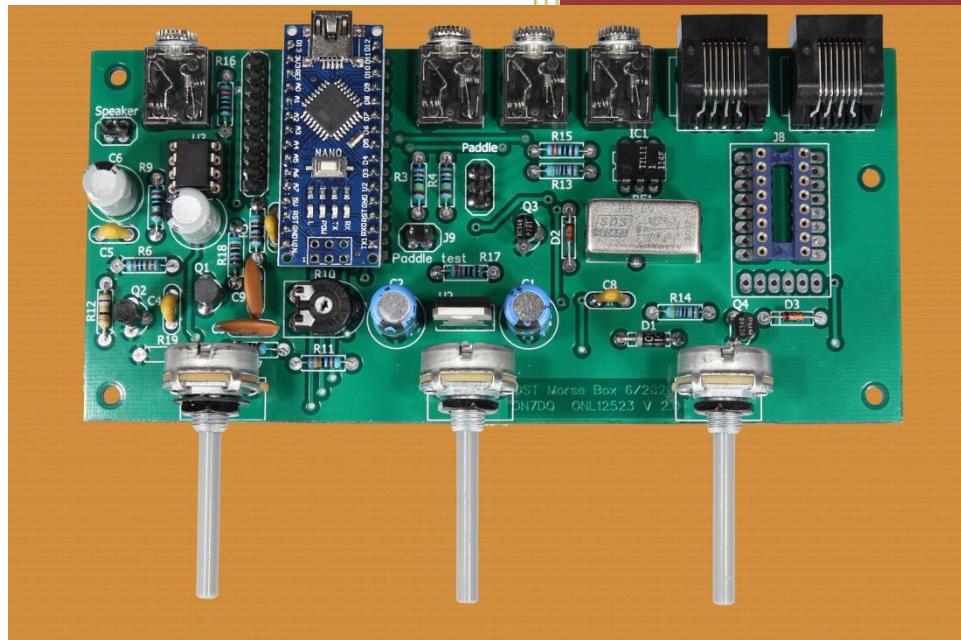


# Caja de Morse OST



©2020 - ON7DQ & ONL12523  
Ostend Radio Club UBA - OST  
Versión en español por EA2BD

**¡Por favor, ahorre un poco de papel y vea este manual en su ordenador!**  
**Imprima solo estas tres partes: el diagrama del circuito + el diagrama de ubicación de componentes**  
**y la lista de componentes.**

## Contenido

Descripción – Propósito del proyecto .....	2
Diagrama de bloques – Operación.....	3
Instrucciones de montaje.....	4
Versión Mínima.....	4
Cables y conexión al transceptor .....	6
Kenwood.....	8
Icom .....	9
Yaesu.....	10
Opciones.....	11
Display OLED .....	11
Manipulador Normal .....	11
Manipulador por contacto (Touch paddle).....	12
Entrada DC y regulador de voltaje .....	13
Salidas de CW del Transceptor.....	14
Circuito activo “Keep Alive” .....	14
Funciones extras .....	15
Botones e interruptores .....	15
LED's .....	16
Botón Reset.....	17
Añadir una caja para el proyecto .. ....	18
Lista de componentes .....	20
Manual de operación .....	21
Programa de Windows .....	26
Apéndice 1: Programar el Arduino Nano.....	28
Apéndice 2: Usando el Monitor Serie y los Comandos AT .....	29
Apéndice 3: Guía de fallos .....	30
Apéndice 4: Cómo ajustar correctamente su desviación de FM.....	31
Diagrama del circuito.....	32
Colocación de componentes .....	33

# CAJA DE MORSE OST - V2.0

## Descripción – Propósito del proyecto

OST es el radio club local de la UBA en Ostende, Bélgica. La caja de morse OST es un circuito versátil que se intercala entre el micrófono y su entrada a cualquier transceptor. Diseñado principalmente para su uso con un transceptor de VHF/UHF, también se puede utilizar para otros propósitos. El objetivo principal es emplearlo en sesiones de práctica de CW en la banda de 2m o 70cm, donde los estudiantes pueden responder al profesor en FM CW. Otro uso es practicar QSO en un entorno seguro, antes de "lanzarse" a las bandas de HF ... El circuito contiene características adicionales, por lo que es un proyecto de construcción muy interesante para los clubes de radio. Vea el diagrama de bloques en la página siguiente.

Mediante el uso de un Arduino Nano barato están disponibles las siguientes funciones:

- DDS Generador de tono en software, para una onda sinusoidal perfectamente pura.
- El micrófono se apaga mientras se transmite en CW para evitar ruidos de fondo molestos.
- PTT: activación automática del transceptor.
- DELAY: retardo ajustable para el PTT, de entre 0.5 ... 10 segundos.
- Velocidad de CW variable de 10 ... 35 palabras por minuto (WPM).
- Pantalla OLED para leer los parámetros establecidos y textos.
- Permite usar una llave vertical, una de doble pala, o una llave por contacto (Touch paddle).
- Polaridad de paletas configurable en modo normal / inverso
- Incorpora un circuito de alimentación constante (Keep Alive) para su uso con baterías externas para móviles (o power bank)
- Es adaptable a todos los transceptores, utilizando los conectores de micrófono apropiados. (El modelo básico se basa en los conectores RJ-45 ampliamente disponibles)
- Alimentación a través de la conexión USB del Arduino, a través de la toma de micrófono o de una fuente de alimentación externa.
- Se puede utilizar como un keyer electrónico para los transceptores que no lo tengan de serie.
- Generador de mensajes aleatorios de CW, los caracteres se visualizan en el monitor serie y en la pantalla OLED.
- Función baliza, también se puede utilizar como keyer (1 memoria de 80 caracteres).
- Se pueden programar funciones adicionales mediante comandos AT (vía un monitor serie).
- Se puede escribir y transmitir texto mediante el monitor serie.
- El control de OST se puede programar desde Windows (no se requiere el Arduino IDE).
- Incorpora función TEST para el paddle por contacto.

Todos los archivos necesarios para montar la PCB están en [github\\*](#). Hazlo tú mismo, pídelo a un fabricante local, o encárgalos a fabricantes económicos en China.

Versatilidad: no todas las opciones son obligatorias, aquellos que lo deseen, pueden montar parcialmente la PCB para obtener sólo las funciones deseadas. Puede ver claramente las opciones en el manual de montaje.

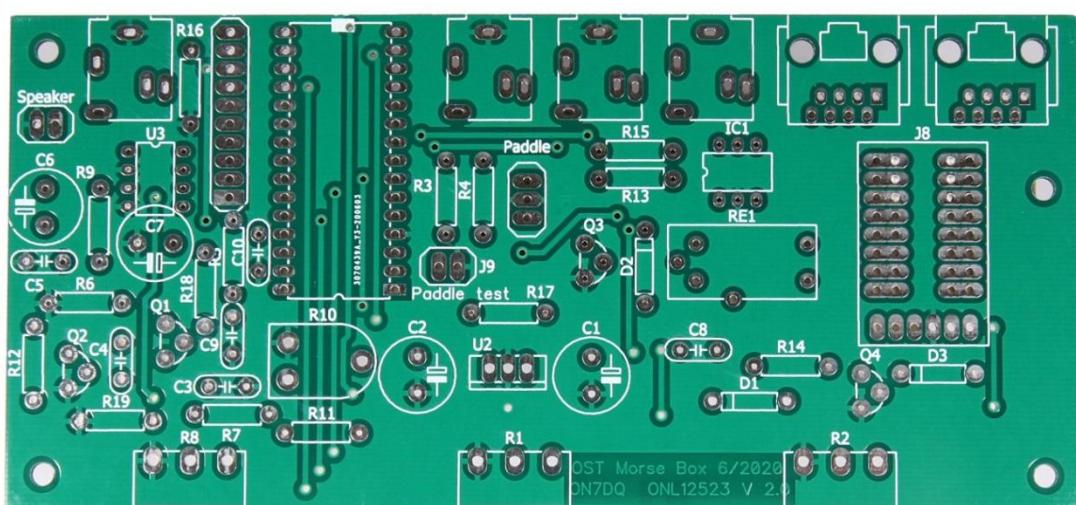
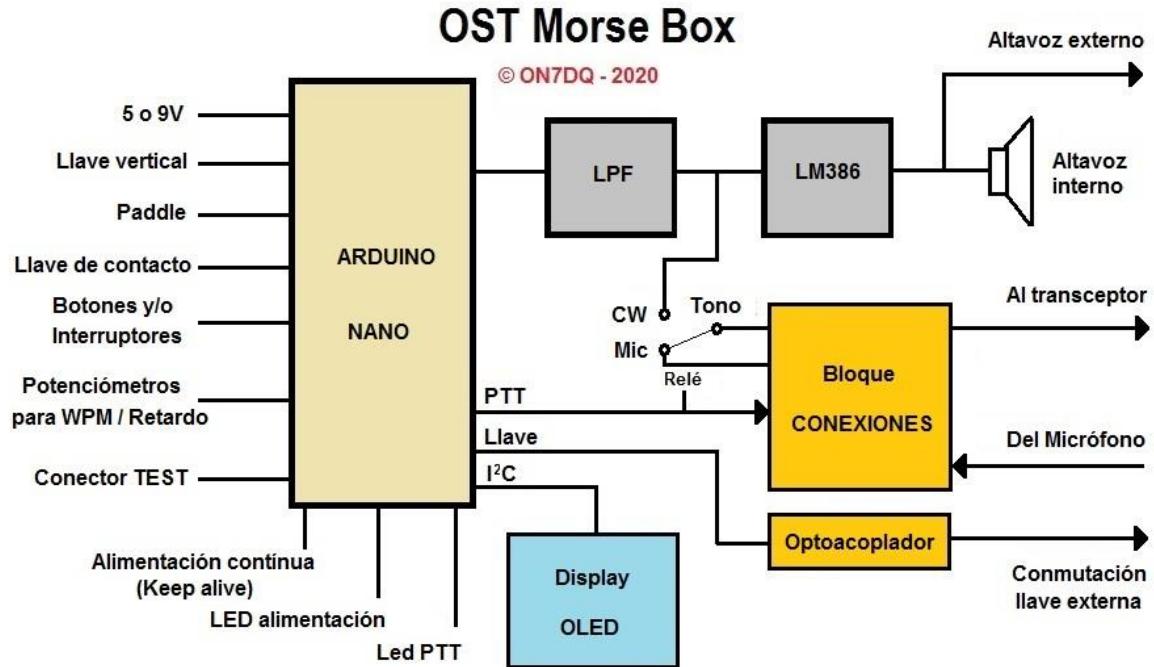
El software y el desarrollo del diseño de PCB ha sido realizado por el miembro del club OST Gilbert, ONL12523. ¡Un gran trabajo; gracias Gilbert! Tuve la idea de la Caja Morse ... construí el primer prototipo, y escribi este manual.

¡Buena suerte en la construcción, y a divertirse utilizando la caja de morse OST!

\* <https://github.com/on7dq/OST-Morse-Box>

Luc, ON7DQ - Junio 2020

## Diagrama de bloques – Operación



## Instrucciones de montaje

Vea los diagramas de circuito y de ubicación de componentes en las últimas dos páginas del manual.

### Versión Mínima

En primer lugar se monta el Arduino y la parte de audio.

Con ello puede generar tono de CW sin transmitir, y tendrá construido un Circuito de práctica del código (Code Practice Oscillator - CPO). Monte primero el Arduino Nano, ¡es el corazón del circuito!

**NOTA :** debe ser del tipo **ATmega328P** CPU, el antiguo ATmega168P no funcionará.

Es muy recomendable utilizar un zócalo (dos filas de conectores hembra), o si no está disponible, soldar el Nano directamente con sus pines en la PCB, pero evite empujarla completamente hacia abajo, es mejor a mitad de recorrido, lo suficiente para soldarla correctamente. De este modo, no necesitará recortar ninguna patilla, y si el Arduino fallase, aún podría recortar las patillas, desoldar y soltarlas una a una para no dañar la placa base PCB.

Imaginamos que está utilizando un Arduino Nano pre-programado. En el caso de emplear un Arduino Nano vacío, vea en el Apéndice 1 instrucciones de como programarlo.

