



I.E.S. "LA TORRETA"  
ELCHE



MANTENIMIENTO  
DE VEHICULOS  
AUTOPROPULSADOS

# EL SONIDO EN EL AUTOMOVIL



## INDICE

- CAPITULO 1: EL SONIDO: GENERALIDADES
  
- CAPITULO 2: INSTALACIÓN EN EL AUTOMÓVIL
  
- CAPITULO 3: INSTALACIONES CON ALTAVOCES DELANTEROS
  
- CAPITULO 4: INSTALACIONES CON ALTAVOCES DELANTEROS Y TRASEROS
  
- BIBLIOGRAFÍA Y DIRECCIONES DE INTERNET



I.E.S. "LA TORRETA"  
ELCHE



MANTENIMIENTO  
DE VEHICULOS  
AUTOPROPULSADOS

# EL SONIDO: GENERALIDADES



## 1.- EL SONIDO

“Es la sensación engendrada en el oído por las ondas acústicas producidas por la vibración de elementos materiales y transmitidas en un medio elástico”.

## 2.- CARACTERÍSTICAS DEL SONIDO

El sonido tiene tres características:

**2.1.- Intensidad (Volumen).**- Es la amplitud entre picos de la onda senoidal productora del sonido y se regula con el mando de Volumen. Se mide en decibelios (dB) y un nivel superior a 120 dB es doloroso para el oído humano.

**2.2.- Tono (Agudos-Graves).**- Es la frecuencia del sonido. Según el tono, los sonidos se dividen en : graves (20-500 Hz), medios (500-3.000 Hz) y agudos (3.000-20.000 Hz). La voz humana suele abarcar desde los 80 Hz (bajos), hasta los 1.200 Hz (sopranos).

**2.3.- Timbre.**- Es una característica del instrumento que emite el sonido y está producido por los armónicos que acompañan a la onda principal. Así pues, por el timbre distinguimos una nota DO que dé una guitarra, de la producida con un piano.

## 3.- EL SONIDO Y EL OIDO HUMANO

**3.1.- Espectro sonoro.**- Es el margen de frecuencias que podemos oír: 20 Hz – 20.000 Hz, siendo el Hz (Hertzio) la unidad de frecuencia, un ciclo por segundo. A menudo, en edades avanzadas, el tímpano pierde elasticidad y no percibe los sonidos más agudos.

**3.2.- Sensación sonora.**- En el oído, la sensación sonora crece con el logaritmo decimal de la intensidad de la onda acústica (ley de Weber-Fechner); es decir, que a doble impulso sonoro, corresponde sólo un 30% de aumento de la sensación sonora (0,3 es el logaritmo de 2). Por esto, los potenciómetros de volumen son logarítmicos, así como los decibelios (dB), unidad de amplificación.

**3.3.- Loudness.**- Hay que destacar que, a bajos niveles de volumen, el oído no capta bien los sonidos agudos; para compensar esto, se creó el loudness, que realza el volumen de estas frecuencias, pero hay que desconectarlo a partir de medio volumen, porque distorsiona.

## 4.- PROPAGACIÓN DEL SONIDO

El sonido no se propaga en el vacío, para que se propague necesita un medio elástico: metales, aire, agua.

De todos modos, es importante destacar que los sonidos agudos se propagan direccionalmente en un ángulo muy estrecho y son absorbidos por la tapicería y reflejados por los cristales, mientras que los sonidos graves se propagan en todas las direcciones. Debemos tener en cuenta esto para colocar adecuadamente los diferentes tipos de altavoces en los vehículos: los altavoces para agudos (que son los que dan la sensación estéreo) se colocarán donde los “vean” los oídos, bien directamente en la parte superior de las puertas, o bien por reflexión en el parabrisas, cuando se colocan horizontales en el salpicadero; los altavoces para graves se pueden colocar en la parte inferior de las puertas, bajo el asiento del conductor, o bien en el maletero.



## 5.- ALTAVOCES

### 5.1.-El altavoz

El altavoz electrodinámico es un mecanismo compuesto por un imán permanente, una bobina móvil y una membrana, que transforma la tensión senoidal alterna que le proporciona el amplificador del autorradio en energía mecánica para hacer oscilar la membrana, cuyas oscilaciones se convertirán en ondas de presión sonoras en el aire.

### 5.2.-Características de un altavoz

**Potencia.**- Viene en vatios y el valor de su potencia máxima debe ser 1,5 veces el de la potencia del canal de salida del amplificador. Hay que tener en cuenta que la potencia normal de trabajo son los vatios RMS o, en su defecto, la potencia nominal. Debemos desconfiar de altavoces con imanes pequeños que pongan una potencia grande: es la potencia PMPO, que no nos sirve, porque todo es ruido.

**Impedancia.**- Es la resistencia al paso de la corriente alterna. La impedancia de los altavoces tiene unos valores normalizados: 4, 8 y 16 ohmios. En coche se suelen emplear altavoces de 4 ohmios de impedancia, porque dan una buena potencia sonora. Cuanto menor es la impedancia de los altavoces, mayor es la potencia sonora, pero cuidado, si bajamos de la impedancia mínima admisible por la etapa de salida del amplificador, éste se puede quemar.

**Polaridad.**- Aunque la salida del amplificador es una onda senoidal de corriente alterna, los altavoces tienen sus terminales marcados (es más pequeño el "positivo", o tiene una marca de color, o los terminales tienen los signos + y -) y los alimenta un cable paralelo bicolor, para poner en fase todos los altavoces y que salgan y entren sus conos a la vez, para producir una óptima presión sonora.

**Rendimiento.**- Su rendimiento, es decir, la porción de energía eléctrica que transforma en ondas de presión sonoras, oscila entre un 1% y un 10%. El rendimiento de un altavoz viene expresado como sensibilidad o presión de sonido ("La presión de sonido (dB) que emite un altavoz a 1 metro de distancia, cuando se alimenta con una señal senoidal eléctrica de 1 watio de potencia") y viene medido en dB/W/m (decibelios por watio y por metro). Este dato lo proporcionan las marcas de calidad y los buenos altavoces son los que tienen una sensibilidad de 90 dB/W/m ó superior.

Altavoces y frecuencias.-

### 5.3.- Funcionamiento según las frecuencias

Para reproducir graves (hasta 500 Hz) todo el conjunto móvil se desplazará con grandes amplitudes de movimiento como un solo bloque (se dice que el altavoz trabaja como pistón); la membrana será de gran diámetro, deberá montarse con buena suspensión y su masa será importante.

Para reproducir sonidos medios (500-3.000 Hz), la membrana vibra en su conjunto.

En la reproducción de agudos (más de 3.000 Hz), solamente vibrará la cúpula de la membrana. La membrana y sus suspensiones deben estar tensas (se emplean "membranas" de aluminio) y la cúpula está metalizada. El conjunto móvil debe ser ligero para que pueda oscilar bien a altas frecuencias.



#### 5.4.- Tipos de altavoces

Según la frecuencia que pueden reproducir sin distorsiones del sonido, los podemos dividir en:

**Tweeter**.- Son altavoces para frecuencias de 3 kHz a más de 20 kHz (agudos). Son de pequeño diámetro (10, 18 ó 25 mm.) con membranas metálicas y algunos traen un filtro paso alto incorporado, para evitar que trabajen a bajas frecuencias.

**Woofers**.- Son altavoces para graves ( frecuencias de 20 Hz a 4.000 Hz), de gran diámetro (de 20 a 30 cms.), con un gran imán y buena suspensión del conjunto del cono. Estos también necesitan un filtro paso bajo (para que no trabajen a frecuencias altas) y se deben elegir de una potencia que sea 1,5 veces la potencia del amplificador de salida.

**Todo Rango** (All Range ó Full Range).- Son los empleados normalmente de origen, que se colocan en las puertas o en el salpicadero. Tienen diámetros de 10, 13 y 16 cms. Y son una solución de compromiso, pues reproducen frecuencias de 45 Hz a 18 kHz.

**Doble cono**.- Si a los anteriores se le añade alrededor de la cúpula un cono pequeño de plástico o metal, se mejora la propagación direccional de los agudos.

**Tweeter coaxial**.- Es un altavoz todo rango al que se le ha añadido un Tweeter con su filtro, en su mismo eje, con una conexión exterior común. Estos ya dan agudos hasta los 20.000 Hz.

Hay que tener en cuenta que tan malo para el sonido es que un woofer trabaje a altas frecuencias, como que un Tweeter lo haga a bajas frecuencias, por eso debemos emplear filtros en las salidas a estos altavoces. Es decir:

**QUE NINGUN ALTAVOZ RECIBA FRECUENCIAS QUE NO PUEDE REPRODUCIR BIEN**

Los tipos de altavoces que se emplean con más frecuencia en los automóviles son:

TIPO Y DIÁMETRO DEL ALTAVOZ	RANGO DE FRECUENCIAS
Tweeter 1 cm (p/superficie) (3/8")	5kHz – 22 kHz
Tweeter 2 cm (p/superficie) (3/4")	3 kHz – 35 kHz
*Tweeter 2,5 cm (p/superficie) (1")	3,5 kHz – 22 kHz
Altavoz 8,7 cm (p/salpicadero) (3,5")	50 Hz- 20 kHz
*Altavoz 10 cm (p/salpicadero) (4")	45 Hz – 20 kHz
*Altavoz 13 cm (puerta / montante) (5,25")	45 Hz – 20 kHz
*Altavoz 16,5 cm (puerta / montante)(6,5")	35 Hz – 22 kHz
*Altavoz elíptico 16x24 cm (6x9")	30 Hz – 26 kHz
Subwofer 20 cm	30 Hz – 4.000 Hz
Subwofer 25 cm	25 Hz – 3.500 Hz
Subwofer 30 cm	20 Hz – 3.000 Hz



## 6.-Filtros de sonido

### Filtros pasivos

Para que a un Tweeter sólo le lleguen las frecuencias altas, se intercala en serie un condensador no polarizado, pues la impedancia del condensador es:  $Z = 1 / 2\pi fC$ , en donde  $Z$  es la impedancia en ohmios,  $f$  es la frecuencia en Hertzios y  $C$  es la capacidad del condensador en faradios. Así, en cuanto aumenta  $f$ , disminuye  $Z$ , que está en serie con la  $Z$  del altavoz y pasa la onda al Tweeter.

