

Unidad II: Procesadores de Audio

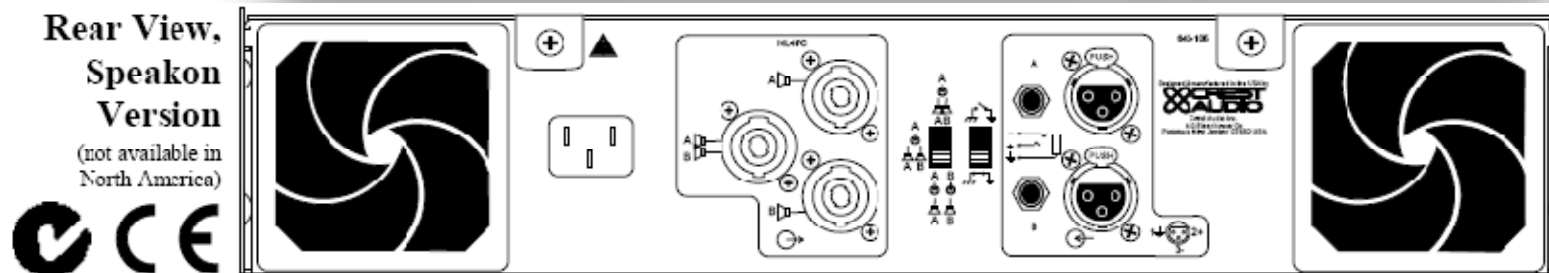
Parte 2

Diseño e Instalación de Sistemas de Sonido
AUM-711

Prof. Ing. Andrés Barrera A.

1.- Amplificadores de Potencia

CREST CA2



2.- Capacidad de Potencia

2.1.- Estándar FTC (Federal Trade Commission)

- Pink Noise 20Hz – 20kHz
- Duración: 1 hora.
- THD < 1%
- Depende de la impedancia de carga (8Ω, 4Ω, 2Ω)



Power Specs: Other CA Series Power Amplifiers

4Ω Stereo	CA2	CA4	CA6	CA9	CA12
1kHz, .01% THD+N	250 W	435 W	600 W	900 W	1200 W
20Hz-20kHz, 0.1% THD+N	200 W	400 W	500 W	800 W	1100 W

2.- Capacidad de Potencia

2.2.- Tipos de Potencia

- POTENCIA FTC CONTINUOUS AVERAGE (R.M.S.).
- POTENCIA FTC PEAK.
 - POTENCIA PEAK = 2 POTENCIA RMS (+3 dB)



Model	Power, 8 Ω /ch	Power, 4 Ω /ch	Power, 2 Ω /ch
	20 Hz–20 kHz, 0.03% THD	20 Hz–20 kHz, 0.05% THD	1 kHz, 1% THD
CX 302	200 W	325 W	600 W
CX 502	300 W	500 W	800 W
CX 702	425 W	700 W	1200 W
CX 902	550 W	900 W	1500 W
CX 1102	700 W	1100 W	1700 W

3.- Conversión de Máxima Capacidad de Potencia a Máxima Capacidad de Voltaje

$$P_E = \frac{V^2}{Z}$$



$$\therefore \text{Max Capacidad Voltaje } V_{MAX} = \sqrt{P_E \cdot Z}$$

P_E : Potencia eléctrica RMS del amplificador

Z : Impedancia Nominal de carga del altavoz.



Model	Power, 8Ω/ch	Power, 4Ω/ch	Power, 2Ω/ch
	20 Hz-20 kHz, 0.03% THD	20 Hz-20 kHz, 0.05% THD	1 kHz, 1% THD
CX 302	200 W	325 W	600 W
CX 502	300 W	500 W	800 W
CX 702	425 W	700 W	1200 W
CX 902	550 W	900 W	1500 W
CX 1102	700 W	1100 W	1700 W

4.- Ganancia de Voltaje del Amplificador

Como factor de multiplicación (x)

$$Gain = \frac{Voltaje\ de\ Salida\ Power}{Voltaje\ de\ Entrada\ Power} \text{ [adimensional]}$$

En decibeles (dB)

$$Gain\ dB = 20 \log \left(\frac{Voltaje\ de\ Salida\ Power}{Voltaje\ de\ Entrada\ Power} \right) \text{ [dB]}$$



	CX 302	CX 502	CX 702	CX 902	CX 1102
VOLTAGE GAIN	31.5× (30 dB)	40× (32 dB)	50.5× (34 dB)	56.6× (35 dB)	56.6× (35 dB)

5.- Sensibilidad de entrada del amplificador

Definición 1: Máximo voltaje de entrada que un amplificador puede recibir.

Definición 2: Voltaje necesario en la entrada del amplificador para que en su salida produzca su máxima capacidad de potencia.

IMPORTANTE: SI SE SUPERA EL VALOR DE SENSIBILIDAD EN LA ENTRADA DEL POWER, SE PRODUCE SATURACIÓN EN LA SALIDA DEL AMPLIFICADOR

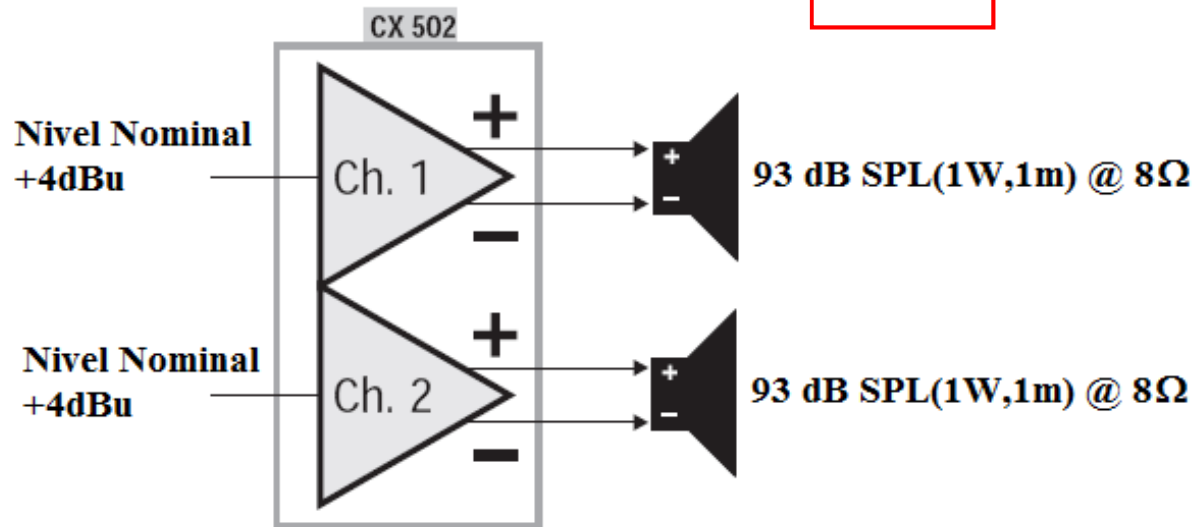
$$\text{Sensibilidad de Entrada} = \frac{\text{Máx Capacidad Voltaje}}{\text{Gain}} [\text{Volts}]$$

