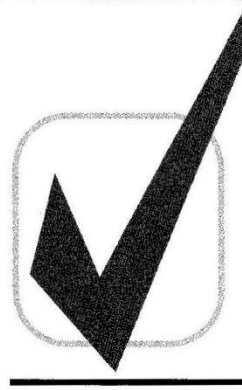


## TEST DE AUTOEVALUACIÓN



En este apéndice se presentan las soluciones de aquellas preguntas donde intervienen cálculos, fórmulas, códigos, nomenclaturas, análisis gráficos, etc.

### COMPONENTE ELECTRÓNICOS

Apéndice C  
**Soluciones**

## 1. Resistencias

1/  $R = \rho \frac{l}{S}$

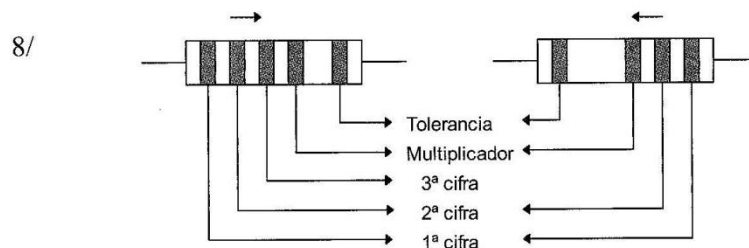
2/ *Unidad:* Ohmio ( $\Omega$ ).  
*Múltiplos:* Kiloohmio ( $K\Omega$ ,  $M\Omega$ ).  
*Submúltiplos:* miliohmio ( $m\Omega$ ).

3/ A mayor tamaño mayor potencia calorífica puede disipar la resistencia.

5/ Tamaños normalizados: 1/16 W, 1/8 W, 1/4 W, 1/2 W, 1W, 2W...

6/  $2M2 \Rightarrow 2,2 \cdot 10^6 = 2.200.000 \Omega$

7/  $5K6 \Rightarrow 5,6 K\Omega = 5,6 \cdot 10^3 \Omega = 5.600 \Omega$



Color	Cifra significativa	Multiplicador	Tolerancia
Negro	0	$\times 1$	
Marrón	1	$\times 10$	$\pm 1\%$
Rojo	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
Naranja	3	$\times 10^3$	
Amarillo	4	$\times 10^4$	
Verde	5	$\times 10^5$	$\pm 0,5\%$
Azul	6	$\times 10^6$	$\pm 0,25\%$
Violeta	7	$\times 10^7$	$\pm 0,1\%$
Gris	8	$\times 10^8$	$\pm 0,05\%$
Blanco	9	$\times 10^9$	
Oro	-	$\times 0,1$	$\pm 5\%$
Plata	-	$\times 0,01$	$\pm 10\%$
Sin color	-	-	$\pm 20\%$

10/ 1ª banda: Marrón  $\Rightarrow 1$   
 2ª banda: Negro  $\Rightarrow 0$   
 3ª banda: Negro  $\Rightarrow \times 10^0 = \times 1$   
Valor:  $10 \cdot 1 = 10 \Omega$   
 4ª banda: Oro  $\Rightarrow \pm 5\%$  (tolerancia)

11/ 1ª banda: Naranja  $\Rightarrow 3$   
 2ª banda: Azul  $\Rightarrow 6$   
 3ª banda: Verde  $\Rightarrow 5$   
 4ª banda: Rojo  $\Rightarrow \times 10^2 = \times 100$   
Valor:  $365 \cdot 100 = 36.500 \Omega$   
 5ª banda: Marrón  $\Rightarrow \pm 1\%$  (tolerancia)

- 12/ 1ª banda: Verde  $\Rightarrow$  5  
 2ª banda: Naranja  $\Rightarrow$  3  
 3ª banda: Azul  $\Rightarrow$  6  
 4ª banda: Marrón  $\Rightarrow$   $\times 10^1 = \times 10$   
Valor:  $536 \cdot 10 = 5.360 \Omega$   
 5ª banda: Violeta  $\Rightarrow \pm 0,1\%$  (tolerancia)  
 6ª banda: Rojo  $\Rightarrow 50 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$  (coeficiente de temperatura)

18/  $R_T = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

19/  $V_T = V_1 + V_2 + \dots + V_n$

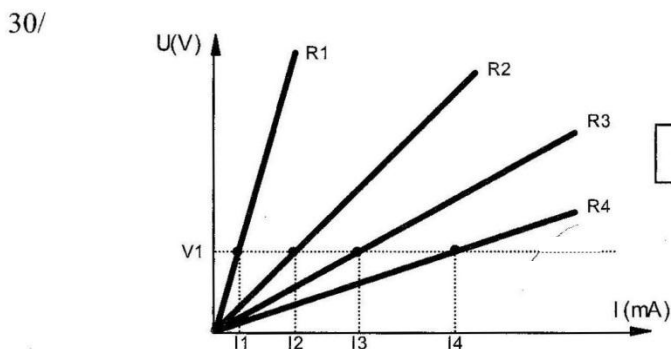
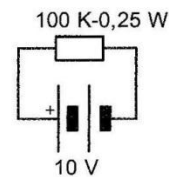
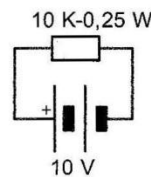
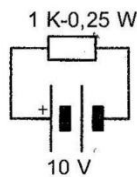
20/ Ejemplo: una resistencia de  $1 \Omega$  en paralelo con otra de  $1 \text{ M}\Omega$  tienen un valor equivalente de  $0,99 \Omega < 1 \Omega < 1 \text{ M}\Omega$ .

$$R_T = \frac{1 \cdot 1.000.000}{1 + 1.000.000} = 0,99 \Omega$$

21/ 
$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

23/ 
$$R_T = \frac{R}{n}$$

27/  $P = 10(10/1000) = 0,1 \text{ W}$      $P = 10(10/10.000) = 0,01 \text{ W}$      $P = 10(10/100.000) = 0,001 \text{ W}$



