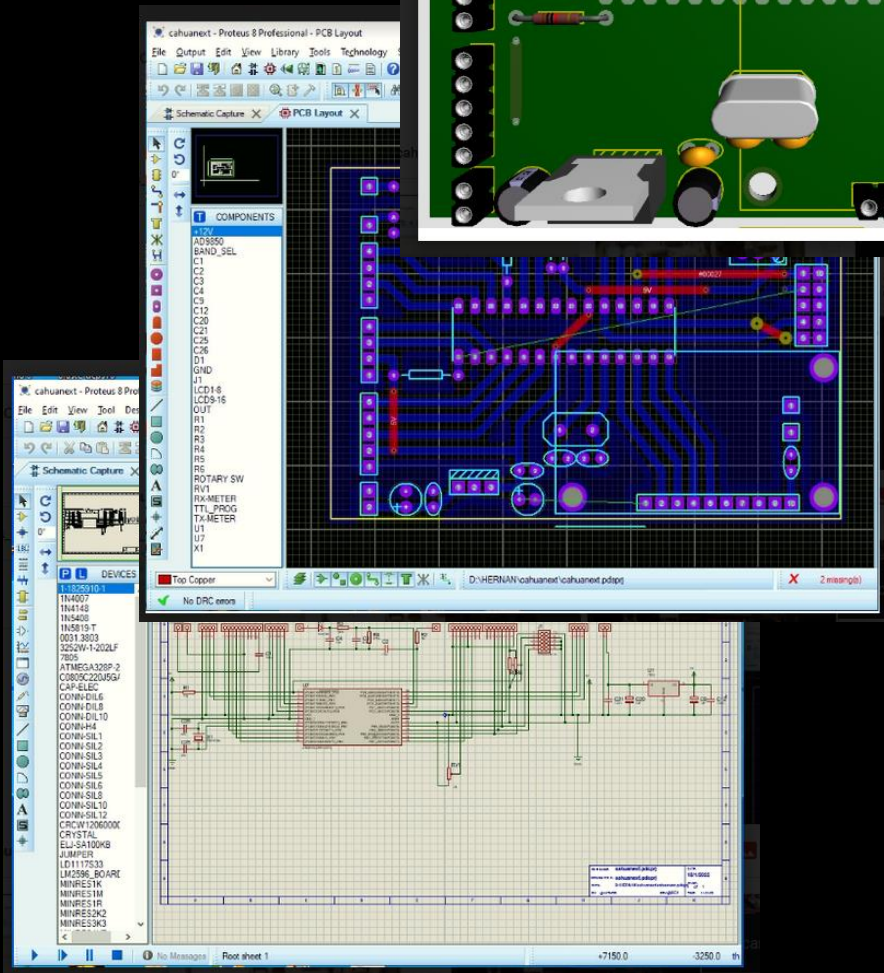
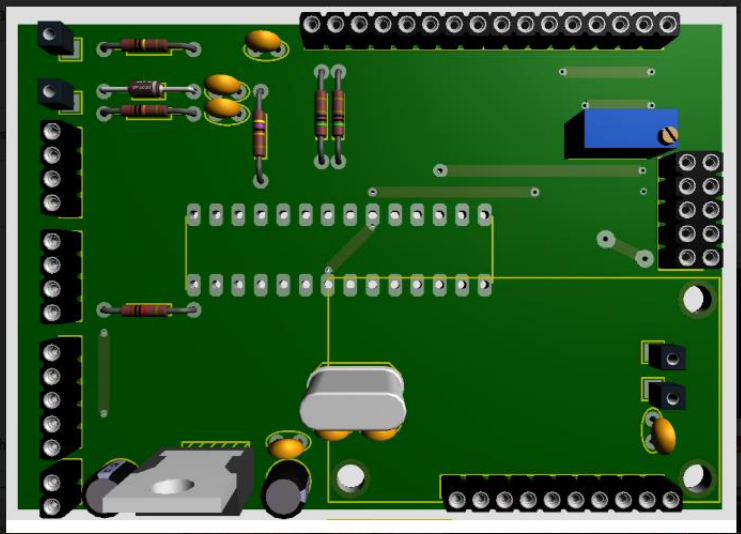
- RESUMEN de la Modificación del CAHUANE FR-300