$$\text{Sensibilidad} = 20 \log \left(\frac{\frac{\text{Máx Capacidad Voltaje}}{\text{Gain}}}{0,775} \right) [\text{dBu}]$$

6.- Ejercicio



	CX 302	CX 502	CX 702	CX 902	CX 1102
VOLTAGE GAIN	31.5× (30 dB)	40× (32 dB)	50.5× (34 dB)	56.6× (35 dB)	56.6× (35 dB)
INPUT SENSITIVITY, V_{RMS}					
full rated power @ 8Ω	1.26v (+4.2 dBu)	1.23v (+4.0 dBu)	1.16v (+3.5 dBu)	1.17v (+3.6 dBu)	1.35v (+4.8 dBu)
full rated power @ 4Ω	1.14v (+3.4 dBu)	1.12v (+3.2 dBu)	1.05v (+2.6 dBu)	1.06v (+2.7 dBu)	1.17v (+3.6 dBu)
OUTPUT POWER in watts					
20 Hz–20 kHz @ 0.03% THD					
8Ω per channel	200	300	425	550	700
20 Hz–20 kHz @ 0.05% THD					
4Ω per channel	325	500	700	900	1100

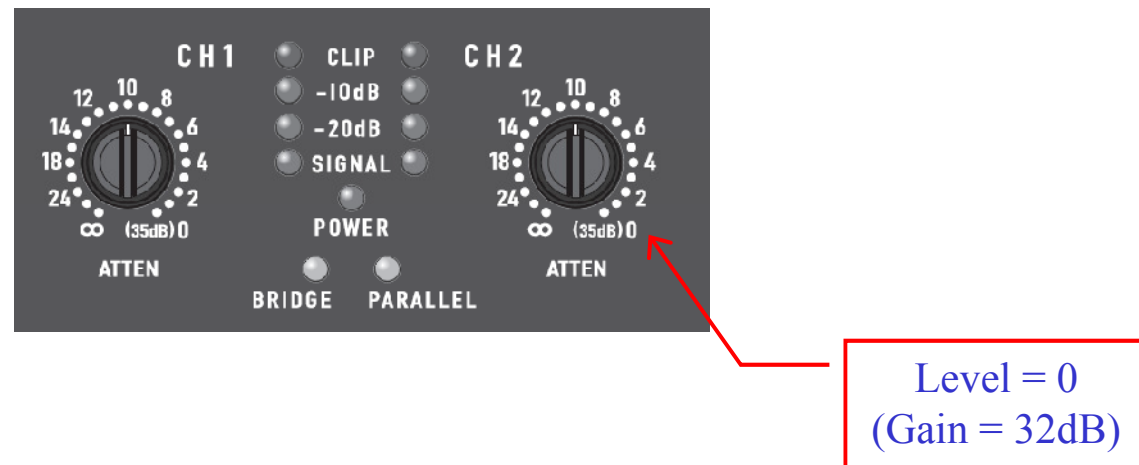


¿Qué SPL generará cada altavoz a 1m cuando en la entrada del QSC CX502 hay +4dBu?

- Primero que todo, hay que verificar que la señal a la entrada del amplificador (en este caso, +4dBu), no supere a la sensibilidad de entrada del power.

$$Power\ Input\ Level = +4dBu \leq Sensitivity = +4dBu @ 8\Omega$$

- Por lo tanto, es factible usar el QSC CX502 con la perilla de nivel o ganancia al máximo.

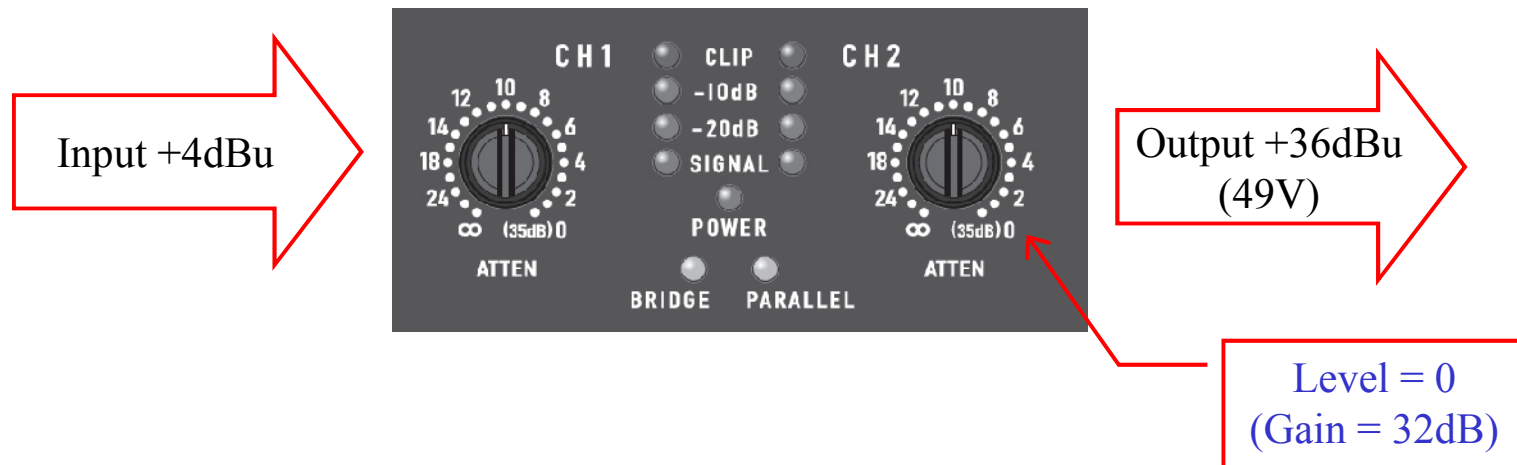


- Ahora, como en la entrada del power hay +4dBu, y la ganancia es de 32 dB, el nivel de salida del power será:

$$\text{Power Output Level} = +4\text{dBu} + 32\text{dB} = +36\text{dBu}$$

- Transformando a voltaje:.

