



SOLUCIONES **TIPO** para radiotécnicos



SOLUCIONES TIPO

© AFHA Internacional, S.A.
c/. Maestro Nicolau, 4 Barcelona (21)
Sexta edición: Segundo trimestre 1979
Depósito Legal: B. 24.023-1979
ISBN 84-201-0504-X
Impreso en España
Printed in Spain
Impreso por EMOGRAPH, S.A.
Almirante Oquendo, 1-9 Barcelona (20)

SOLUCIONES TIPO



RADIO

INFORMACION PREVIA

Con esta ficha de SOLUCIONES TIPO empieza una colección de problemas acompañados de su solución. Representan casos característicos de los que un técnico en electrónica encuentra a lo largo de su quehacer.

Esta colección pretende ser una memoria gráfica; un camino trazado para la solución de problemas que aparecen con frecuencia y encajan con uno de los modelos que figuran en estas fichas.

Al estructurar esta colección se presentó el problema de la localización de un determinado problema. Se ha solucionado de la manera siguiente:

Cada una de las fichas lleva un número de orden general. Hablaremos de Soluciones tipo 1, Soluciones tipo 2, etc. Luego viene el tema general de los problemas contenidos en cada ficha. Este tema lleva otra numeración. Con ello tendremos la ficha resistencia de conductor 1, resistencia de conductor 2, etc.

Aún aparece otra numeración: la de los problemas, que es correlativa a todo lo largo de la colección de Soluciones tipo.

Con estas tres numeraciones conseguirá localizar con facilidad cualquier tipo de problema. La colección termina con un índice por materias y otro numérico. En el primero se cita el tema que se desea localizar, seguido del número de orden de la ficha o fichas que contienen problemas que a él se refieran. Al número de orden sigue la numeración correspondiente al tema general que los contiene y el número de orden de los problemas que conviene consultar. Suponga que se encuentra ante un cálculo en el que debe intervenir la ley de Ohm. Usted quiere ver si encuentra en esta colección un problema análogo. Busque en el índice, Ley de Ohm; verá una notación como esta: Soluciones tipo 9 a 12 (1-4) (9-14).

Esto quiere decir que las fichas 9, 10, 11 y 12 están dedicadas a problemas sobre la ley de Ohm. Son las fichas 1, 2, 3 y 4 sobre dicho tema y contienen los problemas 9, 10, 11, 12, 13 y 14 de la colección.

AFHA RADIO RESISTENCIA DE CONDUCTORES

BREVE RESUMEN (1)

FORMULA DE LA RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR EN FUNCION DE SU LONGITUD Y DE SU SECCION

La resistencia de un hilo conductor depende de su longitud, de su sección y de la naturaleza del conductor. Se mide en ohmios (Ω).

La fórmula de la resistencia en función de la longitud y sección del conductor es:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad \left\{ \begin{array}{l} l = \text{longitud del conductor en metros} \\ S = \text{sección del conductor en milímetros cuadrados} \\ \rho = \text{resistividad o resistencia específica} \end{array} \right.$$

La resistividad de una sustancia es la resistencia que presenta un hilo de dicha sustancia cuya longitud es de 1 m y cuya sección es de 1 mm².

TABLA 1 - RESISTENCIA ESPECIFICA DE ALGUNOS MATERIALES EN Ω m-mm²

METAL	ρ	METAL	ρ
Aluminio	0'028	Manganina (5)	0'42
Bronce fosforoso (1)	0'091	Mélchort (6)	0'30
Carbón	50'—	Mercurio	0'942
Cinc	0'056	Nichrome (7)	1'—
Cobre	0'017	Níquel	0'1
Constantán (2)	0'50	Niquelina (8)	0'47
Estaño	0'139	Oro	0'024
Hierro puro	0'105	Plata	0'016
Hierro en hilos	0'132	Platino	0'106
Kruppina (3)	0'85	Plomo	0'204
Latón (4)	0'080	Wolframio	0'054

(1) Aleación de cobre y estaño. - (2) Aleación de cobre y níquel. - (3) Aleación de hierro y níquel. - (4) Aleación de cobre y cinc. - (5) Aleación de cobre, níquel y manganeso. - (6) Aleación de cobre, cinc y níquel. - (7) Aleación de cromo y níquel. - (8) Aleación de cobre, cinc y níquel.

SOLUCIONES TIPO 2

AFHA RADIO RESISTENCIA DE CONDUCTORES

2

PROBLEMA 1

ENUNCIADO

Sabiendo que la resistividad del cobre es $\rho = 0'017$, calcular la resistencia que tendría un hilo de cobre de 200 m de longitud y 2 mm^2 de sección.

SOLUCION

El enunciado del problema nos da los valores de $\rho = 0'017$, de $l = 200 \text{ m}$ y de $S = 2 \text{ mm}^2$. Por tanto, podemos aplicar directamente la fórmula de la resistencia:

$$R = \rho \frac{l}{S} = 0'017 \frac{200}{2} = 1'7 \Omega$$

RESPUESTA

La resistencia del conductor sería de $1'7 \Omega$.

TABLA 2 - DIAMETROS Y SECCIONES

$\varnothing \text{ mm}$	$S \text{ mm}^2$	$\varnothing \text{ mm}$	$S \text{ mm}^2$	$\varnothing \text{ mm}$	$S \text{ mm}^2$	$\varnothing \text{ mm}$	$S \text{ mm}^2$
0'05	0'00196	1'6	2'011	5'5	23'76	26	530'93
0'1	0'00785	1'7	2'269	6	28'27	27	572'55
0'15	0'01767	1'8	2'545	6'5	33'18	28	615'75
0'20	0'0314	1'9	2'835	7	38'49	29	660'52
0'25	0'0491	2	3'142	7'5	44'18	30	706'8
0'30	0'0707	2'1	3'463	8	50'24	32	804'2
0'35	0'0962	2'2	3'801	8'5	56'74	34	907'9
0'40	0'126	2'3	4'155	9	63'62	36	1017'8
0'45	0'159	2'4	4'524	9'5	70'88	38	1134'1
0'50	0'196	2'5	4'908	10	78'54	40	1256'6
0'55	0'237	2'6	5'309	11	95'03	42	1358'4
0'60	0'283	2'7	5'725	12	113'10	44	1520'5
0'65	0'332	2'8	6'157	13	132'73	46	1661'9
0'70	0'385	2'9	6'605	14	153'94	48	1809'5
0'75	0'441	3	7'07	15	176'71	50	1963'5
0'80	0'503	3'2	8'04	16	201'06	55	2375'8
0'85	0'567	3'4	9'08	17	226'98	60	2827'4
0'90	0'636	3'6	10'18	18	254'47	65	3318'3
0'95	0'709	3'8	11'34	19	283'53	70	3848'4
1	0'785	4	12'57	20	314'16	75	4417'8
1'1	0'95	4'2	13'85	21	346'36	80	5026'5
1'2	1'131	4'4	15'20	22	380'13	85	5674'5
1'3	1'327	4'6	16'62	23	415'47	90	6361'7
1'4	1'539	4'8	18'05	24	452'39	95	7088'2
1'5	1'767	5	19'62	25	490'87	100	7853'9

SOLUCIONES TIPO 3

AFHA RADIO RESISTENCIA DE CONDUCTORES 3

PROBLEMA 2

ENUNCIADO

La bobina de un electroimán está formada por 70 m de hilo de cobre cuya sección circular es de 0'5 mm de diámetro. ¿Cuál es la resistencia óhmica de esta bobina?

SOLUCION

Puesto que la sección del conductor es circular, el área de esta sección será:

$$C = \pi r^2 \text{ (área del círculo)}$$

Conociendo el diámetro será:

$$S = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 = \pi \frac{d^2}{4} = 3'14 \frac{0'5^2}{4} = 3'14 \frac{0'25}{4}$$

$$S = \frac{3'14 \times 0'25}{4} = 0'196 \text{ mm}^2$$

Conociendo la sección en mm² podemos calcular la resistencia:

$$R = \rho \frac{l}{S} = 0'017 \frac{70}{0'196} = 6'07 \Omega$$

RESPUESTA

La resistencia óhmica de la bobina será de 6'07 Ω .

PROBLEMA 3

ENUNCIADO

La resistividad del latón es 0'08. ¿Cuál será la resistencia de un hilo de latón de 1 Km de longitud y 0'2 cm² de sección?

SOLUCION

Para poder aplicar la fórmula de la resistencia debemos dar la longitud en metros y la sección en milímetros cuadrados. Luego:

$$1 \text{ Km} = 1000 \text{ m}$$

$$0'2 \text{ cm}^2 = 20 \text{ mm}^2$$

La resistencia del hilo será:

$$R = \rho \frac{l}{S} = 0'08 \frac{1000}{20} = 4 \Omega$$

RESPUESTA

La resistencia del conductor de latón será de 4 Ω .

SOLUCIONES TIPO 4



RADIO

RESISTENCIA DE CONDUCTORES

4

BREVE RESUMEN (2)

FORMULA DE LA RESISTENCIA DE UN CONDUCTOR EN FUNCION DE SU LONGITUD Y DE SU SECCION

La fórmula $R = \rho \frac{l}{S}$ proporciona directamente el valor de la resistencia cuando además de la resistividad del material conductor conocemos la longitud y sección del mismo. De esta fórmula podemos despejar l y S , con lo cual obtendremos dos nuevas fórmulas para calcular l o S cuando la resistencia sea un dato. Así, las tres fórmulas básicas para calcular una resistencia o las dimensiones del hilo que nos permitirá conseguirlo serán:

$$a) \quad R = \rho \frac{l}{S}$$

$$b) \quad l = R \frac{S}{\rho}$$

$$c) \quad S = \rho \frac{l}{R}$$

PROBLEMA 4

ENUNCIADO

Con hilo de manganina de 0.5 mm^2 de sección debe construir una resistencia para hornillo eléctrico cuyo valor se exige que sea de 50Ω . ¿Qué longitud deberá tener el hilo con que se construya esta resistencia? La resistividad de la manganina es 0.42 .

SOLUCION

En este problema conocemos el valor de la resistencia, la sección del hilo y su resistividad. Luego, estamos ante un caso de aplicación directa de la fórmula de la longitud (fórmula b) del breve resumen anterior):

$$l = R \frac{S}{\rho} \quad \text{siendo} \quad \left\{ \begin{array}{l} R = 50 \\ \rho = 0.42 \\ S = 0.5 \text{ mm}^2 \end{array} \right.$$
$$l = 50 \frac{0.5}{0.42} = 59.5 \text{ m}$$

RESPUESTA

La longitud del hilo deberá ser de 59.5 metros.

SOLUCIONES TIPO 5

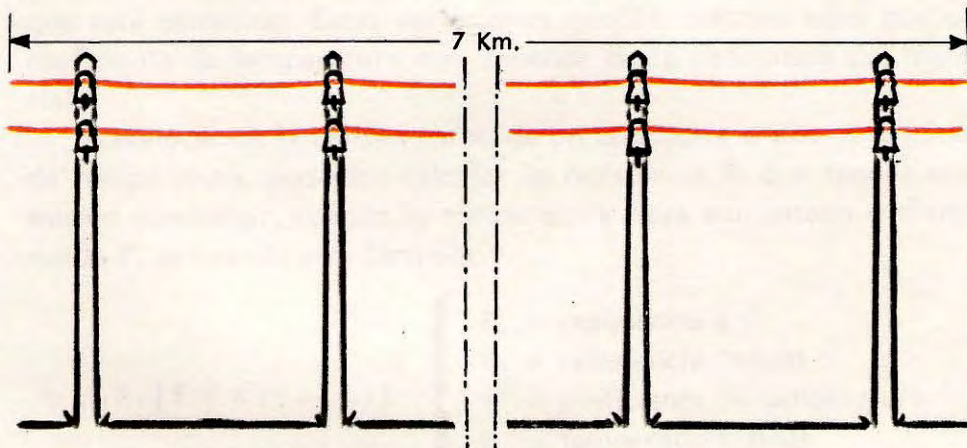
AFHA RADIO RESISTENCIA DE CONDUCTORES

5

PROBLEMA 5

ENUNCIADO

Debe tenderse una línea de conducción eléctrica entre dos pueblos que distan entre sí 7 Km. La línea estará formada por dos conductores de cobre que, entre los dos, no sobrepasen 10 Ω de resistencia. Admitiendo que los 7 Km son la longitud real de la línea, ¿qué sección deberán tener ambos hilos?



SOLUCION

Se nos pide que la resistencia del conjunto de los dos conductores no sobrepase un valor límite. Por lo tanto, deberemos contar con la longitud de los dos hilos.

Dos conductores de 7 Km = 14 Km

Debe expresarse esta longitud en metros.

$$14 \text{ Km} = 14.000 \text{ m}$$

Ahora podemos aplicar la fórmula de la sección (fórmula c) del breve resumen 2):

$$S = \rho \frac{l}{R} = 0'017 \frac{14000}{10} = 23'8 \text{ mm}^2$$

RESPUESTA

La sección mínima aceptable será de 23'8 mm².

SOLUCIONES TIPO 6

AFHA RADIO RESISTENCIA DE CONDUCTORES 6

BREVE RESUMEN (3)

VARIACIONES DE LA RESISTENCIA CON LA TEMPERATURA

La resistencia de un conductor varía según sea la temperatura a que está sometido. Estas variaciones quedan determinadas por un coeficiente de temperatura que depende de la naturaleza del material.

Si conocemos la resistencia R_0 de un conductor a una determinada temperatura, podemos calcular la resistencia R_t que tendrá este mismo conductor, cuando la temperatura haya aumentado o disminuido t° , aplicando esta fórmula:

$$R_t = R_0 [1 \pm \alpha (t - t_0)]$$

$\left\{ \begin{array}{l} R_t = \text{resistencia a } t^\circ \\ R_0 = \text{resistencia inicial} \\ \alpha = \text{coeficiente de temperatura} \\ t = \text{temperatura final} \\ t_0 = \text{temperatura inicial} \end{array} \right.$

TABLA 3 - COEFICIENTES DE TEMPERATURA

METAL	Coeficiente de temperatura	METAL	Coeficiente de temperatura
Aluminio	0'0037	Manganina	Nulo
Bronce fosforoso	0'0020	Mélchort	0'0003
Carbón	0'0004	Mercurio	0'0009
Cinc	0'0039	Nichrome	0'00017
Cobre	0'0039	Níquel	0'0050
Constantán	Casi cero	Niquelina	0'0002
Estaño	0'0036	Oro	0'0034
Hierro en hilos	0'0048	Plata	0'0038
Hierro puro	0'0048	Platino	0'0030
Kruppina	0'0007	Plomo	0'0037
Latón	0'0015	Wolframio	0'0040

SOLUCIONES TIPO 7

AFHA RADIO RESISTENCIA DE CONDUCTORES

7

PROBLEMA 6

ENUNCIADO

Un hilo de cobre tiene una resistencia de 50Ω a la temperatura de 20°C . ¿Qué resistencia tendrá a 100°C ?

