

Radioafición Digital: Interfaz de Audio entre Radio y Ordenador

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Trampas Defensivas

Etiquetas: Sin etiquetas

Radioafición Digital: Interfaz de Audio entre Radio y Ordenador

Los modos digitales de radioafición (FT8, JS8Call, PSK31, RTTY, SSTV, Packet Radio) transmiten y reciben datos codificados como señales de audio entre 300 Hz y 3.000 Hz a través del micrófono y altavoz de un transceptor de HF, VHF o UHF. La interfaz de audio entre la radio y el ordenador (o Raspberry Pi) es el componente crítico que aísla eléctricamente ambos equipos, ajusta los niveles de señal y controla el PTT (Push-To-Talk) para conmutar entre recepción y transmisión. Una interfaz comercial como la Signalink USB cuesta 100-130 €, pero se puede construir una equivalente con componentes por menos de 15 € si se entienden los principios de aislamiento galvánico, adaptación de impedancias y control de PTT. El aislamiento es fundamental: sin él, los lazos de masa entre la radio, el ordenador y la fuente de alimentación inyectan zumbidos de 50 Hz y ruido digital que degradan o imposibilitan la decodificación. Este artículo detalla el diseño y construcción de una interfaz de audio completa con transformadores de aislamiento, control VOX y PTT por transistor, y ajuste de niveles.

Principios de aislamiento galvánico y adaptación de niveles

El aislamiento galvánico elimina toda conexión eléctrica directa entre la radio y el ordenador, permitiendo que solo pase la señal de audio a través de un campo magnético en un transformador. Esto rompe los lazos de masa que causan zumbidos de 50/60 Hz y previene que el ruido digital del ordenador (generado por el procesador, GPU y fuentes conmutadas) entre en el receptor de la radio.

Parámetro

Valor para interfaz HF

Observaciones

Transformador de audio TX

600 Ω : 600 Ω , 1:1

Línea de audio del ordenador → entrada de micrófono de la radio

Transformador de audio RX

600 Ω : 600 Ω , 1:1

Salida de altavoz/línea de la radio → entrada de micrófono del ordenador

Rango de frecuencia

300 Hz - 3.400 Hz

Suficiente para todos los modos digitales HF

Aislamiento DC

>500 V

Los transformadores de audio miniatura estándar lo cumplen

Nivel de señal TX (salida ordenador)

100-500 mV pico

Ajustar en software al 25-50 % del volumen máximo

Nivel de señal RX (salida radio)

0,5-2 V pico (salida de altavoz)

Atenuar con divisor resistivo si se usa entrada de micrófono del PC

Nivel de entrada de micrófono de radio

5-50 mV típico

Requiere atenuación significativa desde salida de línea del PC

Impedancia de salida de línea del PC

50-100 Ω

Compatible directamente con transformador de 600 Ω

Los transformadores de audio 600:600 se encuentran como transformadores de aislamiento de línea telefónica (por ejemplo, el Murata 78602/2JC o genéricos de eBay por 1-2 € cada uno). Tienen un ancho de banda de 300-3.400 Hz que coincide perfectamente con el rango de frecuencias de los modos digitales. Se montan en una caja metálica (para apantallamiento) con conectores de 3,5 mm estéreo (TRS) en el lado del ordenador y el conector específico de la radio en el otro lado.

Divisor resistivo de atenuación TX: La salida de línea del ordenador entrega 500-1.000 mV, pero la entrada de micrófono de la mayoría de radios espera 5-50 mV. Un divisor resistivo con $R1 = 47 \text{ k}\Omega$ (en serie) y $R2 = 1 \text{ k}\Omega$ (a masa) atenúa la señal en un factor de 48:1 (33 dB), bajando 500 mV a 10 mV. Un potenciómetro de 10 k Ω lineal en lugar de $R1$ permite ajuste fino del nivel de transmisión.