Esto se conoce como un filtro paso-alto y lo definen su frecuencia de corte (crossover), en Hertzios y su pendiente de atenuación (6, 12 ó 18 dB/octava).

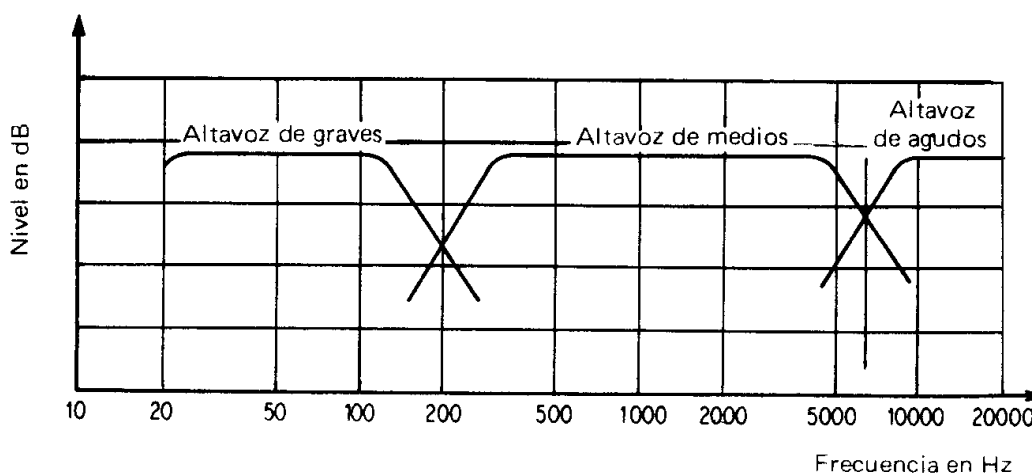
Para que a un woofer sólo le lleguen frecuencias bajas, se intercala en serie una inductancia (bobina), pues la impedancia de una bobina es:  $Z = 2\pi fL$ , en donde  $Z$  es la impedancia en ohmios,  $f$  es la frecuencia en Hertzios y  $L$  es la inductancia de la bobina en Henrios. Esto sustituye un filtro paso-bajo.

Los filtros pasivos deben venir formando conjunto con los altavoces respectivos.

En los sistemas de dos vías, se emplea un altavoz todo rango en la puerta, un Tweeter montado en superficie en el salpicadero, con un filtro de 2 vías que ya viene calibrado para esos dos altavoces.

En los sistemas sofisticados de tres vías, compuestos por un Tweeter, un Woofer y un Médium, se emplean tres filtros: un paso-bajo para el Woofer, un paso-banda para el Médium y un paso alto para el Tweeter.

Esto se ve con más claridad en el siguiente gráfico de un filtro de 3 vías:



*Esquema de un filtro de 3 canales con frecuencias de corte en 200 y 6.000 Hz.*

### Filtros ajustables

En las etapas de potencia de calidad, en cada canal hay dos potenciómetros para ajustar las frecuencias de corte (crossover) del filtro y así poder ajustar las salidas del canal al rango de frecuencias de los altavoces que montemos.



## 7.-Etapas de potencia (amplificadores)

Las etapas de potencia externas pueden ser de varios tipos; aunque para elegir una etapa, primero tenemos que saber si el autorradio dispone de salidas RCA pre-out o no y, después tendremos que elegir según el presupuesto y el número de altavoces que queramos instalar.

Estas etapas tienen una alimentación de positivo de batería independiente (protegida por su fusible) y una buena masa, así como un cable que viene del autorradio y que trae positivo cuando el autorradio está encendido (es el Remote). Por otra parte, tiene unas entradas de señal, que pueden venir de los canales de salida de altavoces (DI) FL y DD (FR) del autorradio (Alt Level) o, mucho mejor de las salidas RCA pre-out (del preamplificador del aparato) del autorradio que ofrecen una calidad superior.

### Tipos de etapas

Se clasifican por sus canales de salida:

La más sencilla es la de 2 canales, con entradas de alto nivel.

La etapa 3/2 puentable, ofrece 2 canales y uno adicional del doble de potencia, con su filtro ajustable para un woofer. También se pueden unir en paralelo los canales 1 y 2 y quitar el filtro del canal 3, para alimentar 2 altavoces potentes.

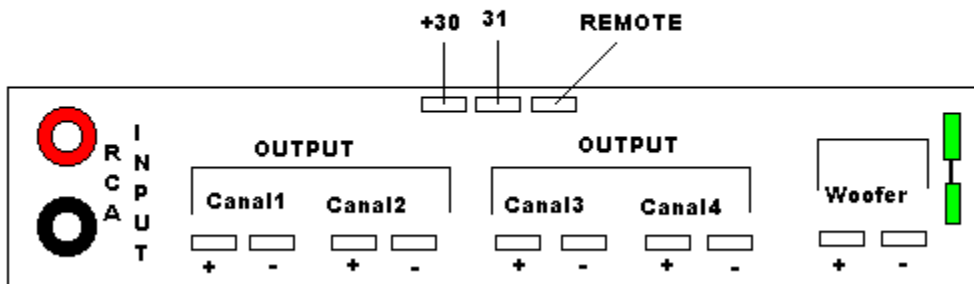
Las etapas 4/2 puentables tienen 4 canales de salida, que se pueden unir 2 a 2, para altavoces más potentes (configuración 4 salidas).

Las etapas 5/4/3 tienen 4 canales normales y 1 para Subwoofer, también se pueden emplear sólo los 4 canales y por último, se pueden puentear los canales 1 con el 2 y el 3 con el 4, manteniendo el 5 para el Subwoofer (configuración 3 salidas).

La mayoría de estas etapas tienen impedancias de salida de 2 ohmios (se pueden colocar 2 altavoces de 4 ohmios en paralelo en cada salida). Las etapas más caras tienen impedancias de salida de 1 ohmio, por lo que se pueden agrupar hasta 4 altavoces de 4 ohmios en paralelo en cada canal, con lo que instalaríamos en un coche 25 altavoces (24 normales y un Subwoofer), en el caso de la etapa 5/4/3.

Muchas etapas tienen un potenciómetro trasero (GAIN), para aumentar o disminuir el "volumen" de los altavoces que están conectados a la etapa.

### ETAPA DE POTENCIA 5/4/3 (Puentable)







## **8.- La radio en el automóvil**

Para tener una buena recepción de la señal de radio es muy importante que, tanto la masa de la carcasa del autorradio como de la antena sean buenas; de lo contrario, los parásitos inundarán la recepción, sobre todo en Onda Media y en emisoras lejanas de Frecuencia Modulada.

Es importante conocer las diferentes ondas que se captan en la radio del coche:

**Onda Media (OM) (MW) (AM) (PO)**.- Comprende las frecuencias que van desde los 150 Khz. a los 254 kHz. Se propaga por onda directa y con un alcance que oscila entre los 200 Kms. de día y los 2.000 Kms. de noche. Su fidelidad es media, sin sonidos agudos por encima de los 4.500 Hz., por lo que se ha especializado en programas de información general y tertulias. Su sensibilidad a los parásitos es bastante grande.

**Frecuencia Modulada (FM) (UK)**.- Van de 84 MHz a 104 MHz. Su fidelidad es total, pues abarca todo el espectro sonoro (incluso ultrasonidos para la señal portadora del estéreo). Su sensibilidad a los parásitos es casi nula, sobre todo en emisoras locales.

Se propaga en línea recta y es poco flexible, viéndose afectada por las montañas y otros obstáculos, por lo que su alcance oscila entre 30 Kms. (estéreo) y 50 Kms. (mono), por lo que en un viaje largo deberemos mover el sintonizador (Tuner) con frecuencia. Para evitar este problema de pérdida de señal está el sistema RDS (Radio Data System), que permite seleccionar una emisora en el autorradio y que éste vaya sintonizando en cada momento la frecuencia más próxima de la misma emisora.

## **9.- OTROS ACCESORIOS**

**9.1.- Cargadores ó cambiadores de CD**.- Son aparatos que tienen dentro 6 ó 10 Compact-Disc de música y se pueden controlar desde el autorradio. Se suelen montar en el maletero, con un cable bus que los une al autorradio, del que forman pareja y que sirve para controlar qué CD del cargador queremos oír y nos indica en el display el nombre de la canción y el autor. Como se pueden montar tanto vertical como horizontalmente, tienen un selector que debemos poner según el tipo de colocación. Constituyen una gran ayuda a la seguridad activa en la conducción, pues los CDs son muy engorrosos de manipular mientras se conduce.

**9.2.- Procesadores digitales de señal (DSP)**.- Se intercalan en el circuito y permiten equalizaciones automáticas pre-programadas (jazz, rock, classic, vocal,...) y, además permiten simular la audición en un estadio, retardando la señal que llega a los altavoces traseros 2 ó 3 milisegundos. Los más avanzados tienen un pequeño micrófono en el parasol del conductor que sirve para ajustar la intensidad de todos los altavoces y las frecuencias que producen, para que llegue al conductor una señal sonora óptima. Por último, los más caros tienen un puerto serie y un software para que el melómano experimentado pueda ajustar con el ordenador el sonido de salida a sus gustos.