SOLUCION

El coeficiente de temperatura del cobre es $\alpha = 0.0039$; y como ya son conocidos los datos $R_0 = 50 \Omega$, $t_0 = 20^\circ$ y $t = 100^\circ$, podemos aplicar directamente la fórmula.

$$R_t = R_0 [1 + \alpha (t - t_0)]$$

Será:

$$\begin{aligned} R_t &= 50 [1 + 0.0039 (100 - 20)] = \\ &= 50 (1 + 0.0039 \times 80) = 50 (1 + 0.312) = \\ &= 50 \times 1.312 = 65.6 \end{aligned}$$

RESPUESTA

El conductor de cobre, a 100° de temperatura, tendrá una resistencia de 65.6Ω .

PROBLEMA 7

ENUNCIADO

¿Qué resistencia tendrán 20 m de hilo de aluminio de 5 décimas de milímetro de diámetro a la temperatura de 120°C ?

SOLUCION

Lo primero que debemos saber es la resistencia de este mismo conductor a la temperatura ambiente (20°). Podemos saber la resistividad a esta temperatura (tabla 1) y la sección del mismo (tabla 2).

Resistividad del aluminio a 20°C = $\rho = 0.028$. Sección de un conductor de $\varnothing 0.5 \text{ mm}$ = $S = 0.196 \text{ mm}^2$. Por consiguiente:

$$R_0 = \rho \frac{l}{S} = 0.028 \frac{20}{0.196} = 2.8 \Omega$$

Conociendo la resistencia a 20° (R_0) aplicaremos la fórmula de R_t para $t = 120^\circ$.

$$\begin{aligned} R_t &= R_0 [1 + \alpha (t - t_0)] \\ R_t &= 2.8 [1 + 0.0037 (120 - 20)] = \\ &= 2.8 (1 + 0.0037 \times 100) = 2.8 (1 + 0.37) = \\ &= 2.8 \times 1.37 = 3.8 \Omega \end{aligned}$$

RESPUESTA

La resistencia del conductor de aluminio a 120° será de 3.8Ω .

SOLUCIONES TIPO 8



RADIO

RESISTENCIA DE CONDUCTORES

8

BREVE RESUMEN (4)

VARIACIONES DE LA RESISTENCIA CON LA TEMPERATURA

En determinadas ocasiones interesa saber la temperatura necesaria a que debe someterse un conductor para que alcance una determinada resistencia; o, lo que es lo mismo, conocer la temperatura que habrá alcanzado un conductor cuando su resistencia haya llegado a un valor conocido.

De la fórmula $R_t = R_o [1 + \alpha (t - t_o)]$ podemos despejar el valor t , obteniendo esta nueva fórmula:

$$t = \frac{R_t - R_o}{R_o \alpha} + t_o$$

Esta fórmula da el valor de la temperatura que habrá alcanzado una resistencia cuyo valor a t_o de temperatura es de R_o ohmios.

PROBLEMA 8

ENUNCIADO

Un hilo de cobre tiene una resistencia de 10Ω a 20°C . ¿Qué temperatura deberá alcanzar para que su resistencia se haya doblado?

SOLUCION

El enunciado del problema nos proporciona los siguientes datos: $R_o = 10 \Omega$, $R_t = 10 \times 2 = 20 \Omega$, $t_o = 20^\circ$

Por otra parte la tabla 3 nos da el coeficiente de temperatura del cobre: $\rho = 0.0039$. En consecuencia, tendremos:

$$t = \frac{R_t - R_o}{R_o \alpha} + t_o = \frac{20 - 10}{10 \times 0.0039} + 10 = 266^\circ \text{C}$$

RESPUESTA

Para que el conductor de cobre alcance una resistencia de valor doble (20Ω) su temperatura deberá alcanzar los 266°C .

SOLUCIONES TIPO 9

AFHA RADIO
LEY DE OHM

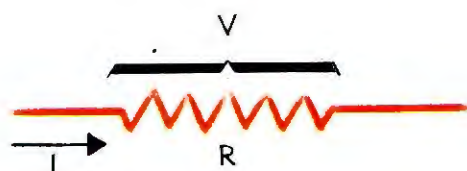
1

BREVE RESUMEN (5)

LA LEY DE OHM

La ley de Ohm relaciona la d.d.p. aplicada a los extremos de un conductor con la intensidad de la corriente que por él circula y la resistencia eléctrica de dicho conductor. Esta ley fundamental de la electricidad puede enunciarse diciendo que **la diferencia de potencial aplicada a los extremos de un conductor, expresada en voltios, es igual al producto de la resistencia de dicho conductor, dada en ohmios, por la intensidad que por él circula, expresada en amperios.**

Esta relación viene dada por las tres fórmulas de la ley de Ohm:

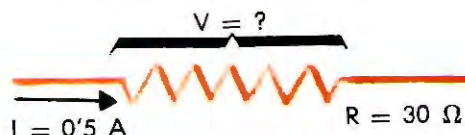


$$\begin{array}{lcl} \text{a) } V = I \times R & \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} & V = \text{d.d.p. en voltios} \\ \text{b) } I = \frac{V}{R} & & I = \text{intensidad en amperios} \\ \text{c) } R = \frac{V}{I} & & R = \text{resistencia en ohmios} \end{array}$$

PROBLEMA 9

ENUNCIADO

Por un conductor, cuya resistencia es de 30Ω circula una intensidad de $0'5 \text{ A}$. ¿Cuál es la d.d.p. entre los extremos del conductor?



SOLUCION

Puesto que conocemos $R = 30 \Omega$ e $I = 0'5 \text{ A}$, estamos ante una aplicación de la primera fórmula de la ley de Ohm.

$$V = I \times R = 0'5 \times 30 = 15 \text{ V}$$

RESPUESTA

La d.d.p. será de 15 voltios.

SOLUCIONES TIPO 10



RADIO

LEY DE OHM

2

PROBLEMA 10

ENUNCIADO

Una resistencia de 2.800Ω se conecta a una d.d.p. de 84 V. ¿Qué intensidad circulará por esta resistencia?

SOLUCION

En este caso se pide el valor de la intensidad, conociendo V y R. Debemos aplicar la fórmula $I = V/R$.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{84}{2800} = 0'03 \text{ A} = 30 \text{ mA}$$

RESPUESTA

La intensidad a través de la resistencia será de 0'03 A, o sea, 30 mA.

PROBLEMA 11

ENUNCIADO

¿Qué resistencia debe tener un conductor para que al aplicar entre sus extremos una d.d.p. de 10 V circule una corriente de 5 μA ?

SOLUCION

Aplicando la tercera fórmula de la ley de Ohm tendremos que $R = V/I$.

Pero esta fórmula es válida cuando V se da en voltios e I en amperios, por cuyo motivo deberemos reducir los microamperios a amperios:

$$5 \mu\text{A} = 0'000005 \text{ A}$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{10}{0'000005} = 2.000.000 \Omega = 2 \text{ M}\Omega$$

RESPUESTA

La resistencia debe ser de dos millones de ohmios, o sea, 2 $\text{M}\Omega$.

SOLUCIONES TIPO 11

AFHA RADIO
LEY DE OHM

3

PROBLEMA 12

ENUNCIADO

Disponemos de una lamparilla de 1'5 V que consume 0'2 A. Supongamos que por motivos especiales deseamos alimentarla con una pila de 4'5 V. ¿Cómo evitaremos que se funda?

SOLUCION

Puesto que el filamento de la lamparilla está calculado para 1'5 V, alimen-
tándola con la pila de 4'5 V sobran

$$4'5 - 1'5 = 3 \text{ V}$$

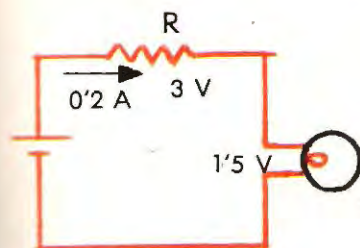
Debemos eliminar 3 voltios, cosa que conseguiremos intercalando una re-
sistencia entre la pila y la lámpara. Esta resistencia debe calcularse para que
absorba precisamente una tensión de 3 V. La calcularemos por medio de la
ley de Ohm.

En definitiva, se trata de calcular una resistencia que con una tensión de
3 V entre sus extremos deje circular 0'2 A.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{3}{0'2} = 15 \Omega$$

RESPUESTA

Para evitar que la lamparilla se funda deberemos intercalar una resistencia
de 15 Ω entre ella y la pila.



PROBLEMA 13

ENUNCIADO

Deseamos saber qué resistencia tiene el filamento de la lamparilla del pro-
blema anterior.

SOLUCION

Una vez acoplada la resistencia de 15 Ω , la lamparilla queda conectada
a una tensión de 1'5 V; y como sabemos que la intensidad es de 0'2 A, la re-
sistencia será:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1'5}{0'2} = 7'5 \Omega$$

RESPUESTA

La resistencia de la bombilla será de 7'5 Ω .

SOLUCIONES TIPO 12



RADIO

LEY DE OHM

4

PROBLEMA 14

ENUNCIADO

¿Qué longitud debe tener un conductor de cobre de 0'4 mm \varnothing para que con una d.d.p. de 3 V entre sus extremos circule una intensidad de 1 A?

SOLUCION

Es evidente que la solución se encuentra por la fórmula $I = \frac{S \times R}{\rho}$, de la cual conoceremos $\rho = 0'017$ consultando la tabla 1 y $S = 0'126 \text{ mm}^2$ si consultamos la tabla 2.

Luego, debemos calcular el valor de R.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{3}{1} = 3 \Omega$$

Ahora ya disponemos de todos los datos:

$$I = \frac{S \times R}{\rho} = \frac{0'126 \times 3}{0'017} = 22'2 \text{ m}$$

RESPUESTA

La longitud del conductor debe ser de 22'2 m.

AFHA RADIO POTENCIA DE DISIPACION

1

BREVE RESUMEN (6)

POTENCIA DE DISIPACION

Cuando a través de una resistencia circula una corriente, la energía eléctrica se disipa en forma de calor y la potencia disipada se calcula por la ecuación

$$P = V \times I$$

siendo I la intensidad de la corriente en amperios y V la d.d.p. aplicada a la resistencia, en voltios.

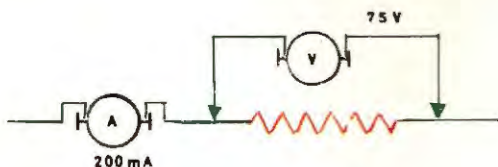
Dado que V e I están relacionados con el valor de la resistencia R (ley de Ohm), también puede calcularse la potencia por medio de este par de fórmulas:

$$P = R \times I^2 \qquad P = \frac{V^2}{R}$$

PROBLEMA 15

ENUNCIADO

Deseamos conocer la potencia eléctrica disipada por una resistencia a cuyos extremos se aplica una d.d.p. de 75 V y que está recorrida por una intensidad de 200 mA.



SOLUCION

Sabiendo que $P = V \times I$, operamos según los valores dados.

$$P = V \times I = 75 \times 0.2 = 15 \text{ vatios.}$$

RESPUESTA

La potencia disipada por la resistencia será de 15 vatios.

PROBLEMA 16

ENUNCIADO

A través de una resistencia de 1500Ω circula una intensidad de 20 mA .
¿Qué potencia disipa dicha resistencia?



SOLUCION

De acuerdo con la fórmula $P = R \times I^2$, la potencia disipada será:

$$P = 1500 \times 0'02^2 = 1500 \times 0'0004 = 0'6 \text{ vatios}$$

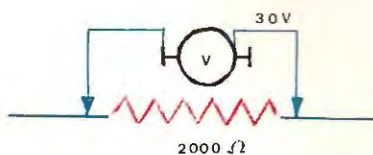
RESPUESTA

La resistencia de 1500Ω disipará una potencia de $0'6$ vatios cuando la corriente que la atraviesa sea de 20 mA ($0'02 \text{ A}$).

PROBLEMA 17

ENUNCIADO

Aplicamos una d.d.p. de 30 V a una resistencia de 2000Ω . Calcular la potencia que disipa.



SOLUCION

Calcularemos la potencia por la fórmula $P = \frac{V^2}{R}$

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{30^2}{2000} = \frac{900}{2000} = \frac{9}{20} = 0'45 \text{ vatios}$$

RESPUESTA

La potencia disipada por la resistencia del problema será de $0'45$ vatios.

BREVE RESUMEN (7)

Si conocemos la potencia de disipación de una resistencia, es posible determinar la máxima intensidad que circula por ella y la máxima tensión que es posible aplicarle sin sobrepasar dicha potencia. Ello se consigue gracias a estas fórmulas:

$$I_{\max} = \sqrt{\frac{P}{R}};$$

$$V_{\max} = \sqrt{P \times R}$$

PROBLEMA 18

ENUNCIADO

¿Cuál es la máxima intensidad que puede circular por una resistencia de 220 K Ω cuya potencia de disipación es de 2 W?

SOLUCION

Siendo $P = 2 \text{ W}$ y $R = 220 \text{ K}\Omega = 220000 \Omega$, tendremos:

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{2}{220000}} = \sqrt{\frac{1}{110000}}$$

Calcularemos ahora este valor:

$$\begin{aligned} I &= \sqrt{\frac{1}{110000}} = \frac{1}{\sqrt{110000}} = \frac{1}{\sqrt{11 \times 10000}} = \frac{1}{\sqrt{11} \times 100} \\ &= \frac{1}{3'33 \times 100} = \frac{1}{333} \sim 0'003 \text{ A} = 3 \text{ mA} \end{aligned}$$

RESPUESTA

La máxima intensidad que puede circular por la resistencia será de 3 mA.

SOLUCIONES TIPO 16

AFHA RADIO POTENCIA DE DISIPACION

4

PROBLEMA 19

ENUNCIADO

¿Cuál es la máxima diferencia de potencial que puede aplicarse a una resistencia de $100\text{ K}\Omega$, 1 W ?

SOLUCION

Sabiendo que $V_{\max} = \sqrt{P \times R}$, tendremos:

$$\begin{aligned} V_{\max} &= \sqrt{P \times R} = \sqrt{100000 \times 1} = \sqrt{10} \times \sqrt{10000} = \\ &= \sqrt{10} \times 100 = 3.15 \times 100 = 315 \text{ voltios.} \end{aligned}$$

RESPUESTA

La máxima d.d.p. que puede aplicarse a la resistencia del problema es de **315 V**.



