



# APUNTES DE APLICACIÓN - ARTA

## No 1: La Caja de Medición de ARTA

**La Caja de Medición de ARTA, para una sencilla elaboración de las mediciones de impedancia y respuesta de frecuencia del altavoz.**

Generalmente, los equipos de medición de bajo coste que se han de usar para realizar mediciones de altavoces con ARTA, STEPS y LIMP deberían consistir en:

- 1) Una tarjeta de sonido de alta calidad o un dispositivo de audio USD (por ejemplo, Terratec EWX 254/96 o M-Audio)
- 2) Un micrófono calibrado (por ejemplo, Behringer ECM 8000 o MBC 550),
- 3) Un preamplificador de micrófono con control de ganancia calibrado (por ejemplo, Monacor MP102),
- 4) Un amplificador de potencia (cualquier amplificador de audio con control de volumen y potencia de salida 10-50W),
- 5) Una caja de distribución y cables para hacer conexiones sencillas con los dispositivos de audio.

La Ilustración 1 muestra una caja de distribución sencilla – la Caja de Mediciones ARTA. Está diseñada para realizar mediciones de la impedancia y la respuesta de frecuencia de altavoces.



Ilustración 1. Vista frontal de la Caja de Mediciones.

En el frente de la Caja de Mediciones hay:

- Clavija RCA para conectar un preamplificador de micrófono
- Bornes de conexión para la conexión de los altavoces,
- Interruptor SW1 para cambiar entre medición de impedancia y medición de la respuesta de frecuencia,
- Interruptor SW2 para calibrar la medición de la impedancia. La posición *Imp Cal.* [Calibrado de impedancia] se emplea para las tareas de calibrado usando *Limp*. Después de realizar la calibración se ha de volver a colocar el interruptor SW2 en la posición *measurement* [medición].



# APUNTES DE APLICACIÓN - ARTA

## No 1: La Caja de Medición de ARTA

En la parte posterior de la Caja de Mediciones hay dos clavijas RCA para conectar al canal de entrada izquierdo y derecho de la tarjeta de sonido, y bornes de conexión para la salida al amplificador de potencia. El borne rojo es la línea de la señal y el negro es la línea a tierra. La Ilustración 3 muestra una imagen de las conexiones del interior de la Caja de Mediciones ARTA



Ilustración 2. Vista posterior de la Caja de Mediciones.