INSTALACION DE  
EQUIPOS DE SONIDO  
EN EL AUTOMVIL

## INSTALACION DE EQUIPOS DE SONIDO

En primer lugar, hay que tener presente el presupuesto que vamos a destinar a la instalación y si queremos una instalación sólo con altavoces delanteros o con 4 altavoces y, por último, saber si vamos a emplear etapas de potencia auxiliares o no. También debemos seguir las siguientes recomendaciones en la manipulación e instalación de los componentes:

### 1.- PRECAUCIONES

- ⇒ NO PROBAR EL AUTO-RADIO SIN CONECTAR LOS ALTAVOCES
- ⇒ NO PROBAR A MUCHO VOLUMEN LOS ALTAVOCES “AL AIRE”
- ⇒ NO CORTOCIRCUITAR SALIDAS DE AUDIO (SE DESTRUYE EL AMPLIFICADOR DE SALIDA)
- ⇒ NO CONECTAR OHMETROS EN LOS CABLES DEL AUTO-RADIO
- ⇒ NO LIMAR NI TALADRAR CERCA DE UN ALTAVOZ
- ⇒ NO HACER ACOPLAMIENTOS DE ALTAVOCES DE IMPEDANCIA RESULTANTE INFERIOR A LA MINIMA SOPORTADA POR LA ETAPA DE SALIDA

### 2.- OPTIMIZACION DE EQUIPOS

- ✓ PONER UNA BUENA MASA EN EL AUTO-RADIO Y EN LA MALLA DE BLINDAJE DEL CABLE DE ANTENA
- ✓ SELLAR BIEN LOS ALTAVOCES DE MEDIOS Y GRAVES
- ✓ ELEGIR ALTAVOCES CUYA POTENCIA SEA, COMO MINIMO 1,5 VECES LA DEL AMPLIFICADOR DE SALIDA
- ✓ COLOCAR “EN FASE” LOS ALTAVOCES DE UN MISMO CANAL
- ✓ AJUSTAR EL TRIMMER DE ANTENA EN UNA EMISORA DEBIL DE ONDA MEDIA
- ✓ COLOCAR CADA ALTAVOZ EN SU SITIO (QUE SE “VEAN” LOS TWEETER)

### 3.- OTROS

- SE PUEDEN COMPROBAR LAS SALIDAS DE AUDIO CON UN VOLTÍMETRO DE CORRIENTE ALTERNA O, MEJOR, CON UN OSCILOSCOPIO
- EN ALTAVOCES SIN MARCAS, SE PUEDE AVERIGUAR LA POLARIDAD DE SUS TERMINALES DANDO PULSOS CON UN OHMETRO Y OBSERVANDO EL SENTIDO DEL DESPLAZA-MIENTO DEL DIAFRAGMA (HACIA DELANTE O HACIA ATRÁS)
- AL INSTALAR AMPLIFICADORES, EL ULTIMO CABLE QUE CONECTAREMOS SERÁ EL POSITIVO QUE VIENE DIRECTO DE BATERIA (PROTEGIDO POR SU FUSIBLE AEREO JUNTO A LA BATERIA)

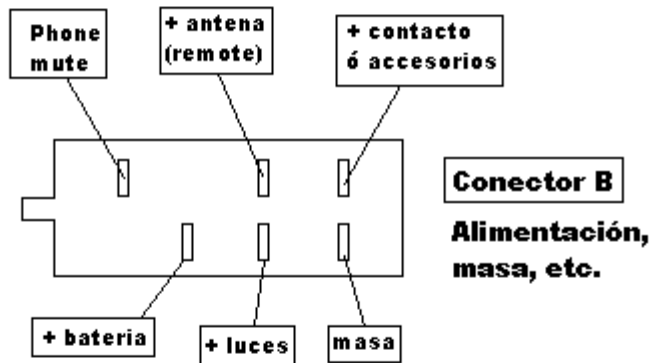
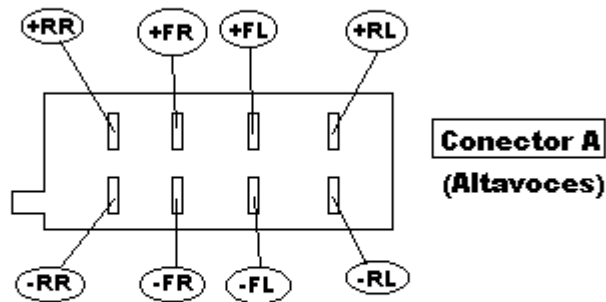
## ELECCIÓN DE COMPONENTES:

A) EL AUTO-RADIO.- Tendremos que elegir un auto-radio que, como mínimo tenga sintonizador digital PLL o, mejor aún si es RDS. Este último sistema nos informa del nombre de la emisora, avisa de incidencias de tráfico, selecciona emisoras de un mismo tipo (rock, clásica, información,...) y también permite sintonizar una emisora y que se mantenga en un viaje.

Si vamos a instalar un cargador de CDs, deberemos adquirirlo formando conjunto con el auto-radio.

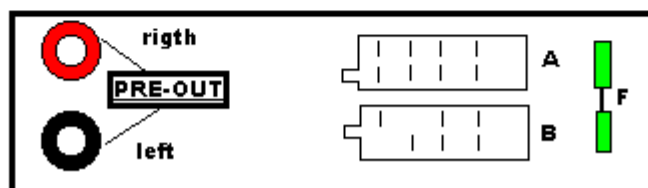
En la medida de lo posible tendremos que elegir auto radios con conectores traseros ISO, y mucho mejor si tiene salidas traseras pre-out, que están antes del amplificador y sirven para enviar una señal de bajo nivel sin distorsiones para montar etapas de potencia auxiliares:

### CONECTORES ISO (PARTE TRASERA AUTORRADIO)



### VISTA POSTERIOR GENERAL DEL AUTORRADIO

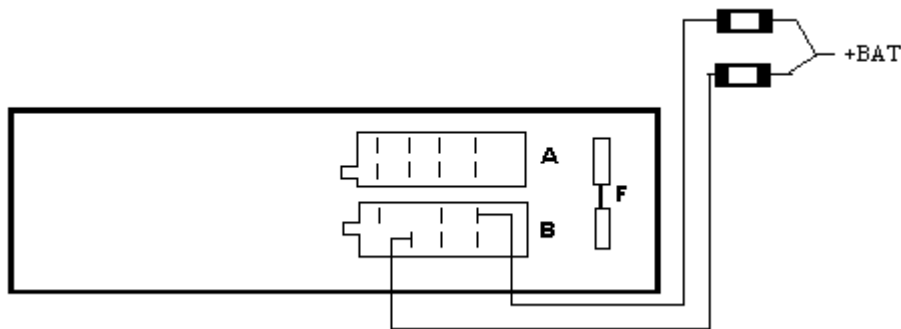
**AUTORRADIO CON SALIDA PRE-OUT, PARA ETAPAS AMPLIFICADORAS EXTERIORES**



Para instalar el auto-radio disponemos de un hueco DIN en la consola central o en el salpicadero y también llevan los coches una preinstalación de radio compuesta por: antena con su cable coaxial y una ficha de conexiones con: 2 cables paralelos bicolor pasados hasta las puertas delanteras o hasta los extremos del salpicadero (para instalar dos altavoces) y las diferentes alimentaciones de positivo y masas.

La solución más limpia y que menos tiempo lleva es comprar un juego de cables de adaptación de la ficha de preinstalación del coche a las tomas traseras del auto-radio.

Lo último que podemos cambiar es el sistema de alimentación, que de origen viene a través del positivo de accesorios y, si queremos que el aparato funcione sin tener que girar la llave de contacto, tendremos que unir el cable que va al polo +BAT y el de +ACC, pero como en la figura (si no, haríamos “el puente”):

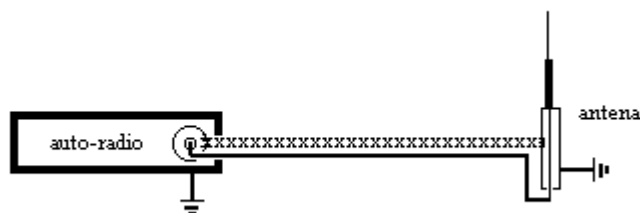


Las salidas para los altavoces tienen dos cables de diferentes colores o bien uno liso y otro con dos colores a todo lo largo, para poner todos los altavoces en fase. Están marcadas las salidas con las siguientes siglas:

- FL (Front Left).- Delantero izquierdo
- FR (Front Right).- Delantero Derecho
- RL (Rear Left).- Trasero Izquierdo
- RR (Rear Right).- Trasero Derecho

Si instalamos así los 4 altavoces, tendremos los canales estéreo dispuestos a izquierda (Left) y a derecha (Right) y podremos variar la intensidad entre los canales con el mando de BALANCE. Tenemos además el mando de FADER para regular la intensidad entre los altavoces delanteros y los traseros.

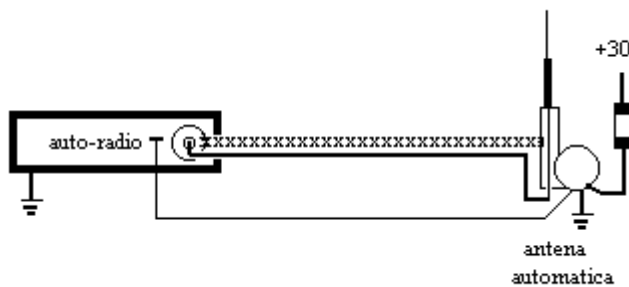
B) LA ANTENA.- Normalmente los coches vienen equipados con una antena en el techo y ya está pasado el cable coaxial hasta el hueco de la radio. De todos modos, es muy importante que la antena tenga una buena masa y el auto-radio también, para poder captar bien las emisoras.