PROBLEMA 20

ENUNCIADO

Un receptor del llamado **tipo universal** utiliza cinco válvulas de la serie H, cuyos datos respecto a tensión e intensidad de filamentos quedan resumidos en esta tabla:

Válvula	Función	V_f (V)	I_f (A)
HCH81	Conversora	12'6	0'15
HF93	Amp. F.I.	12'6	0'15
HBC90	Detectora Amp. B.F.	12'6	0'15
HL94	Amp. potencia	30	0'15
HY90	Rectificador	35	0'15

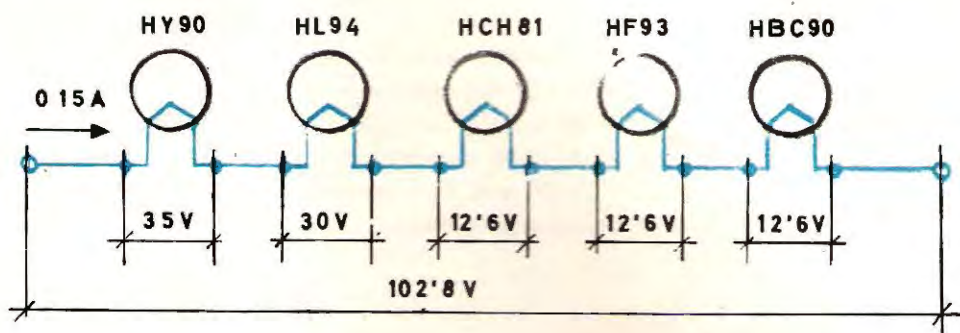
Los filamentos de estas cinco lámparas deben alimentarse a partir de la tensión de 125 V suministrada por la red. ¿Cómo lo conseguiremos?

(Sigue en Sol. Tipo 18)

(Viene de Sol. Tipo 17)

SOLUCION

La forma más sencilla de conseguir nuestro propósito es conectar todos los filamentos en serie, aprovechando la circunstancia de que todos ellos consumen la misma intensidad ($I_f = 0.15 \text{ A}$).

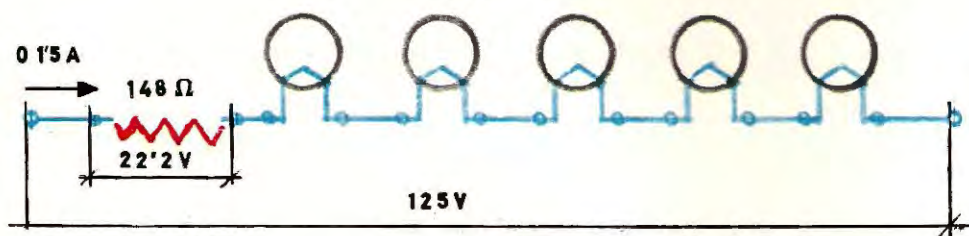


Para alimentar este circuito necesitamos una tensión de 102.8 V ($35 + 30 + [12.6 \times 3]$), lo cual significa que al disponer de una tensión de 125 V nos sobran,

$$125 - 102.8 = 22.2 \text{ V.}$$

Estos 22.2 V deben absorberse con una resistencia de

$$R = \frac{22.2}{0.15} = 148 \, \Omega$$



Esta resistencia disipará $22.5 \times 0.15 = 3.33$ vatios.

RESPUESTA

Añadiremos en serie con los filamentos una resistencia de $148 \, \Omega$ 3.33 W . Pero, por razones de seguridad, tomaremos una resistencia de 5 W , cuyo valor óhmico puede ser de $150 \, \Omega$, que es un valor standard. También puede ser una resistencia de más valor, pero ajustable.

PROBLEMA 21

ENUNCIADO

En el receptor del problema 20 se ha estropeado la HL94. Resulta que en el mercado no se encuentran, momentáneamente, válvulas de este tipo y nos vemos obligados a sustituirla por una UL84, cuyas características eléctricas son similares.

Pero ambas válvulas difieren en lo siguiente:

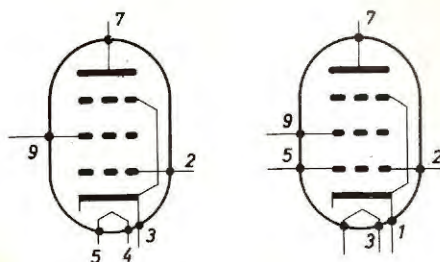
1. En que sus bases son distintas. La HL94 es de la serie miniatura, con siete patillas. La segunda es de la serie Noval, con nueve patillas.
2. En que el filamento de la UL84 consume 0'1 A a 45 V, mientras que el de la HL94 consume 0'15 A a 30 V.

Se pregunta: ¿cómo efectuaremos la sustitución?

SOLUCION

1. En principio, deberemos sustituir el zócalo de la HL94 por otro del tipo Noval. En general, el orificio del chasis permite esta sustitución.

Los elementos que se han desoldado del zócalo miniatura volverán a soldarse a los terminales del zócalo Noval de acuerdo con lo que se deduce de los siguientes esquemas.



Correspondencia entre los electrodos

HL94	UL 84
1	3
2 y 5	2
3	4
4	5
6	9
7	7

Teniendo en cuenta esta correspondencia entre los electrodos solucionaremos la primera cuestión.

(Viene de Sol. Tipo 19)

2. Para poder intercalar el filamento de la UL84 en la serie formada por las demás válvulas, es preciso que el consumo de intensidad sea el mismo, lo que no ocurre, ya que el consumo es de 0'1 A, contra los 0'15 A consumidos por el resto de la cadena.

Para eliminar este inconveniente conectaremos una resistencia entre las patas 4 y 5 del zócalo Noval, resistencia que debe consumir los 0'5 A en que el consumo de los demás filamentos sobrepasa el consumo de la UL84.

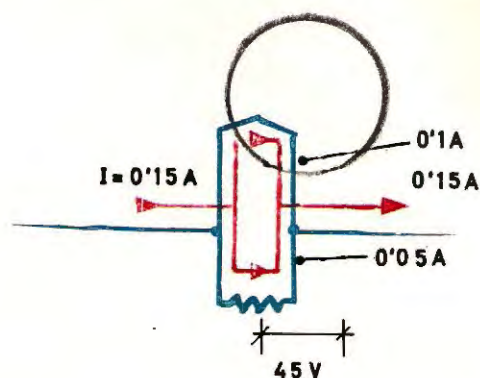
El valor de esta resistencia será:

$$R = \frac{45}{0'05} = 900 \, \Omega$$

La potencia de disipación debe ser:

$$P = 45 \times 0'05 = 2'25 \, W$$

Podemos utilizar una resistencia de 900 Ω , 3 W



De esta forma, el consumo total será de 0'15 A, como estaba previsto.

(Sigue en Sol. Tipo 21)

(Viene de Sol. Tipo 20)

Por último:

Dado que el filamento de la UL84 consume 15 V más que el de la HL94, la tensión requerida por el total de las válvulas será:

$$102'8 + 15 = 117'8 \text{ V}$$

Ahora, la resistencia de absorción sólo debe originar una caída de $125 - 117'8 = 7'2 \text{ V}$.

Por tanto, el valor de la resistencia deberá ser de:

$$R = \frac{7'2}{0'15} = 48 \text{ } \Omega$$

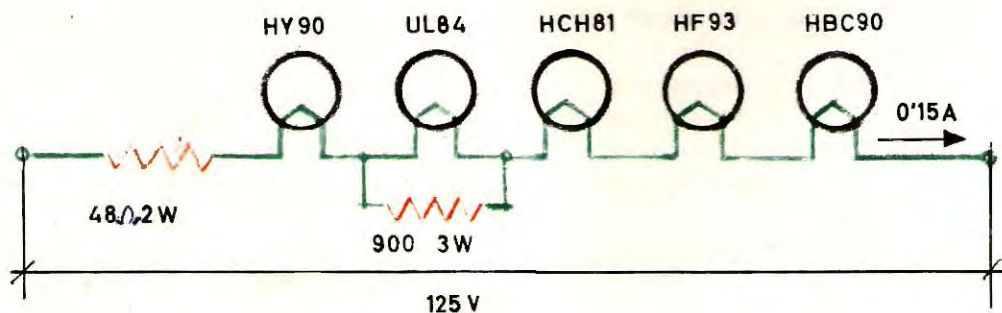
y su potencia de disipación,

$$P = 7'2 \times 0'15 = 1'08 \text{ W}$$

Elegiremos una resistencia de $48 \text{ } \Omega$, 2 W.

RESPUESTA

De acuerdo con las deducciones anteriores, la reparación propuesta debe responder al siguiente esquema:



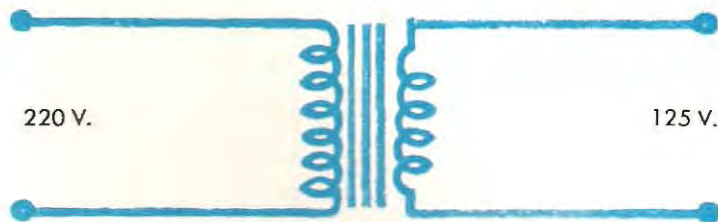
SOLUCIONES TIPO 22

AFHA RADIO TRANSFORMADORES 1

PROBLEMA 22

ENUNCIADO

Disponemos de un televisor capaz de funcionar únicamente a 125 V. En nuestro domicilio disponemos ahora de una tensión de 220 V. Deseamos construir un transformador que nos reduzca la tensión de 220 V a 125 V. ¿Qué sección deberá tener el núcleo de este transformador?



SOLUCION

La sección requerida por el núcleo depende de la potencia que consuma el receptor a conectar a la salida del transformador. Si en nuestro caso, el valor de esta potencia no viene indicada en algún lugar del receptor, podemos calcularla midiendo la intensidad que consume el aparato. Esto, claro, nos obliga a disponer momentáneamente de una toma a 125 V.

Suponiendo que no nos sea posible efectuar esta medición, lo mejor es ir sobre seguro y construir un transformador con una potencia más que suficiente.

El consumo de la mayoría de los receptores de TV oscila alrededor de los 200 W, de forma que con un transformador de 300 W tendremos la seguridad de haber solucionado el problema.

La sección del núcleo depende también de la frecuencia de la tensión alterna de la red, que en Europa es de 50 Hz y en América de 60 Hz.

El ábaco n.º 1 nos da la sección del núcleo de un transformador en función de su potencia y de la frecuencia de la tensión aplicada.

RESPUESTA

Sección para 50 Hz = 17 cm²

Sección para 60 Hz = 15'5 cm²

SOLUCIONES TIPO 23

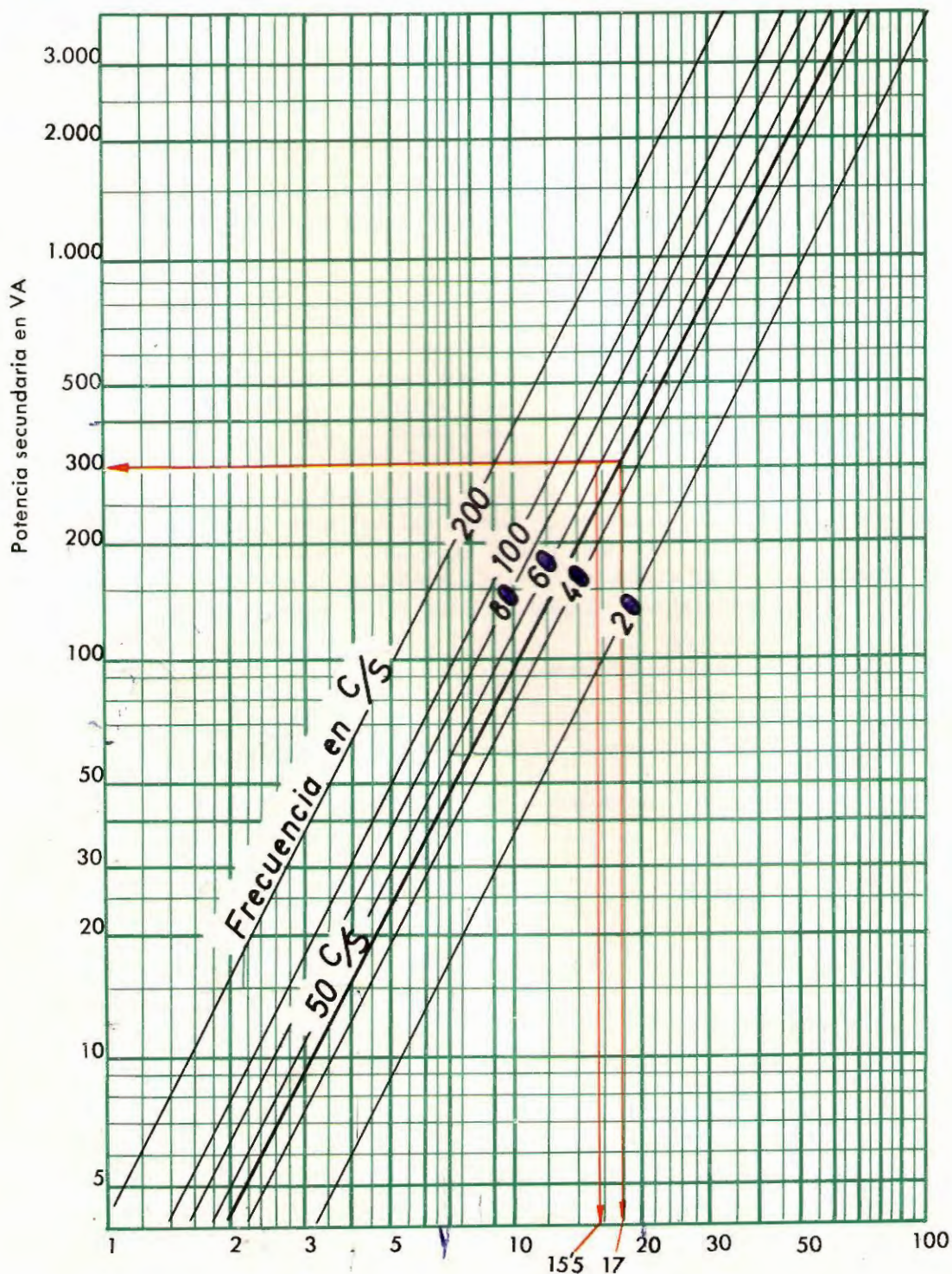


RADIO

TRANSFORMADORES 2

ABACO N.º1

Sección en cm.² del núcleo de pequeños transformadores



SOLUCIONES TIPO 24



RADIO

TRANSFORMADORES 3

PROBLEMA 23

ENUNCIADO

¿Qué tipo de plancha utilizaremos para construir el núcleo de transformador pedido en el problema n.º 22?

SOLUCION

Caben muchas soluciones, pero vamos a operar para conseguir que la sección del núcleo de nuestro transformador sea prácticamente cuadrada.