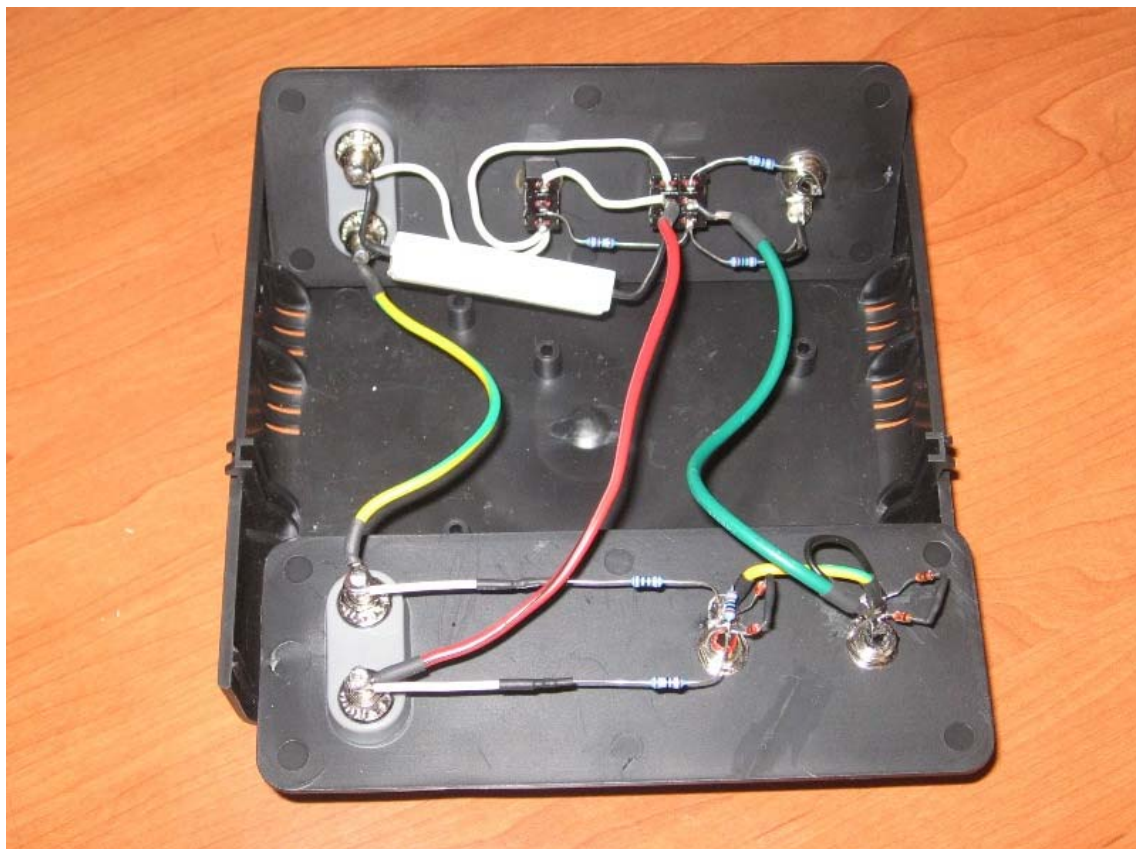


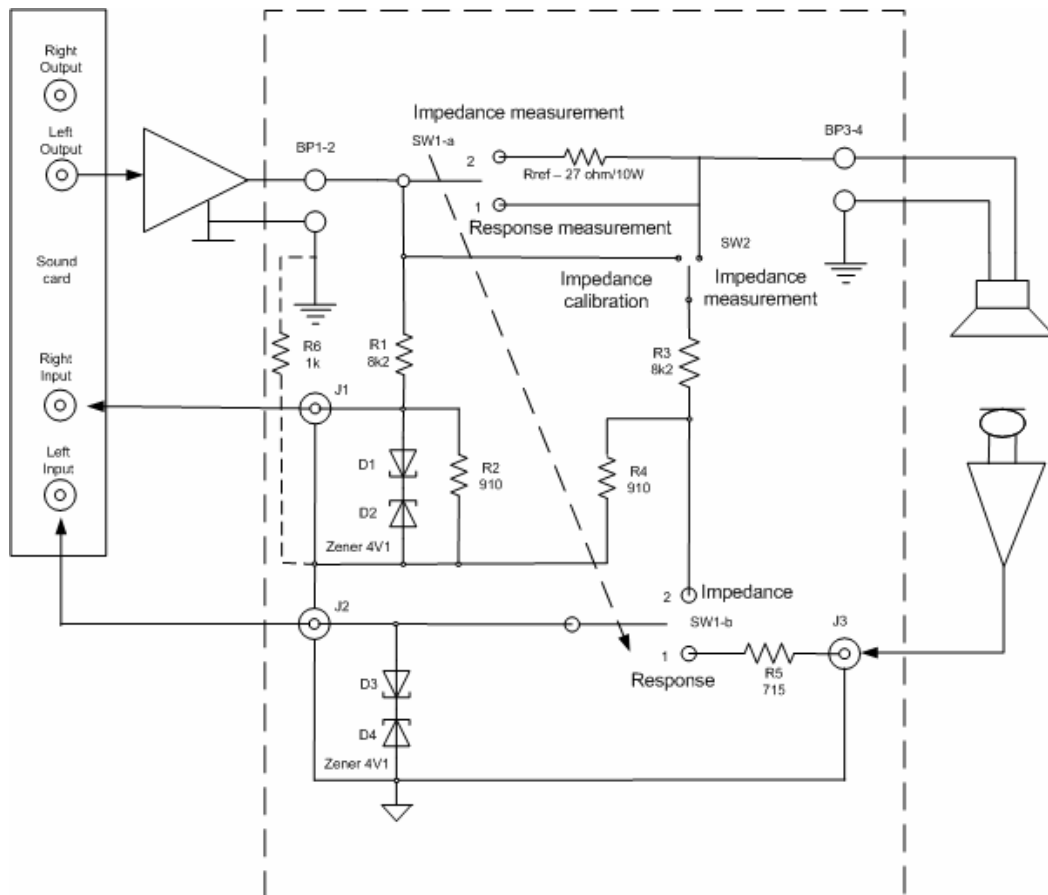
Ilustración 3. Imagen de las conexiones en el interior de la Caja de Mediciones