31/  $R = \frac{U(V)}{I(A)}$

33/  $R_1: 50 \text{ V} / 50 \text{ mA} = 1.000 \Omega$

37/ Tolerancia  $\Rightarrow \frac{100 - 82}{100} = 18\%$

38/ Azul  $\Rightarrow \pm 0,25\%$

- 39/ Tolerancia mediante letra:  
 B  $\Rightarrow \pm 0,1\%$ ; C  $\Rightarrow \pm 0,25\%$ ; D  $\Rightarrow \pm 0,5\%$ ;  
 F  $\Rightarrow \pm 1\%$ ; G  $\Rightarrow \pm 2\%$ ; J  $\Rightarrow \pm 5\%$ ;  
 K  $\Rightarrow \pm 10\%$ ; M  $\Rightarrow \pm 20\%$ ; N  $\Rightarrow \pm 30\%$ .
- 40/ R de 4 bandas de colores:  $\pm 2\%$ ,  $\pm 5\%$ ,  $\pm 10\%$   
 R de 5 bandas de colores:  $\leq \pm 1\%$  ( $\pm 0,05\%$ ,  $\pm 0,1\%$ ,  $\pm 0,25\%$ ,  $\pm 0,5\%$ ,  $\pm 1\%$ )
- 41/ Si no hay banda de tolerancia  $\Rightarrow \pm 20\%$



- 50/  $6832 \Rightarrow 683 \cdot 10^2 = 68.300 \Omega$
- 51/  $3R6 = 3,6 \Omega$
- 52/  $10 \text{ MM} \Rightarrow$  Valor:  $10 \text{ M} = 10 \text{ M}\Omega$ , Tolerancia:  $M = \pm 20\%$
- 53/ Series E estándar:
- Serie E3: tolerancia del  $\pm 50\%$   
 Serie E6: tolerancia del  $\pm 20\%$   
 Serie E12: tolerancia del  $\pm 10\%$   
 Serie E24: tolerancia del  $\pm 5\%$  (a veces también  $\pm 2\%$ )  
 Serie E48: tolerancia del  $\pm 2\%$   
 Serie E96: tolerancia del  $\pm 1\%$   
 Serie E192: tolerancias del  $\pm 0,5\%$ ,  $\pm 0,2\%$ ,  $\pm 0,1\%$  y menores.

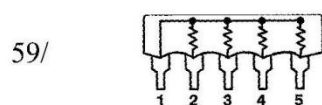
$$E_n(S) = 10^{\frac{n-1}{S}}$$

Las series E6, E12 y E24 se expresan con 1 decimal.  
 Las series E48, E96 y E192 se expresan con 2 decimales.  
 Los resultados se redondean por exceso ( $0.5 = 1$ )

Por ejemplo, el término n° 19 de la serie E192 vale:

$$E_{19}(192) = 10^{\frac{19-1}{192}} = 1,24$$

- 55/ 4 bandas: series E6, E12, E24.  
 5 bandas: series E48, E96, E192.
- 57/ Serie E12  $\Rightarrow$  tolerancia del  $\pm 10\% \Rightarrow 1.000 \pm 10\% = 900 \div 1.100 \Omega$



- 62/ Tamaño 0402  $\Rightarrow 1/16 \text{ W}$ .  
 Tamaño 0805  $\Rightarrow 1/8 \text{ W}$ .  
 Tamaño 1206  $\Rightarrow 1/4 \text{ W}$ .  
 Tamaño 2010  $\Rightarrow 1/2 \text{ W}$ .  
 Tamaño 2511  $\Rightarrow 1 \text{ W}$ .

63/  $104 \Rightarrow 10 \cdot 10^4 = 10^5 = 100.000 \Omega = 100 \text{ K}\Omega$

64/ En el sistema de numeración mediante tres cifras, las dos primeras indican el valor óhmico y la tercera el coeficiente multiplicador o número de ceros a añadir, para valores de resistencia mayores o iguales a  $10 \Omega$ .

Para valores entre  $1$  y  $9,9 \Omega$ , un 9 en la tercera cifra significa multiplicar por  $0,1$ .

Para valores menores de  $1\Omega$ , un 8 en la tercera cifra significa multiplicar por  $0,01$ .

$689 \Rightarrow 68 \cdot 0,1 = 6,8 \Omega$

65/  $R47 \Rightarrow 0,47 \Omega$  (la R indica la coma)

66/ 4 cifras  $\Rightarrow$  tolerancia del  $\pm 1\%$

67/ Regla de marcado EIA-96:

Código	Valor	Código	Valor	Código	Valor	Código	Valor	Código	Valor	Código	Valor	Código	Valor	Código	Valor
01	100	13	133	25	178	37	237	49	316	61	422	73	562	85	750
02	102	14	137	26	182	38	243	50	324	62	432	74	576	86	768
03	105	15	140	27	187	39	249	51	332	63	442	75	590	87	787
04	107	16	143	28	191	40	255	52	340	64	453	76	604	88	806
05	110	17	147	29	196	41	261	53	348	65	464	77	619	89	825
06	113	18	150	30	200	42	267	54	357	66	475	78	634	90	845
07	115	19	154	31	205	43	274	55	365	67	487	79	649	91	866
08	118	20	158	32	210	44	280	56	374	68	499	80	665	92	887
09	121	21	162	33	215	45	287	57	383	69	511	81	681	93	909
10	124	22	165	34	221	46	294	58	392	70	523	82	698	94	931
11	127	23	169	35	226	47	301	59	402	71	536	83	715	95	953
12	130	34	174	36	232	48	309	60	412	72	549	84	732	96	976

La tabla muestra el valor de los dos primeros dígitos de los tres que tiene el código EIA-96.

El tercer carácter es una letra con el factor multiplicador:

$X = 10^{-1}$ ,  $Y = 10^{-2}$ ,  $A = 10^0$ ,  $B = 10^1$ ,  $C = 10^2$ ,  $D = 10^3$ ,  $E = 10^4$ ,  $F = 10^5$

$30B \Rightarrow 200 \cdot 10^1 = 2.000 \Omega$

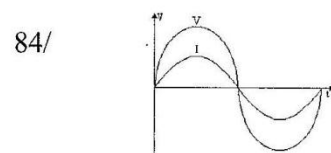
69/ Debido a su pequeño tamaño.

70/  $I_n = \sqrt{\frac{P_n}{R_n}} = \sqrt{\frac{0,5}{100}} = 0,07 \text{ A}$

71/  $V_n = \sqrt{P_n \cdot R_n} = \sqrt{1 \cdot 1.000} = 31,62 \text{ V}$

80/ Resistencia SMD cilíndrica tipo MELF (*Metal Electrode Leadless Face*).

