

vatímetro de B.F.

- 1 empleo del vatímetro
- 2 márgenes de medida
- 3 circuito eléctrico
- 4 realización práctica
- 5 calibrado del instrumento
- 6 componentes



El instrumento que se describirá a continuación es útil no solamente a los aficionados a la reproducción sonora en alta fidelidad, sino también a los técnicos en reparación de amplificadores de B.F. y a quienes desean controlar la eficacia de un equipo estereofónico, así como sus características de funcionamiento.

El vatímetro permite dos tipos de medida: con carga interior o con carga externa. Esta posibilidad es sumamente práctica ya que, en general, si se debe reparar o comprobar un amplificador de B.F., no será posible tenerlo en funcionamiento al máximo volumen durante un tiempo apreciablemente largo sin molestia para los oídos propios o ajenos. Así, la facilidad que permite el instrumento de conectar la salida del amplificador a una carga resistiva, que simule la producida por el altavoz sin inconvenientes de orden secundario, es muy interesante.

1

Si se dispone de un osciloscopio, usando la carga interior puede también comprobarse la potencia que puede suministrar el amplificador sin distorsión, mediante la observación en la pantalla del tubo de rayos catódicos del momento en que la onda senoidal producida por la baja frecuencia generada por el amplificador comienza a distorsionarse. Otra posibilidad de utilización permite establecer qué amplitud debe tener la señal de entrada a diversas frecuencias para tener a la salida la misma potencia, con lo que se obtiene la curva de respuesta de la amplitud en función de la frecuencia del equipo.

En principio, un vatímetro de B.F. es simplemente un voltímetro electrónico de corriente alterna, que permite medir la tensión presente en bornes de una resistencia o impedancia de carga determinada, expresando el resultado en potencia (vatios) leídos directamente en un instrumento.

El vatímetro, cuyo diagrama eléctrico se muestra en la figura 1, se ha previsto para 3 entradas correspondientes a impedancias de salida de 4, 8 y 16 ohmios, valores standard usados en amplificadores de Hi-Fi y electrofonos. Existen también amplificadores con impedancias de salida distintas de las mencionadas, por ejemplo 3,5, 5 y 7 ohmios. Puede realizarse la medida de la potencia en este caso teniendo en cuenta la proporción existente entre el valor real y el más próximo proporcionado por el vatímetro. Así, por ejemplo, si la impedancia es de 3,5 ohmios se conmuta el instrumento a la posición 4 ohmios y la lectura de potencia obtenida se multiplica por 1,14.

2

Los diversos márgenes de medida del vatímetro son 1, 10 y 100 vatios a plena escala del instrumento de medida.

No son necesarios márgenes intermedios, ya que el instrumento que indica la potencia tiene una escala de tipo logarítmico. Dicha escala es visible en la figura 2, pudiéndose observar que las indicaciones no son equidistantes entre sí, sino que se estrechan progresivamente a medida que se alcanza el final de la escala. Por tal motivo, la lectura de la potencia será precisa sólo si la aguja del instrumento se mantiene dentro de la primera mitad de la escala, es decir en la zona en que las divisiones están relativamente distantes entre sí y son, por lo tanto, perfectamente legibles.

3

Pasando seguidamente a describir el circuito del vatímetro, puede comprobarse que se trata esencialmente de un voltímetro de alterna. Es evidente, por otra parte, que para cada valor de la impedancia de carga del amplificador varía, a igualdad de