# APUNTES DE APLICACIÓN - ARTA

## No 1: La Caja de Medición de ARTA

La Ilustración 4 muestra el diagrama esquemático de conexiones de la Caja de Mediciones ARTA La Tabla 1 muestra la lista de piezas de la Caja de Mediciones ARTA La Ilustración 5 muestra el plano de conexiones de la Caja de Mediciones ARTA



**Nota 1** La masa del amplificador de potencia / altavoz y las masas de salida de bajo nivel están separadas por una resistencia de 1 k Ohmios.

**Nota 2** No utilice amplificadores puenteados con masa virtual.

**Seguridad** La entrada de la tarjeta de sonido está protegida por diodos Zener. El amplificador de potencia está protegido tal como se describe en el manual del fabricante. Esto quiere decir que ha de tener cuidado con la impedancia nominal del altavoz.

Ilustración 4. Diagrama esquemático de conexiones de la Caja de Mediciones

Elemento	Valor
Caja	"Euro Box" de plástico
Referencia	Resistencia de referencia 27 ohmios / 10 W.
R1, R3	8k2 (todas las resistencias son de 1%)
R2, R4	910
R5	715
R6	1k
D1, D2, D3, D4	Diodo Zener 4,1V / 0,5 W
J1	Clavija RCA - roja



# APUNTES DE APLICACIÓN - ARTA

## No 1: La Caja de Medición de ARTA

J2, J3	Clavija RCA - negra
BP1-2, BP3-4	Bornes de conexión dobles (rojo y negro)
SW1	Interruptor DPDT 6A
SW2	Interruptor SPDT

Tabla 1. Elementos de la Caja de Mediciones.