En cuanto a la sección de audio (LM386 y componentes periféricos), se necesita:

R5 y R18 =  $2 \times 5.6 \text{ k}\Omega$

R6 =  $1 \text{ k}\Omega$

R9 =  $10 \Omega$

C3 y C9 =  $2 \times 47 \text{ nF}$

C4, C5 y C10 =  $3 \times 100 \text{ nF}$

C6 y C7 = Elco 100  $\mu\text{F}/10\text{V}$  (o más)

Q1 = transistor NPN BC547B (o equivalente, un 2N2222 también valdría, ¡pero tenga en cuenta el montaje diferente!)

R8 = potenciómetro logarítmico de  $10 \text{ k}\Omega$ , es el control de volumen.

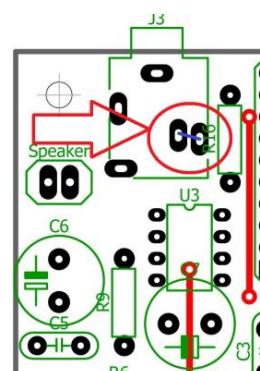
Si no encuentra un potenciómetro logarítmico, use uno lineal, y coloque la **resistencia opcional R19** =  $2.2 \text{ k}\Omega$  (o un quinto del valor de su potenciómetro).

Lea este artículo para ver cómo funciona: <https://www.qrp-labs.com/qcx/qcxmods/qcxvolume>

U3 = LM386N (es mejor montarlo en un zócalo de 8 pines)

J3 = conector 3.5 mm de audio estéreo, para pcb (para el altavoz externo)\*

\* Si no desea usar un altavoz externo o auriculares, necesitará puenteear las patillas siguientes de J3 con un cablecillo (ver la imagen).



Altavoz = un cabezal con 2 pines para conectar el altavoz (o soldar 2 cables directamente al altavoz).

Puede emplear cualquier altavoz pequeño de 8 Ohm / 0.2 a 2W.

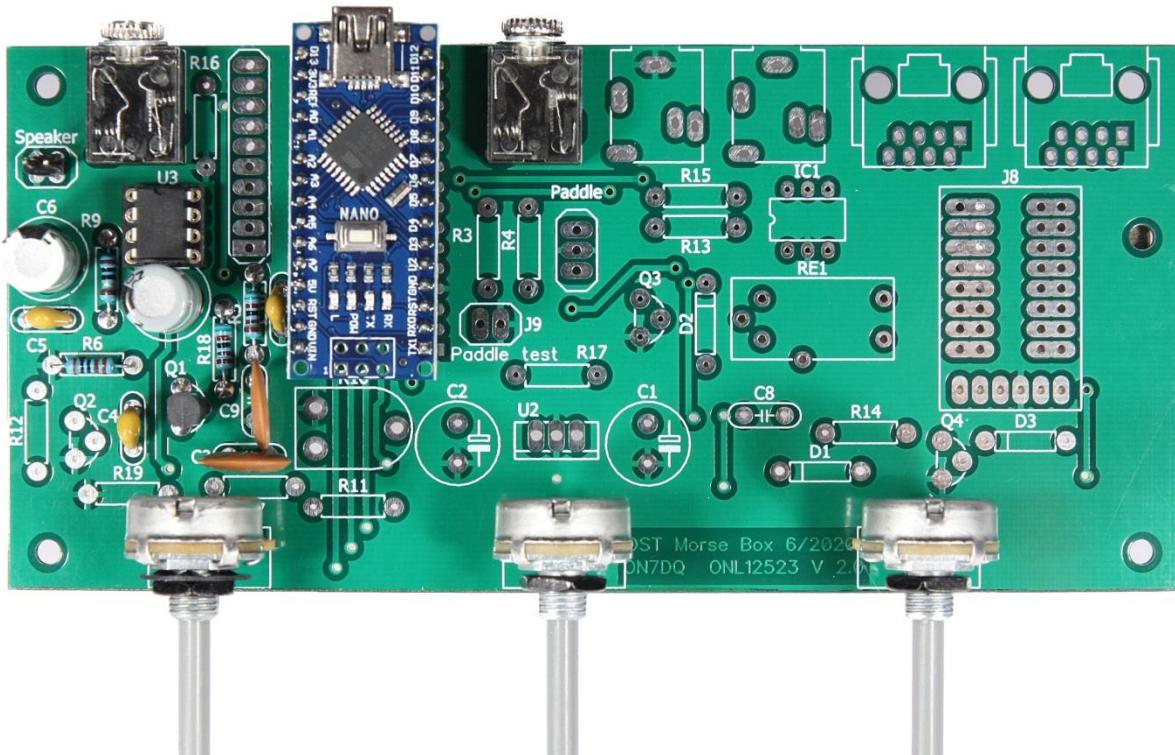
Los potenciómetros R1 (RETARDO) y R2 (WPM) son opcionales, pero muy recomendables.

Monte los dos potenciómetros lineales R1 y R2, ambos = 10 kΩ.

Si no los usa, debe conectar los terminales deslizantes de ambos a masa. Entonces, el software seleccionará los valores por defecto al arrancar.

Mediante los comandos AT (vea el Apéndice 2) todavía podrá ajustar dichos valores. Ese ajuste se grabará en la memoria flash del Arduino, para arrancar con dicho valores la próxima vez. Los potenciómetros siempre tienen preferencia antes que los valores almacenados en la memoria, a no ser que los ajuste totalmente al mínimo.

J1 = conector 3.5 mm audio estéreo, para PCB (Entrada de llave), para emplear una llave Vertical. El Paddle y la llave de contacto sonopcionales (ver más tarde). Cuando haya completado esta fase obtendrá este resultado:



¡Ya está listo para la primera prueba!

Dependiendo de su conocimiento del Arduino IDE usted tiene dos opciones:

**Si tiene conocimiento:** conecte el Arduino al PC, y arranque el IDE. Haga los ajustes necesarios para la Placa y el puerto COM, y abra el monitor serie. Ajústelo a 115.200 Baudios.

**Sin ningún conocimiento de Arduino:** conecte el Arduino a una alimentación externa, un cargador de móvil de 5V o el puerto USB de un PC (solo se emplearán los 5V de suministro).

Conecte una llave vertical a J1 (LLAVE), y ajuste el control de volumen R8 a su posición media.

Al pulsar la llave, debería oír un tono, y si usa el Monitor serie, podrá leer algunos valores.

**¿NO? →** Este problema debe ser solucionado antes de continuar.

Vea el Apéndice 3, o pida ayuda a una persona con conocimientos.

**¿SI? → ¡Enhorabuena!** Continúe con los pasos siguientes.

## Cables y conexionado al transceptor

Ya puede colocar los siguientes componentes.

R7 deberá ser determinado con un ensayo, pero tome  $100\text{ k}\Omega$  como valor de partida. Instálelo un poco sobre la placa PCB.

Si el valor necesitase una gran variación, puede cortar la resistencia y soldar otra diferente sobre los hilos remanentes o retirar cualquier resto previamente al cambio.

Pista: en los primeros ensayos se emplearon los valores que se indican para estos equipos:

Kenwood TM-733E y Yaesu FT-857D :  $100\text{ k}\Omega$

Icom IC-706 MkIIIG :  $10\text{ k}\Omega$

R10 = es un potenciómetro de  $10\text{ k}\Omega$ , con el cual se ajustará la modulación (la desviación del transceptor de FM). Puede hacer este ajuste a oído, o pedir a algún colega un reporte de señal, o de un modo más preciso mediante el llamado método Bessel-cero. Vea el Apéndice 4.

R13 y R14 =  $2 \times 4.7\text{ k}\Omega$

C8 =  $100\text{ nF}$

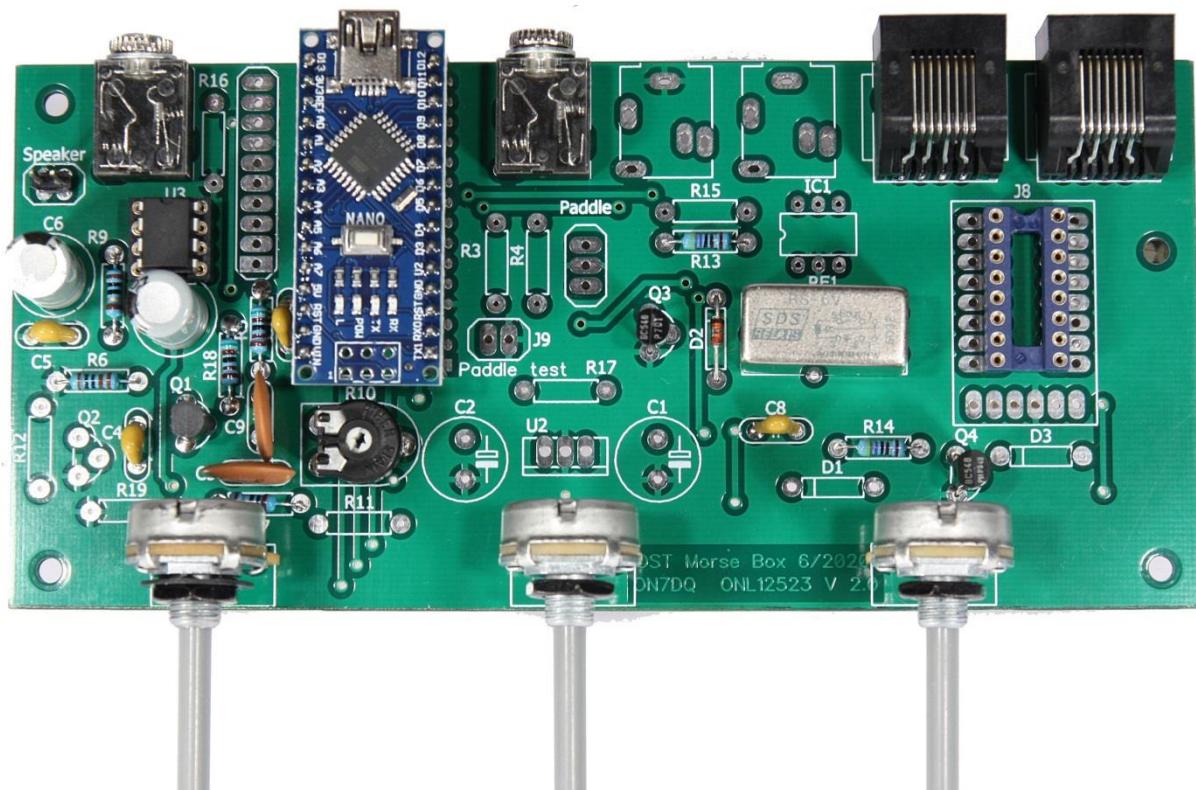
Q3 = NPN transistor BC547B (o equivalente)

Q4 = NPN transistor BC547B (o equivalente)

D2 y D3= diodo 1N4148 (D3 también puede ser un cable, p.ej. para un IC-251E; ver "Solución de problemas")

Relé OMRON G5V-1 5VDC, este es el relé que conmuta entre MIC/CW (nota: observará en las fotografías con el prototipo que se usó otro relé). En reposo, este relé conectará el micrófono, de modo que el equipo se puede usar para operación por voz, incluso cuando el Morse Box no está alimentado.

En este momento verá así la placa:



Ahora llega la parte más difícil... el conexionado con el transceptor.

En la placa PCB hay una zona espaciosa de conexiones, J8, denominada Bloque de Conexiones (Jumper Block), con los cuales podrá conectar cualquier transceptor. Estudie cuidadosamente el diagrama que figura a continuación.