Atenuación RX si es necesaria: La salida de altavoz de la radio puede entregar 1-4 V, demasiado para la entrada de micrófono de un portátil (que espera 5-50 mV). Si se usa la entrada de micrófono del PC en vez de la de línea, añadir un divisor resistivo similar: 100 k Ω en serie y 2,2 k Ω a masa (atenuación 46:1). Si el PC tiene entrada de línea (jack azul), el nivel de la radio suele ser compatible directamente.

Condensadores de desacoplo DC: Algunos conectores de micrófono proporcionan voltaje DC de polarización para micrófonos electret (2-5 V). Colocar un condensador de 100 nF en serie con la señal de audio en cada línea que conecte a un conector de micrófono para bloquear esta tensión DC y evitar que circule por el transformador o que sature la entrada.

Control de PTT: VOX, serie y transistor

El PTT (Push-To-Talk) conmuta la radio entre recepción y transmisión. En operación digital, el software (WSJT-X, JS8Call, fldigi) necesita controlar el PTT automáticamente. Hay tres métodos principales: VOX

interno de la radio, señal RTS/DTR del puerto serie/USB, y circuito dedicado con optoacoplador.

Método PTT

Ventajas

Desventajas

Componentes necesarios

VOX de la radio

Sin circuito adicional

Retardo variable, puede activarse con ruido

Ninguno (configuración en menú de la radio)

RTS/DTR vía USB-Serial

Control preciso desde software

Requiere adaptador USB-Serial con señales RS-232

Adaptador USB-TTL (CH340G o FTDI FT232RL): 2-3 €

Optoacoplador a PTT

Aislamiento total, fiable

Circuito adicional

4N25 + R 470 Ω + 2N2222A + R 10 k Ω : 1 €

CAT control integrado

PTT + control de frecuencia

Específico por modelo de radio

Cable CAT (CI-V para Icom, USB para Yaesu FT-891)

El circuito con optoacoplador es el más universal y seguro. La señal RTS (o DTR) del adaptador USB-Serial se conecta a través de una resistencia de 470 Ω al LED interno del optoacoplador 4N25 (pin 1 ánodo, pin 2 cátodo). Cuando WSJT-X activa RTS, el LED ilumina el fototransistor del 4N25, cuyo colector (pin 5) se conecta al pin PTT de la radio y el emisor (pin 4) a GND de la radio. El fototransistor actúa como un interruptor que cierra el circuito PTT sin ninguna conexión eléctrica entre el ordenador y la radio.

Configuración VOX para modos digitales: En la radio, activar VOX y ajustar la sensibilidad para que la señal de audio digital active la transmisión de forma fiable. Ajustar el VOX delay (anti-VOX) a 500 ms para modos como FT8 (que transmite durante 12,6 segundos seguidos) y a 1 segundo para PSK31 (transmisión continua). El VOX gain debe ser lo suficientemente sensible para activarse con la señal digital pero no con ruido ambiental.

Retardo de PTT y protección del PA: Algunas radios necesitan un retardo de 50-100 ms entre la activación del PTT y el inicio de la señal de audio para que el amplificador final (PA) conmute correctamente de RX a TX. En WSJT-X, configurar en Settings → Radio → TX delay a 50-100 ms. Sin este retardo, los primeros milisegundos de la transmisión pueden perderse o generar un transitorio que estrese el PA.

Adaptador USB-Serial recomendado: El FTDI FT232RL es el adaptador USB-Serial más compatible con

software de radioafición. El CH340G es más barato (1 €) y funciona bien en Windows y Linux moderno. Ambos proporcionan señales RTS y DTR a niveles TTL (0/3,3 V o 0/5 V según modelo) que se conectan directamente al optoacoplador. En WSJT-X, seleccionar el puerto COM del adaptador y el método PTT como «RTS» o «DTR».