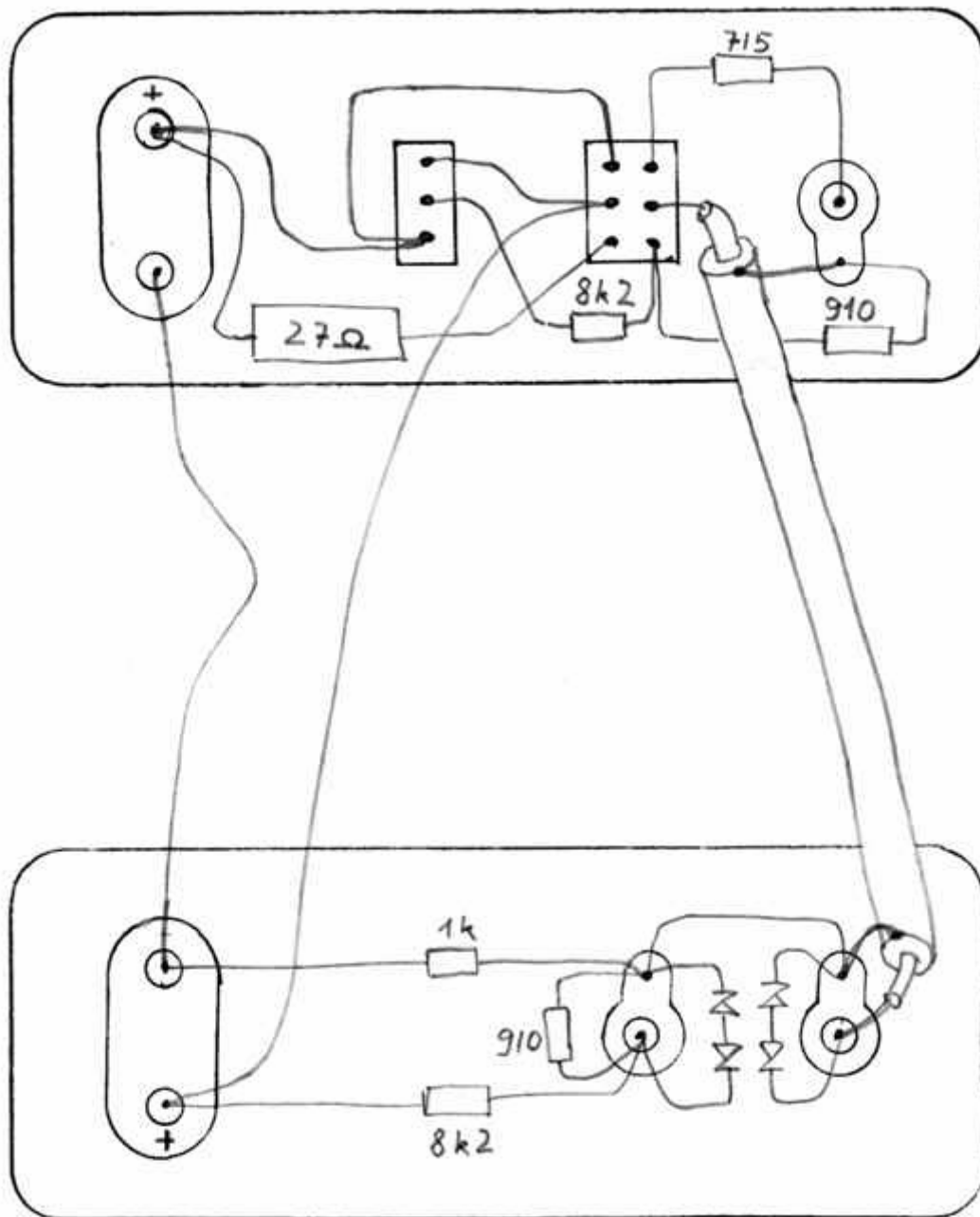


Ilustración 5. Plano de conexiones de la Caja de Medición



## APUNTES DE APLICACIÓN - ARTA

### No 1: La Caja de Medición de ARTA

**Matemáticas breves para diseñadores o lo que es necesario para adaptar los elementos de la caja a unas necesidades especiales.**

En su configuración por defecto, la caja tiene las siguientes características operativas. Las resistencias R1, R2, junto con la impedancia de entrada de la tarjeta de sonido Zin, forman el divisor de voltaje  $r$  que será igual a

$$r = (R2 \parallel Zin) / (R1 + R2 \parallel Zin)$$

El máximo voltaje que se puede aplicar desde el amplificador de potencia al canal de referencia de entrada de la tarjeta de sonido es igual a  $\text{sensibilidad\_rms\_voltaje\_tarjeta\_sonido} / k$ . Así, la *máxima potencia* que se puede usar en la medición será igual a

$$\text{máxima potencia} = (\text{sensibilidad\_rms\_voltaje} / k)^2 / \text{impedancia\_nominal\_altavoz}$$

Para los valores habituales  $Z = 10k$ ,  $R1 = 8k2$ ,  $R2 = 910$  y sensibilidad de voltaje 1V, obtendremos una potencia máxima igual a 29W/4ohm o 14,5W/8ohm.

Si tenemos un amplificador de potencia que no es capaz de entregar esta potencia, el divisor de voltaje se tendrá de reducir correspondientemente, e igualmente, si lo que deseamos es realizar las pruebas con una potencia más elevada, hemos de aumentar el divisor de voltaje.

El valor de la resistencia R5 se determina con la siguiente expresión:

$$R5 = R1 \parallel R2 - Zout$$

donde Zout es la impedancia de salida del amplificador de micrófono.

Esta ecuación se origina en el requisito de que ambos canales de entrada de la tarjeta de sonido son alimentados con generadores que tienen las mismas impedancias fuente. En esta configuración asumimos que  $Zout = 100$  ohmios (es decir, un valor para el preamplificador MP102).

### Uso de la Caja de Mediciones ARTA para mediciones calibradas

Para **medir la impedancia** con el programa LIMP ha de poner el interruptor de calibración en la posición '*Imp Cal*' y continuar con el procedimiento de calibración que sea necesario para cada medición de impedancia. Después de realizar la calibración habrá de volver a poner el interruptor de calibración en la posición '*Impedance measurement*' [*Medición de la impedancia*].