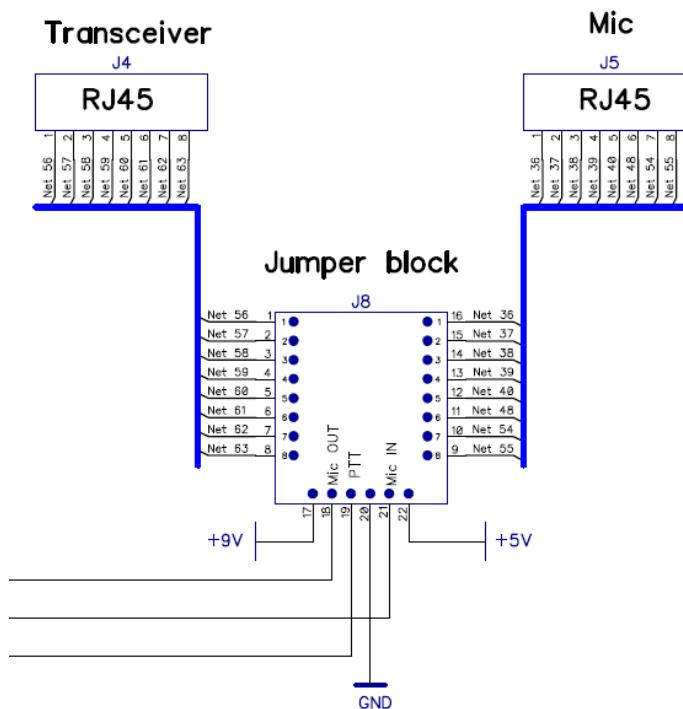
Hacia la izquierda encontramos las conexiones al transceptor, a la derecha las conexiones que llegan del micrófono. En la parte inferior están las conexiones a la caja de Morse.

Cuatro de ellas son esenciales: **Mic In, Mic Out, PTT y GND**.

Las demás son opcionales:

+9V es para obtener alimentación del transceptor o de una fuente externa de alimentación

+5V es para alimentar cualquier circuito adicional conectado a la entrada del micrófono, por ejemplo un micrófono de sobremesa, o un teclado de tonos DTMF, o un keyer de voz ....



¡Vea todas las posibilidades y elija la que necesita su equipo!

Si su equipo tiene un jack de micrófono del tipo RJ-45, lo mejor es colocar dos conectores RJ-45 (J4 y J5) en la PCB. En cambio, si su equipo tiene un conector circular clásico, no necesita instalar el RJ-45 sino un conector de chasis en el que se puede enchufar su micrófono y añadir el cableado necesario directamente a los terminales en la PCB. Para conectar el transceptor, añada un cable con el mismo conector de micrófono que el que requiera, y desde ese conector haga igualmente las conexiones directamente a la PCB. Asegúrese de colocar alguna retención para proteger los cables de tensiones. Alternativamente, podría cortar un cable corto Ethernet por la mitad, y montar un conector redondo de micrófono. Así podría mantener en la Caja Morse el conector RJ-45 (en J4, Transceptor).

J8, el Bloque de Conexiones podría también completarse con un zócalo de IC de 16 pines aunque no se requiere...

NOTA: debe comprobar el manual de su transceptor para conocer la disposición de los pines del micrófono, para realizar las conexiones correctamente, incluso aquellas que no se emplean en la Caja Morse.

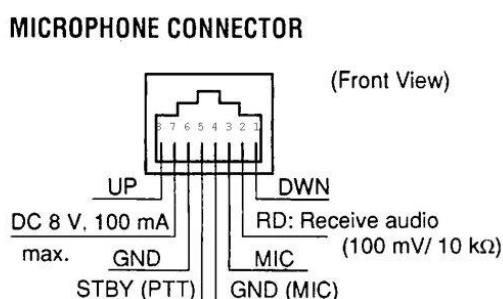
Ejemplos típicos de esto son: suministro de tensión para el micrófono electret (en ocasiones la alimentación DC está en la patilla MIC line, otras veces lleva un cable aparte), las teclas UP/DOWN, las teclas PF (funciones programables), el botón CALL (llamada), un teclado DTMF, ... . No podemos discutir todos los posibles casos aquí, pero trataremos de añadir soluciones encontradas por otros usuarios en las próximas ediciones de este manual. ¡Irán apareciendo! Esta página web es una fuente adecuada para consultar acerca de las conexiones: <https://www.qsl.net/g4wpw/date.html> En la próxima sección encontrará un ejemplo de un transceptor de cada uno de los tres mayores fabricantes: Kenwood, Icom y Yaesu.

### **Kenwood**

Conexión mediante RJ-45 para un **Kenwood TM-733E**.

Conforme al manual de usuario se obtienen las siguientes conexiones del micrófono.

Atención: el conector se muestra dibujado boca abajo respecto del que monta el PCB del proyecto:



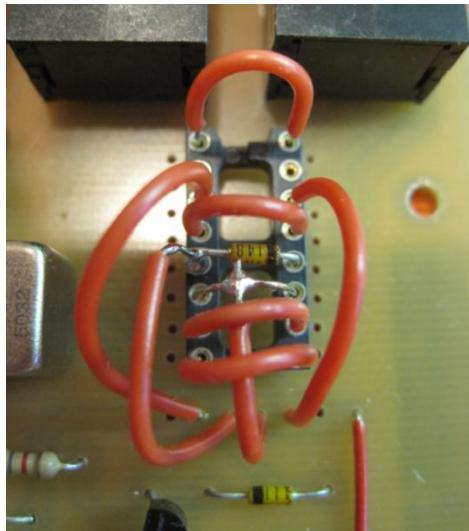
De modo que se obtiene esta tabla:

Pin 1	DWN
Pin 2	(RX audio)
Pin 3	MIC
Pin 4	MIC GND
Pin 5	PTT
Pin 6	PTT GND
Pin 7	DC 8V
Pin 8	UP

En el Bloque de Conexiones, hay que colocar los siguientes puentes, que pueden hacerse con trocitos cortos de cable, si ha instalado un zócalo de IC, o alternativamente se pueden soldar dichos cablecillos en los terminales de la PCB. Los números entre paréntesis se refieren a la numeración del Bloque de Conexiones.

- DWN (1) – (16)
- nada (2)
- MIC (3) Lado del Transceptor, a MIC OUT (18)
- MIC (14) Lado del Micrófono, a MIC IN (21)
- MIC GND (4) – (13)
- PTT (5) – (12), vía un diodo D3 = 1N4148, con el cátodo hacia el MIC (12), y también PTT (5) del lado del Transceptor al PTT (19)
- GND (6) – (11), y también hacia el GND de la PCB de la Caja de Morse (20)
- DC 8V (7) – (10)
- UP (8) – (9)

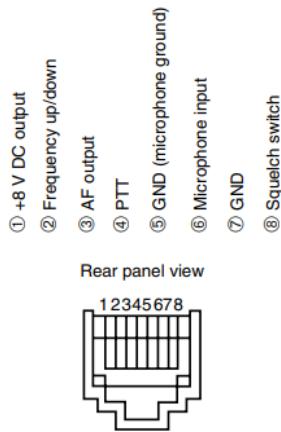
Puede parecer más complicado de lo que realmente es. ¡Si tiene cualquier duda consúltenos! Para la R7 seleccionamos 100 kΩ. Este es su aspecto al completar la instalación:



**Kenwood Bloque de Conexiones**

### Icom

Veamos el conexionado para un **Icom IC-706 MkIIIG**. Según figura en el manual:



Por lo tanto se necesitan hacer las siguientes conexiones:

- +8V (1) - (16)
- UP/DWN (2) - (15)
- nothing (3)
- PTT (4) - (13), vía un diodo D3 = 1N4148, con el cátodo hacia el lado MIC (13), y también PTT (4) del lado del Transceptor al PTT (19)
- MIC GND (5) – (12)
- MIC (6) del lado del Transceptor, al MIC OUT (18)
- MIC (11) del lado del Micrófono, al MIC IN (21)
- GND (7) – (10), y también hacia el GND de la PCB de la Caja de Morse (20)
- nada (8)

En nuestros ensayos, se redujo el valor de R7 a 10 kΩ, para obtener una modulación aceptable. Este es su aspecto terminado para Icom:

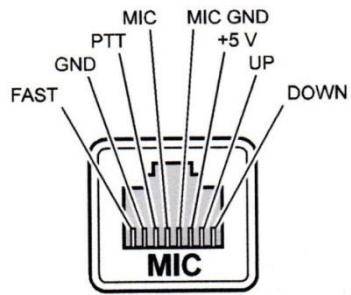


## Icom Bloque de Conexiones

### Yaesu

Usaremos un **Yaesu FT-857D** para el ejemplo. Las conexiones en la clavija MIC son como siguen. De nuevo, el conector está representado boca abajo, así que se resume en esta tabla:

Pin 1	DWN
Pin 2	UP
Pin 3	+5 V
Pin 4	MIC GND
Pin 5	MIC
Pin 6	PTT
Pin 7	PTT GND
Pin 8	FAST



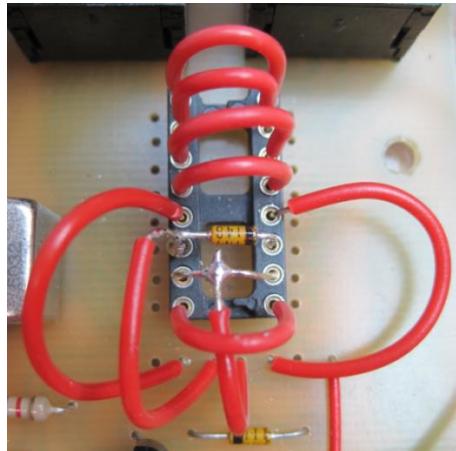
**ATENCIÓN:** Yaesu especifica una corriente máxima de solo 10 mA para la línea +5V, esto **NO ES ADECUADO** para la Caja de Morse. Compruebe cuidadosamente en caso de emplear otro modelo de Yaesu.

Las conexiones son:

- DWN (1) - (16)
- UP (2) - (15)
- +5 V (3) - (14)
- MIC GND (4) - (13)
- MIC (5) del lado del Transceptor, al MIC OUT (18)
- MIC (12) del lado del Micrófono, a MIC IN (21)
- PTT (6) - (11), vía un diodo D3 = 1N4148, con el cátodo al lado del MIC (11), y también PTT (6) del lado del Transceptor al PTT (19)
- GND (7) - (10), y también hacia el GND de la PCB de la Caja de Morse (20)
- FAST (8) - (9)

R7 se mantiene con 100 kΩ.

Y este es el aspecto para el equipo Yaesu:



**Yaesu Bloque de Conexiones**

## Opciones

Cada una de las siguientes opciones pueden usarse independientemente. ¡Escoja las que desee!

### Display OLED

Un pequeño display OLED de 128x64 píxeles se controla mediante el bus I<sup>2</sup>C. En él podrá leer el ajuste del DELAY y de WPM, así como los caracteres aleatorios del generador para practicar. Para ahorrar memoria, se emplea una librería de ASCII; solo es posible mostrar texto en el display.

La conexión es muy simple; solo se necesitan cuatro cables: **GND, Vcc, SDA y SCL**.

[Nota: la Vcc para el display es 3.3V, aunque puede tolerar hasta 5V. El I<sup>2</sup>C del Arduino también emplea 5V, pero dado que solo se requiere un trabajo del I<sup>2</sup>C lines "low" o se mantienen "flotantes", no habrá 5V en las vías del I<sup>2</sup>C del display, de modo que no es ningún problema.]

Puede soldar los cables directamente al display, o usar cabezales macho y hembra de su elección. Conecte los cuatro cables al cabezal J6, que se localiza entre el Arduino Nano y el conector del Altavoz EXTERNO, jack J3. El PIN 10 es el más cercano al contorno trasero de la PCB.

PIN 1 a SCL  
 PIN 2 a SDA  
 PIN 6 a Vcc  
 PIN 7 a GND

### Manipulador Normal

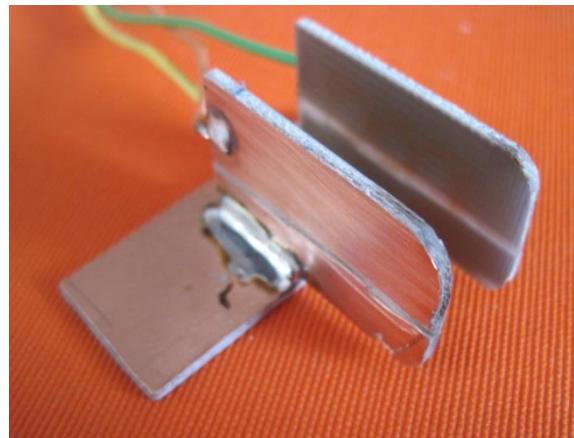
Coloque un jack estéreo de 3,5 mm en J2, eso es todo lo que necesita para enviar morse directamente...