81/  $0805 \Rightarrow 0,08'' \cdot 0,05'' \Rightarrow 0,08 \cdot 25,4 = 2,03 \text{ mm}$   
 $0,05 \cdot 25,4 = 1,27 \text{ mm}$



85/  $R = V/I = 11 / 0,05 = 220 \Omega$

86/  $P = R \cdot I^2 = 1.000 \cdot 0,2^2 = 0,4 \text{ W}.$

97/ Existe una relación lineal entre la potencia disipada y el incremento de temperatura del componente: si 0,5 W provocan un incremento de 50 °C, 1 W provocará un incremento de 100 °C.

98/  $R_{thca} = (T_c - T_a) / P = (75 - 25) / 0,5 = 100 \text{ °C/W}.$

99/ La temperatura nominal de la serie es 25 °C, ya que a esta temperatura corresponde un incremento relativo nulo.

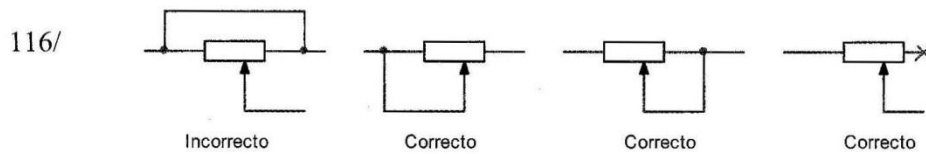
100/ A 25 °C: 0  
A 100 °C: 0,0015  
 $0,0015 / (100 - 25) = 0,00002 \Rightarrow 20 \text{ ppm/°C}.$

101/ La potencia nominal se da a 25 °C y vale 5 W según la gráfica.

102/ Se observa que 155 °C es la máxima temperatura donde la potencia disipada es nula.

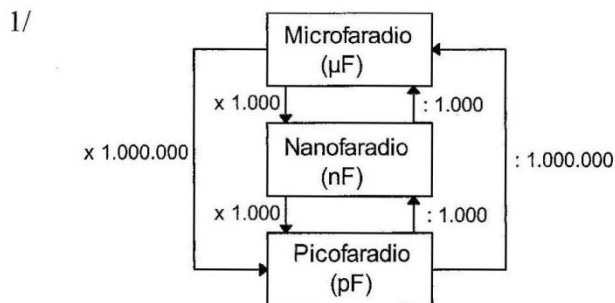
107/  $R_{ab} = 12 \text{ K}\Omega$   
 $R_{ac} = 12 \text{ K} \cdot 1/3 = 4 \text{ K}\Omega$   
 $R_{cb} = 12 \text{ K} \cdot 2/3 = 8 \text{ K}\Omega$

113/  $V_{cc} = V_1 + V_2$ ; Si  $V_1 \uparrow V_2 \downarrow$

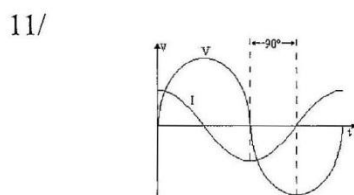


122/  $R_{cb} = 1.000 - 100 = 900 \Omega$

## 2. Condensadores



7/  $270 \text{ nF} = 270.000 \text{ pF} = 270 \text{ KpF}$



12/  $C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d}$

23/  $C_T = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

24/  $C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}}$

26/  $C_{1-2\max} = 10 + 10 = 20\text{pF}$   
 $C_{1-2\min} = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} + 10 = 15\text{pF}$

28/  $C = \frac{Q}{V}$

34/  $E = \frac{1}{2} CV^2$  |  $E = \frac{E'}{4}$   
 $E' = \frac{1}{2} C \left(\frac{V}{2}\right)^2 = \frac{CV^2}{8}$

38/  $C_{\text{equivalente}} = 33 \cdot 33 / 33 + 33 = 16,5 \mu\text{F}$   
 $25 + 25 = 50 \text{ V}$

40/  $W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} 10 \cdot 10^{-6} \cdot 63^2 = 0,02 \text{ julios}$

43/  $\text{tg} \delta = \text{tg}(90^\circ - 80^\circ) = \text{tg} 10^\circ = 0,17$

44/  $X_c = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \cdot 1.000 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = 1591,5 \Omega$

59/  $0402 \Rightarrow 0,04'' \cdot 0,02'' \Rightarrow 0,04 \cdot 25,4 = 1,02 \text{ mm}$   
 $0,02 \cdot 25,4 = 0,50 \text{ mm}$

60/  $A3 \Rightarrow 1 \cdot 10^3 = 1.000 \text{ pF}$

Letter	0	1	2	3	4	5
A	1.0	10	100	1000	10,000	100,000
B	1.1	11	110	1100	11,000	110,000
C	1.2	12	120	1200	12,000	120,000
D	1.3	13	130	1300	13,000	130,000
E	1.5	15	150	1500	15,000	150,000
F	1.6	16	160	1600	16,000	160,000
G	1.8	18	180	1800	18,000	180,000
H	2.0	20	200	2000	20,000	200,000
J	2.2	22	220	2200	22,000	220,000
K	2.4	24	240	2400	24,000	240,000
L	2.7	27	270	2700	27,000	270,000
M	3.0	30	300	3000	30,000	300,000
N	3.3	33	330	3300	33,000	330,000
P	3.6	36	360	3600	36,000	360,000
Q	3.9	39	390	3900	39,000	390,000
R	4.3	43	430	4300	43,000	430,000
S	4.7	47	470	4700	47,000	470,000
T	5.1	51	510	5100	51,000	510,000
U	5.6	56	560	5600	56,000	560,000
V	6.2	62	620	6200	62,000	620,000
W	6.8	68	680	6800	68,000	680,000
X	7.5	75	750	7500	75,000	750,000
Y	8.2	82	820	8200	82,000	820,000
Z	9.1	91	910	9100	91,000	910,000

61/  $A \Rightarrow 10 \text{ V}$   
 $475 \Rightarrow 47 \cdot 10^5 \text{ pF} = 4.7 \cdot 10^6 \text{ pF} = 4.7 \mu\text{F}$

80/  $I = \frac{V}{X_c} \Rightarrow 0,2 = \frac{24}{\frac{1}{2\pi \cdot 1.000 \cdot C}} \Rightarrow C = \frac{0,2}{24 \cdot 2\pi \cdot 1.000} = 1,3 \mu\text{F}$

81/  $C = \frac{Q}{V} \Rightarrow Q = 1V \cdot 1F = 1\text{Culombio}$

- 83/ Banda I: 1ª cifra significativa  
 Banda II: 2ª cifra significativa  
 Banda III: Multiplicador  
 Banda IV: Tolerancia  
 Banda V: Tensión

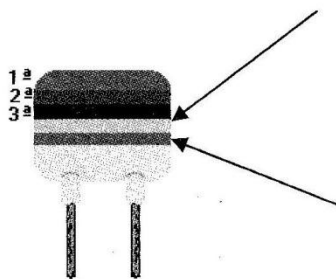
84/ J  $\Rightarrow$  tolerancia del  $\pm 5\%$ .