1. Escoger un equipo que funcione adecuadamente (Rs y TX), siempre conviene 1ero reparar el equipo y luego modificar
2. Identificar las frecuencias originales y determinar las posibles bandas de operación en función de:
  1. De los componentes de la placa de sintonía (verificar los rangos) y si es necesario modificar/recambiar (no ajustar nada)
  2. Análisis del filtro LPF, para saber si requiere modificación, por medio de simulación o con el manual de servicio
3. Determinar el aspecto final del equipo.
  1. Todo en uno
  2. Radio original con entrada de VFO-DDS externo
4. Insertar el VFO-DDS en el cristal.
5. Generar la frecuencia del cristal original. Si funciona en RX y TX, es signo de que vamos bien.
6. Desplácese al centro del rango de frecuencias deseado y pruebo RX y TX. ¿el rendimiento bajo respecto al punto anterior? Entonces ajuste las bobinas de sintonía desde la primera hasta la ultima en forma iterativa. En este equipo el pico de potencia corresponde con el pico de sintonía optima. Para este paso solo requiere de un Wattimetro y una carga fantasma.
7. Utilice un frecuencímetro y verifique el error de frecuencia. (el AD9850 no es perfecto) la corrección de offset se realiza por Soft en el microcontrolador.





# Construccion- CAHUANEXT Ver2.0 LW1EHP



# Análisis económico del proyecto CAHUANEXT-LW1EHP

AD9850 \$12000 a \$18000

ARDUINO NANO \$ 3000 a \$4000

LCD 16X02 \$ 1500 a \$2500

ROTARY SWITCH \$ 500

VARIOS \$ 5000

TOTAL octubre 2022 \$22000 a \$30000





# Otros casos de aplicación e ideas

- Transmisor WSPR
- Generador Radiofrecuencia y/o Clock
- Balizas de CW/RTTY
- Convertir Pixie QRP 40m en un QRP CW banda corrida para 80/60/40 (cambiar el LPF)



# Bibliografía, fuentes, link, recursos...

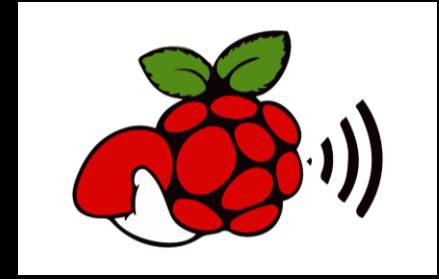
- <http://lu5djv.blogspot.com/p/vfo-with.html>
- <https://github.com/reynico/arduino-dds>
- <https://github.com/F4GOJ/AD9850>
- <https://lw7hrm.blogspot.com/2021/05/modificando-un-cahuane-fr-300-con.html>
- <http://lu1agp.blogspot.com/2016/07/vfo-dds-controlado-por-arduino-se-trata.html?m=1>
- <http://seta43.blogspot.com/search?q=DDS>
- <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD9850.pdf>
- <https://www.analog.com/media/en/training-seminars/tutorials/MT-085.pdf>
- [https://w.electrodragon.com/w/AD9850\\_Module\\_DDS\\_Signal\\_Generator\\_V2](https://w.electrodragon.com/w/AD9850_Module_DDS_Signal_Generator_V2)
- [http://webshed.org/wiki/AD9850\\_Arduino](http://webshed.org/wiki/AD9850_Arduino)
- <http://nr8o.dhlpilotcentral.com/?p=83>
- <https://groups.io/g/rpitx>
- <https://github.com/F5OEO/rpitx>