### Manipulador por contacto (Touch paddle)

Puede preparar un manipulador de contacto como el de la figura.

Consiste en tres piezas hechas con placa de circuitos. Dos de ellas forman los contactos, que se aíslan de la placa de "tierra" haciendo una ranura de 2 mm del cobre en horizontal. Cree su diseño, pero asegúrese de tener la tierra cerca de ambos contactos; esto forma un pequeño condensador necesario para poder hacerlo trabajar.

Monte las resistencias **R3** y **R4**, ambas de  $1\text{M}\Omega$ . Instale un cabezal de 2-pines en el Puente Test **J9**, y si lo desea, un cabezal de 3 pines en el "manipulador".



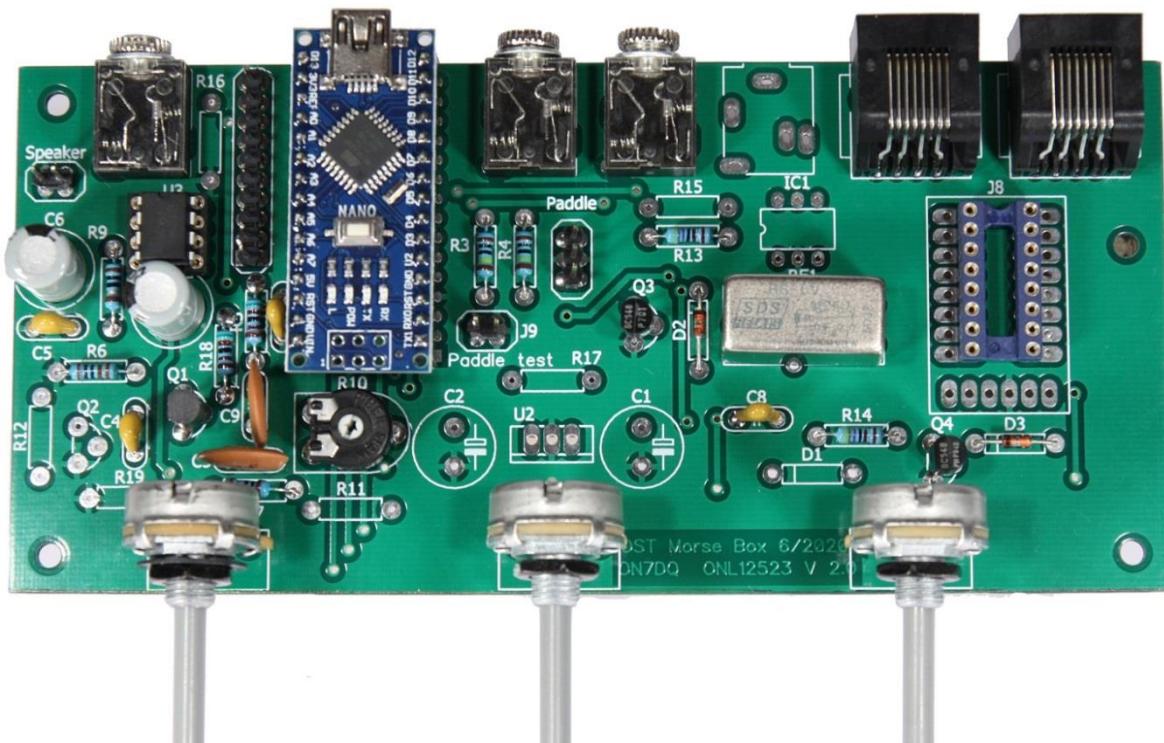
**¿Cómo funciona?** El Arduino envía +5V en el pin de salida D9, y mediante las dos resistencias los pequeños condensadores se cargarán. El tiempo de carga se mide; cuando no se toca el manipulador ese tiempo es muy breve. Cuando se toca, se amplía ese tiempo y se identifica como un contacto.

Conecte el manipulador de contacto al cabezal de 3 pines identificado como "**Paddle**" en la PCB (está junto a R3/R4), o suelde los cables directamente en la PCB. El pin central es GND. Deberá comprobar cuál es el contacto de PUNTO y de RALLA, y conectarlo según sea diestro o zurdo (también puede modificarlos a través del software mediante el comando AT+, vea el Apéndice 2).

**NOTA:** monte el manipulador cerca de la placa PCB (normalmente **dentro** de la caja), conectada con **cables cortos**. No lo conecte con un cable largo (lo cual produciría demasiada capacitancia).

Para verificarlo hay una función de test del manipulador; lea el "Manual de operación", página 21.

Después de instalar estas opciones tiene este resultado, no se muestran los componentes externos:



## Entrada DC y regulador de voltaje

**AVISO: LO QUE SIGUE PUEDE DAÑAR SU TRANSCEPTOR  
¡USE ESTA OPCIÓN BAJO SU RESPONSABILIDAD!**

Si desea alimentar el circuito desde la línea del micrófono de su transceptor, primero necesita comprobar dos cosas:

- ¿Tiene un voltaje adecuado disponible en ese conector, y si es así, qué voltaje es?
- ¿Cuál es la máxima corriente que puede obtener de esa conexión? Necesita hasta 70 mA.

P. ej.: en el Kenwood TM-733E hay 8V disponibles con un límite máximo de 100 mA.

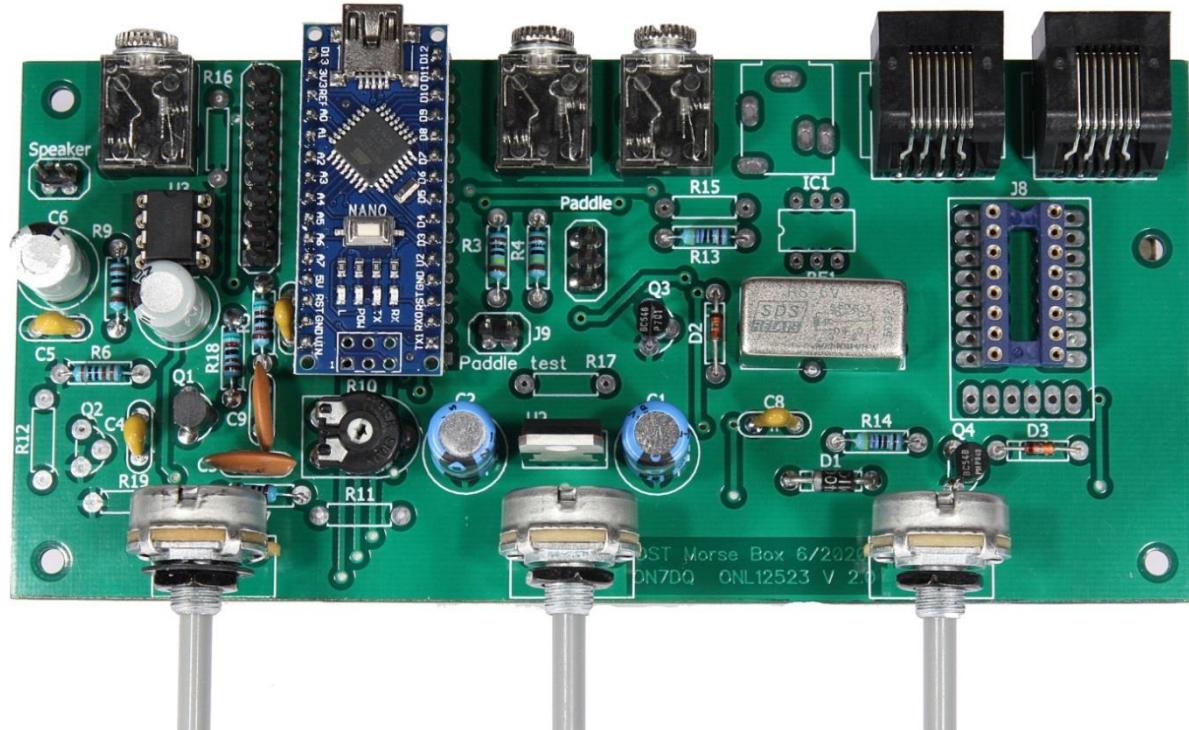
Si piensa que tiene un margen seguro, y si el voltaje del transceptor es, por ejemplo, de **+13.8V**, puede instalar el regulador de voltaje U2 = LM7808. No se necesita disipador de calor. Cuando el voltaje sea directamente de **8V**, puede omitir dicho regulador. Ponga un Puente entre el terminal de entrada y de salida del LM7808, o mejor aún, coloque un pequeño fusible de 100 mA ahí (fusible normal o polyfuse).

En todos los casos necesitará el diodo D1 = 1N4007, y los condensadores electrolíticos C1 = 100 µF/25V (o más) y C2 = 10 µF/16V (o más).

Haga una conexión en el Bloque de Puentes de la línea +9V (pin 17) al pin adecuado en J4 – lado del Transceptor.

**Nota:** esta opción también puede usarse para conectar una fuente de alimentación separada, por ejemplo un transformador de pared de 12 V, o posiblemente una conexión directa a la misma fuente de 13,8 V que emplea nuestro transceptor. Compruebe que el cordón del alimentador está asegurado. Ponga el voltaje en el pin +9V (17) en el Bloque de Puentes, pero cuidado; ¡no lo conecte al transceptor o a los pines del micrófono!

Con el regulador montado, así es el aspecto de la placa ahora:



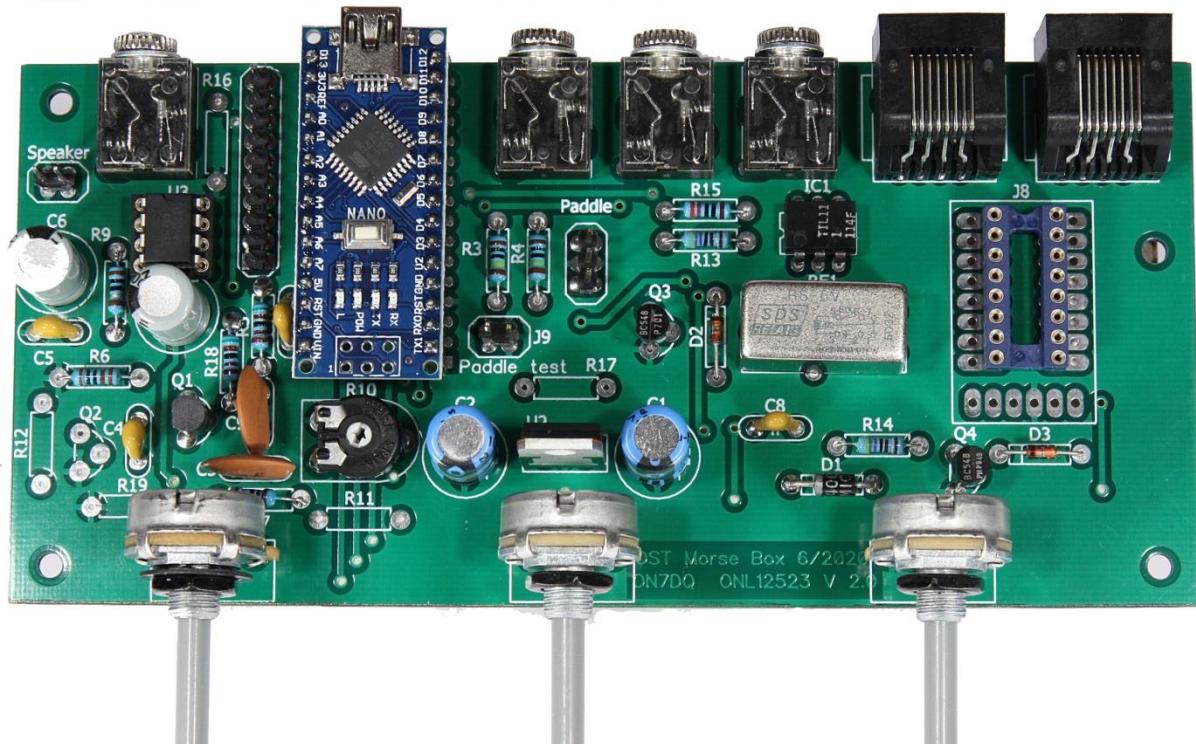
## Salidas de CW del Transceptor

La caja de Morse se puede emplear también como un CW electronic keyer básico, p. ej. para controlar un transceptor casero de QRP, un transmisor de baliza, etc.