TOLERANCIA													
Letra	B	C	D	F	G	H	J	K	M	P	R	S	Z
C < 10pF ( $\pm$ pF)	0,1	0,25	0,5	1	2								
C $\geq$ 10pF ( $\pm$ %)			0,5	1	2	2,5	5	10	20	-0 +100	-20 +30	-20 +50	-20 +80

85/  $0,047 \Rightarrow 0,047 \mu F = 47 \text{ nF}$

- 88/ 1ª banda: Marrón  $\Rightarrow$  1  
 2ª banda: Negro  $\Rightarrow$  0  
 3ª banda: Amarillo  $\Rightarrow x 10^4 = x 10.000$   
Valor:  $10 \cdot 10.000 = 100.000 \text{ pF} = 100 \text{ nF}$

- 89/ C1: 100 nF  
 C2: 1 nF  
 C3: 220 nF  
 C4: 4,7 nF

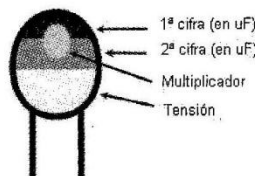


TOLERANCIA							
C < 10pF ( $\pm$ pF)	Negro (2)	Marrón (0,001)	-	-	Verde (0,1)	Gris (0,25)	Blanco (1)
C $\geq$ 10pF ( $\pm$ %)	Negro (20)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	Verde (5)	-	Blanco (10)

TENSIÓN MÁXIMA			
COLOR	Rojo	Amarillo	Azul
V	250	400	630

- 90/  $103 \Rightarrow 10 \cdot 10^3 \text{ pF} = 10 \text{ nF}$   
 M  $\Rightarrow \pm 20\%$  (tolerancia del valor capacitivo)  
 500 V  $\Rightarrow$  tensión de trabajo máxima.  
 Z5U: rango de temperatura.  
 Z  $\Rightarrow +10^\circ\text{C}$ .  
 5  $\Rightarrow +85^\circ\text{C}$ .  
 U  $\Rightarrow +22\%, -56\%$ .

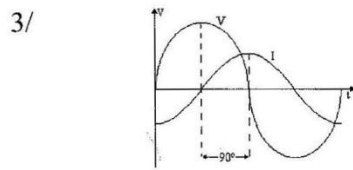
- 91/ 1ª cifra: Amarillo  $\Rightarrow$  4  
 2ª cifra: Violeta  $\Rightarrow$  7  
 Multiplicador: Blanco  $\Rightarrow 0,1$   
Valor:  $47 \cdot 0,1 = 4,7 \mu F$   
 Gris: 25 V





### 3. Bobinas

2/  $X_L = 2\pi fL = 2\pi \cdot 100 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 6,28 \Omega$



4/  $L_T = L_1 + L_2 + \dots + L_n$

5/ 
$$L_T = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}}$$

10/  $L = \mu_0 \frac{S \cdot N^2}{l} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\pi \cdot 0,01^2 \cdot 1.000^2}{0,05} = 7,9\text{mH}$

11/  $\text{tg}\delta = \text{tg}(90^\circ - 75^\circ) = \text{tg}15^\circ = 0,26$

14/  $L = \frac{N\phi}{I} = \frac{1.000 \cdot 2 \cdot 10^{-4}}{0,75} = 0,26\text{H}$

15/  $W = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} 5 \cdot 3^2 = 22,5\text{julios}$

20/  $L = N \frac{\phi}{I}$

$$L = \mu_r \mu_0 \frac{S \cdot N^2}{l}$$

27/  $\tau = \frac{L(\text{H})}{R(\Omega)} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^3} = \frac{1}{10^6} = 1\mu\text{s}$

33/  $\beta = \mu_0 \frac{N \cdot I}{l} = 4\pi 10^{-7} \frac{200 \cdot 1}{100 \cdot 10^{-2}} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ Teslas}$

### 4. Transformadores

57/  $V_o = 24 \frac{1.000}{200} = 120\text{V}$

81/  $V_s = \frac{230}{2} = 115\text{V}$

85/  $V_p = \frac{230}{\sqrt{3}} = 132\text{V}$

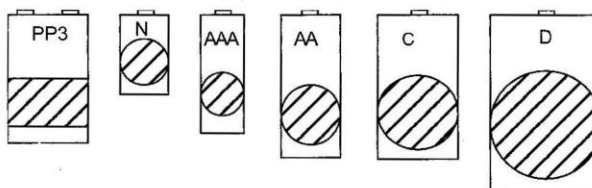
$$V_s = \frac{132}{1,5} = 88\text{V}$$

### 5. Pilas y baterías

2, 3, 15, 16, 21, 22/

Pilas cilíndricas de 1,5 V						
Denominación comercial	IEC (Europa)	USA	ANSI (USA)	JIS (Japón)	Otros	Medidas
Lady	R1/LR1	N	910A	---	HP41	∅ 12mm; h 30,2 mm
Micro	R03/LR03	AAA	24A	UM-4N/AM-4	MN2400, HP16	∅ 10,5mm; h 44,5 mm
Mignon	R6/LR6	AA	15A	UM-3N/AM-3	MN1500, HP7	∅ 14,5mm; h 50,5 mm
Baby	R14/LR14	C	14A	UM-2N/AM-2	MN1400, HP11	∅ 26,2mm; h 50 mm
Mono	R20/LR20	D	13A	UM-1/AM-1	MN1300, HP2	∅ 34,2mm; h 61,5 mm
Pilas rectangulares de 9 V						
E-block	6F22/6LR61	PP3	1604A	006PN/6AM	---	26,5 x 17,5 x 48,5 mm

Denominación de pilas según norma IEC:  
 R: salina.  
 LR: alcalina.  
 SR: de óxido de plata.  
 CR: de litio.  
 PR de zinc-aire.  
 MR: de óxido de mercurio.