$$V_{\text{OUTPUT}} = 0,775 \cdot 10^{\frac{36}{20}} \approx 49[\text{Volts}]$$



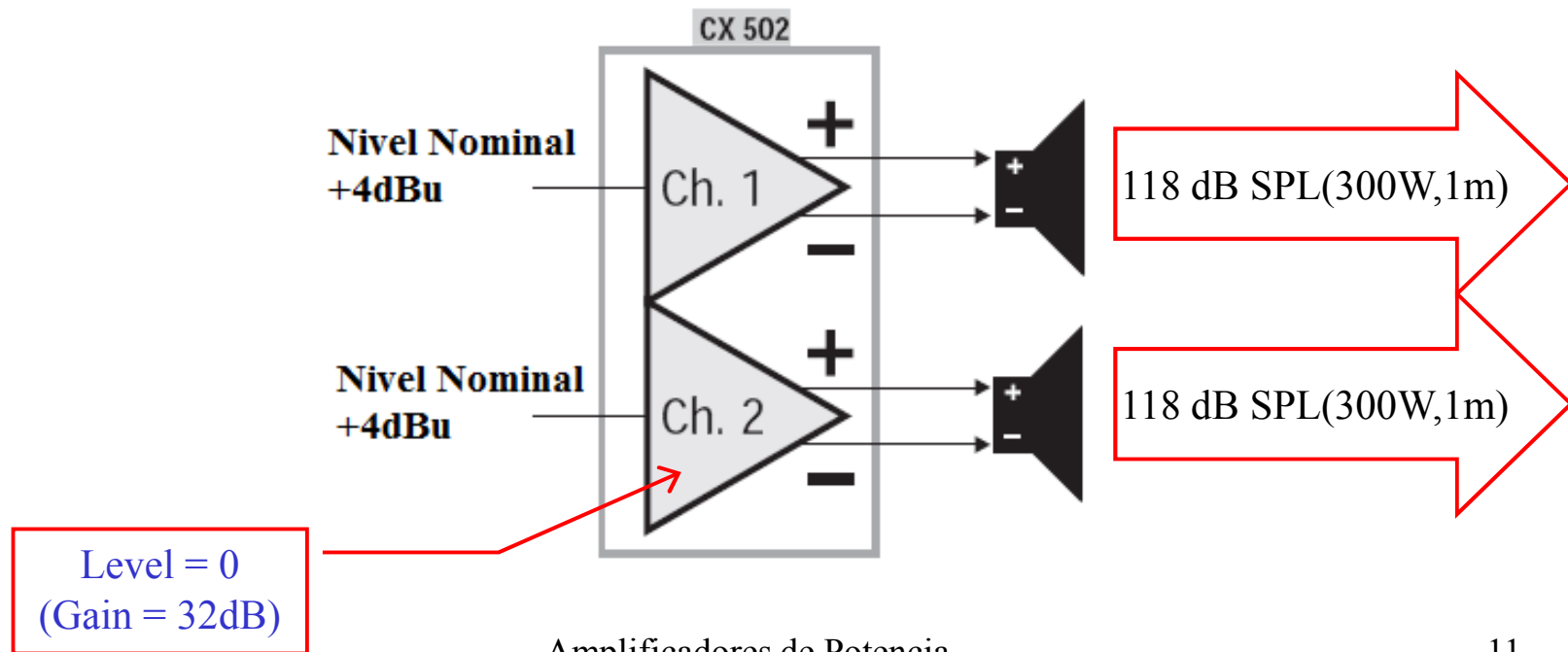
- La potencia disipada en cada altavoz:

$$P_E = \frac{V^2}{R} = \frac{49^2}{8} \approx 300[Watts]$$

OJO! CON TODA LA GANANCIA SE PRODUCEN LOS 300W ESPECIFICADOS POR EL FABRICANTE.