Luego, el lado del núcleo, será:

$$\text{Para } 50 \text{ Hz} = \sqrt{17} \simeq 4.1 \text{ cm.}$$

$$\text{Para } 60 \text{ Hz} = \sqrt{15.5} \simeq 3.94 \text{ cm.}$$

Podemos utilizar chapas E-I o su versión más actual: chapas en F, cuyas medidas conjuntas son las mismas. Estas chapas están normalizadas y sus dimensiones vienen dadas en la tabla 4 (Soluciones tipo 25). En esta tabla advertimos que la chapa E-I que más se aproxima a las medidas del lado del núcleo calculadas es la E/I 150 o su plancha F que le corresponde y cuya anchura de núcleo es:

$$d = 4 \text{ cm}$$

RESPUESTA

Utilizaremos plancha E/I 150 o plancha en F cuya anchura de núcleo sea $d = 4$.

SOLUCIONES TIPO 25

AFHA

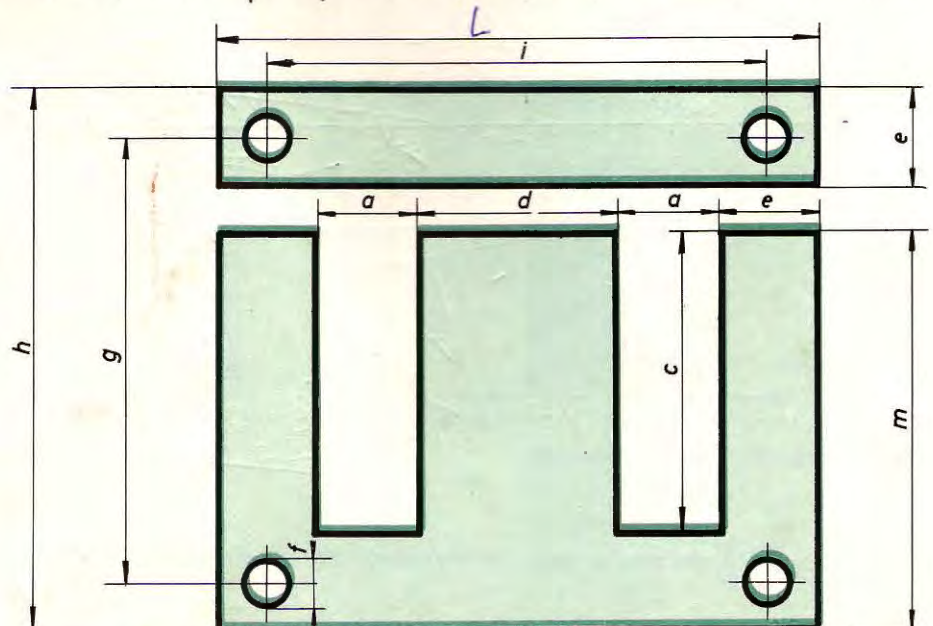
RADIO

TRANSFORMADORES 4

TABLA N.º 4

Dimensiones para chapas normalizadas E/1 DIN E41-302

Chapa del núcleo		FORMAS E I													
		42	48	54	60	66	78	84	92	106	130	150	170	195	
Altura chapa impar	h	3'5	4'0	4'5	5'0	5'5	6'5	7'0	7'4	8'5	10'5	12'0	14'0	18'0	cm
Longitud chapa	l	4'2	4'8	5'4	6'0	6'6	7'8	8'4	9'2	10'6	13'—	15'0	17'0	19'5	cm
Ancho culata	e	0'7	0'8	0'9	1'0	1'1	1'3	1'4	1'25	1'45	1'75	2'0	2'25	2'75	cm
Altura chapa par	m	2'8	3'2	3'6	4'0	4'4	5'2	5'6	6'15	7'05	8'75	10'0	11'75	15'25	cm
Altura ventana	c	2'1	2'4	2'7	3'0	3'3	3'9	4'2	4'9	5'6	7'0	8'0	9'5	12'5	cm
Ancho núcleo	d	1'4	1'6	1'8	2'0	2'2	2'6	2'8	2'5	2'9	3'5	4'0	4'5	5'5	cm
Ancho ventana	a	0'7	0'8	0'9	1'0	1'1	1'3	1'4	2'1	2'4	3'0	3'5	4'0	4,25	cm
	Øf	0'35	0'35	0'35	0'35	0'45	0'45	0'45	0'45	0'55	0'66	0'66	0'78	1'08	cm
Medidas de sujeción	g	2'8	3'2	3'6	4'0	4'4	5'2	5'6	6'15	7'05	8'75	10	11'75	15'25	cm
	i	3'5	4'0	4'5	5'0	5'5	6'5	7'0	8'0	9'4	11'5	13'5	15'0	17'0	cm



SOLUCIONES TIPO 26

AFHA

RADIO

TRANSFORMADORES 5

PROBLEMA 24

ENUNCIADO

¿Cuántas chapas serán necesarias para formar el empilado del transformador del problema 22?

SOLUCION

El número de chapas viene determinado por el hecho de que el núcleo debe tener una altura tal que multiplicada por la anchura de 4 cm antes elegido, nos de una superficie (sección) de 15.5 cm^2 o de 17 cm^2 , según sea la frecuencia de la tensión.

El empilado deberá tener una altura de:

$$\text{Para } 50 \text{ Hz, } h = \frac{17}{4} \approx 4.25 \text{ cm.}$$

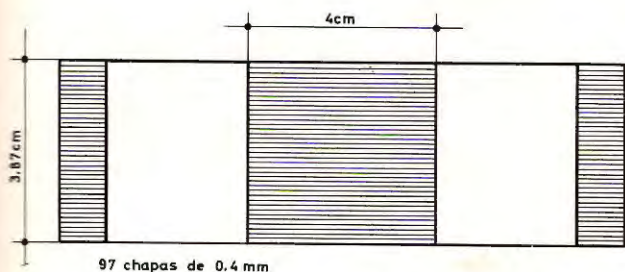
$$\text{Para } 60 \text{ Hz, } h = \frac{15.5}{4} \approx 3.87 \text{ cm.}$$

Sabiendo la altura necesaria es evidente que el número de planchas dependerá del grosor de las mismas. Vamos a elegir un grueso de chapa muy corriente: $0.4 \text{ mm} = 0.04 \text{ cm}$.

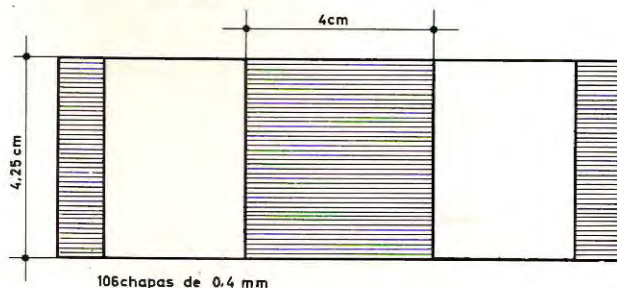
De ahí resulta:

$$\text{Número de chapas para } 50 \text{ Hz} = \frac{4.25}{0.04} \approx 106 \text{ chapas.}$$

$$\text{Número de chapas para } 60 \text{ Hz} = \frac{3.87}{0.04} \approx 97 \text{ chapas.}$$



Sección del empilado para 60 H2



Sección del empilada para 50 H2

RESPUESTA

Para una corriente de 50 Hz, precisaremos 106 chapas de 0.4 mm. Para 60 Hz, 97 chapas de 0.4 mm.

SOLUCIONES TIPO 27

AFHA RADIO

TRANSFORMADORES 6

PROBLEMA 25

ENUNCIADO

¿Cuántas espiras deberán tener respectivamente el primario y el secundario del transformador del problema 22?

SOLUCION

El número de espiras depende de la sección del núcleo, de la inducción con que se trabaje y de la frecuencia de la corriente.

El ábaco n.º 2 (Sol. Tip. n.º 28) permite determinar el número de espiras requerido por los devanados, por cada voltio presente en ellos.

Supongamos que el núcleo trabaja con una inducción de 10.000 gauss.

De acuerdo con dicho ábaco n.º 2, tendremos:

Espiras por voltio a 50 Hz = 2'4.

Espiras por voltio a 60 Hz = 2'3.

Por tanto, el número de espiras en el secundario, será:

Espiras del secundario para 50 Hz = $125 \times 2'4 = 300$ espiras

Espiras del secundario para 60 Hz = $125 \times 2'3 = 287'5$ espiras

En el primario, tendremos:

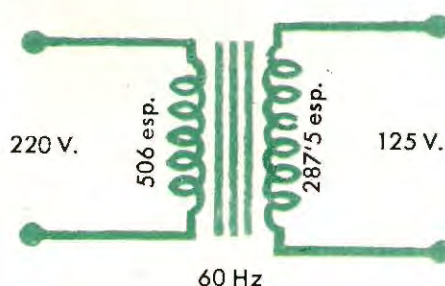
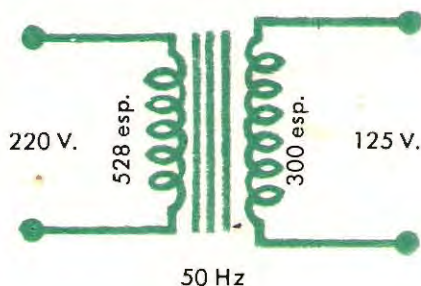
Espiras del primario para 50 Hz = $220 \times 2'4 = 528$ espiras

Espiras del primario para 60 Hz = $220 \times 2'3 = 506$ espiras

RESPUESTA

El primario deberá tener 300 espiras para 50 Hz y 287'5 espiras para 60 Hz.

El secundario tendrá 528 espiras a 50 Hz y 506 espiras a 60 Hz.



SOLUCIONES TIPO 28

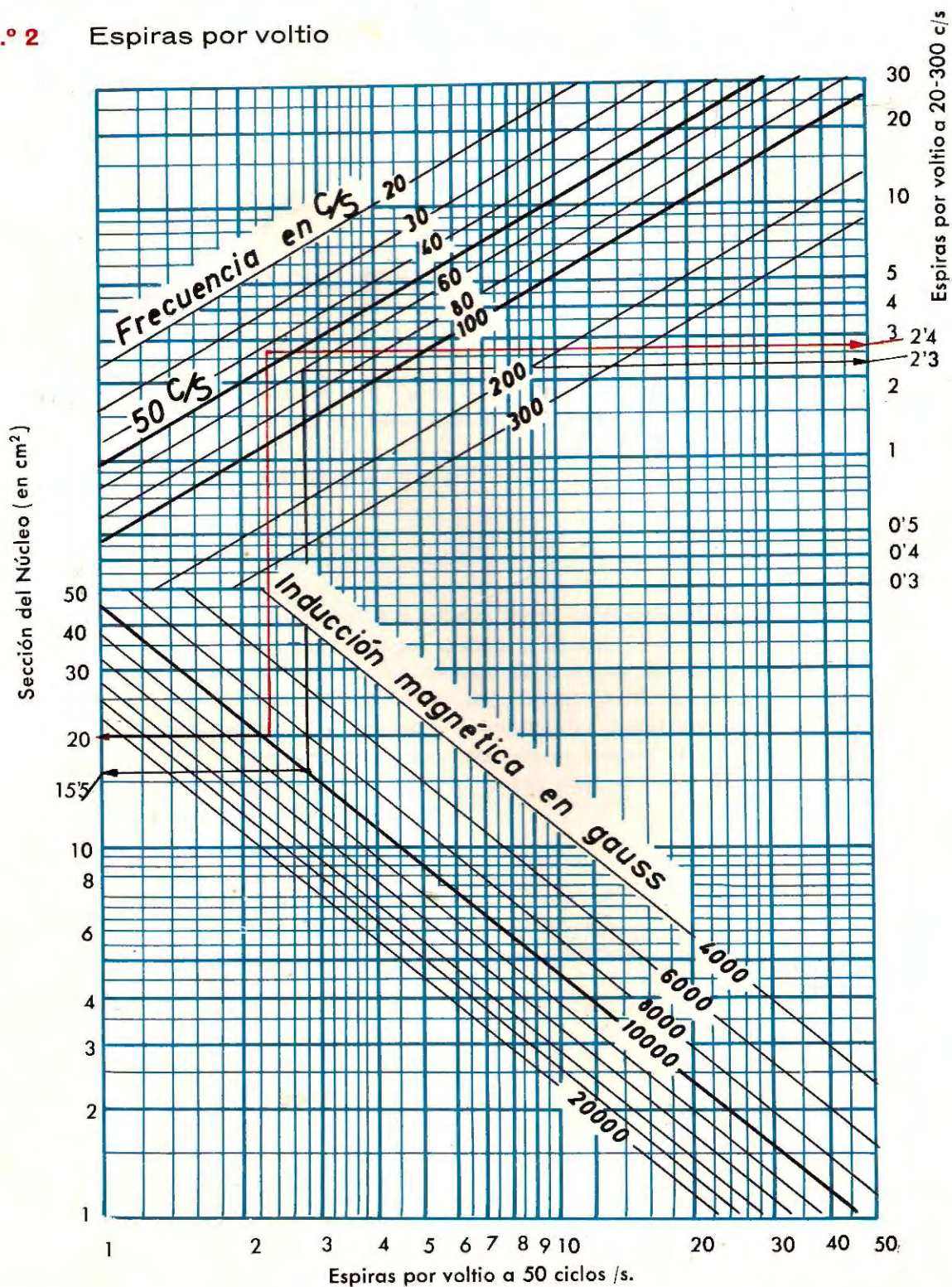
AFHA

RADIO

TRANSFORMADORES 7

ABACO N.º 2

Espiras por voltio



SOLUCIONES TIPO 29

AFHA RADIO

TRANSFORMADORES 8

PROBLEMA 26

ENUNCIADO

¿Qué diámetro deberá tener la sección del hilo que empleemos para efectuar los devanados del transformador del problema 22?

SOLUCION

La sección del hilo (y su diámetro en consecuencia) se determina a partir de la intensidad que debe circular por los devanados.

$$\text{Intensidad en el primario} = \frac{300 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 1'36 \text{ A}$$

$$\text{Intensidad en el secundario} = \frac{300 \text{ W}}{125 \text{ V}} = 2'4 \text{ A}$$

Estos resultados son válidos tanto para el transformador que trabaja a 60 Hz, como para el que trabaja a 50 Hz

La determinación del diámetro de la sección del hilo puede hacerse por medio del ábaco 3 (Sol. Tip. n.º 30). Como solución se elegirá la intersección con la línea más baja, cuando el transformador pueda trabajar en buenas condiciones de ventilación; en caso contrario se buscará la solución por la línea más alta. En condiciones ordinarias puede elegirse un valor intermedio, que es lo que se ha hecho en nuestro caso.