Si no tiene antena ni agujero en la carrocería, una solución muy cómoda es instalar una antena electrónica en el interior del cristal, alimentándola a través del polo REMOTE del auto-radio, para que no quede en tensión. En algunos vehículos de gama alta está incorporada la antena en el interior del parabrisas.

Otra opción es instalar una antena automática que sólo se despliega cuando la radio está conectada, pero hay que hacer un agujero en la carrocería:

- 1º) Elegir un modelo de antena automática adecuado al modelo del vehículo.
- 2º) Leer bien las instrucciones
- 3º) Proteger con cinta de carrocerero la zona a taladrar
- 4º) Siguiendo las instrucciones de la antena, trazar con un lápiz sobre la cinta de carrocerero el punto de colocación
- 5º) Dar un granetazo suave sobre la cinta
- 6º) Taladrar sin hacer mucha fuerza para que la broca no resbale sobre la aleta
- 7º) Agrandar el agujero con una fresa cónica especial
- 8º) Proteger de la corrosión el canto vivo del agujero de la chapa con pintura
- 9º) Colocar bien la antena, ajustando correctamente todas las arandelas de goma y plástico que protegen de la corrosión el agujero.
- 10º) Sujetar bien el extremo inferior de la antena
- 11º) Realizar el conexionado, buscando para la masa un punto de conexiones de masa del vehículo cerca de los faros traseros.



Comprobaciones de la antena.- Las comprobaciones se realizan con un ohmetro y son tres: 1) continuidad del cable interior de señal entre el exterior de la antena y el terminal central del cable que va al auto-radio, 2) verificación de masa de la antena entre el terminal exterior del cable del auto-radio y un punto de masa, 3) comprobación de aislamiento entre el terminal exterior y el interior que se conectan a la radio.

C) LOS ALTAVOCES.- Debemos elegir altavoces de marcas reconocidas, que nos dan unos datos bastante fiables en cuanto a potencia máxima y sensibilidad (dB/W/m). Deberíamos elegir altavoces de una sensibilidad mínima de 89 dB/W/m, para que suenen lo más fuerte posible. La impedancia que se emplea actualmente es de 4 ohmios y la potencia del altavoz de graves (woofer) y el de medios o todo rango, debe ser 1,5 veces la del canal de salida al que esté acoplado. La potencia del altavoz de agudos (Tweeter) puede coincidir con la de la etapa de salida.

Casi todas las marcas tienen 3 líneas de altavoces para un mismo vehículo: altavoces de doble cono de potencia normal o grande, altavoces tweeter coaxiales de potencia normal o de alta potencia y sistemas de kits de varios altavoces por canal (multicomponentes), con filtros de cruce.

Los altavoces para las puertas y montantes traseros suelen tener unos diámetros de 13 ó 16 cms. y si están en los extremos del salpicadero, su diámetro es de 10 ó de 8,7 cms. Debemos consultar un catálogo del fabricante para ver qué tipo de altavoces podemos adaptar, sabiendo que según nuestro presupuesto podremos poner: altavoces de doble cono, tweeter coaxiales o bien sistemas multicomponente, si queremos buen sonido pero con un precio alto.

Colocación de los altavoces.- Los Tweeter se colocarán en la parte superior de las puertas ó encima del salpicadero, para poder oír bien los agudos. Si tenemos un vehículo con huecos en los bajos de las puertas, no debemos gastar dinero poniendo altavoces tweeter coaxiales: pondremos altavoces de doble cono y unos Tweeter suplementarios en los extremos del salpicadero. Los woofer se pueden poner en cualquier parte que tengan un gran volumen detrás, para la descompresión de la onda posterior; por ejemplo, en la bandeja trasera. Para hacer esto, deberemos reforzar la bandeja con un tablero de DM o, mejor, de contra-chapado que es más ligero y resistente. También hay woofer y subwoofer que vienen ya preparados en recintos para acoplar bajo del asiento del conductor o en el maletero.

Conexión de los altavoces.- Debemos tener en cuenta que podemos asociar varios altavoces en un mismo canal en paralelo, siempre que la impedancia resultante no sea menor que la mínima admitida por canal el amplificador del auto-radio o de la etapa de potencia externa, porque podríamos deteriorar la etapa.  
**PARA OBTENER EL MÁXIMO DE PRESION SONORA, PODREMOS EMPLEAR ALTAVOCES O ASOCIACIONES QUE COINCIDAN CON LA IMPEDANCIA MINIMA DE SALIDA DEL AUTO-RADIO**

Los altavoces se conectan todos en fase, poniendo el cable rojo (o liso) del paralelo al terminal más pequeño del altavoz ó al que esté marcado con + ó con un punto de pintura.

Los cables para los altavoces traseros no suelen venir preinstalados y los tendremos que pasar por la moldura bajo puertas en el larguero contrario al que pasa la instalación eléctrica del coche, para evitar posibles interferencias. También se pueden pasar por debajo del insonorizante del piso, junto a los rincones laterales.

Como ahora se llevan los cables paralelos transparentes de cobre sin oxígeno, deberemos marcar el cable positivo con un rotulador indeleble al comienzo y al final; para esto, conectamos uno de los dos cables del paralelo a masa en un extremo y en el otro detectamos cuál es probando con un ohmetro a masa.

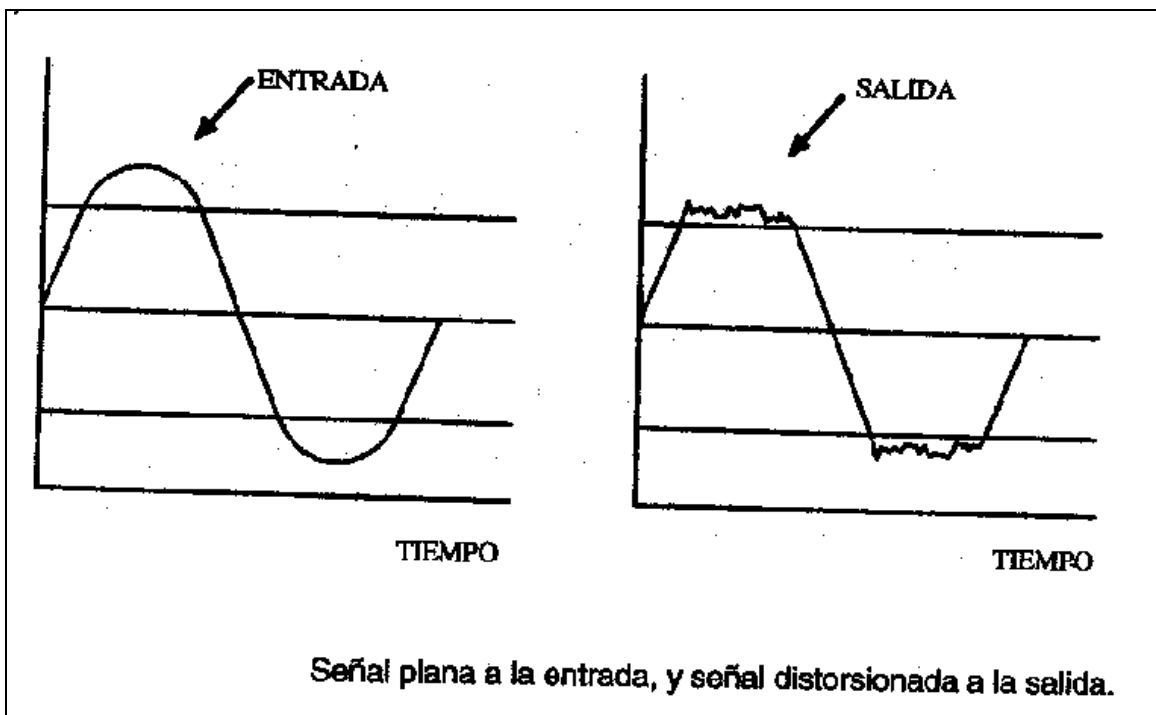
Truco para instalaciones sencillas de 4 altavoces: Si normalmente ocupamos sólo los asientos delanteros, podemos conseguir un sonido estéreo bastante espectacular delante-detrás si intercambiamos las conexiones de los altavoces FL y RR, aunque quedan cambiados los mandos de BALANCE y FADER. Si desplazamos el BALANCE un poco hacia atrás (izquierda) para equilibrar el sonido que oímos de los altavoces delanteros y traseros, lograremos un efecto estéreo espectacular.

D) **ETAPAS DE POTENCIA.**- Se suelen colocar para alimentar un woofer y dos altavoces todo-rango en la bandeja trasera, y siempre que queramos aumentar la dinámica del sonido.

Todas las etapas necesitan un cable de 25/10 directo desde la batería con un fusible aéreo (junto a la batería), un cable de masa, que se puede coger de un punto de masa de los pilotos traseros, y tres cables que vienen del auto-radio: 2 gruesos apantallados con terminales RCA de la salida pre-out y uno de 16/10 que trae la señal de excitación del relé de la etapa (es el REMOTE). Si el auto-radio no tiene salidas pre-out, entonces vendrán cuatro cables de señal de los altavoces (+FR,-FR,+FL,-FL), en lugar de los dos gruesos apantallados.

Si queremos que la bandeja trasera siga siendo extraíble, pondremos dos conectores entre la parte fija y la bandeja. En este caso, es preferible no sujetar la etapa a la bandeja, para evitar más conectores.