Para ello se necesitan: R15 = 220Ω, IC1 = optoacoplador TIL111, CNY17, o equivalente (en un zócalo de 6 pines si lo prefiere).

Monte también J7 = el conector para la llave, una clavija estéreo de 3.5 mm, con la patilla KEY OUT = PUNTA del jack.

Veamos como va creciendo, ¡casi está terminado!



## Circuito activo "Keep Alive"

Cuando se alimenta el circuito desde la así llamada batería externa (power bank), podría ocurrir que dicha batería se apague automáticamente si la corriente fuese muy pequeña. La Caja de Morse emplea solo cerca de 10 mA en reposo.

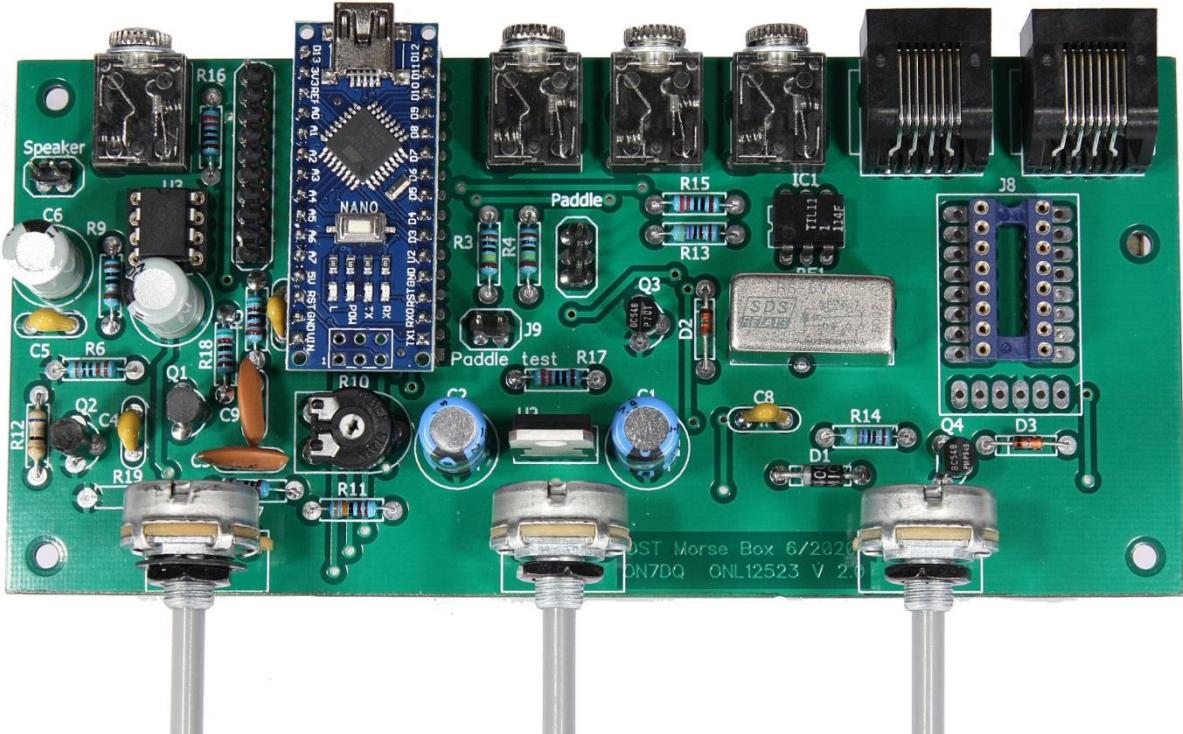
El circuito de alimentación active "Keep Alive" absorbe una corriente de 80 mA cada 10 segundos durante 300ms, esto hace que la mayoría de baterías externas se mantengan en marcha sin desconectarse..

Para este propósito, monte R11 = 3,3kΩ, Q2 = BC547B (o equivalente) y R12 = 68Ω.

**Nota:** use esta opción solo si la va a necesitar, el circuito podría provocar un ligero zumbido en el altavoz.

Sería mejor desacoplar la línea de alimentación del LM386 (con una resistencia en serie y un condensador extra) para prevenir dicho zumbido, pero parece útil mantener esta indicación sonora de que la Caja sigue alimentada por si se le olvida que sigue conectada a la batería externa.

¡Y con esta última opción, la placa está completamente terminada!



## Funciones extras

### Botones e interruptores

Las entradas **A1**, **A2** y **A3** en el Arduino siguen disponibles, de modo que añadimos algunas características adicionales.

Todas las conexiones se hacen en el conector J6, vea el diagrama en la siguiente página.

Cada función necesitará un pulsador a tierra para hacer la conexión con un toque, o en su lugar, un interruptor para mantener la operación de continuo. Vea también el Manual de operación en la página 21.

#### A1. Generador aleatorio de Morse (J6 pin 5)

Con un pulsador de la línea A1 a GND, se generarán un grupo de caracteres de CW por cada pulsación. Éstos serán letras, números o caracteres del tipo "prosigns".

El número de caracteres será además variable, para que sea más interesante.

Si desea generar más grupos, podrá mantener pulsado el botón, o alternativamente, podría montar un interruptor en paralelo sobre dicho pulsador.

PISTA: hay un montón de útiles interruptores que combinan juntos la opción de pulsar con la de mantener. Hacia una dirección el botón retrocederá a reposo (= pulsador), mientras que en la otra dirección el botón se mantendrá enclavado, P.ej. vea este modelo

encontrado en <https://reichelt.de/>



item-no.: MS 500D

Toggle switch, 1-pin, 6 A - 125 V AC, on-off-(on)

■ Type:	Miniature tumbler switch
■ Design:	ON - OFF - (ON)
■ Pole number:	1
■ Connection:	
■ Soldered/plug connection	
■ Load limit:	125 V AC 6 A
■ Mounting:	M6x0.75
■ Boring aperture:	6.2 mm
■ Material:	Fine silver contacts
■ Length:	13 mm

Puede comprobar en un Monitor Serie y en el display OLED los caracteres que se han escuchado.  
**NOTA:** ¡durante la práctica, el PTT también se activará! Es necesario apagar el transceptor. También puede añadir un interruptor para desconectar el PTT si solamente desea entrenarse en casa, y así mantendrá la posibilidad de hacer qso por voz con su transceptor. Dicho interruptor debe interrumpir la línea 19 en el Bloque de Puentes.

### A2. Baliza o Memoria de Mensajes (J6 pin 4)

Se realiza una operación similar a A1.

Coloque un pulsador para una sola transmisión de un texto de baliza de hasta 80 caracteres.

Coloque un interruptor (en paralelo al pulsador) para enviar continuamente el mensaje, ajustando el tiempo de repetición con BTIME mediante el Monitor Serie. El texto solamente se puede programar a través del Monitor Serie, no puede memorizarlo usando la llave. Sin embargo, no necesita el Monitor Serie para transmitir el texto previamente grabado. Vea el Apéndice 2 para los comandos AT correspondientes. También hay un programa de Windows para hacer esta función.

### A3. (J6 pin 3)

No está asignado a ninguna función por ahora. ¡Envíenos sugerencias si tiene alguna idea interesante!

#### LED's

Hay dos conexiones más en J6, para 2 LED's.

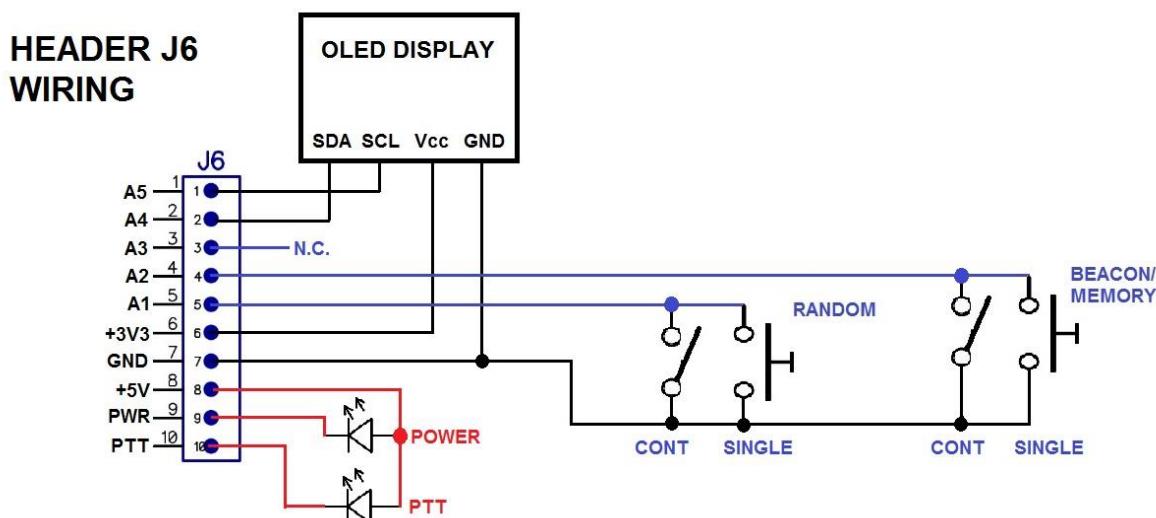
Coloque las resistencias necesarias de  $220\ \Omega$  (o superiores) en la PCB en R16 and R17.

Los LED's se conectan con el ánodo a +5V en **J6 – pin 8**

El **POWER LED** (indicador de alimentación) conecta con el cátodo a **J6 – pin 9**

El **TX LED** (indicador de PTT) conecta con el cátodo a **J6 – pin 10**

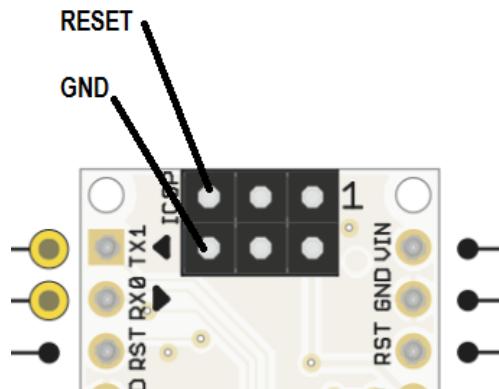
El siguiente diagrama muestra todas las conexiones que se pueden hacer en J6.



## Botón Reset

Se puede resetear el Arduino mediante su propio botón incorporado, pero después de montarlo dentro de la caja de este proyecto, el botón ya no queda accesible.

Si cree que lo puede necesitar, se podría añadir un botón externo de reset para el Arduino. La línea de reset está disponible en el pin 5 del cabezal ICPS de Arduino Nano, vea la figura. GND está Disponible en el pin 6.



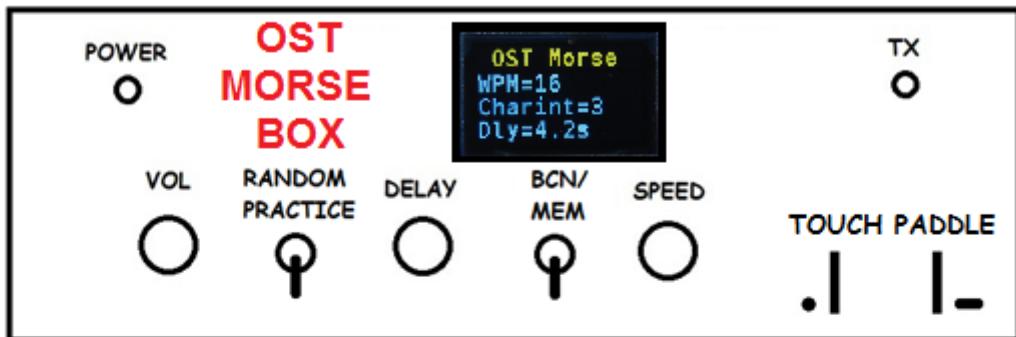
Arduino también se puede reiniciar interrumpiendo su alimentación, o reiniciando el Monitor Serie, y también con el botón Reset en el programa de Windows.