RESPUESTA

Diámetro del hilo del primario = 0'9 mm

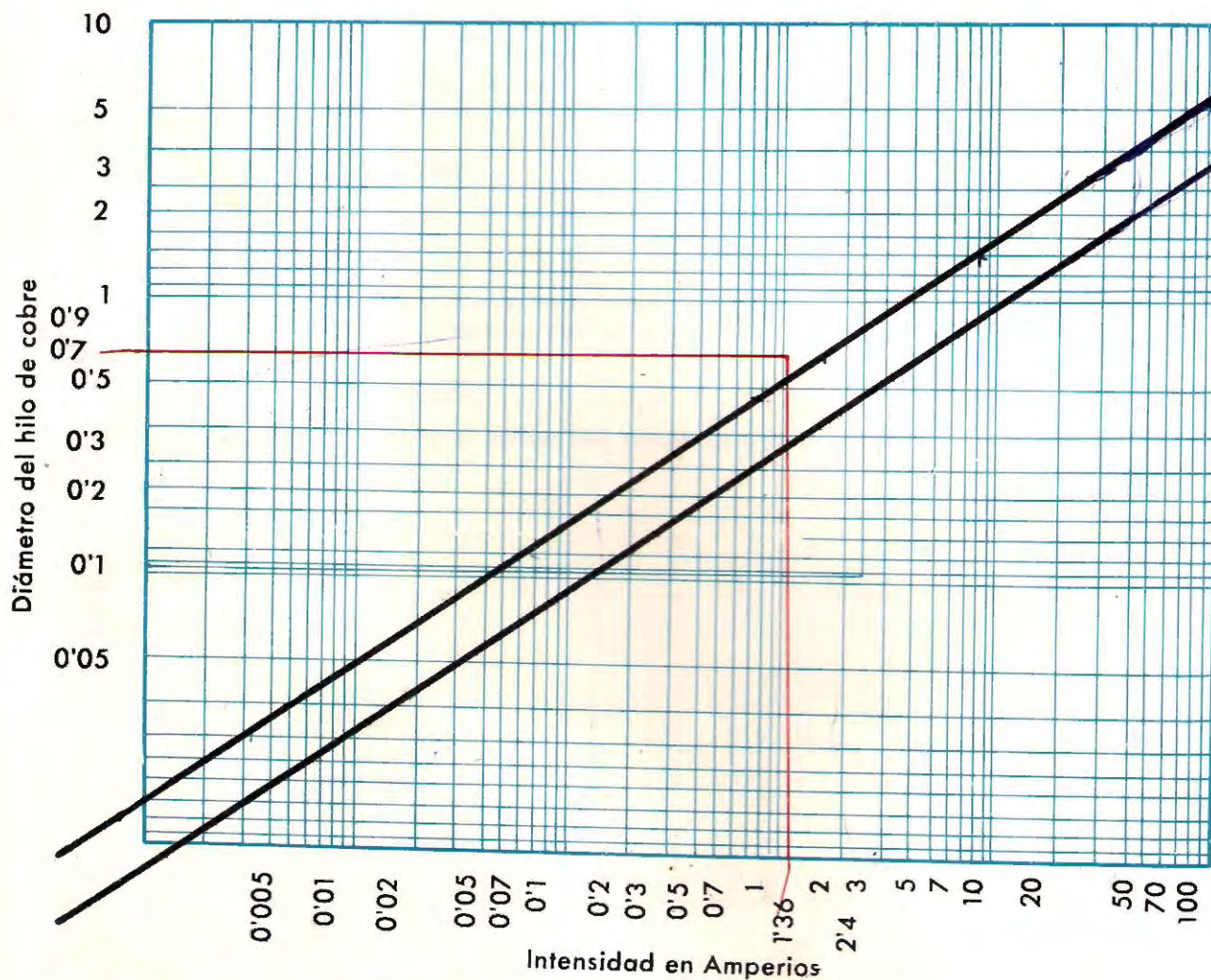
Diámetro del hilo del secundario = 0'7 mm

SOLUCIONES TIPO 30

AFHA RADIO

TRANSFORMADORES 9

ABACO N.º 3 Diámetro del hilo



PROBLEMA 27

ENUNCIADO

Disponemos de un galvanómetro de 200Ω de resistencia interna cuya aguja se desvía a fondo de escala con una intensidad de $600 \mu A$.

Se pregunta ¿qué tensión deberemos aplicar a sus bornes para conseguir también la desviación de la aguja a fondo de escala?

SOLUCION

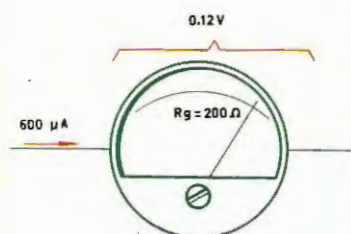
Cuando por el galvanómetro circulan $600 \mu A$ la d.d.p. entre sus bornes es de:

$$600 \times 200 = 120.000 \mu V = 0'12 V$$

de manera que esa es la tensión que es preciso aplicar al galvanómetro para conseguir la desviación total de la aguja.

RESPUESTA

Deberemos aplicar una tensión de $0'12 V$.



PROBLEMA 28

ENUNCIADO

¿Qué valor debe tener la resistencia R para que el galvanómetro pueda medir $1 V$. a fondo de escala?

SOLUCION

Puesto que la desviación total de la aguja se consigue haciendo circular $600 \mu A$ a través del galvanómetro, la resistencia total $R + R_g$ deberá tener el valor

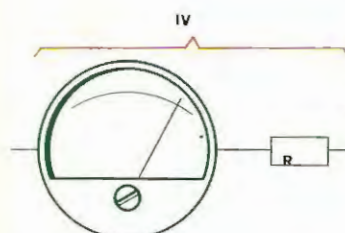
$$R + R_g = \frac{1}{0'0006} = 1.666 \Omega$$

Descontando la resistencia del galvanómetro, será:

$$R = 1.666 - 200 = 1.466 \Omega$$

RESPUESTA

La resistencia R debe tener un valor de 1.466Ω .



SOLUCIONES TIPO 32

AFHA

RADIO
MEDIDAS

2

PROBLEMA 29

ENUNCIADO

¿Cuál es la sensibilidad, expresada en Ω/V , del galvanómetro citado en el problema 27?

SOLUCION

Según hemos visto en el problema 28, para medir un voltio a fondo de escala es preciso que la resistencia total sea de 1.666Ω . Por lo tanto, la sensibilidad de nuestro galvanómetro es:

$$S = 1.666 \frac{\Omega}{V}$$

También puede calcularse teniendo en cuenta que $S = \frac{1}{I}$ suponiendo que es I la intensidad que consigue desviar la aguja a fondo de escala

$$S = \frac{1}{0.0006} = 1.666 \Omega/V$$

RESPUESTA

La sensibilidad del galvanómetro es de $1.666 \Omega/V$.

PROBLEMA 30

ENUNCIADO

En el esquema adjunto calcule: 1.º — Cuál debe ser la d.d.p. entre los puntos A y B para que la aguja del galvanómetro se desvíe a fondo de escala. 2.º — En esas condiciones ¿cuál es el valor de las intensidades I_1 e I_2 que circulan por cada rama? (Se supone que el galvanómetro es el indicado en los problemas anteriores.)

SOLUCION

Puesto que la aguja está desviada a fondo el valor de I es de:

$$I = 600 \mu A$$

Al circular esa intensidad a través del galvanómetro ($R_g = 200 \Omega$) y de la resistencia de 200Ω da origen a una d.d.p. de:

$$(200 + 200) \times 600 = 240.000 \mu A = 0.24 V$$

Esta será la d.d.p. entre los puntos A y B

$$V_A - V_B = 0.24 V$$

Esa d.d.p. queda aplicada también a la resistencia de 600Ω , por tanto

$$I_2 = \frac{240.000 \mu V}{600 \Omega} = 400 \mu A$$

Resumiendo, pues:

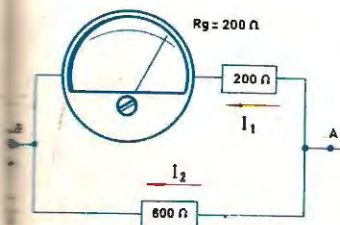
$$V_A - V_B = 0.24 V.$$

$$I_1 = 600 \mu A$$

$$I_2 = 400 \mu A$$

RESPUESTA

La d.d.p. entre A y B, debe ser de $0.24 V$. El valor de I_1 es de $600 \mu A$ y el de I_2 es de $400 \mu A$.



SOLUCIONES TIPO 33



RADIO MEDIDAS

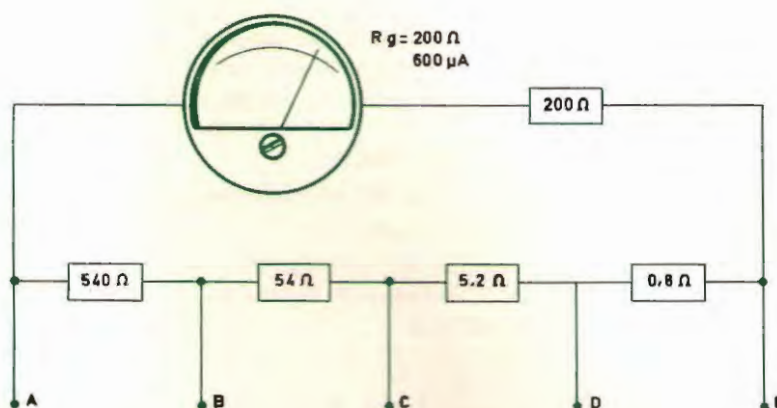
3

PROBLEMA 31

ENUNCIADO

Observe el esquema adjunto y determine

- La intensidad que es preciso hacer circular de A a E para que la aguja del galvanómetro se desvíe a fondo de escala.
- Idem entre los terminales E y B.
- Idem entre los terminales E y C.
- Idem entre los terminales E y D.



SOLUCION

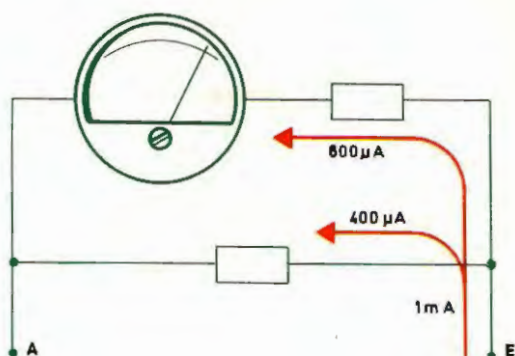
a) La resistencia de la rama inferior entre los terminales A y E tiene un valor total de.

$$540 + 54 + 5.2 + 0.8 = 600 \, \Omega$$

Considerado, pues, desde los terminales A y E, este circuito es el mismo que hemos comentado en el problema 30. Allí hemos visto que cuando por el galvanómetro circulan $600 \, \mu\text{A}$ (desviación a fondo de escala) por la rama inferior circulan $400 \, \mu\text{A}$.

De E a A circula, pues, una intensidad total de:

$$I = 600 \, \mu\text{A} + 400 \, \mu\text{A} = 1.000 \, \mu\text{A} = 1 \, \text{mA}$$

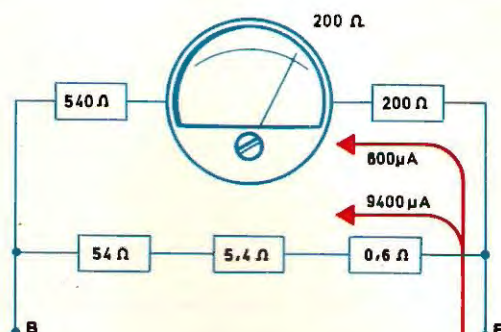


SOLUCIONES TIPO 34

AFHA

RADIO
MEDIDAS

4



b) Considerando los terminales E y B llegamos a un circuito análogo al anterior pero en el que ahora la resistencia de 540Ω forma parte, en realidad, de la rama superior. La d.d.p. entre B y E es fácil de calcular. Por la rama superior cuya resistencia es:

$$540 + 200 + 200 = 940 \Omega$$

circula una intensidad de $600 \mu A$, por tanto

$$V_E - V_B = 940 \times 600 = 564.000 \mu V$$

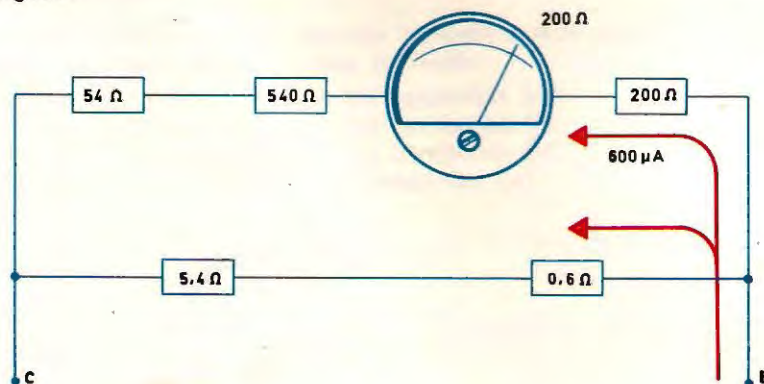
Como esa misma d.d.p. es la que existe en los extremos de la resistencia de 60Ω , la intensidad que por ella circulará será:

$$I = \frac{564.000 \mu V}{60 \Omega} = 9.400 \mu A$$

La intensidad total de E a B será, pues,

$$9.400 + 600 = 10.000 \mu A = 10 \text{ mA}$$

c) Ahora debemos considerar el circuito consignado, tal como indica la figura:



La d.d.p. entre E y C será de

$$V_E - V_C = (540 + 54 + 200 + 200) \times 600 = 994 \times 600 \mu V.$$

Esta d.d.p. hará circular por la rama inferior una intensidad de

$$I = \frac{994 \times 600 \mu V}{5'2 + 0'8 \Omega} = \frac{994 \times 600}{6} = 99.400 \mu A$$

La intensidad de E a C será:

$$99.400 + 600 = 100.000 \mu A = 100 \text{ mA}.$$

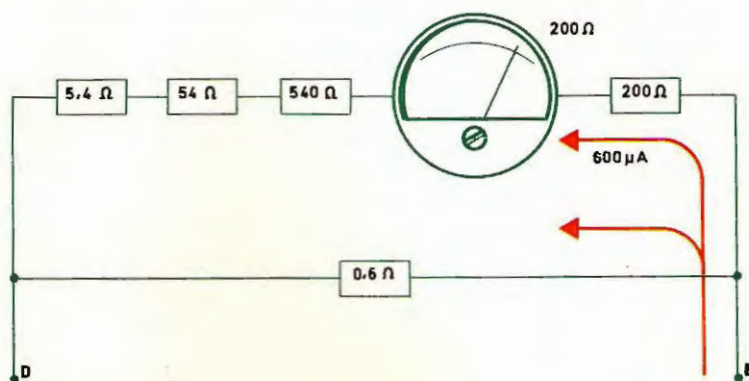
SOLUCIONES TIPO 35



RADIO MEDIDAS

5

d) El circuito a considerar ahora es éste:



$$V_E - V_D = (5.4 + 54 + 540 + 200 + 200) \times 600 = 999.4 \times 600 \mu V$$

La intensidad, en la rama inferior, será:

$$I = \frac{999.4 \times 600 \mu V}{0.6 \Omega} = 999.400 \mu A$$

y la intensidad total:

$$999.400 + 600 = 1.000.000 \mu A = 1.000 \text{ mA}$$

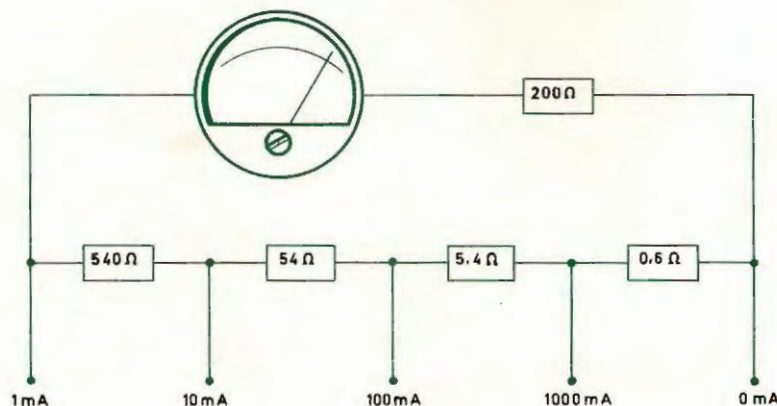
RESPUESTA

- La intensidad entre A-E, debe ser de 1 mA.
- La intensidad entre E-B, debe ser de 10 mA.
- La intensidad entre E-C, debe ser de 100 mA.
- La intensidad entre E-D, debe ser de 1.000 mA.