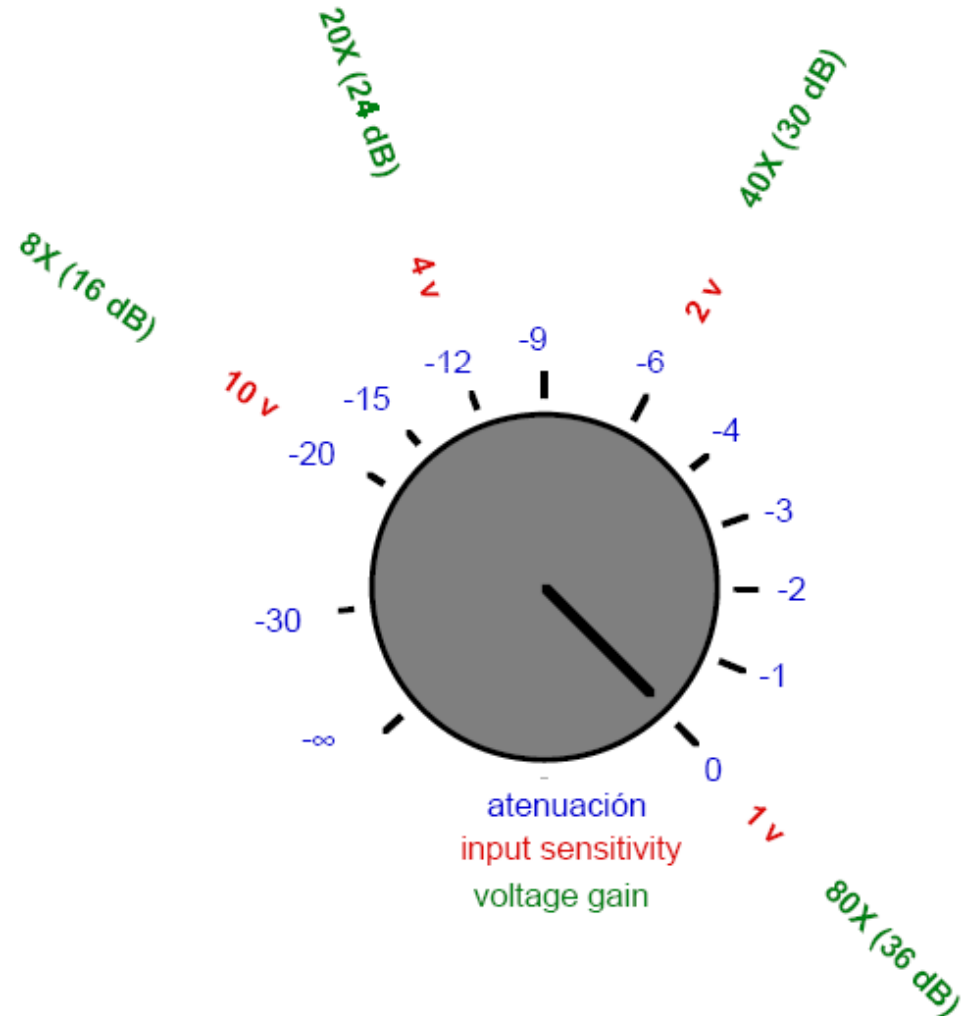
- Finalmente, el SPL generado por cada altavoz con 300W:

$$SPL = sens + 10 \log P_E = 93 + 10 \log 300 = 117,8 dB SPL(300W, 1m)$$



7.- Control de Nivel en Amplificadores de Potencia

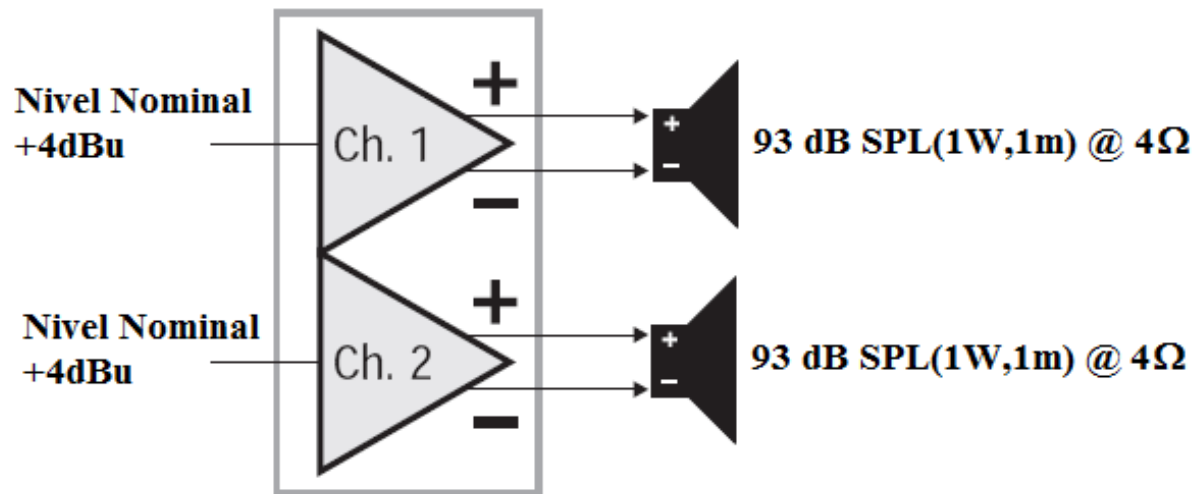
- Nivel = 0 significa que el power trabaja a su ganancia máxima (Gain 80x, 36dB; sensitivity 1V, 2dBu)
- Modificar el control de nivel (“atten”), disminuye la ganancia de voltaje (Nivel = -6dB; Gain 40x, 30dB).
- Por otra parte, disminuir la ganancia de voltaje, aumenta la sensibilidad de entrada (Nivel = -6dB; Gain 30dB, sensitivity 2V, 8dBu)



8.- Ejercicio



	CX 302	CX 502	CX 702	CX 902	CX 1102
VOLTAGE GAIN	31.5× (30 dB)	40× (32 dB)	50.5× (34 dB)	56.6× (35 dB)	56.6× (35 dB)
INPUT SENSITIVITY, V_{RMS}					
full rated power @ 8Ω	1.26v (+4.2 dBu)	1.23v (+4.0 dBu)	1.16v (+3.5 dBu)	1.17v (+3.6 dBu)	1.35v (+4.8 dBu)
full rated power @ 4Ω	1.14v (+3.4 dBu)	1.12v (+3.2 dBu)	1.05v (+2.6 dBu)	1.06v (+2.7 dBu)	1.17v (+3.6 dBu)
OUTPUT POWER in watts					
20 Hz–20 kHz @ 0.03% THD					
8Ω per channel	200	300	425	550	700
20 Hz–20 kHz @ 0.05% THD					
4Ω per channel	325	500	700	900	1100