## Añadir una caja para el proyecto ...

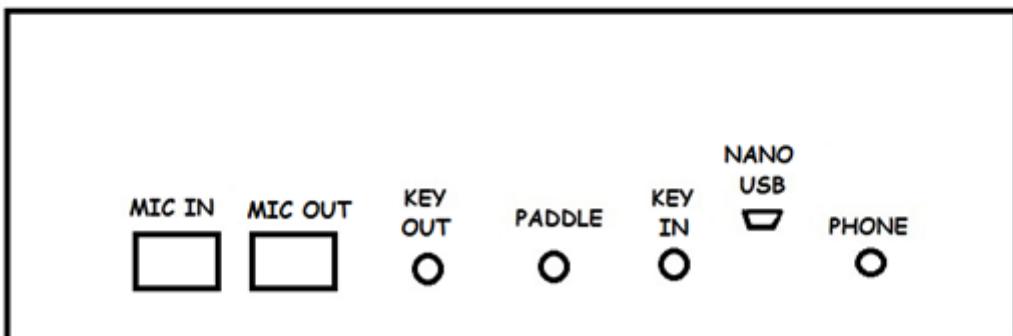
Puede optar por instalar su proyecto de Morse dentro de una caja. Puede buscar una comercial o construirla por sus propios medios.

Como cada uno puede seleccionar distintas opciones a la hora de montar este proyecto, no hay una manera única de preparar dicha caja, solo comentaremos algunas ideas básicas.  
Aquí ofrecemos una opción “artística” del aspecto que podría tener, en vista frontal y trasera.

### FRONT



### BACK

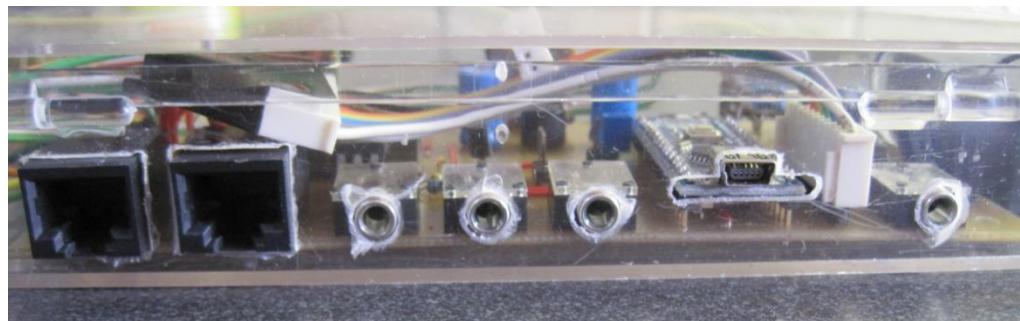


Así quedó terminado un prototipo dentro de una caja de plástico:

No tiene un aspecto demasiado estético o profesional, pero es muy ‘didáctico’, y permite ver el circuito desde todos los lados...



Así quedan los conectores por detrás:



**Reto:** ¿ha preparado una caja interesante?

Envíe una foto a ON7DQ, quien publicará una nota en su blog y quizá se incorpore más adelante a este manual.

[Actualización, Julio 2020] ¡Gilbert hizo esta caja con un toque muy profesional!

Tiene una fuente de alimentación lineal incorporada, pero no lleva un manipulador de contacto.



## Lista de componentes

\* Algunos componentes necesitaran ser determinados en un test, o elegidos según las opciones de su Proyecto; vea el manual de montaje. Esta lista no incluye: varios pines o cabezales + cables para conectar dispositivos externos, no materiales para el manipulador por contacto, etc. En la columna vacía de la izquierda puede ir marcando los componentes según los va instalando.

	Ref	Valor/Tipo	Notas		Ref	Valor/Tipo	Notas
	C1	100uF			R1	Potm 10k lin	Delay
	C2	10uF			R2	Potm 10k lin	WPM
	C3	47n			R3	1M	
	C4	100n			R4	1M	
	C5	100n			R5	5k6	
	C6	100uF			R6	1k	
	C7	100uF			R7 *	10k of 100k	Ver manual
	C8	100n			R8 *	Pot 10k log, or 10k lin	Ver manual
	C9	47n			R9	10	
	C10	100n			R10	Trimmer 10k	Tipo plano
					R11	3k3	
	D1	1N4007			R12	68	
	D2	1N4148			R13	4k7	
	D3 *	1N4148	PTT diodo		R14	4k7	
					R15	220	
	IC1	TIL111			R16	220	
					R17	220	
	J1	Jack 3,5 mm	Key		R18	5k6	
	J2	Jack 3,5 mm	Paddle	(R19 *)	(2k2)		Ver manual
	J3	Jack 3,5 mm	Altavoz ext				
	J4	RJ45 plug	Transceptor		RE1	G5V-1 5VDC	OMRON
	J5	RJ45 plug	Mic		SPKR	Cabezal 2 pins	Altavoz
	J6	Header 10p	OLED, Botones, LEDs		U1	Arduino Nano	
	J7	Jack 3,5 mm	Keying OUT		U2 *	LM7808, o puente, o fusible	Ver manual
	J8	Jumper block	(16p IC socket)		U3	LM386N	
	J9	Header 2 pin	Paddle TEST		OLED	Display 0.96"	128X64
					LED Green	Power ON	
	Paddle	Header 3 pin	Touchpaddle		LED Red	PTT ON	
					Misc.		
	Q1	BC547B	o		USB-A naar	Mini-USB	Cable
	Q2	BC547B	equivalente		RJ-45	Ethernet cable	50cm a 1m
	Q3	BC547B	NPN		5V Supply	Powerbank u	otra fuente
	Q4	BC547B	transistor		Buttons,	Switches	Ver manual

## Manual de operación

En este manual, se asumirá que ha instalado todas las opciones, y que sabe cómo utilizar el Monitor Serie.

Al arrancar, bien sea conectando la alimentación o tras pulsar el botón reset del Arduino, la pantalla OLED mostrará brevemente el número de versión durante 1 segundo, y después los parámetros.



El Monitor Serie muestra los siguientes ajustes:

```
COM11
|
OST Morse Box Ver. 1.4 Copyright (c) ON7DQ Luc & ONL12523 Gil

TONE_FREQ = 850 Hz AT+FREQ=
WPM = 16 AT+WPM=
CHAR_INTERVAL = 3 AT+CHARINT=
PTT_DELAY = 2950 mS AT+DELAY=
PADDLE = Normal AT+PADDLE=
BEACON_TEXT = <Empty> AT+BTEXT=
BEACON_DELAY = 120 Sec AT+BTIME=
```

El significado de estos valores es (vea también el Apéndice 2):

- TONE\_FREQ La frecuencia del tono almacenado en la EEPROM.
- WPM El ajuste del potenciómetro R2. Cuando no hay un potenciómetro conectado se muestra el valor almacenado en la EEPROM.
- CHAR\_INTERVAL El espaciado de caracteres almacenado en la EEPROM.
- PTT\_DELAY El retraso del PTT en milisegundos, según el ajuste del potenciómetro R1. Cuando no hay un potenciómetro conectado, se muestra el valor almacenado en la EEPROM.
- PADDLE El ajuste almacenado en la EEPROM.
- BEACON\_TEXT El texto de baliza almacenado en la EEPROM (máx. 80 caracteres)
- BEACON\_DELAY El tiempo de repetición de la baliza en segundos, almacenado.

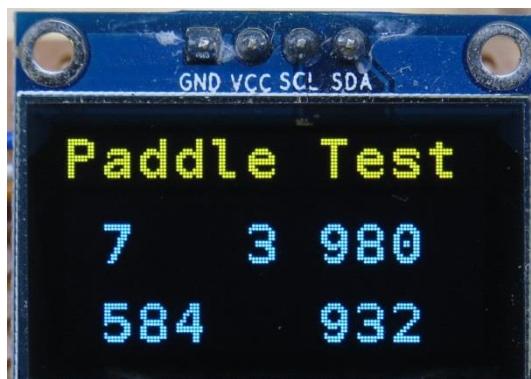
En el display OLED, solo se muestran los siguientes ajustes:



- WPM El ajuste del potenciómetro R2. Cuando no hay un potenciómetro conectado se muestra el valor almacenado en la EEPROM.
- Charint El espaciado de caracteres, almacenado en la EEPROM
- Dly retraso del PTT en segundos

#### **Modo de test del Paddle, después de reiniciar con un Puente en J9 (= Arduino D2 a masa)**

Ésta es una rutina de ensayo para comprobar el funcionamiento de los sensores capacitivos.



La segunda línea en pantalla muestra:

- Primer número: tiempo en milisegundos de las rutinas de los sensores capacitivos
- Segundo número: valor al tocar la pala izquierda
- Tercer número: valor al tocar la pala derecha

La tercera línea en pantalla muestra:

- Primer número: ajuste del potenciómetro R2 - WPM, valor = 0 a 1010
- Segundo número: ajuste del potenciómetro R1 - DELAY, valor = 0 a 1010

Cuando se emplea el Monitor Serie, se mostrarán los mismos valores.

No olvide retirar el puente después de este ensayo, y resetear el Arduino.

## Operación con llave vertical o Paddle

Al pulsar la llave vertical, el relé de audio se enciende, se engancha la línea PTT y el tono de audio comienza. El temporizador de PTT también se carga conforme al valor del PTT\_DELAY.

Por lo tanto si la llave permanece pulsada (por usted o... ¡por su gato!), el transceptor solo se desconectará después de eximir el tiempo del PTT\_DELAY.

En cuanto al Paddle Keyer, éste envía puntos y rallas conforme al valor de ajuste de WPM.

Los puntos y rallas enviados se muestran en el monitor Serie.

Lea más acerca de los ajustes temporales del Código Morse aquí: [Morse World](#)

## Práctica aleatoria del código

¡La caja de Morse OST también incluye un práctico entrenador de CW!



Conecte A1 a GND con un pulsador o un interruptor. Este pin está disponible en el cabezal J6.

Recuerde que durante las practicas, el PTT también se activa, para permitir la transmisión de estas sesiones de entrenamiento.

Si no desea dicha retransmisión, apague su transceptor, o añada un interruptor adicional en la línea PTT hacia el transceptor (vea el manual de montaje).

Un toque sobre el **botón** generará un solo ejercicio de práctica. Es recomendable disminuir al mínimo el PTT\_DELAY, porque el siguiente ejercicio comenzará cuando el temporizador PTT\_DELAY sea rebasado.

Mediante el uso de un **interruptor**, podrá generar código aleatorio de modo continuo.

El bloque aleatorio de Código se crea y envía conforme a su ajuste del valor de WPM. Las letras se mostrarán inmediatamente en el Monitor Serie. En el display OLED solo aparecerán al concluir el bloque del ejercicio. El ajuste del PTT\_DELAY determina el tiempo entre los ejercicios sucesivos.

No olvide desconectar el interruptor cuando haya concluido su práctica, especialmente si la está transmitiendo.

También puede interrumpir los ejercicios pulsando la llave / paddle de morse.

Tras unos 30 segundos, la pantalla de información se muestra nuevamente en el display OLED.

El código aleatorio se compone como sigue:

- Dos letras, un dígito, tres letras, a veces terminadas con un /P
- Caracteres aleatorios de entre 3 a 9 letras
- Números aleatorios, de entre 2 a 7 dígitos
- Tres letras, un signo de puntuación y una letra
- Uno de estos tres prosigns:  
 # = <AR>  
 \$ = <BT>  
 % = <SK>

### Modo de Baliza / Mensaje de Memoria



Conecte A2 a GND con un pulsador o un interruptor. Este pin está disponible en el cabezal J6.

El mensaje de baliza, de hasta 80 caracteres se almacena en la EEPROM.

El mensaje por defecto está vacío, y nada se transmitirá.

Si se programa un mensaje de texto, se transmitirá conforme al ajuste de WPM.

Con un **pulsador en A2**, la baliza se envía una sola vez.

De modo que podría usarlo como una memoria básica, p.ej. para una llamada CQ.

Aquí, de nuevo, se recomienda ajustar el PTT\_DELAY al mínimo.