COMENTARIO

El galvánómetro en el montaje indicado queda convertido en un miliamperímetro de cuatro alcances capaz de medir:

- Hasta 1 mA utilizando las hembrillas E-A.
- Hasta 10 mA utilizando las hembrillas E-B.
- Hasta 100 mA utilizando las hembrillas E-C.
- Hasta 1.000 mA utilizando las hembrillas E-D.



SOLUCIONES TIPO 36



**RADIO
MEDIDAS**

6

PROBLEMA 32

ENUNCIADO

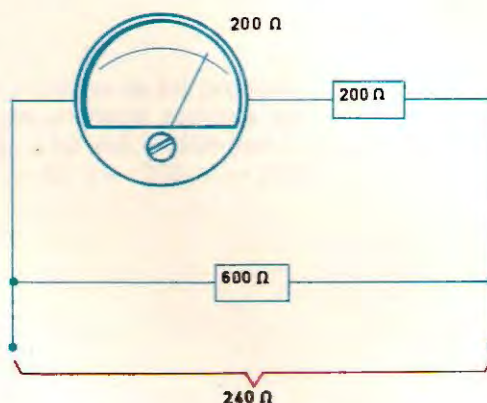
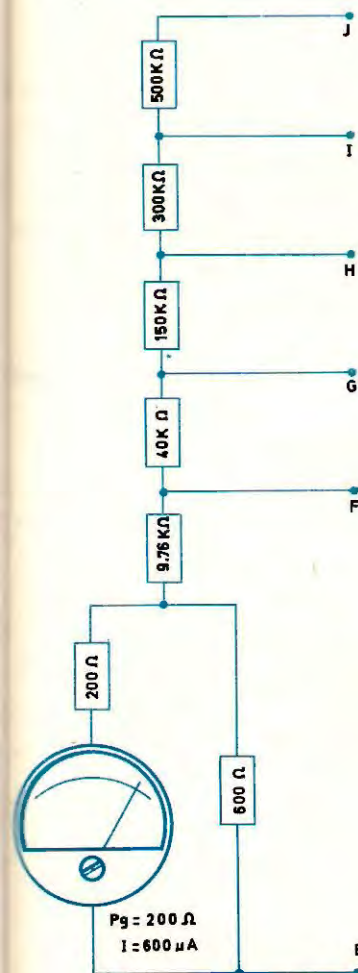
En el esquema de la figura adjunta determine la tensión que será preciso aplicar entre los bornes que a continuación se indican para conseguir la desviación de la aguja a fondo de escala.

- entre E y F
- entre E y G
- entre E y H
- entre E e I
- entre E y J

SOLUCION

a) De acuerdo con lo dicho en el problema anterior la desviación de la aguja a fondo de escala se consigue haciendo circular 1 mA del borne F al E.

La resistencia entre los puntos F y E es la de 9.760Ω más la que ofrece el galvanómetro con sus resistencias asociadas.



El galvanómetro (200Ω) está en serie con una resistencia de 200Ω , lo que hace en total 400Ω , y el conjunto está en paralelo con la de 600Ω , lo que equivale a

$$\frac{600 \times 400}{600 + 400} = 240 \Omega$$

En definitiva, entre F y E la resistencia es

$$9.760 + 240 = 10.000 \Omega.$$

La tensión necesaria entre F y E será, pues,

$$V_F - V_E = R \times I = 10.000 \times 0.001 = 10 \text{ V.}$$

b) Entre G y E la resistencia total es

$$40.000 + 9.760 + 240 = 50.000 \Omega$$

y para hacer circular 1 mA a través de esa resistencia se precisa una tensión de

$$V_G - V_E = 50.000 \times 0.001 = 50 \text{ V.}$$

c) Resistencia total entre H y E:

$$150.000 + 40.000 + 9.760 + 240 = 200.000$$

$$V_H - V_E = 200.000 \times 0.001 = 200 \text{ V.}$$

SOLUCIONES TIPO 37



RADIO

MEDIDAS

7

d) Resistencia total entre I y E:

$$300.000 + 150.000 + 40.000 + 9.760 + 240 = 500.000$$

$$V_I - V_E = 500.000 \times 0'001 = 500 \text{ V.}$$

e) Resistencia total entre J y E:

$$500.000 + 300.000 + 150.000 + 40.000 + 9.760 + 240 = 1.000.000$$

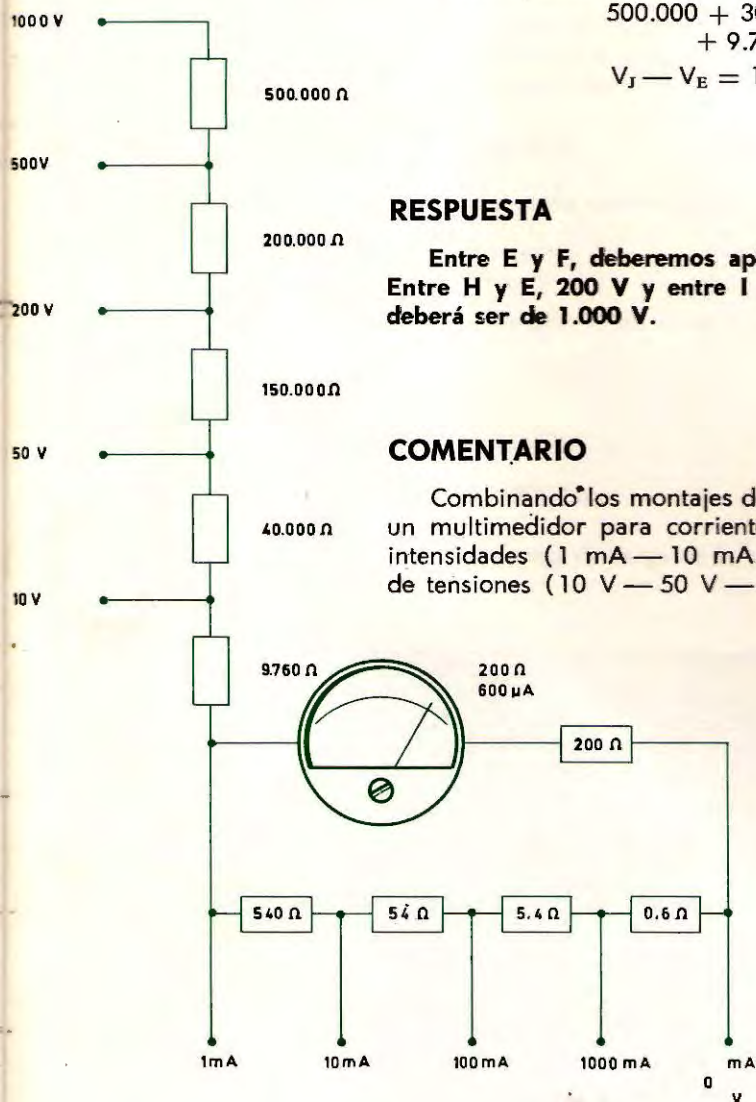
$$V_J - V_E = 1.000.000 \times 0'001 = 1.000 \text{ V.}$$

RESPUESTA

Entre E y F, deberemos aplicar 10 V. Entre G y E, debemos aplicar 50 V. Entre H y E, 200 V y entre I y E, 500 V. Por último, la tensión entre J y E deberá ser de 1.000 V.

COMENTARIO

Combinando los montajes de los problemas 31 y 32 tendremos el esquema de un multimedidor para corriente continua con cuatro alcances en la medida de intensidades (1 mA — 10 mA — 100 mA — 1.000 mA) y cinco en la medida de tensiones (10 V — 50 V — 200 V — 500 V — 1.000 V).



SOLUCIONES TIPO 38



RADIO

VALVULAS

1

PROBLEMA 33

ENUNCIADO

Sobre las características de placa de la ECC83 trazar la recta de carga correspondiente a una resistencia de carga de $125\text{ K}\Omega$. Se supone que la fuente de alimentación proporciona una tensión de 250 V .

SOLUCION

La recta cortará al eje V_a en el punto

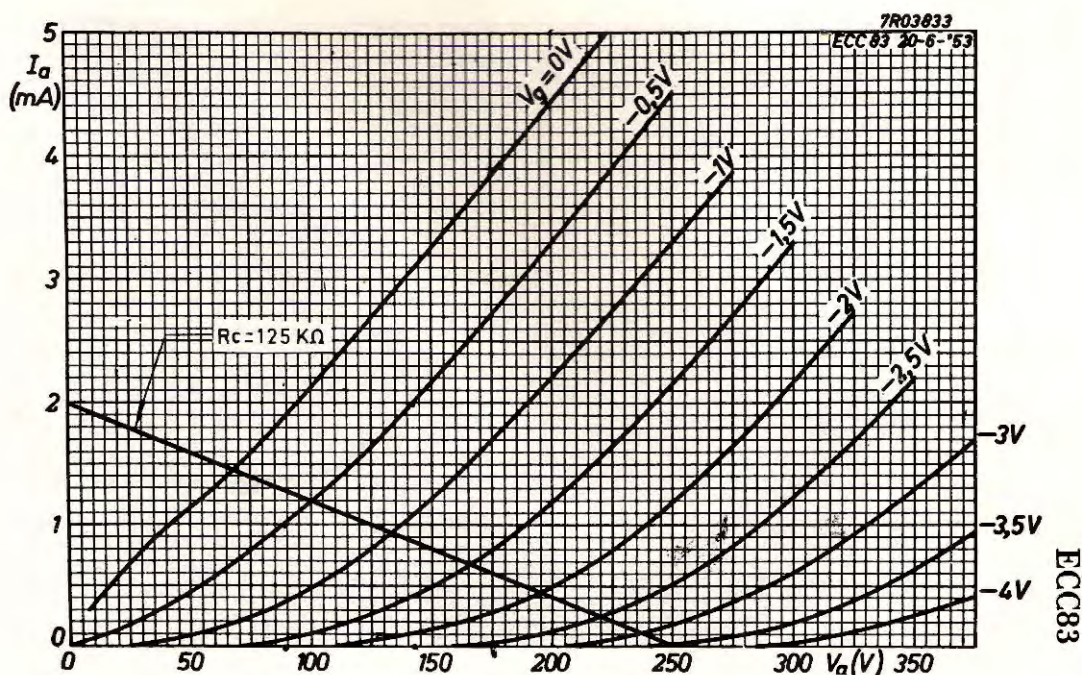
$$V_a = 250\text{ V}$$

Cortará al eje I_a en el punto

$$I_a = \frac{250\text{ V}}{125\text{ K}} = 2\text{ mA}$$

RESPUESTA

La recta de carga es la que une estos dos puntos.



SOLUCIONES TIPO 39

AFHA

RADIO

VALVULAS

2

PROBLEMA 34

ENUNCIADO

Suponiendo que la rejilla está polarizada con una tensión negativa de 0'5 V. ¿Cuál será la tensión y la intensidad de placa en la ECC83 antes mencionada?

SOLUCION

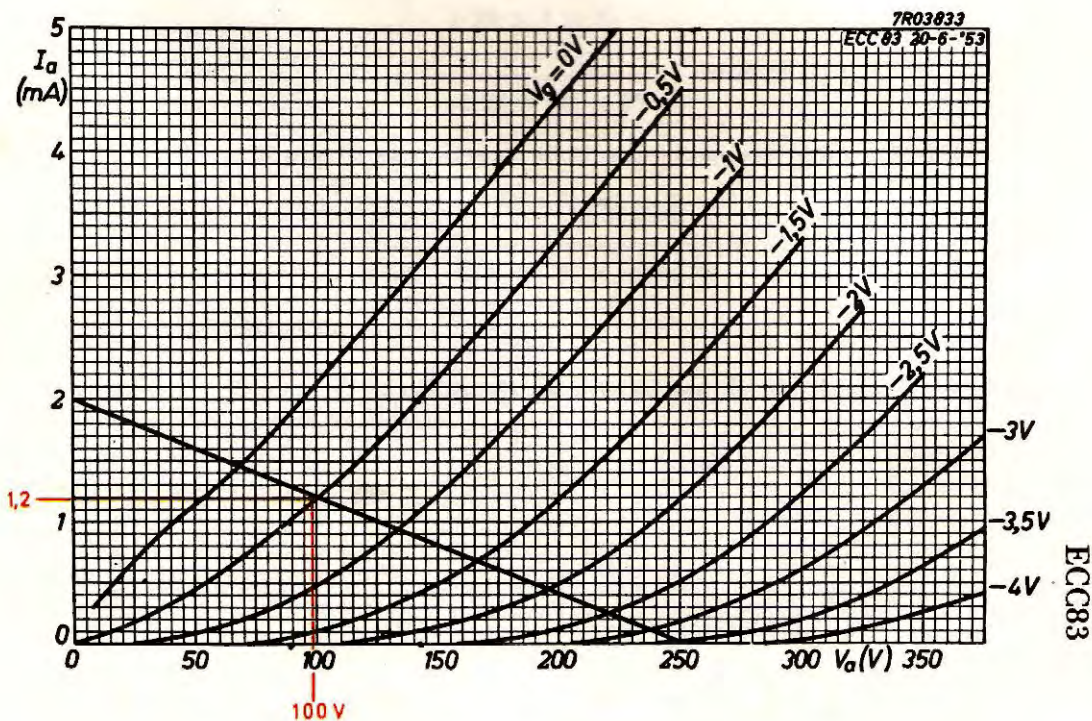
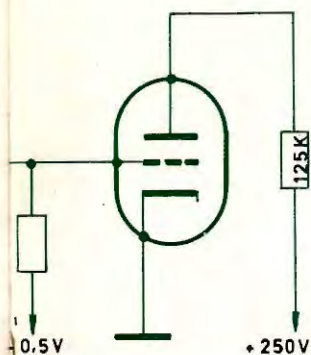
La intersección de la recta de carga con la característica $V_g = 0'5$ V indica que la intensidad y tensión de placa son respectivamente:

$$I_a = 1'2 \text{ mA}$$

$$V_a = 100 \text{ V}$$

RESPUESTA

La tensión de placa será $V_a = 100$ V y la intensidad de placa $I_a = 1'2$ mA.