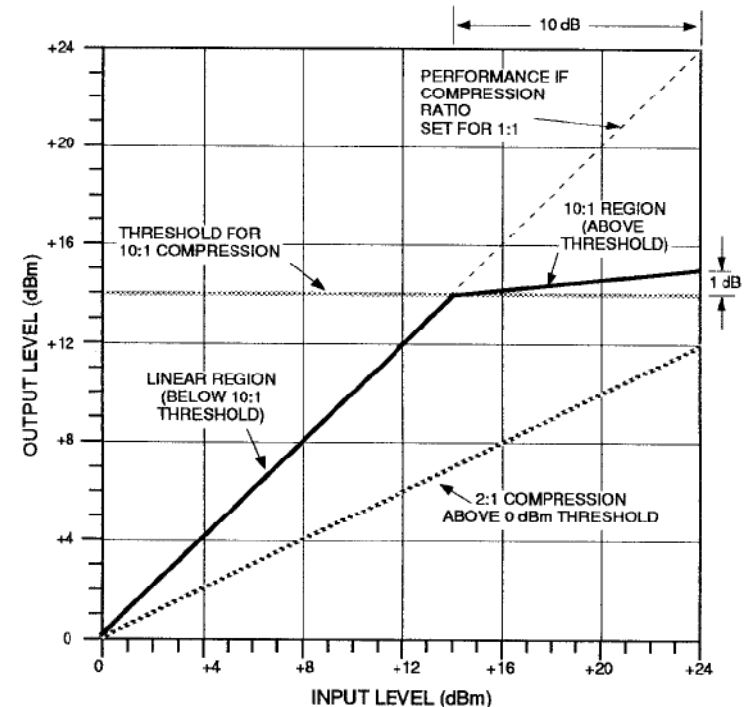


¿Qué SPL generará cada altavoz a 1m cuando en la entrada del QSC CX702 hay +4dBu?

- Primero que todo, notar que ahora la señal a la entrada del amplificador (en este caso, +4dBu), supera la sensibilidad de entrada del power.

$$\text{Power Input Level} = +4\text{dBu} > \text{Sensitivity} = +2,6\text{dBu} @ 4\Omega$$

- Por lo tanto, podríamos usar 3 alternativas:
 - Disminuir el nivel de entrada al power a 2,6dBu (equivalente a bajar en $4 - 2,6 = 1,4$ dB los faders principales en consola).
 - Agregar un limitador antes del amplificador (o un compresor con ratio 8:1 o mayor), con un nivel de umbral igual a +2,6 dBu (igual a la sensibilidad de entrada del amplificador).



- Por lo tanto, podríamos usar 3 alternativas:
 - Disminuir la ganancia del power, lo que aumentará la sensibilidad de entrada.

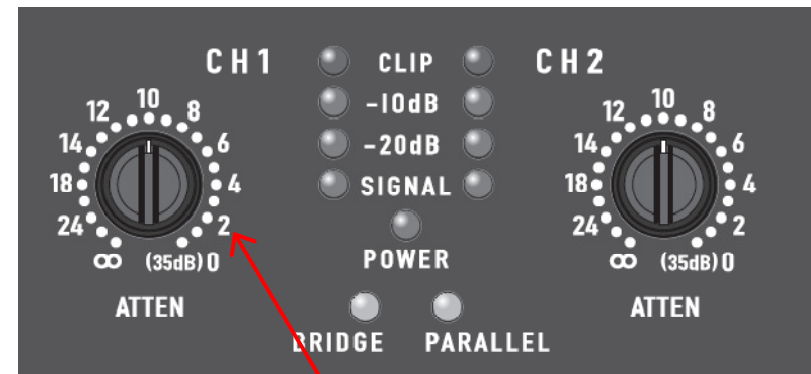
$$\text{Sensitivity} = +2,6\text{dBu} @ 4\Omega \Rightarrow \text{Level} = 0 - (4 - 2,6) = -1,4\text{dB}$$

Gain Controls

The Gain controls are recessed and can be adjusted with a small screwdriver or flat tool. If desired, the Gain Control Security Cover can be installed to prevent changes to the installer's settings.

Turn the gain controls clockwise to increase gain and counter clockwise to decrease gain. The maximum voltage gain of the amplifier varies depending on the model designation. Maximum voltage gain for each model is shown on the front panel label in parentheses adjacent the 0dB attenuation setting.

The Gain controls are marked in dB of attenuation. There are 21 detents for repeatable adjustments. The upper 14 steps are about 1 dB each, and settings should normally be made within this range. The range below -14 dB should not be used for normal program levels, as the input headroom could be exceeded, but can be used for testing at reduced levels. At the minimum setting, the signal is completely cut off.



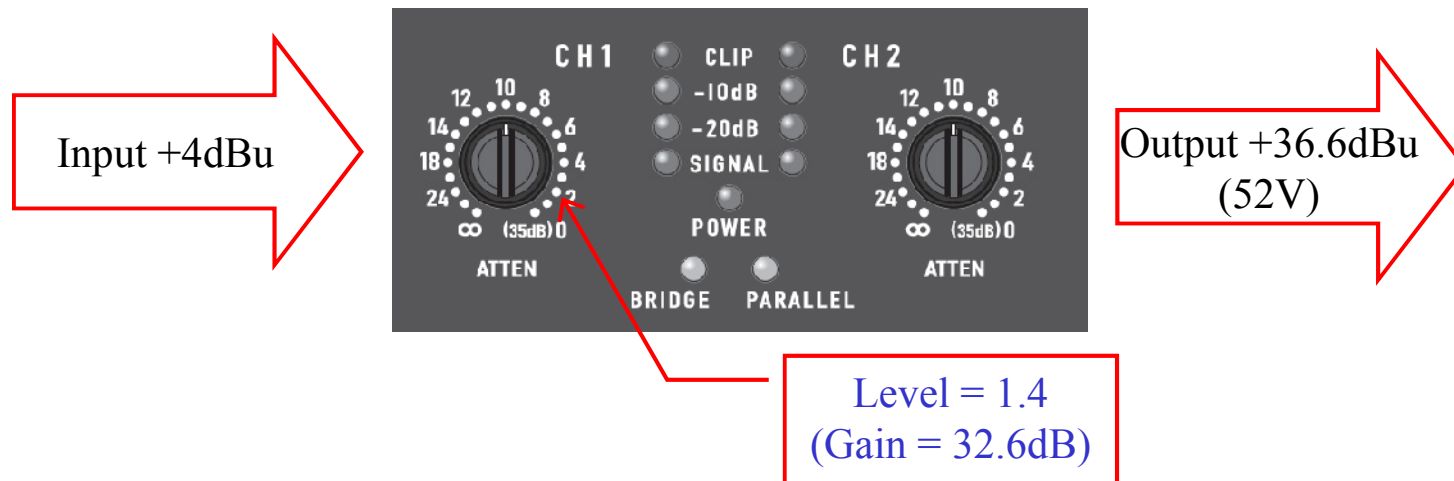
Level = 1.4
(Gain = 32.6dB)