26/  $r_i = \frac{9-8}{0,5} = 2\Omega$

37/  $\frac{1}{2} C \cdot 12^2 = 75 \cdot 3.600 \cdot 12 \Rightarrow C = 45.000F$   
 Energía en el C = Energía en la bobina

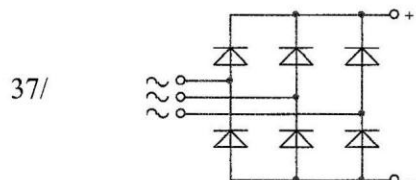
38/  $E = P \cdot t = 10 \cdot 10 = 100 \text{ Wh}$   
 $\text{Carga} = \frac{E}{V} = \frac{100}{5} = 20Ah$

43/  $E = 12 \cdot 30 = 360 \text{ Wh}$   
 $t = \frac{360}{0,5} = 720Ah$

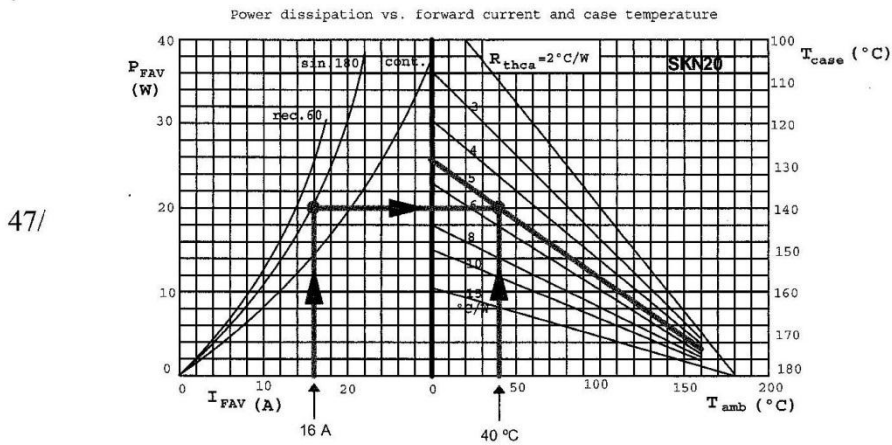
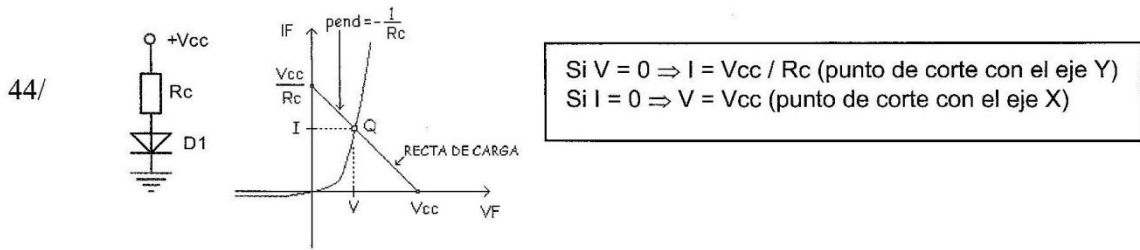
### 6. Diodos de unión

27/ Para que un diodo de silicio conduzca es necesario que al ánodo sea 0,7 V más positivo que el cátodo.

31/ Diodos: 1Nxxxx (Nomenclatura americana, una unión)



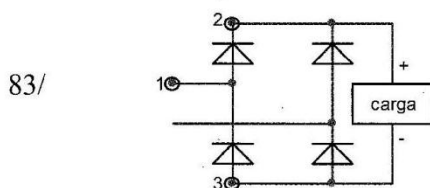
- 38/ B: Silicio.  
 Y: de potencia.  
 3 cifras: aplicaciones generales.



48/  $R_{thha} = R_{thca} - R_{thch} = 5 - 1 = 4^\circ \text{C/W}$

54/  $R_d = \frac{\Delta V_F}{\Delta I_F} = \frac{1 - 0,6}{50 - 30} = 20\Omega$

- 68/ SMA = DO214 AC  
 SMB = DO214 AA  
 SMC = DO214 AB



## 8. Transistor BJT

25/  $V_{CE} = 0,2 \text{ V} \Rightarrow$  Transistor conduciendo, corriente máxima.

29/  $\beta_{cc} = \frac{7\text{mA}}{70\mu\text{A}} = 100$

35/  $A_p = \text{W/W} \Rightarrow$  adimensional

- 37/ 
$$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{0,98}{1-0,98} = 49$$
- 61/ 
$$Z_i = \frac{0,5 - 0,4V}{100 - 50\mu A} = 2.000\Omega = 2K\Omega$$
- 66/ 
$$R_{thjc} = \frac{T_j - T_c}{P_T} = \frac{200 - 25}{120} = 1,45^\circ C/W$$
- 70/ 
$$I_B = \frac{I_c}{\beta} = \frac{50}{100} = 0,5mA$$
- 71/ 
$$\beta_{cc} = 1 mA/100 \mu A = 2 mA/20 \mu A = \dots = 100.$$
- 72/ 
$$200 mA \cdot 10 V = 2 W > 1 W.$$
- 92/ 
$$\Delta P = 25 mW \cdot (50 - 25) = 0,625 W$$
  

$$P_{Dmax} = 5 - 0,625 = 4,375 W$$

## 9. Otros transistores

---

- 75/ 
$$V_p = \eta \cdot V_{BB} + V_D = 0,7 \cdot 10 + 0,7 = 7,7V$$

## 11. Componentes optoelectrónicos

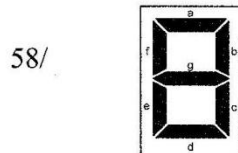
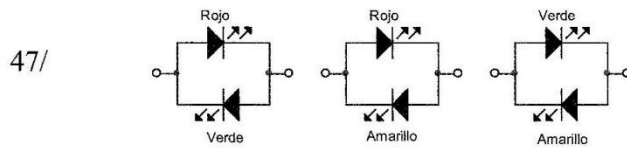
---

- 5/ LED rojo  $\Rightarrow V_F = 1,5 \div 2 V.$   
 LED verde  $\Rightarrow V_F = 2 \div 2,5 V.$   
 LED naranja  $\Rightarrow V_F = 2 \div 2,5 V.$   
 LED amarillo  $\Rightarrow V_F = 1,7 \div 2 V.$   
 LED blanco  $\Rightarrow V_F = 3 \div 3,5 V.$   
 LED azul  $\Rightarrow V_F = 3,5 \div 4,5 V.$
- 15/ La tensión de alimentación es menor que la suma de las tensiones directas de los tres diodos:  $5 V < (1,5 + 2 + 4) V$ ; por tanto, es incapaz de aportar la energía suficiente para el encendido de los tres LED.
- 16/ El montaje IV es el único que asegura un encendido equilibrado de los LED en cualquier situación.