Con un **interruptor en A2**, el mensaje de baliza se transmitirá de modo continuo.

El temporizador de la baliza se carga en el valor BTIME de la EEPROM. Este tiempo en segundos se contabiliza desde el inicio al inicio del texto de la baliza, de modo que la pausa entre transmisiones es la diferencia entre:

*BTIME – duración del mensaje.*

No hay limitación del tiempo o del número de transmisiones, así que ¡asegúrese de cumplir con la normativa para estaciones automáticas desatendidas en su país!

El display OLED y el Monitor Serie muestra los caracteres del mensaje en progreso.

Puede interrumpir la transmisión en cualquier momento; toque simplemente la llave o paddle.

Tras unos 10 segundos, la pantalla de información se muestra nuevamente en el display OLED.

## Modo Serie



En el Monitor Serie, además de los comandos AT, puede también enviar texto regular, o pegarlo desde un fichero de texto. Ese texto se enviará a la Caja de Morse vía la línea Serie USB. Termine su texto con un CR/LF (la Tecla <Enter>).

Los caracteres son enviados inmediatamente conforme al ajuste de WPM.

La Tecla de flecha <UP> le permite recuperar todo el texto escrito anteriormente (mientras no cierre el Monitor Serie). ¡Esta es una especie de **memoria sin límite!**

En el display OLED y en el Monitor Serie, los caracteres se muestran según se transmiten. Puede interrumpir la transmisión en cualquier momento; toque simplemente la llave o paddle.

Tras unos 10 segundos, la pantalla de información se muestra nuevamente en el display OLED.

## Control de Audio/PTT

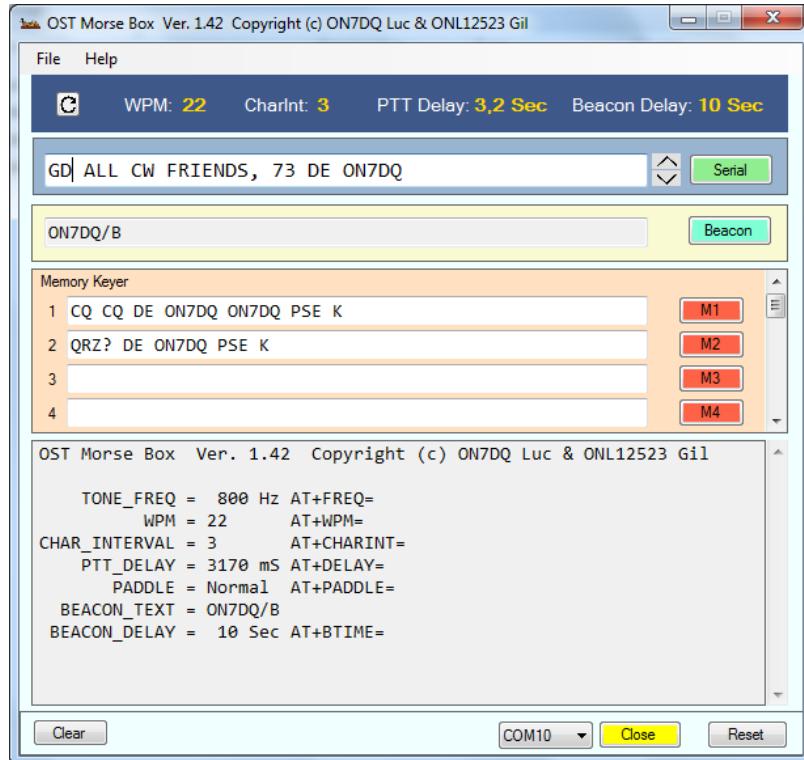
En los modos Aleatorio, Baliza y Serie, el relé de audio y la línea PTT se conectan 250 ms antes de que se genere el tono. El final del tono siempre es conforme al ajuste del PTT\_DELAY.

## Programa de Windows

Gilbert ha creado un cómodo programa en Windows, que le permitirá controlar la Caja de Morse OST. De este modo no necesita saber nada de Arduino ni de programación.

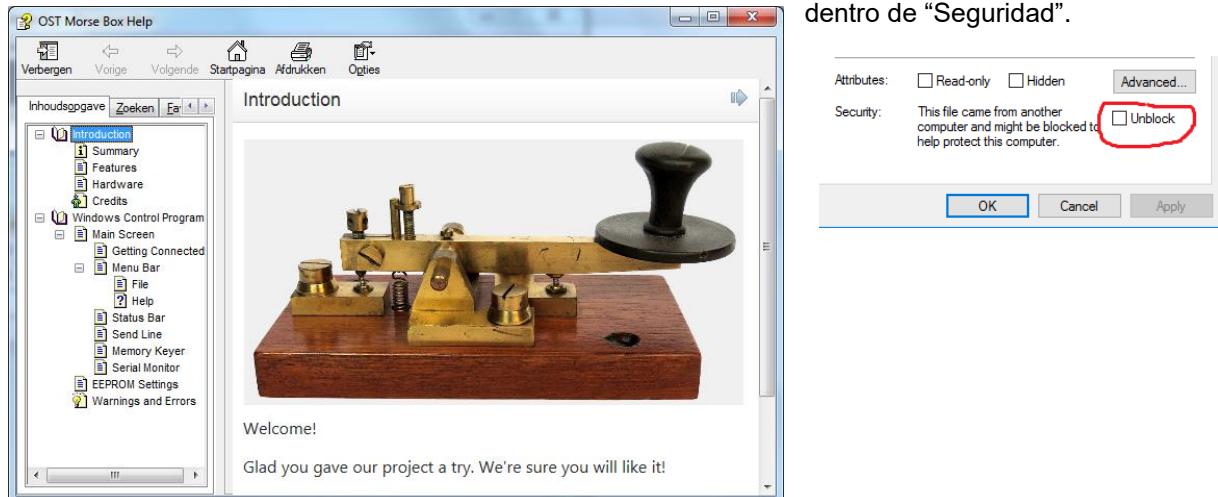
El programa incorpora su propio Monitor Serie, de modo que lo puede emplear para cualquiera de las instrucciones previas que lo han mencionado en este manual.

Conecte la Caja de Morse al PC antes de iniciar el programa.



El funcionamiento del programa es muy sencillo e intuitivo, vea la **Ayuda** incorporada (**F1**). Haga un clic derecho sobre el apartado de **Introducción**, y luego Abra-todo, para ver todo el Contenido.

Nota para **Windows10**: si los contenidos de la Ayuda permanecen vacíos, busque el fichero **Morsebox.chm**, haga clic-derecho en él, vaya a Propiedades, y seleccione la opción “Desbloquear” dentro de “Seguridad”.



Aquí tiene un resumen:

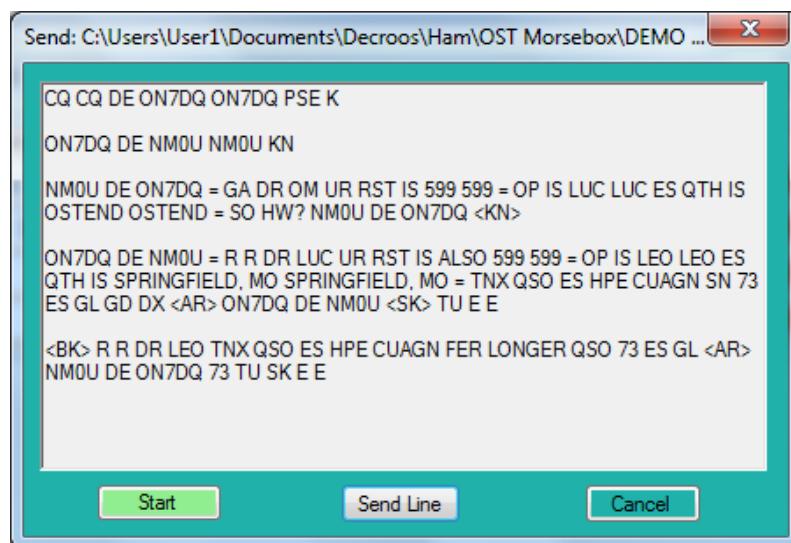
Seleccione el **Puerto COM** adecuado en la parte inferior del programa y pulse **Connect** (una vez conectado ese botón cambia a Cerrar, mostrando -**Close**-)

Arriba se muestra el estado de la Caja de Morse: WPM, Charint, etc. Debajo, puede introducir texto o comandos AT en la línea de texto y pulsar <**Enter**>. Puede recuperar texto enviado con flecha arriba

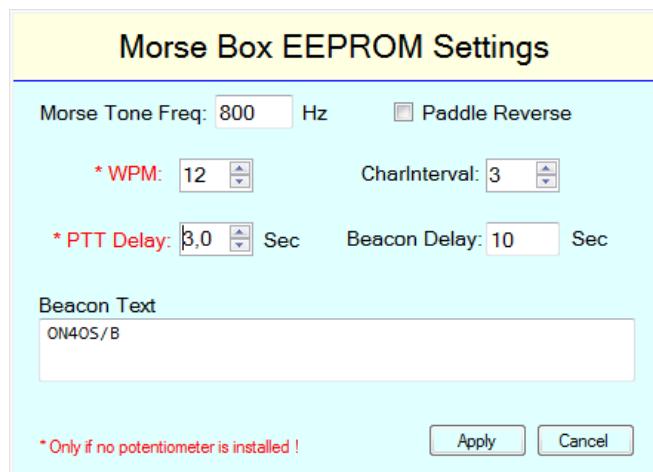
Le sigue la memoria fija / baliza, que se transmite al pulsar el botón **Baliza** (texto modificable vía EEPROM).

Deabajo dispone de varios bancos de Memoria, solo para el programa Windows. De las 20 memorias disponibles, solo se muestran 4. Al editar las memorias se guardan automáticamente al salir del programa. También puede almacenarlas y cargarlas manualmente, a través del menú **File** (en los ficheros **.ini**), para tener varios mensajes, para conversar, concursos, activaciones de diplomas, etc...

Mediante el menú **File** puede cargar un fichero de texto para transmitir, ejercicio de CW, boletín, etc. **Start** envía todas las líneas, o también puede enviarlas línea a línea



**File > ajuste de EEPROM** le permite ajustar los parámetros.



Los botones **Clear**, **Close** y **Reset** hacen la función que se supone para cada una de ellas. **File > Exit** permite cerrar y salir del programa.

## Apéndice 1: Programar el Arduino Nano

Aquí tiene un breve resumen de lo que necesita conocer, puede ampliar información buscando ayuda en su club de radio, como parte de una reunión de montaje. Consulte a su experto local / *gurú* ;-)

El programa que le permite programar la placa de Arduino se llama **IDE: Integrated Development Environment**. Este largo término simplemente quiere decir que tiene todas las herramientas en un programa.

Puede encontrar versiones del Arduino IDE para Windows, Linux y MacOS; aquí solo se comentará acerca de la versión para Windows. Puede descargar la versión más actualizada e instalarla desde aquí: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> . Permita también la instalación de los drivers de Arduino.

Conecte el Arduino Nano en la Caja de Morse al puerto USB.

El proyecto Caja de Morse emplea algunas librerías adicionales. Si no las tiene todavía, puede instalarlas mediante el control de Librerías. Vaya a Tools > Manage Libraries ...

En el campo de búsqueda (arriba a la derecha), escriba el nombre y realice la instalación. Necesitará estas librerías: CapacitiveSensor, SSD1306Ascii y EEPROM.

Asegúrese de tener una carpeta con los cuatro ficheros necesarios para el proyecto Caja de Morse.

Este podría ser su carpeta de proyecto: \My Documents\Arduino\OST\_Morse\_V14

En esa carpeta se colocan estos 4 ficheros:

- ATcommand.ino
- DDSGen.ino
- Morse.ino
- OST\_Morse\_V14.ino

En el IDE, debe ejecutar solo el fichero **OST\_Morse\_V14.ino**, los demás ficheros se abren automáticamente también. Ahora debe hacer algunos ajustes desde el menú Tools:

<b>Board</b>	:	“Arduino Nano”
<b>Processor</b>	:	“ATmega328P (Old Bootloader)” (para la mayoría de Nanos Chinos)
<b>Port</b>	:	COM10 (Busque el puerto usando Device Manager)



Finalmente, todo lo que tiene que hacer es clic en el botón UPLOAD (símbolo de flecha, vea la fotografía de encima), ¡y después de unos pocos segundos su Arduino Nano queda programado!