- Ahora, como en la entrada del power hay +4dBu, y la ganancia es de 33.6 dB, el nivel de salida del power será:

$$Power\ Output\ Level = +4dBu + 32.6dB = +36.6dBu$$

- Transformando a voltaje:.

$$V_{OUTPUT} = 0,775 \cdot 10^{36.6/20} \approx 52,4[Volts]$$



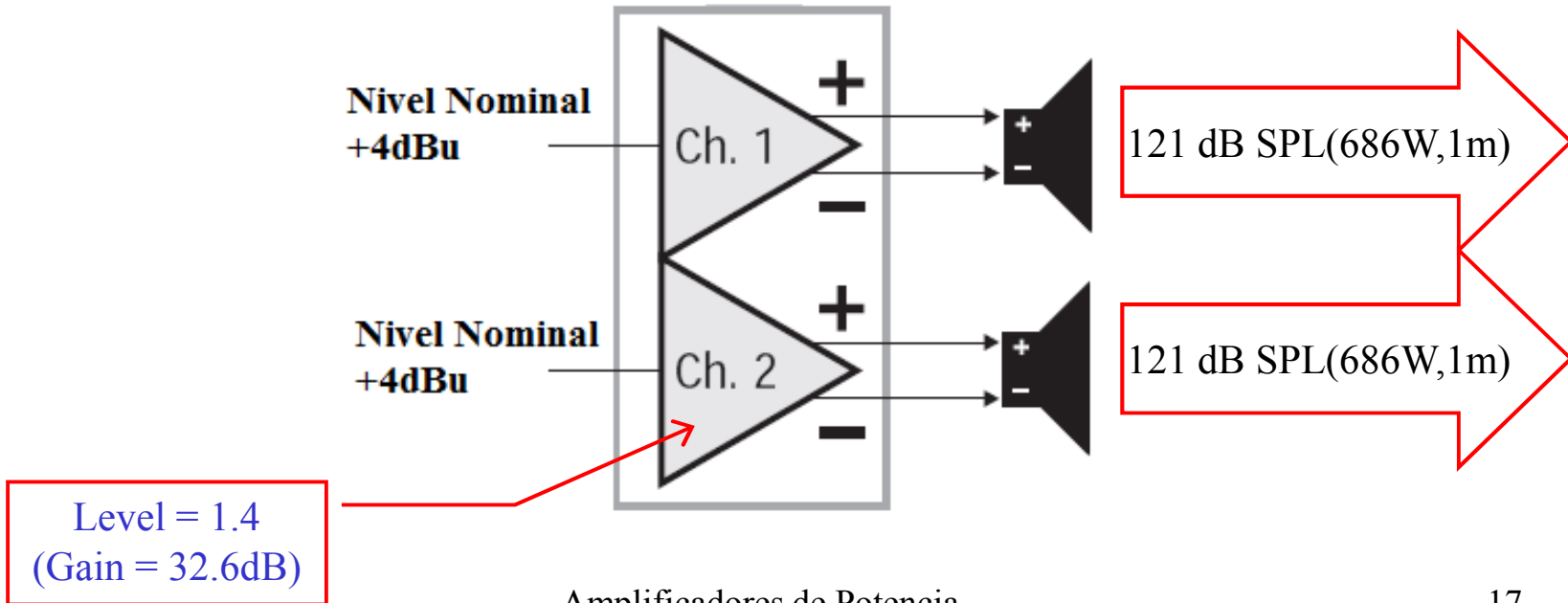
- La potencia disipada en cada altavoz:

$$P_E = \frac{V^2}{R} = \frac{52,4^2}{4} \approx 686[Watts]$$

OJO! CON MENOR GANANCIA SE PRODUCEN 686W, MENOR QUE LOS 700W ESPECIFICADOS POR EL FABRICANTE.

- Finalmente, el SPL generado por cada altavoz con 686W:

$$SPL = sens + 10 \log P_E = 93 + 10 \log 686 = 121,4 \text{ dB SPL}(686W, 1m)$$



- La potencia NO UTILIZADA genera una pérdida en dB SPL:

$$SPL = sens + 10 \log P_E = 93 + 10 \log 700 = 121,5 \text{ dB SPL}(700W, 1m)$$

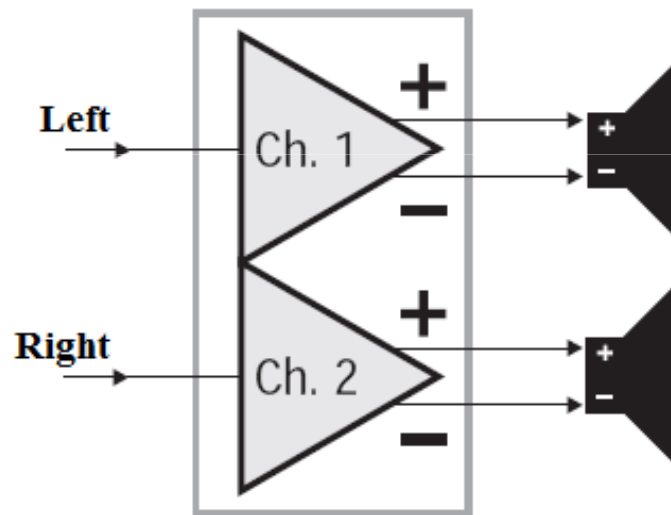
$$SPL = sens + 10 \log P_E = 93 + 10 \log 686 = 121,4 \text{ dB SPL}(686W, 1m)$$

Pérdida de 0,1 dB SPL
NO RELEVANTE!