Nivel de audio TX crítico: El error más común en modos digitales es transmitir con exceso de potencia de audio, lo que causa sobremodulación y genera señales espurias (splatter) que interfieren con estaciones vecinas en frecuencia. En WSJT-X, ajustar el Pwr slider para que el indicador ALC de la radio apenas se mueva. En FT8, la potencia RF de salida debe ser 25-50 % de la nominal (25-50 W en una radio de 100 W). Monitorizar con el medidor de potencia y el ALC: si el ALC sube, bajar el audio.

Configuración del software y modos digitales principales

Con la interfaz de audio construida y conectada, el software de modos digitales necesita configurarse para usar la tarjeta de sonido correcta (o la interfaz USB si se usa una Signalink o similar) y el método de PTT seleccionado.

Modo digital

Software

Ancho de banda

Relación S/N mínima

Velocidad de datos

Uso principal

FT8

WSJT-X

50 Hz

-21 dB

79 bits / 12,6 s

Contactos DX con señales débiles

FT4

WSJT-X

90 Hz

-17,5 dB

77 bits / 6,5 s

Concursos, contactos rápidos

JS8

JS8Call

50 Hz

-22 dB

Variable

Mensajería de texto, emails tácticos

PSK31

fldigi

31 Hz

-5 dB

31 bps

Conversaciones de texto en tiempo real

RTTY

fldigi

170 Hz

+5 dB

45,45 baudios

Concursos, tráfico comercial marítimo

SSTV (Scottie S1)

MMSSTV / QSSTV

2.300 Hz

+10 dB

1 imagen / 110 s

Transmisión de imágenes por radio

APRS (1200 baud)

Direwolf + Xastir

1.200 Hz

+10 dB

1.200 bps

Posición GPS, mensajería, telemetría

Winlink (VARA HF)

Winlink Express

2.300 Hz

-2 dB

Hasta 8.490 bps

Email vía radio HF sin Internet

Para supervivencia y comunicación de emergencia, los modos más relevantes son: FT8 para confirmar que la propagación existe y contactar estaciones lejanas con potencia mínima (se han logrado contactos intercontinentales con 1 W); JS8Call para mensajería de texto bidireccional y store-and-forward entre estaciones de una red de emergencia; Winlink para enviar y recibir correos electrónicos completos a través de HF cuando Internet no esté disponible (requiere que al menos un gateway Winlink esté operativo); y APRS para rastreo de posición y mensajería corta en VHF.

WSJT-X para FT8: configuración básica: En Settings → Audio: seleccionar la tarjeta de sonido conectada a la interfaz (entrada y salida). En Radio: seleccionar el puerto COM del adaptador USB-Serial y el método PTT (RTS). En Frequencies: las frecuencias estándar de FT8 son 3.573, 7.074, 10.136, 14.074, 18.100,

21.074, 24.915 y 28.074 kHz (modo USB). La hora del PC debe estar sincronizada con precisión de ± 1 segundo (usar NTP antes de perder Internet, luego GPS).

JS8Call para mensajería táctica: JS8Call permite enviar mensajes de texto dirigidos a una estación específica (indicativo) o a un grupo (@ALLCALL, @EMCOMM). Los mensajes se almacenan y reenvían automáticamente (store-and-forward) por estaciones intermedias. Configuración similar a WSJT-X para audio y PTT. Frecuencias recomendadas: 7.078 kHz (40 m) y 14.078 kHz (20 m). Velocidad configurable: Slow (mejor sensibilidad, -24 dB) o Normal (-22 dB).

Interfaz con Raspberry Pi para operación desatendida: Un Raspberry Pi 4 (4 GB) ejecuta WSJT-X, JS8Call y Winlink Express bajo Raspberry Pi OS con escritorio. La tarjeta de sonido USB (como la Sabrent AU-MMSA por 8 €) proporciona entrada y salida de audio aisladas del audio interno del Pi. Consumo total del sistema: 5 W (Pi) + 0,5 W (interfaz). Con un panel solar de 20 W y una batería de 12 V / 7 Ah, el sistema opera indefinidamente como estación digital desatendida.

⚠ Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.