## Apéndice 2: Usando el Monitor Serie y los Comandos AT

Conecte el Arduino al PC que ejecuta el Arduino IDE.

Abra el Monitor Serie, y ajuste la velocidad a 115200 bps. Todo el texto que escriba en la caja de texto superior se enviará a la Caja de Morse cuando pulse ENTER.

Los siguientes comandos le permiten hacer cambios en los ajustes, los cuales se almacenan en la tarjeta flash de memoria y que se efectuarán tras el siguiente arranque.

<b>AT+FREQ=800</b>	<b>ajusta la frecuencia del tono</b>
<b>AT+WPM=16</b>	<b>ajusta velocidad wpm</b>
<b>AT+CHARINT=3</b>	<b>ajusta el intervalo de caracteres</b>
<b>AT+DELAY=2000</b>	<b>ajusta retraso del PTT</b>
<b>AT+PADDLE=REVERSE</b>	<b>ajusta la inversión del paddle</b>
<b>AT+BTEXT=xxxxxxxx</b>	<b>ajusta el texto BALIZA</b>
<b>AT+BTIME=100</b>	<b>ajusta el retraso de BALIZA</b>

Puede hacer los ajustes entre estos intervalos

FREQ : 400 Hz a 1500 Hz

WPM \* : 10 a 35

CHARINT : 3 a 10

DELAY \* : 500 a 10000 ms (0.5 a 10 segundos)

PADDLE : REVERSE o REV, si escribe otra cosa = NORMAL

BTEXT : Baliza/ texto de memoria, máx. 80 caracteres (escriba sin usar “comillas”) El texto también se puede dejar vacío escribiendo AT+BTEXT=

BTIME : Retraso entre las transmisiones de la baliza, 5 a 30000 segundos (8.33 horas)

\* Observe que los valores para WPM y DELAY se graban en la memoria flash, también aparecerán brevemente en el display OLED. Pero si utiliza potenciómetros y éstos no están puestos a Cero (lo cual corresponde a un hilo a tierra GND), entonces se emplean los valores de los potenciómetros.

## Apéndice 3: Guía de fallos

### La Caja de Morse Box no arranca

¿Ha montado los potenciómetros R1 y R2?

Si no lo ha hecho, ¿ha conectado los cursores móviles de ambos potenciómetros a GND?

### El circuito absorbe demasiada corriente, o no hay sonido en los altavoces

Evidentemente ... ¿ha subido lo suficiente el volumen?

¿Ha podido instalar al revés el IC U3 (LM386)?

¿Puede haber empleado por error un LM380 en vez del LM386? (es fácil de confundirlos, y el LM380 también es un amplificador de audio, pero con otra distribución de pines).

¿No hay ningún pin en el IC que se haya inclinado al insertarlo y que no haga buen contacto?

¿Ha montado el jack J3 (EXT Altavoz/Auricular)? Si no, ¿ha conectado los dos terminales de J3 con un hilo?

Sin insertar LM386, asegúrese de medir los 5V de alimentación en el pin 6, en los demás pines no debería poder medir ninguna tensión (DC).

Asegúrese de que C5 no esté cortocircuitado por un error en la soldadura

Compruebe que ha colocado las resistencias de valor adecuado en cada sitio.

### Cuando ajusto nuevos valores para WPM y/o DELAY mediante un comando AT no causa ningún efecto

¡Si tiene montados los potenciómetros, y no están ajustados a cero, el WPM y DELAY viene controlado por defecto por los potenciómetros!

Los valores de los comando AT se almacenan en la memoria flash y se ejecutarán en el próximo arranque (o reinicio), solo si los potenciómetros se encuentran en posición cero.

### Después de arrancar, no puedo ajustar el DELAY o WPM con los potenciómetros

- Vea el punto anterior, los potenciómetros estaría en la posición cero durante el arranque.

### Quiero usar la Salida de KEY OUT (optoacoplador) como un electronic keyer sobre otro transceptor, pero todo lo que obtengo son puntos aleatorios

- Asegúrese de haber ajustado su transceptor a modo de llave directa "straight key" (desconecte su keyer interno), y asegúrese de usar la entrada de llave vertical y no la de paddle (en el caso de tener dos entradas diferenciadas).

### He comprobado cuidadosamente la conexión con el transceptor, pero no consigo que transmita. Observo 0.5 Voltios en la línea PTT cuando está en reposo

Podría tener un transceptor con un circuito de PTT inusual, como un **IC-251E**

Reemplace el diodo D3 por un puente de hilo y no use tampoco un diodo sino un hilo para la conexión MIC PTT en el Bloque de conexiones.

## Apéndice 4: Cómo ajustar correctamente su desviación de FM

Una desviación máxima de 3 kHz se permite a los radioaficionados (al menos en EU). Debe comprobar que no exceda este valor, porque no quiere causar QRM en los canales vecinos. Puede hacer esta comprobación “a oído”, por ejemplo, pidiendo a un colega que compruebe su señal en el aire y verifique que no es audible en las frecuencias superiores e inferiores a ese rango.

Sin embargo, no es tan difícil hacer un ajuste correcto de la desviación de FM del transceptor. Muchos radioaficionados disponen un dispositivo de recepción RTL-SDR. Con ese equipo junto con el programa SDR# (u otro software SDR equivalente), puede evaluar el espectro de salida de su transmisor.

Para no sobrecargar el receptor SDR, debe conectar el transceptor a una carga ficticia (dummy load), o emplear el receptor RTL sin una antena. Todo depende de la potencia con la que transmite y la distancia entre ambos equipos.

También es posible observar la portadora con un transceptor multimodo de VHF, con un filtro estrecho de CW.

La teoría de la modulación en FM dice que la portadora en una señal modulada de FM tiene un NULO en ciertos valores del **índice de modulación  $\beta$** .

Esto ocurre en  $\beta = 2.40 \dots 5.52 \dots 8.65 \dots$  etc.

Este índice de modulación es igual a la desviación dividida entre la frecuencia de modulación::

$$\beta = \frac{\Delta f}{f_{LF}}$$

Para obtener el primer nulo de la portadora,  $\beta = 2.40$

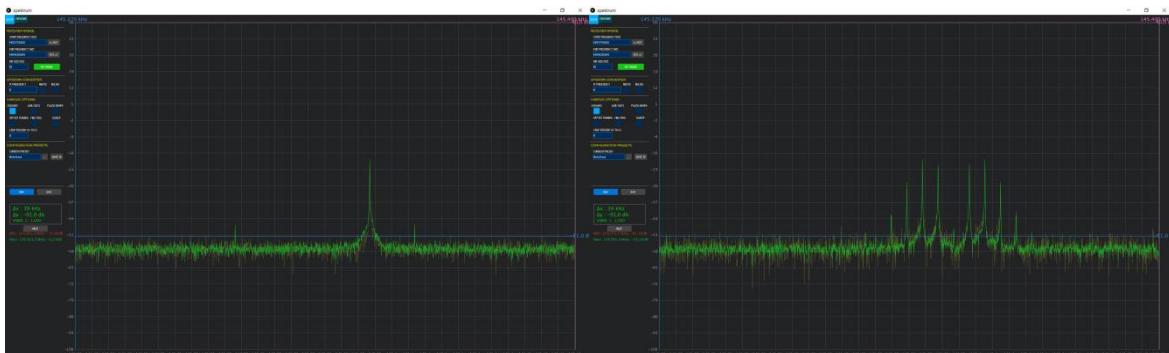
De modo que necesitamos modular con un tono de  $3000 \text{ Hz} / 2.40 = 1250 \text{ Hz}$ .

Mediante el comando AT+FREQ=1250 se puede hacer este ajuste..

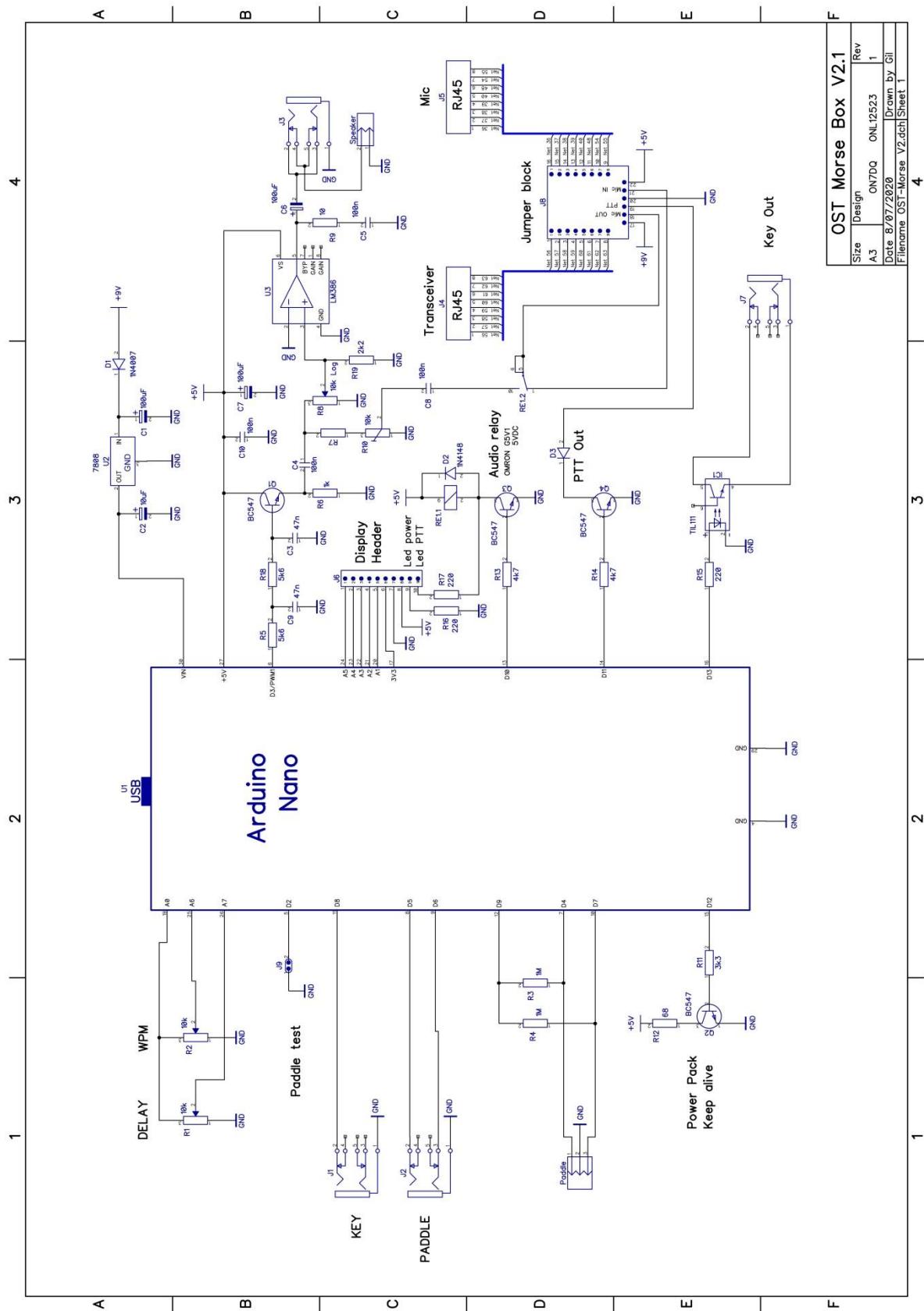
Transmita el tono, y ajuste el potenciómetro R10 desde la posición mínima (no hay modulación) hasta que vea desaparecer la portadora por vez primera. Entonces vuelva un poquitín hacia atrás con el potenciómetro, y ya ha ajustado la desviación correcta.

A la izquierda, una imagen sin modulación (nota: los pequeños picos vienen del receptor RTL-SDR). A la derecha, imagen con modulación, en el primer nulo de la portadora.

(imágenes grabadas con el programa "Spektrum").



## Diagrama del circuito



## Colocación de componentes