SOLUCIONES TIPO 40



RADIO

VALVULAS 3

PROBLEMA 35

ENUNCIADO

Pretendemos polarizar la ECC83 con una resistencia de cátodo. ¿Cuál debe ser su valor? ¿Qué capacidad tendrá el condensador que debe conexionarse en paralelo con esta resistencia? Suponemos que la frecuencia más baja a que debe trabajar la válvula de 20 c/s.

SOLUCION

En los extremos de la resistencia de cátodo debe aparecer una tensión de 0'5 V y puesto que la intensidad que por ella circula es $I_a = 1'2$ mA, resulta:

$$R_k = \frac{0'5}{1'2} = 0'416 \text{ K}\Omega = 416 \Omega$$

Utilizaremos una resistencia de 390 Ω que es el valor standard más próximo. En cuanto al condensador C_k , sabemos que a la frecuencia de 20 c/s, su reactancia X_c debe ser, como máximo, igual a $R_k/10$, o sea, $390/10 = 39$.

$$\text{Sabemos que } X_c = \frac{1}{6'28 \times f \times C_c}$$

$$\text{De donde } C = \frac{1}{6'28 \times f \times X_c}$$

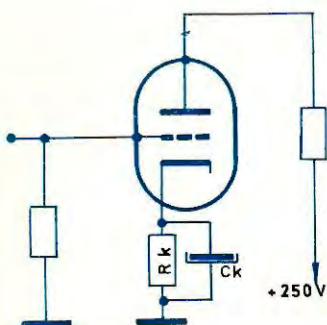
$$C = \frac{1}{6'28 \times 20 \times 39} \text{ Faradios}$$

Para obtener el resultado en μ F, multiplicaremos por 1.000.000.

$$C = \frac{1.000.000}{6'28 \times 20 \times 39} \sim 200 \mu\text{F.}$$

RESPUESTA

El valor de la resistencia de cátodo será de 390 Ω y el valor del condensador C_k será de 200 μ F.



SOLUCIONES TIPO 41

AFHA

RADIO

VALVULAS 4

PROBLEMA 36

ENUNCIADO

¿Cuál debe ser la potencia de disipación de la resistencia de carga y de cátodo del problema anterior? ¿Qué tensión de prueba debe soportar el condensador C_K ?

SOLUCION

Dado que la fuente de alimentación proporciona 250 V y la tensión de placa es de 100 V, la d.d.p. entre los extremos de la resistencia de carga será:

$$250 - 100 = 150 \text{ V}$$

La intensidad es $I_a = 1.2 \text{ mA}$.

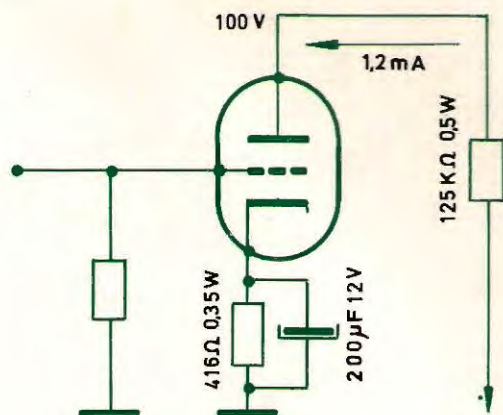
Luego, la potencia disipada en la resistencia de carga es:

$$W = 150 \times 1.2 = 180 \text{ mW}$$

Podemos elegir una resistencia de $1/3$ vatio o, para mayor seguridad, de 0.5 vatios.

La resistencia de cátodo, evidentemente, disipa menos potencia y bastará con elegirla de $1/3$ de vatio nominal.

En cuanto a C_K estará conectado normalmente a una d.d.p. de 0.5 V. Podemos elegir una tensión de prueba bastante mayor: 6 a 12 V, por ejemplo.



RESPUESTA

La resistencia de carga será de 5.5 w.

La resistencia de cátodo será de 0.33 w.

El condensador C_K será de 12 V.

SOLUCIONES TIPO 42



RADIO

VALVULAS 5

PROBLEMA 37

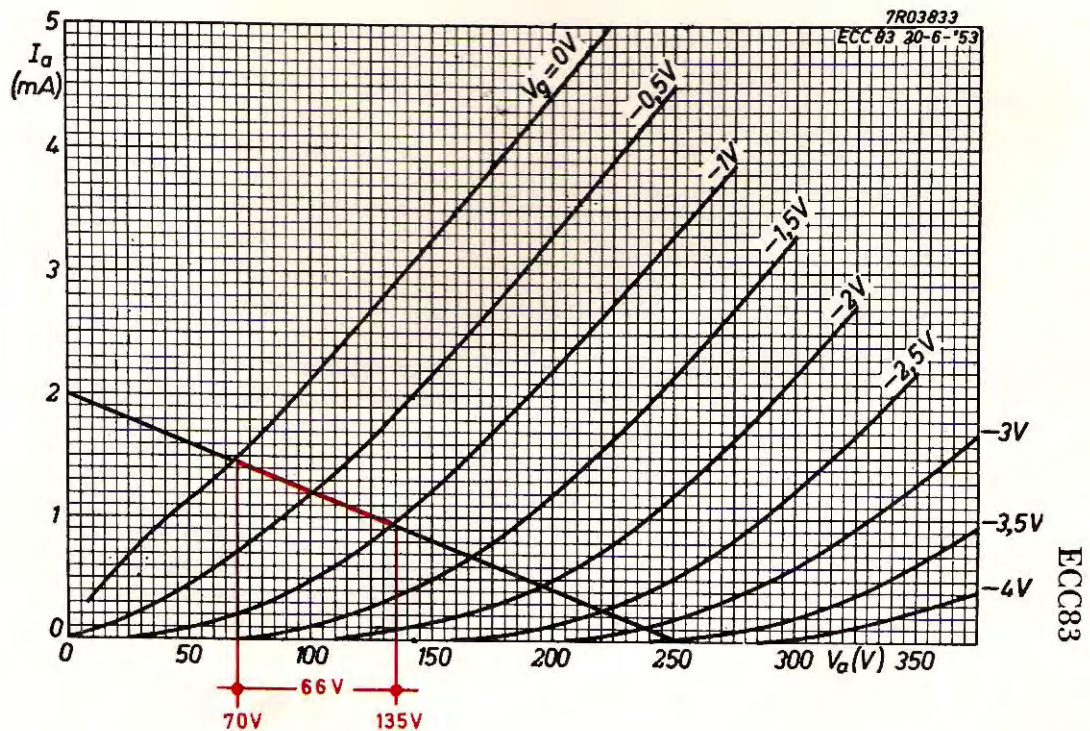
ENUNCIADO

Si a la rejilla de la ECC83 le aplicamos una tensión alterna de 1 Vpp ¿qué tensión alterna obtendremos en la placa?

SOLUCION

El gráfico adjunto indica que a una variación de 1 Vpp a lo largo de la recta de carga (desde $V_g = 0$ desde $V_g = 1$ V), corresponde una variación 65 Vpp en la placa del triodo.

El montaje proporciona una ganancia de tensión igual a 65.



RESPUESTA

Obtendremos una tensión de 65 Vpp.

SOLUCIONES TIPO 43



RADIO

VALVULAS 6

PROBLEMA 38

ENUNCIADO

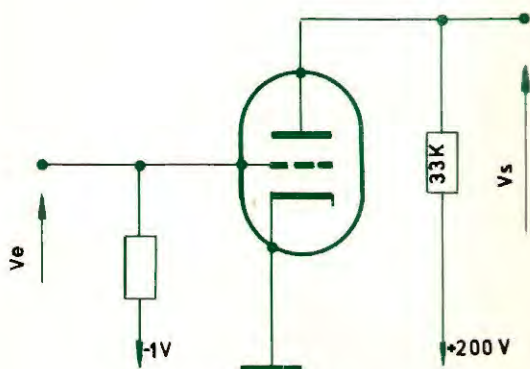
Suponiendo que aplicamos una tensión de 50 mVpp a la entrada del paso amplificador indicado en la figura y constituido por una mitad del doble triodo ECC81, ¿qué tensión obtendremos a la salida?

SOLUCION

Utilizaremos las características de la ECC81.

Sobre las características de placa situaremos la recta de carga y el punto de trabajo.

La recta de carga pasa por los puntos



$$V_a = 200 \text{ V}$$

$$I_a = \frac{200 \text{ V}}{33 \text{ K}} \approx 6 \text{ mA.}$$

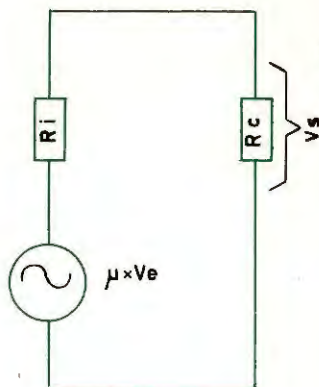
El punto de trabajo es la intersección de esta recta con la característica $V_g = 1 \text{ V}$ y tiene estas coordenadas:

$$V_a = 100 \text{ V}$$

$$I_a = 3 \text{ mA}$$

En este caso no podemos utilizar el método gráfico, puesto que una variación de 50 mVpp es inapreciable sobre la recta de carga.

En consecuencia, emplearemos el circuito equivalente del triodo.



$$V_s = \frac{\mu R_c V_e}{R_c + R_i}$$

De esta fórmula conocemos por los datos del problema,

$$R_c = 33 \text{ K}\Omega$$

$$V_e = 50 \text{ mVpp}$$

SOLUCIONES TIPO 44



RADIO

VALVULAS

7

Debemos conocer la resistencia interna de la válvula (R_i) y su factor de amplificación (μ) en el punto de trabajo, ó sea, cuando $I_a = 3 \text{ mA}$ y $V_a = 100 \text{ V}$.

El manual de válvulas nos proporciona estos datos, pudiendo leer que en las condiciones indicadas es $\mu = 62$ y $R_i = 16,5 \text{ K}\Omega$.

Luego, la tensión de salida será:

$$V_s = \frac{62 \times 33 \times 50}{33 \times 16,5} \approx 2050 \text{ mVpp}$$

RESPUESTA

La tensión de salida será de 2050 mVpp.



V_a	=	100	170	200	250 V
V_g	=	-1,0	-1,0	-1,0	-2,0 V
I_a	=	3,0	8,5	11,5	10 mA
S	=	3,75	5,9	6,7	5,5 mA/V
μ	=	62	66	70	60
R_i	=	16,5	11	10,5	11 KΩ

SOLUCIONES TIPO 45



RADIO

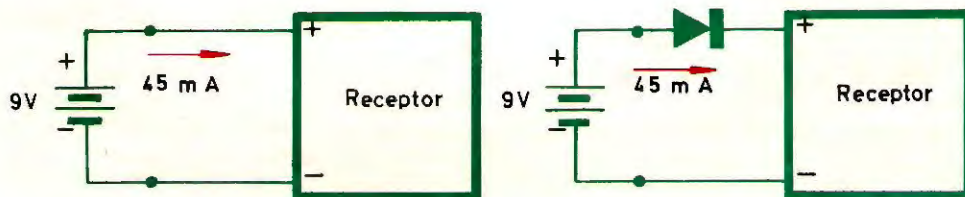
SEMICONDUCTORES 1

PROBLEMA 39

ENUNCIADO

Poseemos un receptor a transistores alimentado por una pila de 9 V. Su consumo es 45 mA.

Para proteger a los transistores contra la posibilidad de conectar la pila con polaridad invertida, intercalaremos un diodo en los conductores de alimentación. ¿Qué tipo de diodo será adecuado a este fin?



SOLUCION

Dos son las condiciones que debe cumplir ese diodo:

1. Cuando la pila esté conectada de forma correcta debe conducir sin deterioro una intensidad de 45 mA.
2. Cuando la pila esté conectada con polaridad invertida el diodo debe soportar una tensión inversa de 9 V.

Varios diodos de los calificados como de «uso general» pueden cumplir esas condiciones.

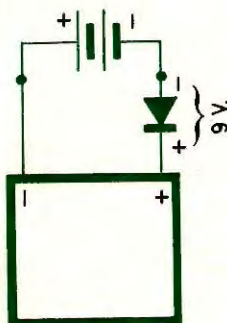
Así, por ejemplo, para el diodo de germanio OA85 el fabricante indica las siguientes características:

Temperatura ambiente	25	75	°C
Tensión inversa máxima	115	100	V
Corriente continua máxima conducida' ...	50	17	mA

Según la tabla, a una temperatura ambiente de 25° C el diodo es capaz de conducir 50 mA, valor mayor del que precisamos (45 mA), y soportar una tensión inversa de 115 V, lo que satisface con exceso nuestras exigencias (9 V de tensión inversa).

Puesto que el valor medio de la temperatura del ambiente es del orden de esos 25° C, ó más baja, podemos considerar el diodo OA85 como adecuado para nuestros fines.

Observe que la temperatura ambiente es un factor determinante para el uso del transistor. Si el diodo estuviese situado cerca de un elemento que genere mucho calor (válvula de potencia, transformador de alimentación, etc.), tanto la tensión inversa admisible como la máxima intensidad permitida quedan reducidas. Así en la tabla queda indicado que con una temperatura ambiente de 75° C la tensión inversa es de 100 V y la intensidad permitida de sólo 17 mA.