Las etapas llevan en la parte trasera un mando de ganancia (GAIN), expresado en decibelios, que suele estar en la mitad y sirve para adaptar la etapa a la potencia de los altavoces y a la señal de entrada; también sirve para equilibrar el sonido cuando utilizamos etapas delante y detrás. Este mando de ganancia jno debemos llevarlo a tope, pues muchas etapas distorsionan a partir del 70% de su volumen:



Las etapas de calidad tienen en cada salida dos selectores para regular las frecuencias de corte de filtros regulables paso alto y paso bajo, por si conectamos en esas salidas tweeter, medios o woofer. Para esto, debemos conocer las características de los altavoces que vamos a acoplar.



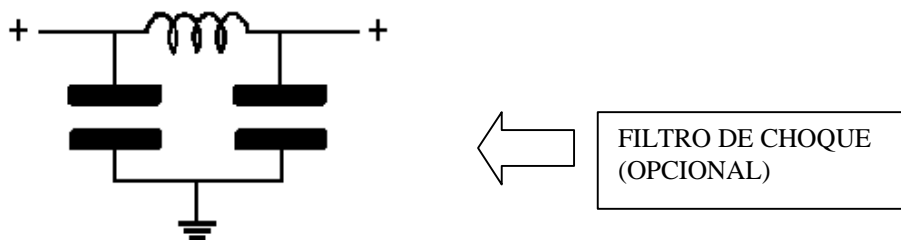
E) ANTIPARASITAJE.- Los parásitos son las perturbaciones radioeléctricas que interfieren en el sonido. Fundamentalmente vienen del alternador y del encendido (en los vehículos con motores de gasolina).

Normalmente los vehículos vienen con un antiparasitaje bueno de fábrica y, antes que empezar a poner cosas, DEBEREMOS VERIFICAR LA CORRECTA MASA DE LA ANTENA Y DEL AUTO-RADIO.

Para comprobar si los parásitos vienen del sistema de encendido o del alternador, mantenemos el motor a 4-5.000 RPM y cortamos el contacto: si los parásitos se siguen oyendo hasta que se para el motor, es el alternador.

### Sistemas de antiparasitaje:

1.- En el circuito de carga.- El alternador ya tiene un condensador entre el borne B+ y masa. A pesar de esto, si continúan los parásitos, se pone un filtro de choque en la alimentación del auto-radio (algunos aparatos traen ya un filtro de dos hilos intercalado en el cable de alimentación).



2.- En el encendido.- La mayoría de coches ya traen cables antiparasitarios (con resistencias de 1 a 6 k $\Omega$ , pues está prohibido que emitan perturbaciones radioeléctricas al exterior. También tienen pipas de bujías antiparasitarias y otros tienen el rotor del distribuidor con una resistencia de 1 k $\Omega$  entre el centro y la punta. En otros vemos un anillo metálico, conectado a masa, que rodea la tapa del distribuidor y, en todos los casos, el capó motor debe tener una buena trenza de masa en los tornillos que sujetan las bisagras (que a veces se olvida en las reparaciones de chapa). También hay bujías que llevan incorporada una resistencia antiparasitaria. Por último, las bobinas de encendido convencional tienen un condensador entre el borne 15 y masa.

Debemos ir probando medidas progresivamente: 1º) comprobar masa del auto-radio y la antena, 2º) comprobar la masa del motor, 3º) comprobar la masa del capó motor, 4º) comprobar cables de bujías y ponerlos antiparasitarios, 5º) colocar un anillo metálico rodeando al distribuidor, 6º) ir añadiendo resistencias en los diferentes puntos (dedo del distribuidor, pipas de bujías, etc. SIEMPRE QUE NO SOBREPASEMOS UNA RESISTENCIA DE 15 k $\Omega$  EN LA LINEA DEL SECUNDARIO DE ENCENDIDO (BOBINA-DISTRIBUIDOR-CABLE DE BUJÍA-PIPA DE BUJÍA-BUJIA)).

3.- Otros parásitos.- También puede suceder que se filtren los chispazos del relé de intermitencias, del claxon, del regulador de tensión del cuadro, etc. Esto se solventa colocando un condensador entre el borne de alimentación de estos elementos y masa.

## F) EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO.

- 1) Con un voltímetro analógico.- si tenemos un polímetro analógico que tenga escala de decibelios en el voltímetro de corriente alterna, colocándolo en paralelo con el altavoz del canal elegido, podré medir los decibelios (eléctricos) que dá entre picos, aunque la señal de salida ya no sea senoidal y haya distorsión.
- 2) Con un osciloscopio.- Grabamos una cinta cassette con una señal senoidal de 1 kHz, la colocamos y ponemos las puntas de un osciloscopio en paralelo con un altavoz. Le vamos dando volumen hasta que la onda que se ve en el osciloscopio ya no sea senoidal pura y medimos la tensión entre picos, que nos dará indirectamente la potencia máxima:  $P = V^2/Z$ , en donde Z es la impedancia del altavoz.
- 3) Con un sonómetro.- Colocamos el micrófono del sonómetro en un punto del habitáculo y medimos los decibelios de presión sonora directamente.

## G) AJUSTE FINO DEL SONIDO

Necesitamos un generador de ruido rosa (muy caro) y un analizador de espectros con el micrófono colocado en el cabezal del conductor, para ir ajustando los ecualizadores y así conseguiremos una respuesta lineal (igual intensidad en todas las frecuencias). Algo parecido se consigue automáticamente con los procesadores digitales de señal (DSP) más avanzados, que para autorregularse tienen un micrófono en el parasol del conductor.

EJEMPLOS DE  
INSTALACIONES  
CON ALTAVOCES  
DELANTEROS

## INDICE 2

2.1.- INSTALACIÓN SENCILLA CON DOS ALTAVOCES DELANTE

2.2.-INSTALACIÓN DE DOS ALTAVOCES DELANTEROS CON ETAPA DE POTENCIA

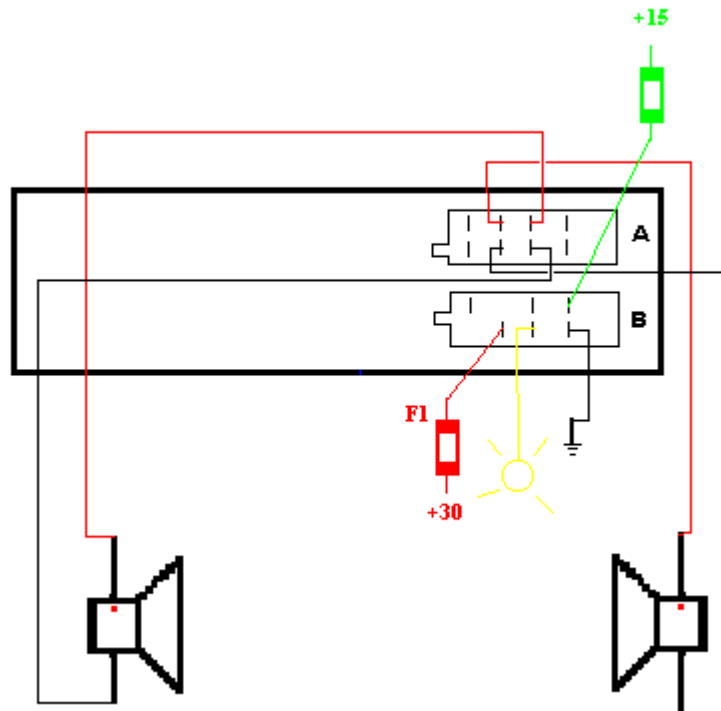
2.3.-INSTALACIÓN CON DOS ALTAVOCES DELANTEROS Y TWEETERS EN EL SALPICADERO (con filtro incorporado)

2.4.- INSTALACIÓN DE ALTAVOCES DELANTEROS CON ETAPA DE POTENCIA, TWEETERS Y FILTROS PASIVOS DE DOS VIAS (Kit)

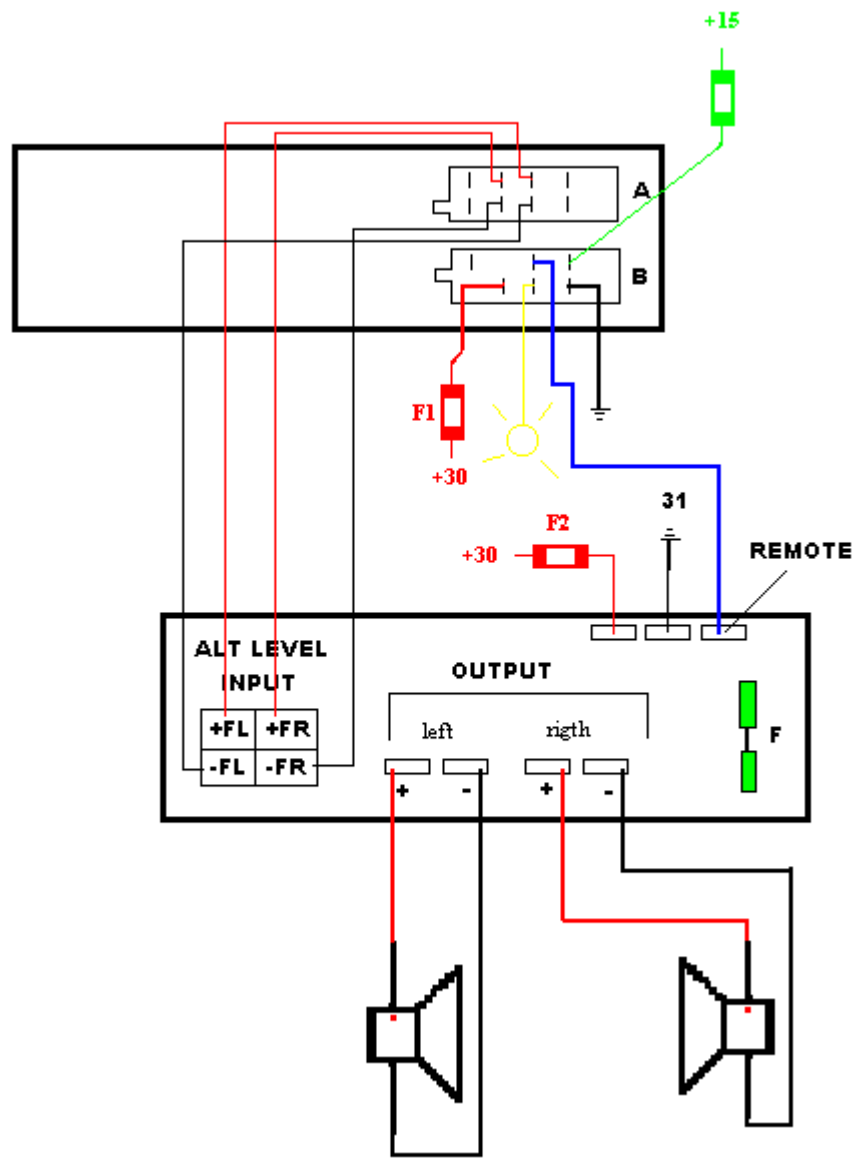
2.5.- INSTALACIÓN DE ALTAVOCES DELANTEROS CON ETAPA 3/2, FILTROS DE 2 VIAS, WOOFER Y TWEETERS