**Gracias!!!**

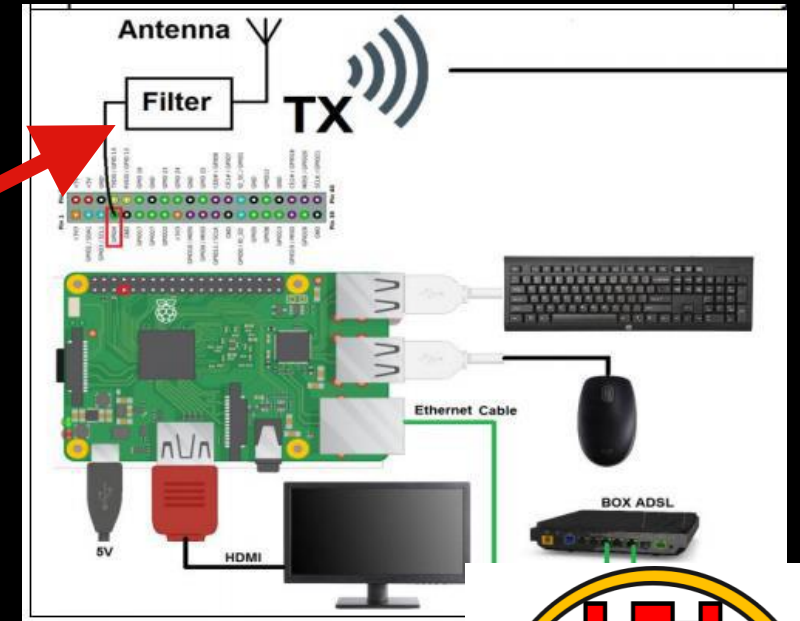
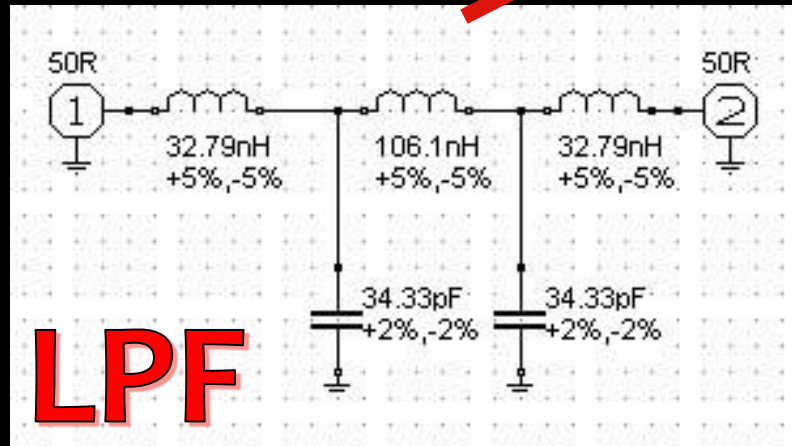
## Bonus track – RpiTX by F5OEO



- *No todos saben que las Raspberry tienen incorporado un DDS interno.*

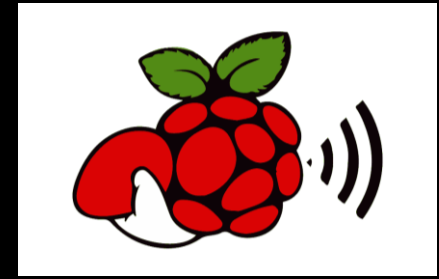
En el Pin7 (GPIO 4) que se puede usar directamente en una antena. La Raspberry Pi puede gestionar frecuencias de 5 KHz a 1500 MHz. El paquete de software RpiTX, está diseñado por Evariste Courjaud F5OEO.

Así, la Raspberry Pi podrá transmitir directamente una portadora y varias señales moduladas como ejemplo: FM, SSB, SSTV, FT8, Etc...





# Bonus track – RpiTX by F5OEO



- Instalación en la terminal de Raspbian (Debian - Raspberry)

```
sudo apt-get update
```

```
sudo apt-get install git
```

```
git clone https://github.com/F5OEO/rpitx
```

```
cd rpitx
```

```
./install.sh
```

```
sudo reboot
```

- Luego del reinicio se puede ejecutar un archivo de Test

```
./easytest.sh
```

```
Rpitx on 434.0 MHz
Range frequency : 50kHz-1GHz. Choose your test

F Set frequency Modify frequency (actual 434.0 MHz)
0 Tune Carrier
1 Chirp Moving carrier
2 Spectrum Spectrum painting
3 RfMyFace Snap with Raspicam and RF paint
4 FmRds Broadcast modulation with RDS
5 NFM Narrow band FM
6 SSB Upper Side Bande modulation
7 AM Amplitude Modulation (Poor quality)
8 FreeDV Digital voice mode 800XA
9 SSTV Pattern picture
10 Pocsag Pager message

<Ok>
```