VATÍMETRO DE BAJA FRECUENCIA

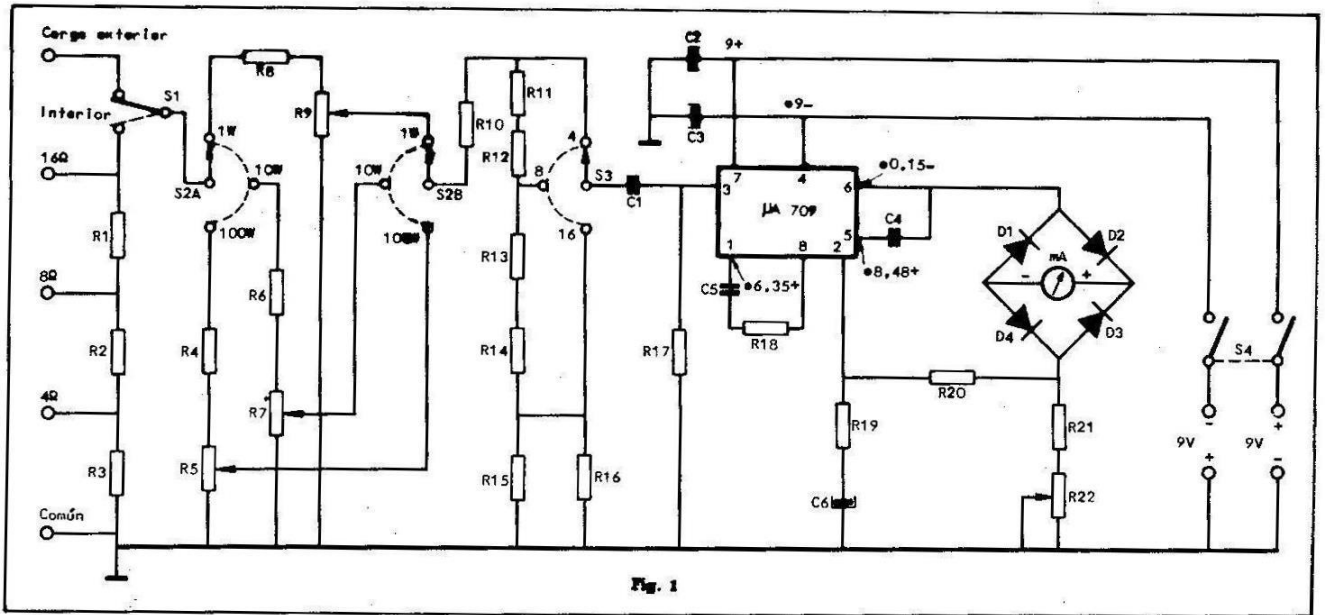


Fig. 1

potencia entregada, la tensión en bornes de la propia impedancia, siempre según la expresión

$$W = V \times V : R$$

Siendo V la tensión medida y R la resistencia de la carga.

Por ejemplo, para una potencia de 1 W, según las diversas impedancias de carga se tendrán las siguientes tensiones:

Impedancia en ohmios del altavoz: 3,5 - 4 - 5 - 7 - 8 - 16

Tensión en bornes del altavoz: 1,9 - 2,0 - 2,2 - 2,6 - 2,8 - 4,0

El ejemplo indicado se ha extraído de la tabla general en la que se presentan los datos relativos a las diversas potencias comprendidas entre 0,5 y 100 W.

Ya que el vatímetro debe indicar siempre la misma potencia, en el ejemplo 1 W, aunque varíe la impedancia de carga y la tensión correspondiente y siendo como se ha indicado anteriormente el instrumento un voltímetro, se deberá disponer un divisor de tensión que permita aplicar al voltímetro siempre la misma tensión, en correspondencia de una determinada potencia aunque varía la impedancia de carga. Es por ello que en el circuito, antes del voltímetro, formado por el circuito integrado $\mu A709$, el puente rectificador y el instrumento de medida, se intercala el divisor constituido por las resistencias R11 a R16.

A la izquierda del diagrama se hallan las entradas, indicadas como «carga exterior», «16-8-4 ohmios». La primera se utiliza para conectar el instrumento directamente a los bornes del altavoz. Las restantes sirven para conectar el aparato a la salida del amplificador desprovisto de altavoz.

El conmutador S1 permite el paso de la carga exterior a la interior. El doble conmutador S2A-S2B varía la sensibilidad del voltímetro, con lo que pueden medirse según su posición potencias de 1-10-100 W a plena escala. Los potenciómetros de ajuste R5, R7 y R9 son indispensables para regular con precisión la tensión alterna presente a la entrada del circuito integrado. De esta manera, para una carga de 8 ohmios se tendrán en los tres márgenes respectivos de 1, 10 y 100 W las tensiones 2,8, 8,9 y 28 voltios respectivamente.

Por consiguiente, se deberá regular dichos potenciómetros para que con las citadas tensiones aplicadas a la entrada se tenga en cada caso una deflexión exacta a plena escala. El tercer conmutador indicado en el esquema con el símbolo S3 sirve para introducir el divisor adecuado para modificar la tensión de entrada según la carga o impedancia del altavoz.

Por otra parte, el resto del circuito carece de detalles particulares. Se dispone un circuito integrado del tipo $\mu A709$ que amplifica la señal senoidal, aplicándola a continuación a un puente formado por los diodos D1-D2-D3-D4 que la rectifica, a fin de poder alimentar un miliamperímetro de 1 mA a fondo de escala.

El circuito integrado exige una alimentación doble que puede obtenerse con dos pilas de 9 V. Si se desea usar una fuente de alimentación estabilizada, deberá tener una tensión de salida de 9+9 V con la toma central a masa. De todas formas, teniendo en cuenta que la corriente absorbida es muy pequeña y que el aparato no se acostumbra a utilizar durante un período de tiempo muy prolongado, es preferible la solución de una batería cuya duración será prácticamente la misma que si estuviera sin usar.