En la **modalidad de medición de la respuesta de frecuencia en canal doble**, con el programa ARTA y STEPS, hemos de introducir los valores apropiados para la ganancia (de sonda) del preamplificador izquierdo y derecho. En esta modalidad no se usa el interruptor de calibración de la impedancia. Asumimos que se usa el canal derecho de la tarjeta de sonido como canal de referencia y que el canal izquierdo de entrada de la tarjeta de sonido se usa como canal de respuesta.



# APUNTES DE APLICACIÓN - ARTA

## No 1: La Caja de Medición de ARTA

Para el preamplificador derecho hemos de introducir el divisor de sonda de voltaje.

$$r = (R2 \parallel Z_{in}) / (R1 + R2 \parallel Z_{in}) = (910 \parallel 10000) / (820 + (910 \parallel 10000)) = 0,0923$$

Para el preamplificador izquierdo hemos de introducir

$$l = \text{ganancia\_preamp\_mic} * Z_{in} / (Z_{out} + R5 + Z_{in})$$

Es decir, para  $\text{ganancia\_preamp\_mic} = 100$  (40dB),  $Z_{out} = 100$ ,  $R5 = 715$ ,  $Z_{in} = 10000$ , tendremos:

$$l = 100 * 10000 / 10815 = 92,46$$

I/O Amplifier Interface	
LineIn Sensitivity (mVpeak - left ch)	2792.49
LineOut Sensitivity (mVpeak - left ch)	2910
Ext. left preamp gain	92.46
L/R channel diff. (dB)	0.0237153
Ext. right preamp gain	0.0923
Power amplifier gain	1

Ilustración 6. Configuración de los dispositivos de audio para los programas ARTA y STEPS

Si nos encontramos en la modalidad de canal único en ARTA, y deseamos unos resultados calibrados, hemos de introducir el valor apropiado para la ganancia del amplificador de potencia también.

Es fácil de medir la ganancia del amplificador de potencia con el modo *Spectrum Analyzer* [Analizador de Espectros]. Primero hemos de configurar el generador sinoidal a un volumen de salida V(dB) y a continuación medir la magnitud del espectro en el canal derecho, que será M (dBV), pero con el altavoz desconectado. A continuación, calculamos:

$$\text{Ganancia del amplificador de potencia} = (\text{SensibilidadLíneaEntrada} / \text{SensibilidadLíneaSalida}) * 10^{(M-V)/20}$$

La calibración de la ganancia del amplificador de potencia será necesaria sólo con las mediciones de la respuesta de frecuencia con canal único en ARTA. Lo mismo se aplicará a las versiones anteriores de STEPS. En la versión de lanzamiento de STEPS no será necesario calibrar la ganancia del amplificador de potencia.

En las mediciones no conectamos la masa de entrada y salida de la tarjeta de sonido. Y por eso obtenemos el sistema calibrado sin ningún problema de bucle de tierra.

### Para finalizar:

La Caja de Medición permite obtener un control sencillo y unas mediciones completamente calibradas de la impedancia y la respuesta de frecuencia. Nos proporciona una alta seguridad para la tarjeta de sonido y para el resto de dispositivos conectados.



## APUNTES DE APLICACIÓN - ARTA

### No 1: La Caja de Medición de ARTA

Puede que haya otras formas de conseguir una caja de distribución en los casos en los que la tarjeta de sonido tiene incorporado un amplificador de micrófono de alta calidad (por ejemplo, TASCAM USB-122) o cuando la tarjeta de sonido tiene una salida para teléfono que puede conseguir una impedancia relativamente baja. Estos casos se describirán en sucesivos apuntes de aplicación.

---

**Nota para los propietarios de versiones previas de ARTA y STEPS.** Hay un fallo en las anteriores versiones de ARTA y STEPS: El archivo de calibración de configuración (\*.cal) confunde los valores de ganancia izquierdos y derechos del preamplificador al cargar. Para evitar esto hemos de introducir el valor de calibración para la ganancia del preamplificador cada vez que carguemos el fichero de calibración.