20/

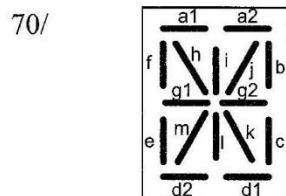
<i>Compuestos empleados en la construcción de LED</i>		
<b>Long. onda</b>	<b>Color</b>	<b>Material</b>
940	Infrarrojo	GaAs
890	Infrarrojo	GaAlAs
700	Rojo profundo	GaP
660	Rojo profundo	GaAlAs
640	Rojo	AlInGaP
630	Rojo	GaAsP/GaP
626	Rojo	AlInGaP
615	Rojo – Naranja	AlInGaP
610	Naranja	GaAsP/GaP
590	Amarillo	GaAsP/GaP
590	Amarillo	AlInGaP
565	Verde	GaP
555	Verde	GaP
525	Verde	InGaN
525	Verde	GaN
505	Verde turquesa	InGaN/Zafiro
498	Verde turquesa	InGaN/Zafiro
480	Azul	SiC
450	Azul	InGaN/Zafiro
430	Azul	GaN
425	Azul	InGaN/Zafiro
370	Ultravioleta	GaN

26/ El LED rojo del circuito no necesita resistencia limitadora porque la pila proporciona justo la tensión que necesita para conducir.



65/ 7 segmentos + punto decimal = 8 LED

66/ El cero en informática se representa con una barra diagonal (Ø) para distinguirlo de la letra O mayúscula.



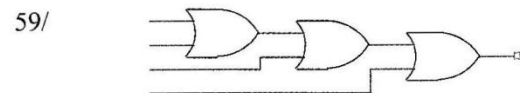
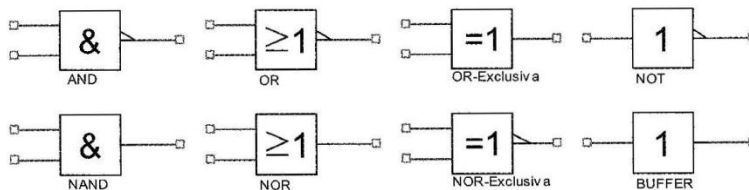
## 12. Circuitos integrados digitales

- 4/ Subfamilias TTL serie 74xx estándar:  
 74Lxx: bajo consumo (*Low power*).  
 74Sxx: alta velocidad mediante transistores Schottky no saturados  
 74LSxx: bajo consumo y alta velocidad (*Low-power Schottky*).  
 74ALSxx: versión mejorada de la serie LS (*Advanced Low-power Schottky*).  
 74ASxx: versión mejorada de la serie S (*Advanced Schottky*).  
 74Fxx: alta velocidad (*Fast*).
- 5/ Series CMOS:  
 4000A, 4000B, 4000UB. Series estándar  
 54/74Cxx: Compatible pin a pin con TTL.  
 74HCxx: Alta velocidad compatible TTL.  
 74HCTxx. Alta velocidad compatible TTL con niveles de conmutación y  $V_{cc}$  similares.  
 74ACxx: Niveles de conmutación CMOS.  
 74ACTxx: Niveles de conmutación TTL

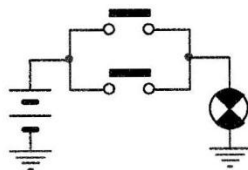
31/  $V_{NL} = V_{ILmax} - V_{OLmax} = 0,8 - 0,4 = 0,4 \text{ V.}$

41/  $Fan-out = I_{OLmax} / I_{ILmax} = 16 / 1,6 = 10.$

52/ Símbolos de puertas lógicas básicas según norma IEEE STD. 91-1984



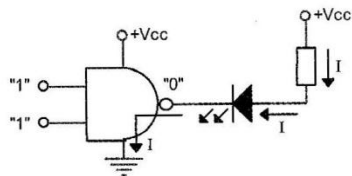
63/ Función OR: contactos en paralelo



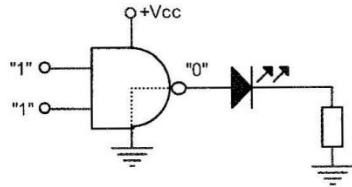
- 64/ Las dos entradas a nivel alto:
- ↳ Salida NAND = 0.
  - ↳ Salida NOR = 0
  - ↳ Salida OR-exclusiva = 0
- } ⇒ LED apagado.

68/  $OUT = 1 \cdot \overline{IN} = \overline{IN} \Rightarrow$  Inversor

72/



73/

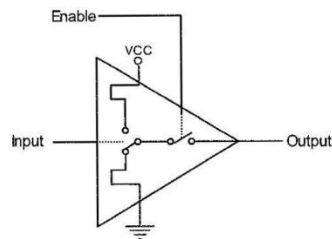


78/  $I_{CC} = (I_{CCH} + I_{CCL}) / 2 = (4 + 12) / 2 = 8 \text{ mA}$   
 $P_D = V_{CC} \cdot I_{CC} = 5 \cdot 8 = 40 \text{ mW}$

85/  $V_H = 6 - 3 = 3 \text{ V}$

86/  $P_D = 5 \left( \frac{1 + 2,5}{2} \right) = 8,75 \text{ mW}$   
 $SPP = 5 \cdot 8,75 = 43,75 \text{ pJ}$

88/



171/  $T = 1 / f = 1 / 100 \cdot 10^3 = 10^{-5} \text{ s} = 10 \text{ } \mu\text{s}$   
 $t = 8 T = 8 \cdot 10 = 80 \text{ } \mu\text{s}$

175/  $t = 5 \text{ } \mu\text{s} = n \cdot T$   
 $T = 5 \text{ } \mu\text{s} / 5 = 1 \text{ } \mu\text{s}$   
 $F = 1 / T = 1 / 1 \text{ } \mu\text{s} = 1 \text{ MHz}$