SOLUCIONES TIPO 46



RADIO

SEMICONDUCTORES 2

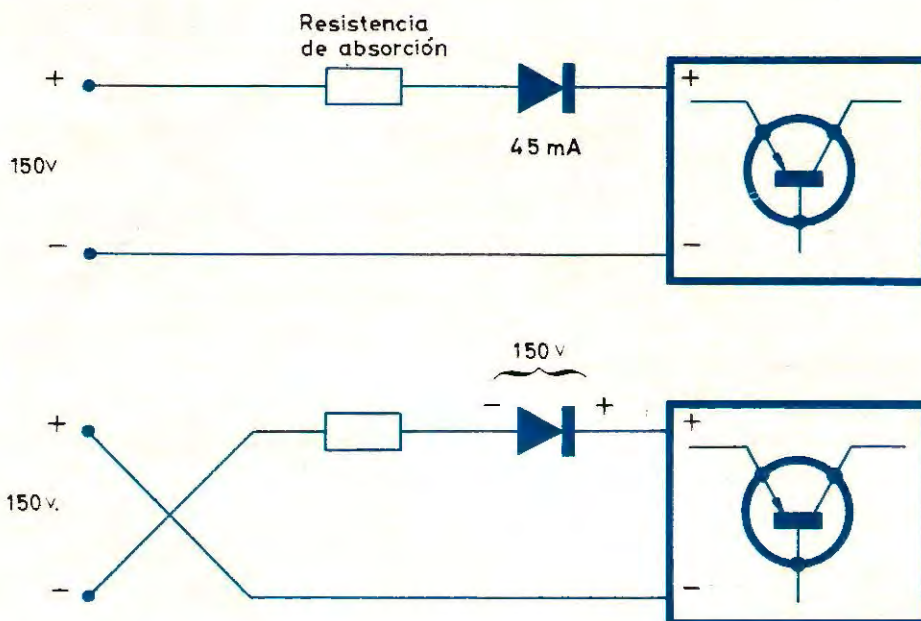
PROBLEMA 40

ENUNCIADO

Supongamos que la red de suministro de energía eléctrica de nuestro domicilio es de 150 V en corriente continua, y que para ahorrar pilas queremos alimentar el aparato indicado anteriormente a partir de la red mediante una resistencia de absorción. La pregunta es: ¿podemos seguir utilizando el diodo OA85 como elemento de protección frente a un posible error en la polaridad de la tensión de alimentación?

SOLUCION

La respuesta es NO, pues aun cuando la polaridad sea adecuada, el diodo trabajará en las mismas condiciones que en el caso anterior, es decir, conduciendo 45 mA; al invertir la polaridad estará sometido a una tensión inversa de 150 V y la permitida es de sólo 115 V.



El problema podría resolverse, sin embargo, con otro diodo de características superiores. Así, por ejemplo, para el diodo de unión de silicio OA210 el fabricante especifica estos datos:

Tensión inversa máxima	400 V
Corriente continua máxima conducida	500 mA

Naturalmente las características superiores de este diodo se traducen en un precio más elevado.

SOLUCIONES TIPO 47

AFHA RADIO SEMICONDUCTORES 3

PROBLEMA 41

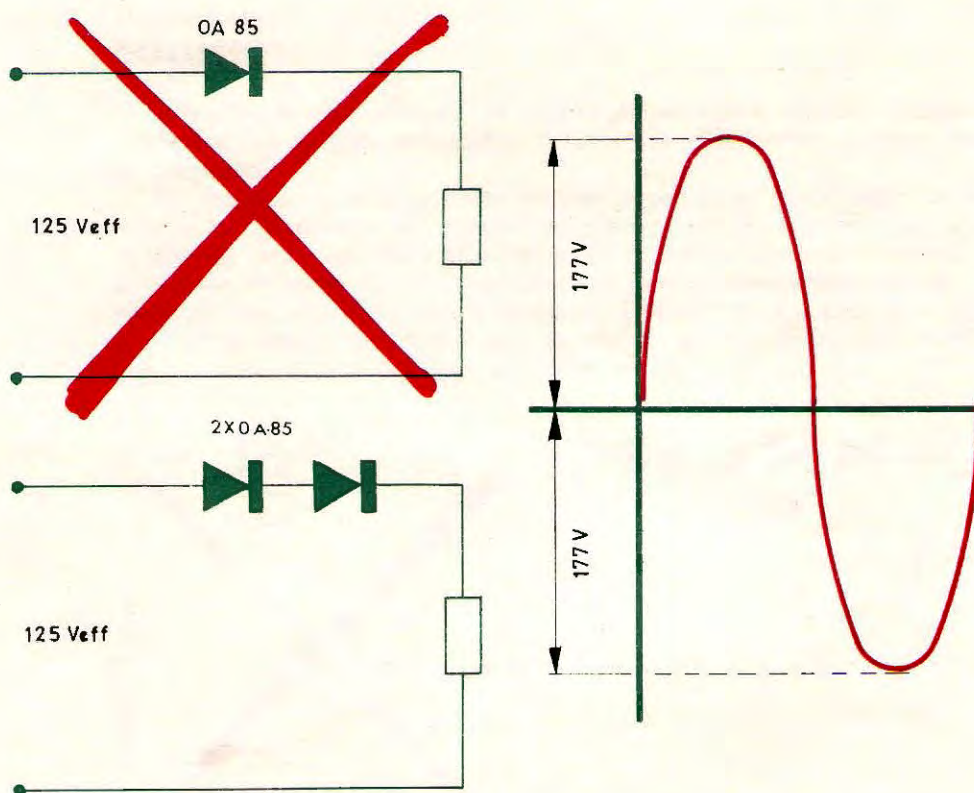
ENUNCIADO

Pretendemos rectificar la tensión alterna de la red de 125 V_{eff} (voltios eficaces). ¿Es posible hacerlo empleando para ello un diodo OA85?

SOLUCION

Vamos a suponer por el momento que el circuito que hemos de alimentar es simplemente una resistencia.

El factor primordial a tener en cuenta es que durante las alternancias en que el diodo esté bloqueado la tensión inversa no sobrepase el valor máximo permisible.



Para una tensión alterna senoidal de 125 V de valor eficaz la tensión de pico es de $125 \times \sqrt{2} \approx 177$ V. Por tanto, durante semiperíodos en que el diodo está bloqueado la tensión inversa alcanza un valor máximo de 177 V, que supera con mucho a los 115 que especifica el fabricante.

Una posible solución sería emplear dos diodos en serie, pues para el conjunto la tensión máxima admisible es de $2 \times 115 = 230$ V.

SOLUCIONES TIPO 48

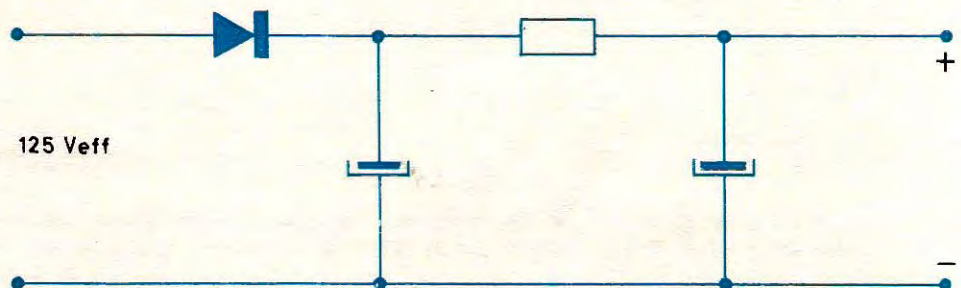
AFHA RADIO

SEMICONDUCTORES 4

PROBLEMA 42

ENUNCIADO

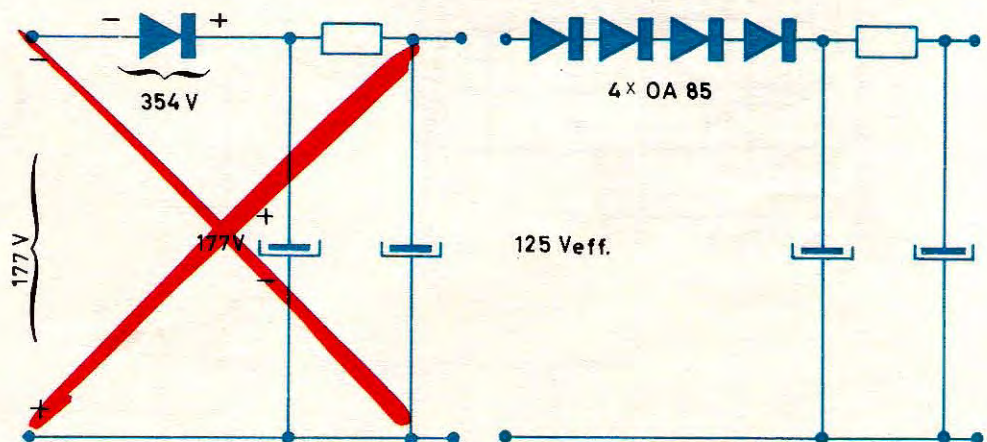
La figura ilustra un dispositivo rectificador con filtro a fin de que la corriente continua obtenida sea uniforme. ¿Bastará, como en el caso anterior, emplear dos diodos OA85 para poder rectificar la tensión de 125 V_{eff}?



SOLUCION

Como en el caso anterior, es preciso evitar que la tensión inversa aplicada sobrepase los valores permitidos durante las alternancias en que los diodos no conducen.

En este caso es preciso tener en cuenta que a los pocos ciclos de funcionamiento los condensadores quedan cargados a una tensión continua igual a la de pico de la de entrada, y que por tanto durante la alternancia correspondiente al bloqueo el ánodo estará sometido a una tensión negativa máxima de -177 V, en tanto que el cátodo estará sometido a $+177$ V. En total la d.d.p. es de $2 \times 177 = 354$ V, de manera que no bastará utilizar dos diodos OA85, ni tan siquiera tres, ya que $3 \times 115 = 345$ V solamente.



Para poder rectificar la tensión de la red de 125 V_{eff}, si la corriente se utiliza con filtro por condensador como el indicado en las figuras, será preciso emplear al menos cuatro diodos en serie.

SOLUCIONES TIPO 49

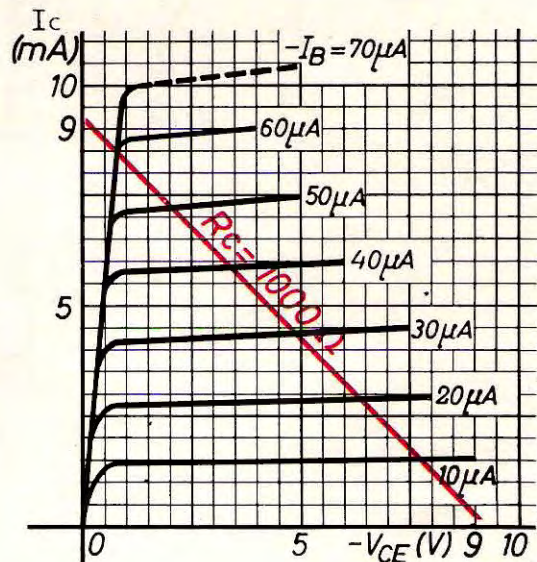
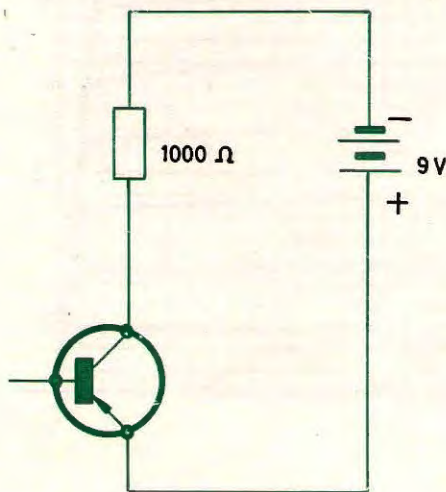
AFHA RADIO SEMICONDUCTORES 5

PROBLEMA 43

ENUNCIADO

Sobre las características I_c-V_c del transistor AF114, trazar la recta de carga correspondiente a una resistencia de $1000\ \Omega$ suponiendo que la batería de colector es de 9 V.

SOLUCION



La recta de carga pasará los puntos

$V_c = 9\text{ V}$ del eje V_c

$$I_c = \frac{9\text{ V}}{1000\ \Omega} = 0.009\text{ A} = 9\text{ mA del eje } I_c$$

SOLUCIONES TIPO 50

AFHA

RADIO

SEMICONDUCTORES 6

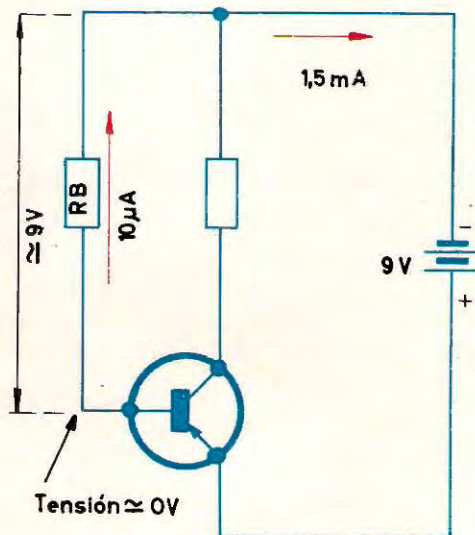
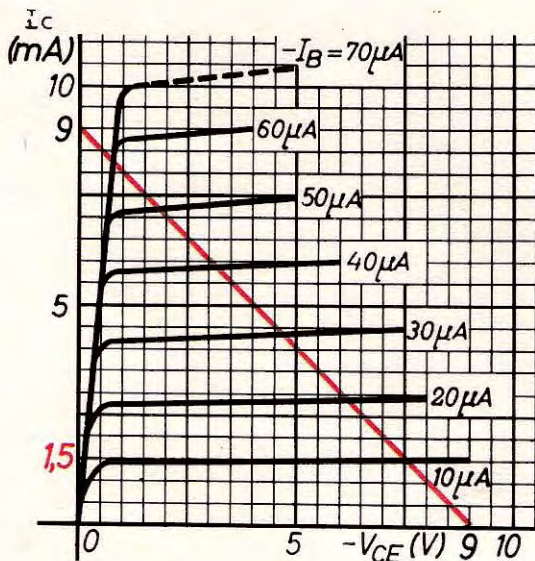
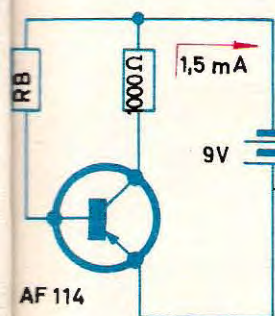
PROBLEMA 44

ENUNCIADO

En el montaje indicado en la figura, calcular R_B a fin de que la intensidad de colector sea de 1'5 mA.

SOLUCION

De acuerdo con la recta de carga trazada en el ejercicio anterior cuando la intensidad de colector es de 1'5 mA, la intensidad de base es de $10 \mu\text{A}$.



La resistencia R_B está conectada por un extremo al negativo de la batería de 9 V y por el otro a la base del transistor.

Como la d.d.p. entre base y emisor es muy pequeña podemos considerar, a efectos del cálculo de R_B , que su otro extremo está conectado al polo positivo de la batería. Por tanto,

$$R_B = \frac{9 \text{ V}}{10 \mu\text{A}} = 0'9 \text{ M}\Omega$$

RESPUESTA

$$R_B = 0'9 \text{ M}\Omega$$

AFHA