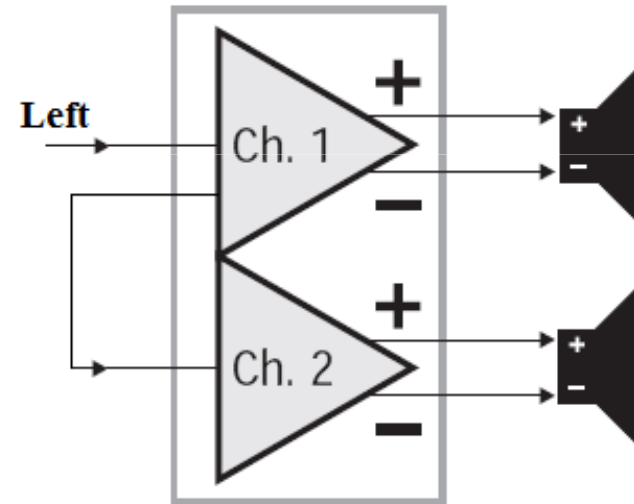


9.- Modos de Operación

Modo Stereo

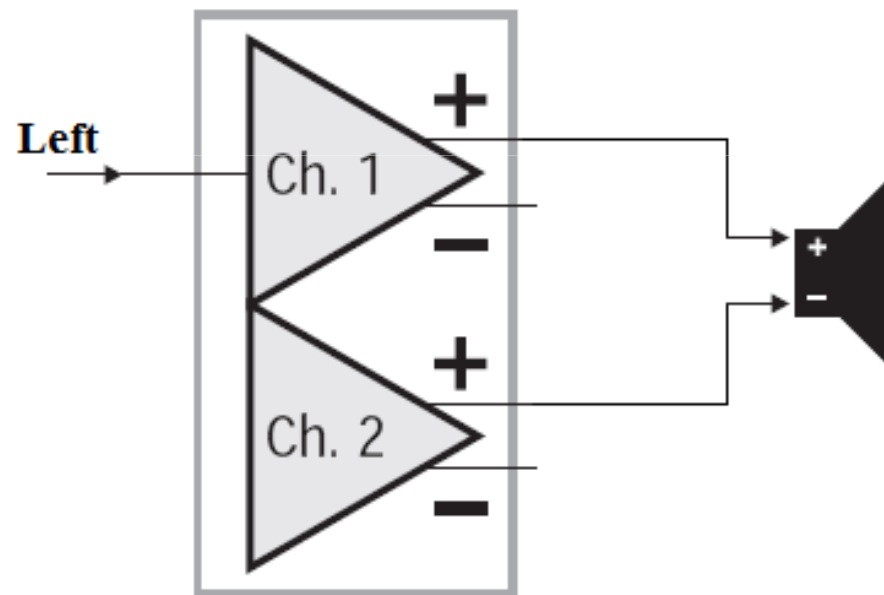


Modo Mono Paralelo



9.- Modos de Operación

Modo Mono Bridged



9.- Modos de Operación

- Al usar bridge, el voltaje de salida del amplificador se duplica.
- Esto hace que la potencia eléctrica se cuadruplique (asumiendo igual impedancia de carga).

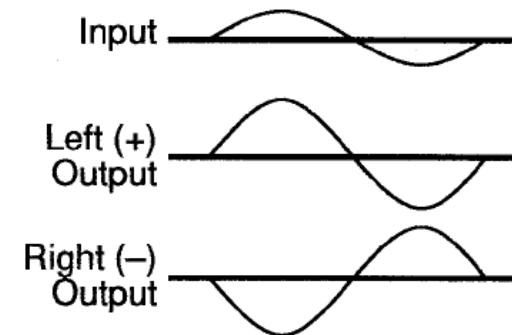
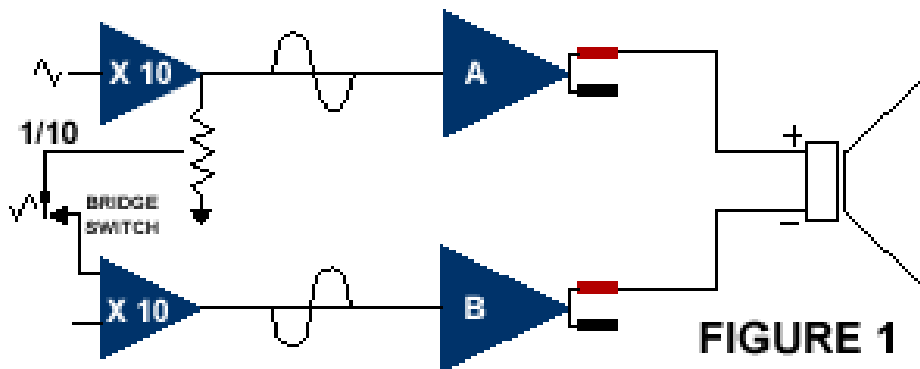


Figure 12-9. Bridged mono operation: signal polarity (phase) relationships


$$P_E = \frac{V_0^2}{R}$$

$$P_E' = \frac{V_0'^2}{R} = \frac{(2V_0)^2}{R} = \frac{4V_0^2}{R} = 4P_E$$

Modo Stereo x canal

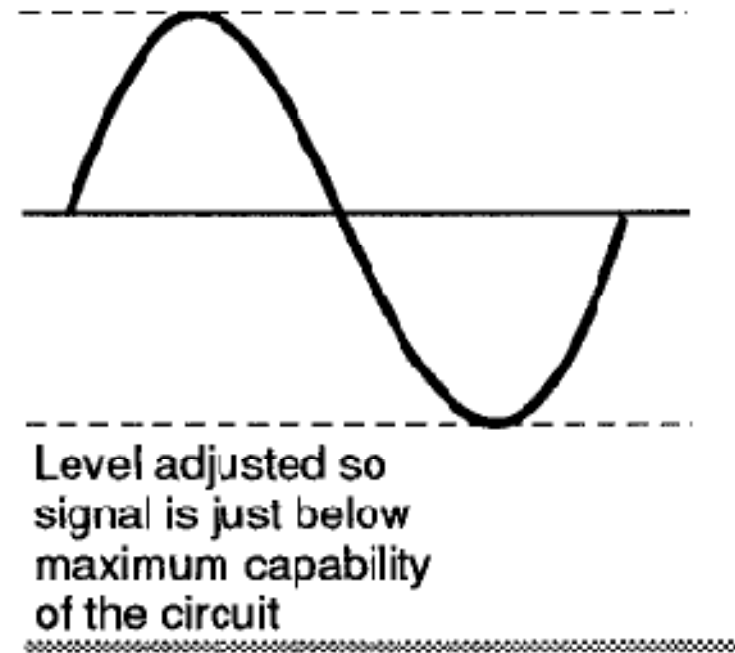
Modo Bridged

Observación!