182/  $2^n = 32 \Rightarrow n = 5 \text{ biestables}$   
 $T = 5 \cdot 22 = 110 \text{ ns}$   
 $f = 1 / T = 1 / 110 \text{ ns} = 9,09 \text{ MHz}$

183/  $T = 22 \text{ ns}$   
 $f = 1 / T = 1 / 22 \text{ ns} = 45,45 \text{ MHz}$

204/  $f_D = \frac{f_{CLK}}{\text{mod}} = \frac{10 \text{ MHz}}{9} = 1,1 \text{ MHz}$

205/  $f_C = \frac{f_{CLK}}{4} = \frac{12 \text{ MHz}}{4} = 3 \text{ MHz}$

## 13. Dispositivos microprogramables

### Memorias

- 2/ Bus de direcciones: 11 líneas  
Bus de datos: 4 líneas  
 $2^{11} \cdot 4 = 8.192$  bits
- 14/  $16 \text{ Mbytes} = 16 \cdot 2^{10} = 16.384 \text{ Kbytes}$
- 15/  $1.073.741.824 \text{ bits} / 8 = 134.217.728 \text{ bytes}$   
 $134.217.728 \text{ bytes} / 1.024 = 131.072 \text{ Kbytes}$   
 $131.072 \text{ Kbytes} / 1.024 = 128 \text{ Mbytes}$
- 16/  $2^{32} = 4.294.967.296$  posiciones  
 $2^{32} / 2^{30} = 2^{32-30} = 2^2 = 4 \text{ G}$
- 27/  $(256 \cdot 128) / 1.024 = 32 \text{ Kbytes}$
- 28/  $64 \text{ K} = 2^6 \cdot 2^{10} = 2^{16} \Rightarrow 16$  líneas
- 32/  $2^{18} = 2^{10} \cdot 2^8 = 1 \text{ K} \cdot 256 \Rightarrow 256 \text{ K}$
- 34/  $32 \cdot 1.024 \cdot 8 = 262.144$  bits  
 $\sqrt{262.144} = 512 \Rightarrow 512 \cdot 512$
- 35/  $16 \text{ K} \cdot 8 = 16 \cdot 1.024 \cdot 8 = 131.072$  bits  
 $131.072 / 2 = 65.536$  bits  
 $\sqrt{65.536} = 256 \Rightarrow 2$  matrices de  $256 \cdot 256$
- 36/  $32 \cdot 32 = 1.024$  bits  
 $1.024 / 4 = 256$  palabras  
 $2^x = 256 \Rightarrow x = 8$
- 40/ RAS  $\Rightarrow$  Validación de la dirección de fila (*Row Address Strobe*)

### PLD

- 89/ 
$$[(22 \cdot 2) \cdot 132] + 2 \cdot 10 = 5.828$$
- 
- Entradas y sus compl.    Productos    SOS1    Macro células de salida

### Microprocesadores

- 106/  $2^{16} = 65.536$  posiciones.  
 $65.536 / 1.024 = 64 \text{ K}$  posiciones.
- 117/  $\frac{1}{3.125.000\text{Hz}} \cdot 13 = 4,16\mu\text{s}$



### Microcontroladores

- 145/  $t = 4 \cdot T = 4 \cdot (1 / f)$   
 $t = 4 \cdot (1/10.000.000) = 400 \text{ ns}$
- 147/ 1 ciclo de instrucción =  $4 \cdot (1 / f) = 4 \cdot (1/4.000.000) = 1 \mu\text{s}$   
 $t = (80\% \text{ de } 800 \cdot 1 \mu\text{s}) + (20\% \text{ de } 800 \cdot 2 \mu\text{s}) = 960 \mu\text{s}$
- 153/  $8.192 = 2^{13} \Rightarrow 13 \text{ bits}$
- 220/ Ciclo de instrucción =  $4 \cdot (1 / f) = 4 \cdot (1 / 10.000.000) = 0,4 \mu\text{s}$   
 $0,4 \mu\text{s} \cdot 50\% \text{ de } X + 0,8 \mu\text{s} \cdot 50\% \text{ de } X = 600 \mu\text{s}$   
 $X = 600 / 0,6 = 1.000 \text{ instrucciones}$
- 221/ Ciclo de instrucción =  $4 \cdot (1/f) = 4 \cdot (1/10.000.000) = 0,4 \mu\text{s}$   
 $X \cdot 0,4 \mu\text{s} + Y \cdot 0,8 \mu\text{s} = 1.200 \mu\text{s}$   
 $X + Y = 2.500 \text{ instrucciones}$  }  
 Resolviendo el sistema:  $Y = 500 \text{ instrucciones}$
- 230/ Ciclo de instrucción =  $4 \cdot (1 / f) = 4 \cdot (1 / 4.000.000) = 1 \mu\text{s}$   
 $(18 \text{ ms} = 18.000 \mu\text{s}) / 1 \mu\text{s} = 18.000 \text{ instrucciones}$

### 14. Amplificadores operacionales

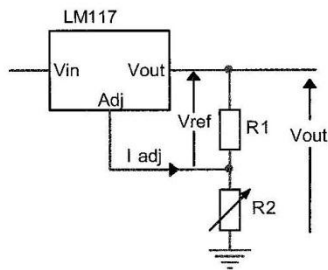
- 25/  $\text{CMRR} = \text{Ad}(\text{dB}) - \text{Ac}(\text{dB}) \Rightarrow \text{Ac} = 100 - 85 = 15\text{dB}$
- 36/  $\frac{3 + (-2)}{2} = 0,5\text{V}$
- 69/  $f_c = f_u / A_v \text{ med} = 15 \cdot 10^6 / 3 \cdot 10^5 = 50 \text{ Hz}$

### 15. CI especiales

#### Reguladores

- 11/  $V_{R1} = 7 - 5 = 2 \text{ V}$   
 $R1 = V_{R1} / I1 = 2\text{V} / 4,2 \text{ mA} = 476 \Omega \Rightarrow 470 \Omega \text{ (valor comercial)}$
- 14/  $I_L = \frac{12}{120} = 0,1\text{A}$
- 17/  $V_o = \frac{V_r}{R1} (R1 + R2) = \frac{15}{1.000} (1.000 + 1.000) = 30\text{V}$
- 22/  $V_{o_{\min}} = 1,2 \left( 1 + \frac{390}{220} \right) \approx 3\text{V}$   
 $V_{o_{\max}} = 1,2 \left( 1 + \frac{390 + 500}{220} \right) \approx 6\text{V}$