4

La realización práctica no presenta dificultades especiales. Es aconsejable disponer el conjunto del vatímetro en una caja metálica, de forma que la totalidad del aparato quede apantallado respecto a posibles campos electrostáticos debidos a la red de distribución de energía eléctrica. No debe olvidarse que el dispositivo es un voltímetro de alterna de sensibilidad elevada, con las precauciones de manejo inherentes a dicho instrumento. En lo que respecta a las resistencias de carga R1, R2 y R3, éstas deberán ser bobinadas.

Para R3 el valor será de 60 W, para R2 de 30-40 W y para R1 de 30 W. Si se dispone de un óhmetro de precisión es preferible adquirir una resistencia de hornillo eléctrico cortando las secciones de longitud necesaria para obtener los valores precisos; de otra manera se podrán usar resistencias en paralelo de potencia inferior más fácilmente adquiribles en cualquier establecimiento del género.

Para obtener R3 (4 ohmios, 60 W) se pueden conectar en paralelo 5 resistencias de 20 ohmios 10 W, o bien 8 resistencias de 33 ohmios 7 W. Para R2 (4 ohmios, 30-40 W) pueden asociarse en igual número resistencias de 20 ohmios 5 W o 33 ohmios 3-4 W. Para R1 (8 ohmios, 30 W) se colocarán en paralelo 4 resistencias de 33 ohmios, 10 W.

Es aconsejable comprobar el valor de las resistencias R11, R12, R13, R14, R15 y R16 dispuestas sobre el conmutador S3, ya que si no tienen con la máxima exactitud el valor requerido no será posible conseguir la precisión de medida deseada.

5

Una vez terminado el montaje del instrumento y antes de utilizarlo en cualquier medición, será necesario proceder a un simple pero indispensable calibrado.

VATÍMETRO DE BAJA FRECUENCIA

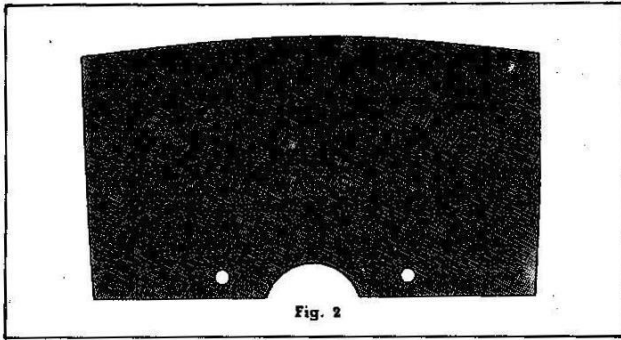


Fig. 2

La primera operación a efectuar es la de colocar el conmutador S3 en «16 ohmios», el conmutador S1 en «carga exterior» y el conmutador S2A-S2B en la posición 1 W a plena escala. Seguidamente se desoldará provisionalmente el terminal central del potenciómetro de ajuste R9, con lo que se podrá regular dicho potenciómetro exactamente a 100 ohmios entre cursor y masa, con lo que entre el cursor y el extremo de R8 que se conecta con S2A se tienen 900 ohmios. Una vez regulado el potenciómetro R9, se suelda de nuevo la resistencia R10 a la patilla de la parte móvil de S2B, si para obtener el cursor libre como se indicaba anteriormente se había realizado dicha operación, o bien directamente la conexión al cursor del potenciómetro.

Seguidamente se aplicará entre los bornes «carga exterior» y «masa» una tensión alterna de 4 V y como quiera que dicha tensión sobre 16 ohmios equivale a una potencia de 1 W, la aguja deflejará a plena escala. Si ello no sucediese, se variará la posición del cursor del potenciómetro de ajuste R22 hasta conseguir dicha lectura. Efectuado este ajuste se pasará a realizar el correspondiente a 10 W, actuando sobre el conmutador S2A-S2B. Aplicando a la entrada una tensión alterna de 12,6 V y regulando el potenciómetro R7, se obtendrá una lectura a plena escala que equivaldrá a 10 W. Análogamente en el margen de 100 W se aplican 40 V a la entrada y se regula R5.

La anterior calibración se ha realizado tomando una impedancia de entrada de 16 ohmios. Si se desea puede hacerse la misma operación conmutando S3 a 4 o 8 ohmios, aplicando a la entrada una señal de amplitud correspondiente a 1, 10 y 100 W para la impedancia de 4 y 8 ohmios.