 CA2 POWER AMPLIFIER SPECIFICATIONS		
	1kHz, 0.01% THD+N	20Hz-20kHz, 0.1% THD+N
8 Ω Stereo Power	160W	150W
4 Ω Stereo Power	250W	200W
8 Ω Bridged Mono Power	500W	450W

10.- Saturación (“Clipping”) del Amplificador

- El nivel en la entrada es igual a la sensibilidad del power.
- A la salida, el amplificador genera su máxima capacidad de voltaje.
- En estas condiciones, el amplificador entrega la potencia rms especificada por el fabricante.



10.- Saturación (“Clipping”) del Amplificador

- El nivel en la entrada es mayor a la sensibilidad del power.
- A la salida, el amplificador “recorta” la señal, generando una onda aproximadamente cuadrada.

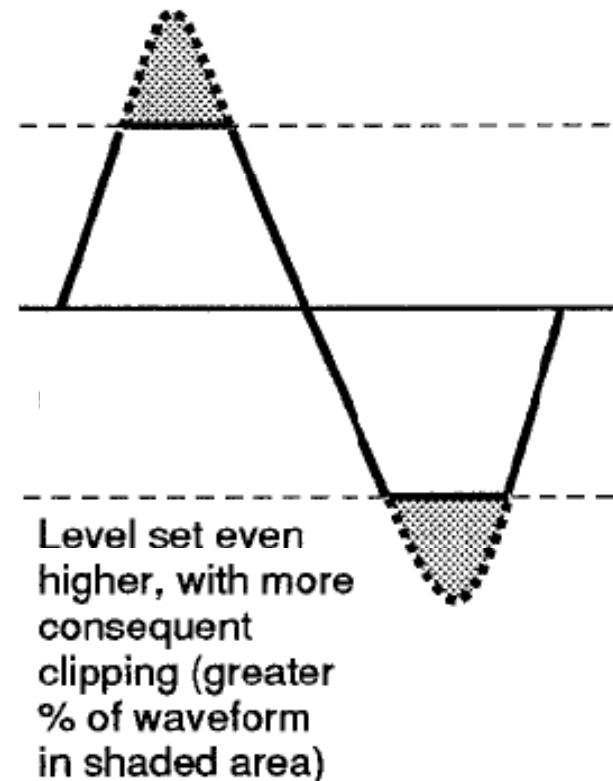


Figure 12-11. Clipping of a sine wave

10.- Saturación (“Clipping”) del Amplificador

- Consecuencias
 - Aumenta la distorsión armónica del sistema.
 - Aumenta la potencia RMS aplicada a la carga.

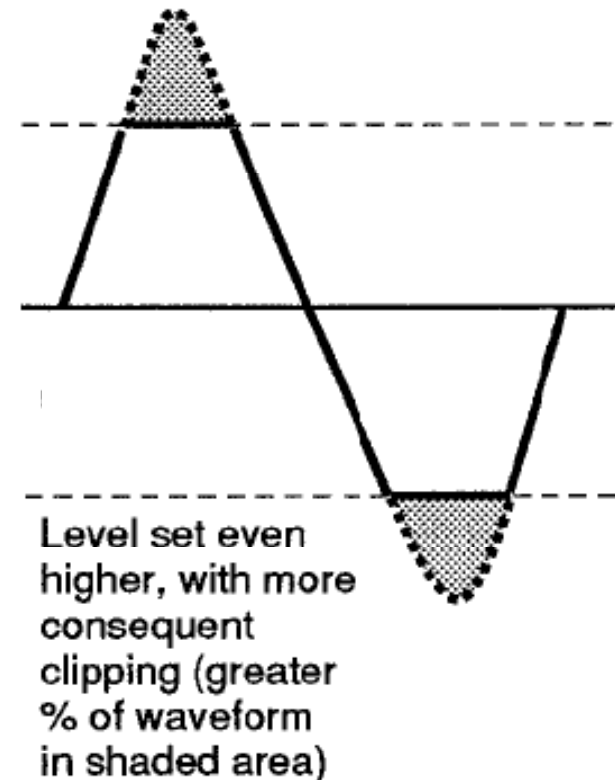


Figure 12-11. Clipping of a sine wave

11.- Acoplamiento Amplificador - Altavoz

- Refuerzo Sonoro

$$P_{POWER} \approx 2P_{SPEAKER}$$

- Sistemas de Megafonía.

$$P_{POWER} \approx P_{SPEAKER}$$

12.- Conexión de Altavoces

- Conexión Serie

$$Z_{EQ} = Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n$$

- Conexión Paralelo.

$$Z_{EQ} = \frac{1}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \dots + \frac{1}{Z_n}}$$

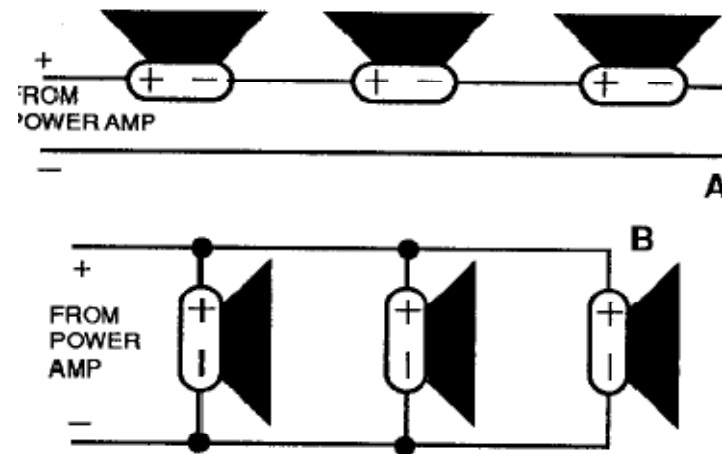


Figure 12-13. Series (A),
and parallel (B) connection of
loudspeakers

**Recomendación: Conexión Paralelo, 2 LF
por canal, máximo 4 HF por canal.**

Unidad II: Procesadores de Audio

Parte 2

Diseño e Instalación de Sistemas de Sonido
AUM-711

Prof. Ing. Andrés Barrera A.