NOTAS:

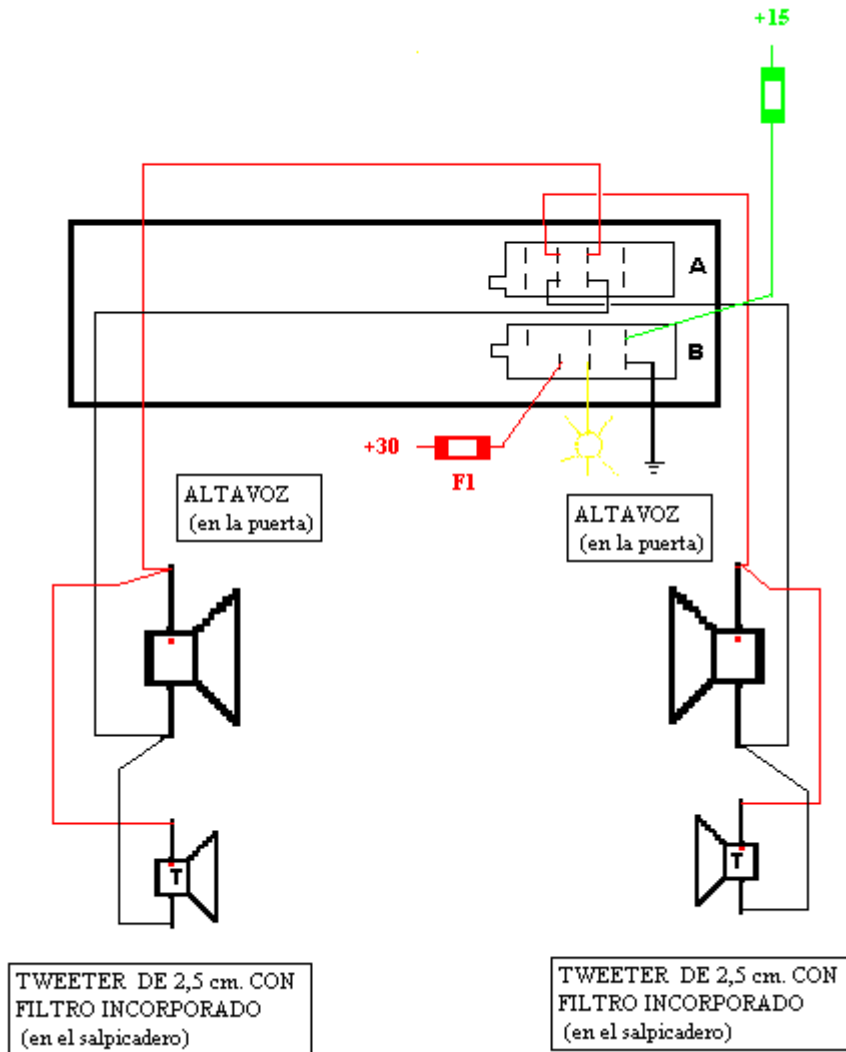
2.1.-INSTALACIÓN SENCILLA CON DOS  
ALTAVOCES DELANTE



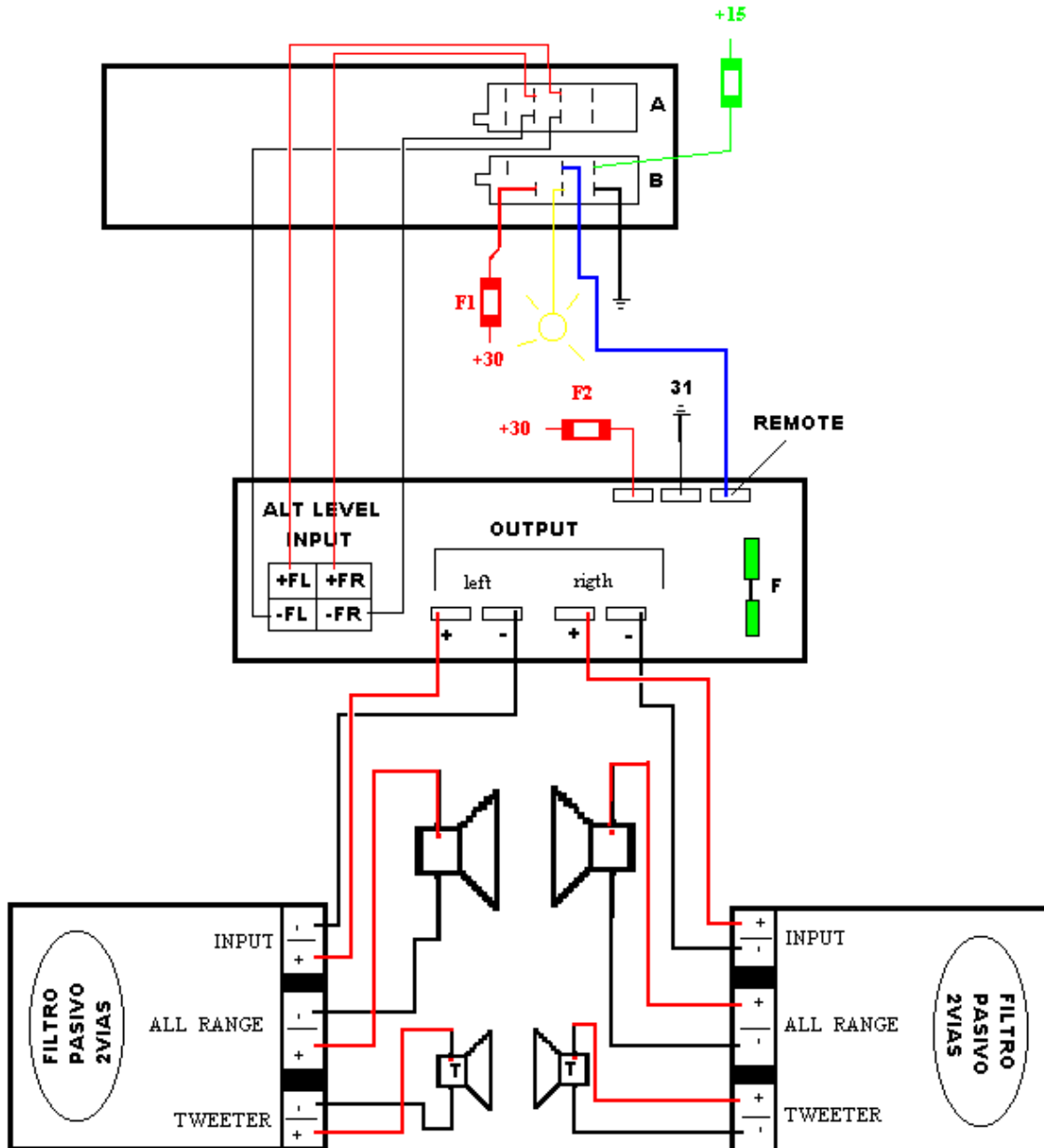
## 2.2. INSTALACION DE DOS ALTAVOCOS DELANTEROS CON ETAPA DE POTENCIA



2.3.-INSTALACIÓN CON DOS ALTAVOCES DELANTEROS Y TWEETERS EN EL SALPICADERO (con filtro incorporado)