6

- R1= 8 ohmios 30 W bobinada (ver texto)
- R2= 4 ohmios 40 W bobinada (ver texto)
- R3= 4 ohmios 60 W bobinada (ver texto)
- R4= 820 ohmios ½ W
- R5= 100 ohmios, potenciómetro ajuste.
- R6= 820 ohmios ½ W
- R7= 100 ohmios, potenciómetro ajuste
- R8= 470 ohmios ½ W
- R9= 500 ohmios, potenciómetro ajuste
- R10= 10.000 ohmios ½ W
- R11= 2.700 ohmios ½ W
- R12= 220 ohmios ½ W
- R13= 1.000 ohmios ½ W
- R14= 1.000 ohmios ½ W
- R15= 10.000 ohmios ½ W
- R16= 10.000 ohmios ½ W
- R17= 68.000 ohmios ½ W
- R18= 1.500 ohmios ½ W
- R19= 1.000 ohmios ½ W

- R20= 10.000 ohmios ½ W
- R21= 560 ohmios ½ W
- R22= 1.000 ohmios, potenciómetro ajuste
- C1= 220.000 pF poliéster
- C2= 100 µF electrolítico 40 V
- C3= 47 pF pin-up
- C4= 1.000 pF pin-up
- C5= 250 µF electrolítico 16 V
- C6= diodos OA91

- D1 - D2 - D3 - D4= miliamperímetro de 1 mA a plena escala
- MA= conmutador deslizante 1 circuito 2 posiciones.
- S1= conmutador de 2 circuitos 3 posiciones
- S2A - S2B= conmutador de 1 circuito 3 posiciones
- S3= interruptor doble
- S4= 1 circuito integrado tipo µA709

Pot. en W	Tensiones en bornes del altavoz					
	3,5 ohm	4 ohm	5 ohm	7 ohm	8 ohm	16 ohm
0,5	1,32	1,42	1,58	1,87	2,00	2,85
1	1,87	2,00	2,23	2,64	2,84	4,00
1,5	2,29	2,45	2,64	3,17	3,47	4,90
2	2,64	2,84	3,16	3,74	4,00	5,65
2,5	2,95	3,16	3,56	4,17	4,5	6,35
3	3,17	3,47	3,87	4,58	4,9	6,93
3,5	3,50	3,74	4,17	4,91	5,29	7,48
4	3,74	4,00	4,74	5,29	5,65	8,00
4,5	3,93	4,24	4,71	5,61	6,00	8,48
5	4,17	4,47	5,00	5,91	6,32	8,94
5,5	4,38	4,69	5,25	6,23	6,63	9,38
6	4,58	4,89	5,47	6,48	6,92	9,79
6,5	4,77	5,09	5,71	6,75	7,21	10,19
7	4,91	5,29	5,91	7,00	7,48	10,58
7,5	5,13	5,47	6,13	7,25	7,74	10,95
8	5,29	5,65	6,32	7,48	8,00	11,31
8,5	5,45	5,83	6,52	7,71	8,24	11,66
9	5,61	6,00	6,70	7,93	8,48	12,40
9,5	5,79	6,16	6,89	8,16	8,71	12,32
10	5,91	6,32	7,07	8,36	8,94	12,64
11	6,21	6,63	7,41	8,77	9,38	13,26
12	6,48	6,92	7,74	9,16	9,79	13,85
13	6,75	7,21	8,06	9,53	10,19	14,42
14	7,00	7,48	8,36	9,89	10,58	14,96
15	7,25	7,74	8,66	10,24	10,95	15,49
16	7,48	8,00	8,94	10,58	11,31	16,00
17	7,71	8,24	9,21	10,90	11,66	16,49
18	7,93	8,48	9,48	11,26	12,00	16,97
19	8,16	8,71	9,74	11,53	12,32	17,43
20	8,36	8,94	10,00	11,83	12,64	17,88
25	9,35	10,00	11,18	13,22	14,14	20,00
30	10,24	10,95	12,24	14,49	15,49	21,90
35	11,07	11,83	13,22	15,65	16,73	23,66
40	11,83	12,64	14,14	16,73	17,88	25,29
45	12,55	13,41	15,00	17,74	18,97	26,83
50	13,22	14,14	15,81	18,70	20,00	28,28
55	13,87	14,83	16,58	19,62	20,97	29,66
60	14,49	15,49	17,32	20,49	21,90	30,98
65	15,08	16,12	18,02	21,33	22,80	32,25
70	15,65	16,73	18,70	22,13	23,66	33,47
75	16,20	17,32	19,36	22,91	24,49	34,65
80	16,73	17,88	20,00	23,66	25,29	35,78
85	17,25	18,43	20,61	24,39	26,07	36,88
90	17,74	18,97	21,21	25,09	26,83	37,95
95	18,24	19,49	21,79	25,78	27,56	38,99
100	18,70	20,00	22,36	26,45	28,28	40,00