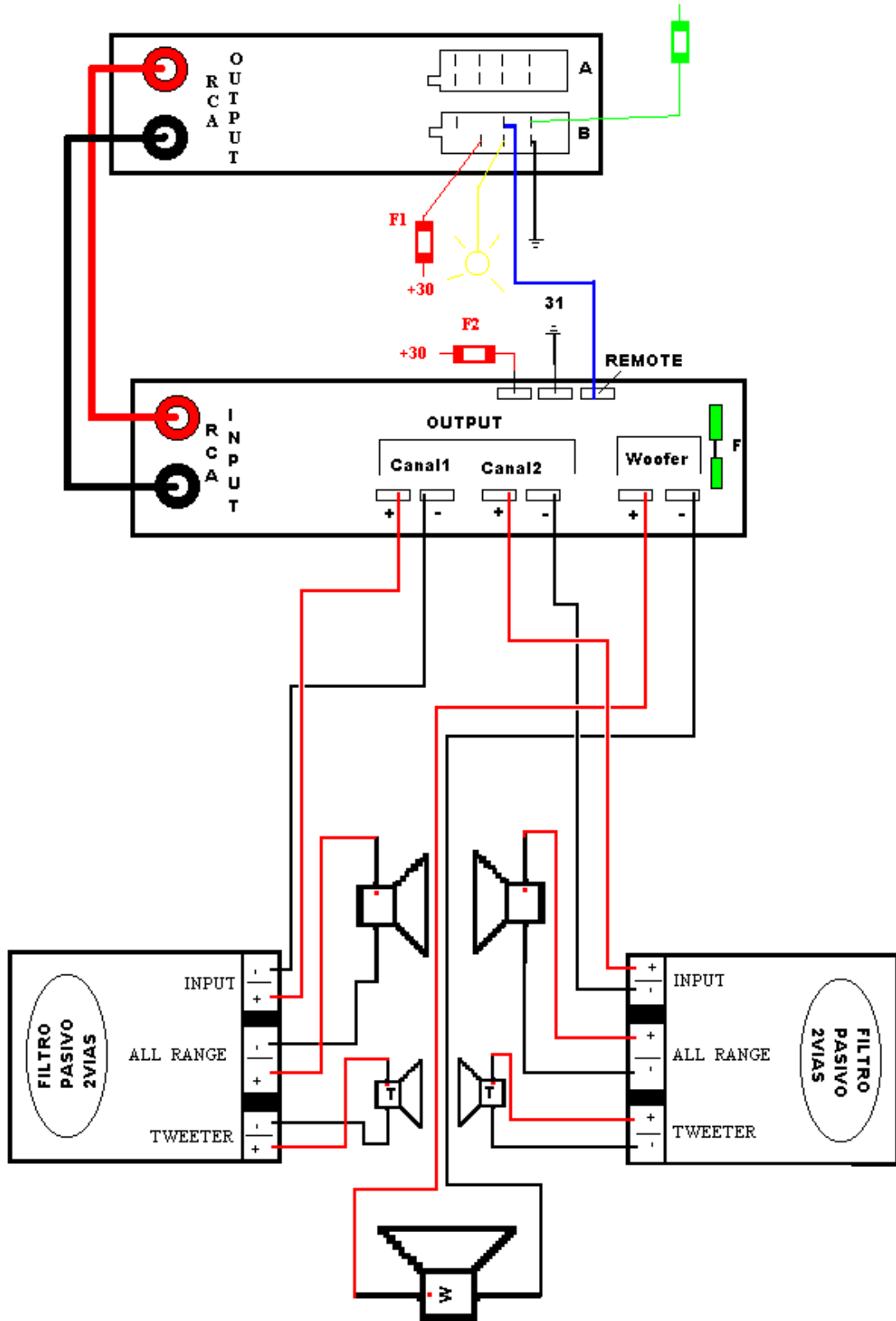


2.4.-INSTALACIÓN DE ALTAVOCES DELANTEROS CON ETAPA DE POTENCIA, TWEETERS Y FILTROS PASIVOS DE DOS VIAS (Kit)





## 2.5.-INSTALACIÓN DE ALTAVOCES DELANTEROS CON ETAPA 3/2, FILTROS DE 2 VIAS, WOOFER Y TWEETERS



EJEMPLOS DE  
INSTALACIONES  
CON ALTAVOCES  
DELANTEROS Y  
TRASEROS

## INDICE 4

4.1.- INSTALACIÓN SENCILLA CON 4 ALTAVOCES

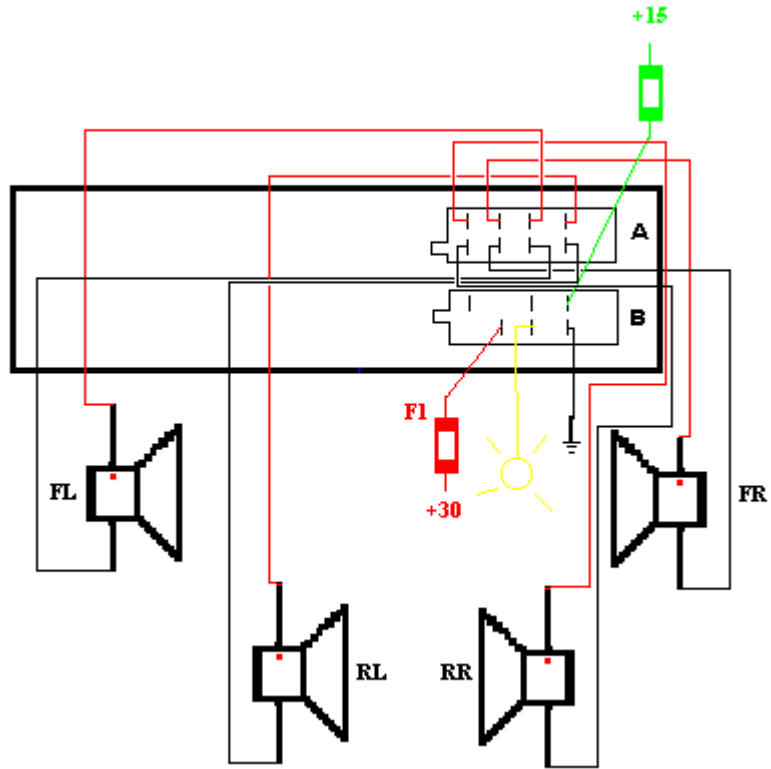
4.2.- INSTALACIÓN CON 2 ALTAVOCES DELANTEROS Y 2 TRASEROS  
AMPLIFICADOS

4.3.- INSTALACIÓN CON DOS ALTAVOCES DELANTEROS Y DOS TRASEROS  
CON WOOFER AMPLIFICADOS (Típica juvenil)

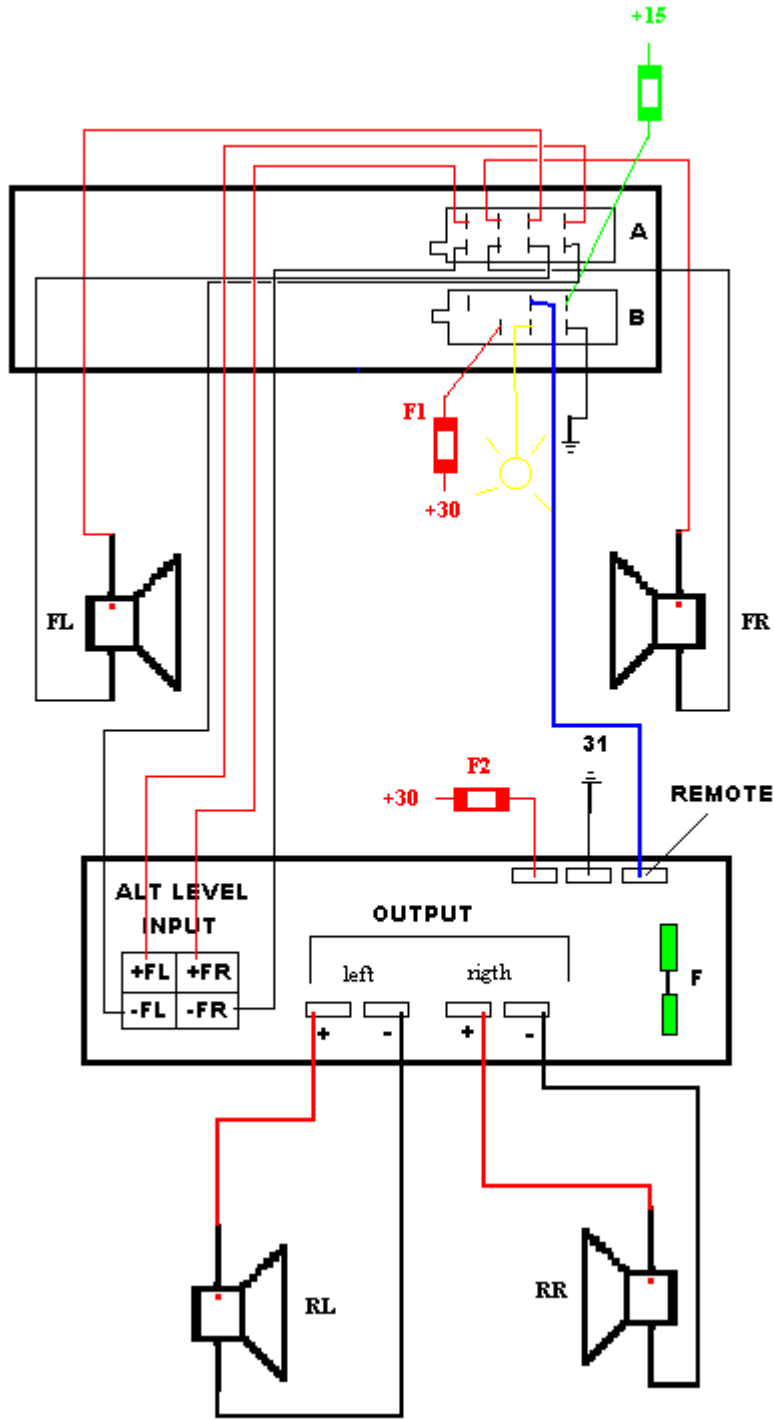
4.4.- INSTALACIÓN CON ALTAVOCES Y TWEETERS (CON FILTROS)  
DELANTEROS AMPLIFICADOS Y ALTAVOCES Y WOOFER TRASEROS  
AMPLIFICADOS

NOTAS:

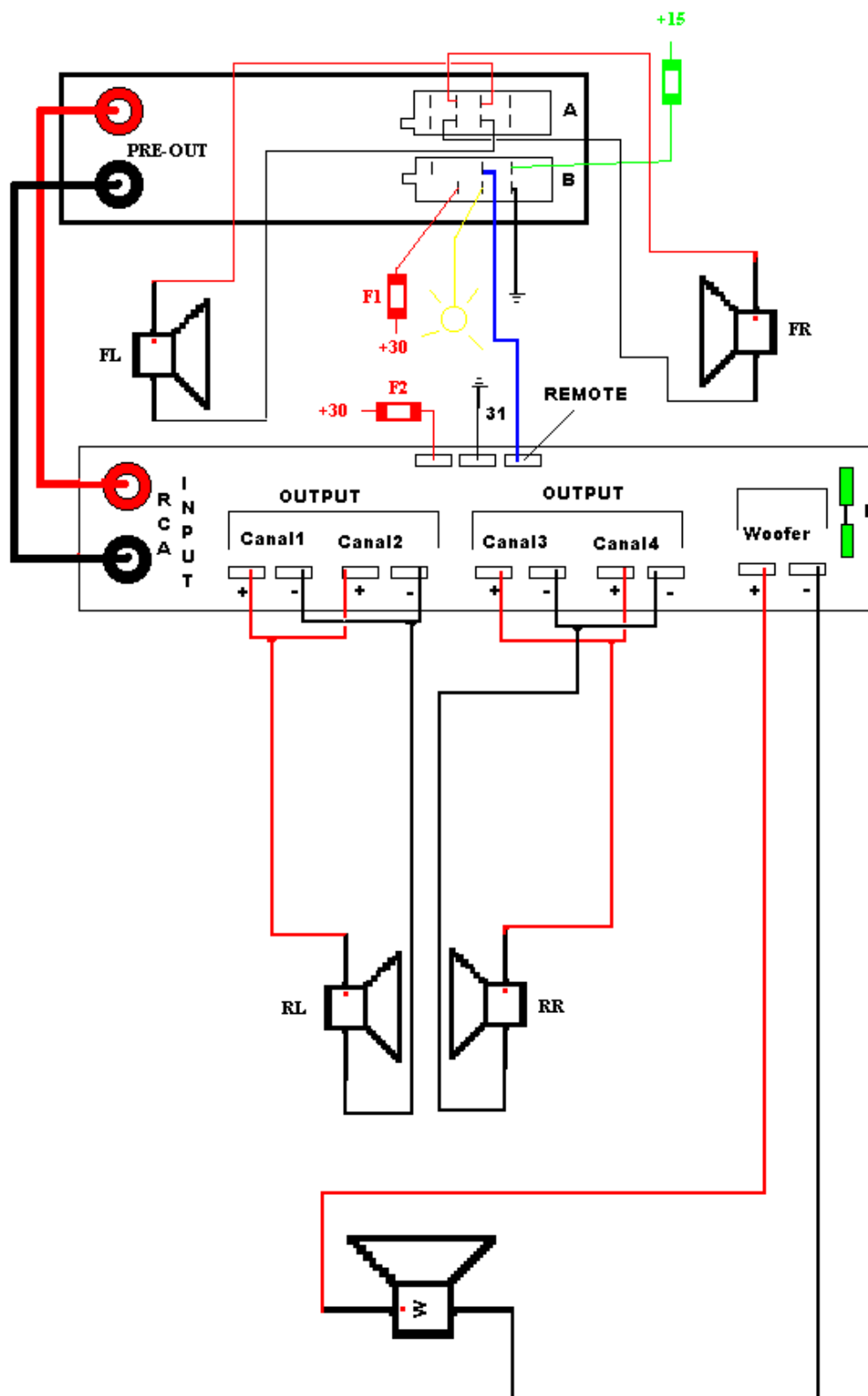
4.1.- INSTALACIÓN SENCILLA CON 4 ALTAVOCES



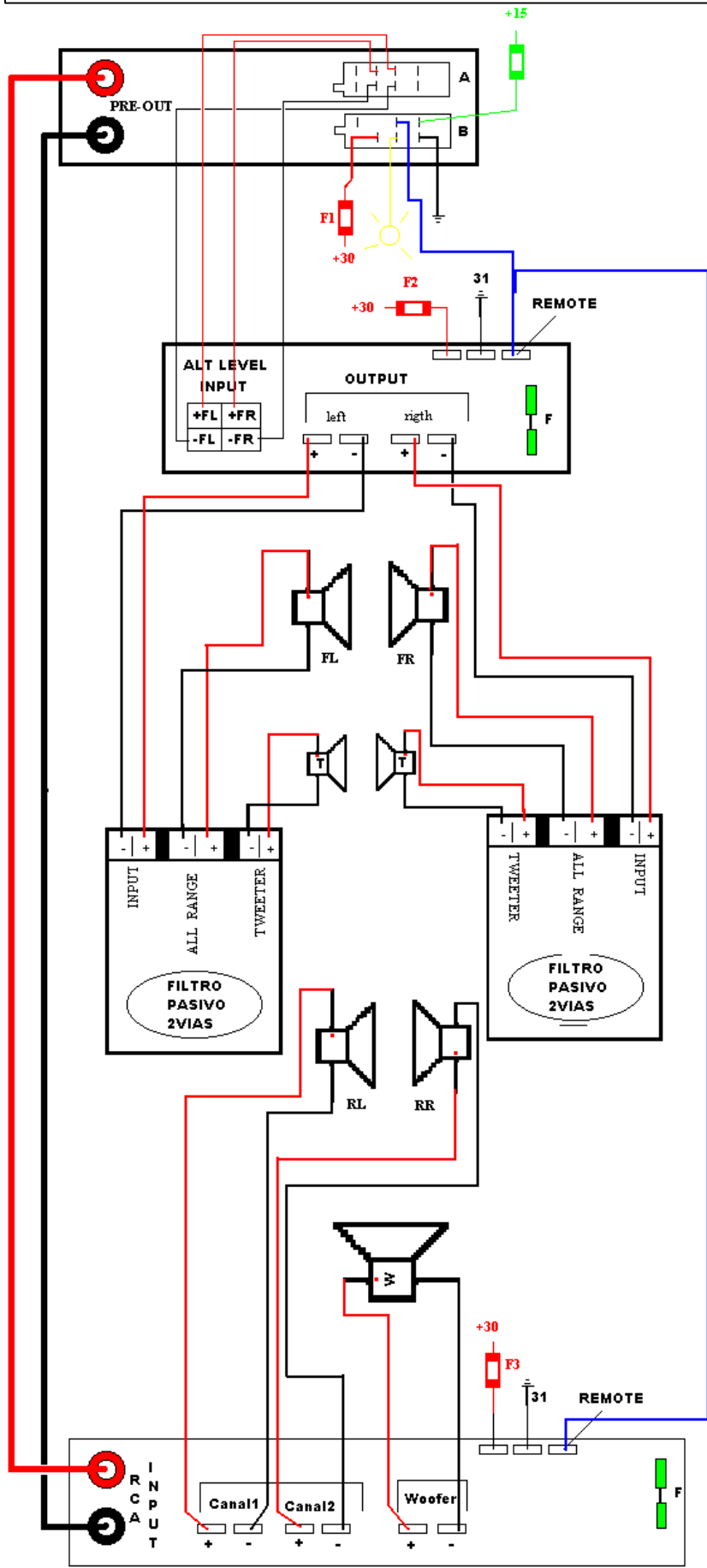
4.2.- INSTALACIÓN CON 2 ALTAVOCES DELANTEROS Y 2 TRASEROS AMPLIFICADOS



4.3.- INSTALACIÓN CON DOS ALTAVOCES DELANTEROS Y DOS TRASEROS CON WOOFER AMPLIFICADOS (Típica juvenil)



4.4.- INSTALACIÓN CON ALTAVOCES Y TWEETERS (CON FILTROS)  
 DELANTEROS AMPLIFICADOS Y ALTAVOCES Y WOOFER  
 TRASEROS AMPLIFICADOS



## BIBLIOGRAFÍA

### EQUIPOS MUSICALES

Alfredo Borque. Editorial Paraninfo

### TECNOLOGÍA BASICA DEL SONIDO

Ignasi Cuenca David y Eduard Gómez Juan. Editorial Paraninfo

### RECINTOS ACUSTICOS HI-FI. Constrúyalos usted mismo

Pierre Chauvigny. Editorial Paraninfo

### AUTO-RADIO. Instalación Mantenimiento Reparación

Raoul Hebert. Editorial Paraninfo

## DIRECCIONES DE INTERNET SOBRE EL TEMA

Auto-Hifi CLARION

<http://www.clarionmultimedia.com>

Sonido PIONEER

<http://www.pioneer-eur.com/products/car/carelec.htm>

Autorradios ALPINE

<http://www.alpine-europe.com>

Auto-radios BLAUPUNKT

<http://www.blaupunkt.de>

Car-audio PANASONIC

<http://www.panasonic.com/consumer-electronics/caraudio-catalog.htm>

Car-audio KENWOOD

<http://www.kenwood.es/car-audio1.htm>

Página de SONY

<http://produtses.sony-europe.com>

Altavoces BEYMA

<http://www.car.beyma.com/menue.htm>

Altavoces JBL

<http://www.jbl.com>

Sonido espectacular AUTO-VALLÉS

<http://www.autoradio-valles.com/instala.htm>

Página AUDIO-CAR

<http://www.audio-car.com>

Altavoces y etapas VIETA

<http://www.gedelson.com>

Sonido IMC

<http://www.gupoimc.com>

Sonido Phonocar

<http://www.phonocar.it>

Altavoces Rockford

<http://www.rockfordcorp.com>

Altavoces Kicker

<http://www.kicker.com>