25/ 
$$V_{out} = V_{ref} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{adj} \cdot R_2$$



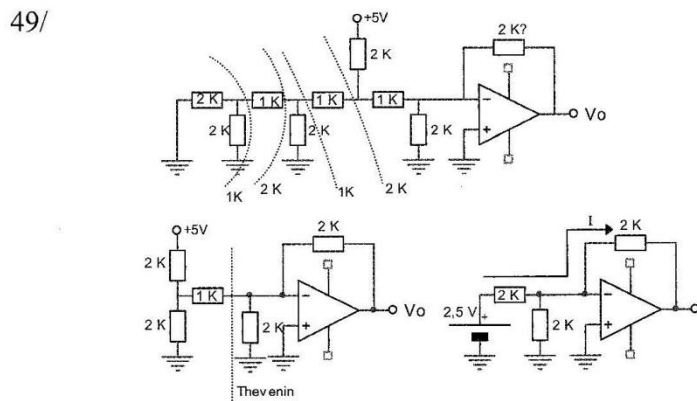
**Timer 555**

- 30/ Si  $IN < (V_{cc}/3) \Rightarrow OUT = +V_{cc}$   
 Si  $IN > (2V_{cc}/3) \Rightarrow OUT = 0 V$   
 Si  $IN = (V_{cc}/3) \div (2V_{cc}/3) \Rightarrow OUT = \text{No cambia}$

36/  $t_{max} = 1,1 (R_1 \cdot C_1) = 1,1 \cdot (1 \cdot 10^6 + 1 \cdot 10^4) \cdot 100 \cdot 10^{-6} = 111,11 s$   
 $t_{min} = 1,1 \cdot 1 \cdot 10^4 \cdot 100 \cdot 10^{-6} = 1,1 s$

**Convertidores A/D y D/A**

46/  $V_o = (-R_{realim} / R_{mayor}) \cdot V_{in} \cdot X = (-10K / 80K) \cdot 5 \cdot 11 = -6,875 V$   
 Siendo X el n° decimal equivalente a la combinación binaria de entrada



$V_o = -2K \cdot I = -2K (2,5V / 2K) = -2,5 V$

50/

b3	b2	b1	b0
5	2,5	1,25	0,625
1	1	0	1

$\Rightarrow 5 + 2,5 + 0,625 = 8,125 V$

51/ Resolución =  $\frac{1}{2^n - 1} \cdot 100 = \frac{100}{2^8 - 1} = 0,392\%$

54/  $2^{12} = 4.096$   
 $4.096 / 2.048 / 1.024 / 512 / 256 / 128 / 64 / 32 / 16 / 8 / 4 / 2 / 1$   
 N° decimal equivalente:  $2.048 + 512 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 = 2.684$   
 $2^{12} - 1 = 4.095$

$\frac{2.684}{4.095} \cdot 4 V$   
 $X = (4.095 \cdot 4) / 2.684 = 6,1 V$



- 24/ 100 ohmios es el valor de la resistencia constante superpuesta a la curva V-I de la NTC para una temperatura ambiente de 25 °C (298 °K).
- 25/ Es debido a que cuando la temperatura aumenta el valor absoluto del coeficiente de temperatura disminuye.
- 26/ 200 mA = 0,2 A  $\Rightarrow$  2 V en la gráfica.  
 $R = 2 \text{ V} / 0,2 \text{ A} = 10 \Omega$
- 29/ Amarillo (1ª cifra): 4  
 Violeta (2ª cifra): 7  
 Marrón (3ª cifra):  $\times 10$   
 Oro (tolerancia):  $\pm 5\%$  } 470  $\Omega$
- 67/  $\Delta R = R_0 \cdot G \cdot \varepsilon = 200 \cdot 2,5 \cdot 2.000 \cdot 10^{-6} = 1 \Omega$
- 78/  $R_T = R_0(1 + \alpha T) \Rightarrow R_{50^\circ} = 150(1 + 0,0039 \cdot 50) = 179 \Omega$
- 98/ Resolución =  $\frac{360^\circ}{2^n} = \frac{360^\circ}{2^4} = 22,5^\circ$ .
- 105/ 270° \_\_\_\_\_ 1.000 ohm  
 1° \_\_\_\_\_  $R_{12} \Rightarrow R_{12} = 1.000 / 270 = 3,7 \Omega$
- 113/  $V = K \cdot n = 0,7 \cdot 1.000 = 700 \text{ mV} = 0,7 \text{ V}$

## 18. Elementos complementarios

---

- 64/  $R_{thja} = 1,5 + 10 + 5 = 16,5 \text{ }^\circ\text{C}$
- 111/  $a = 1 \text{ mm} / 20 \text{ div.} = 0,05 \text{ mm.}$
- 113/  $\text{medida} = 2,5 + 0,05 + 0,008 = 2,558 \text{ mm.}$

## 19. Máquinas eléctricas

---

- 6/  $P_{abs} = \frac{P_u}{\eta} = \frac{5 \cdot 736}{0,9} = 4.088 \text{ W}$
- 27/  $E = K \cdot n \cdot \Phi$
- 32/  $M = K \cdot \Phi \cdot I_i$
- 33/  $n = \frac{U - R_i \cdot I_i}{K \cdot \Phi}$
- 61/  $R = \rho \frac{l}{S} = 0,0172 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \frac{4 \cdot 500 \cdot 0,5 \text{ m}}{1 \text{ mm}^2} = 17,2 \Omega$

$$68/ \quad n = n_s(1-s) = \frac{120 \cdot f}{2p}(1-s) = \frac{120 \cdot 50}{2 \cdot 3}(1-0,075) = 925$$

$$71/ \quad ns = \frac{120 \cdot f}{2p} = \frac{120 \cdot 50}{2 \cdot 2} = 1500 \text{rpm}$$

$$85/ \quad n = 60 \frac{f}{p}(1-s)$$

$$87/ \quad R_f = R_{20} [1 + \alpha(tf - 20)]$$

$$R = 30 [1 + 0,00393(60 - 20)] = 34,716 \Omega$$

$$94/ \quad n = \frac{f_p \cdot \alpha}{360^\circ} = \frac{1.000 \cdot 10}{360} = 27 \text{rpm}$$

$$95/ \quad \frac{360^\circ}{48} = 7,5^\circ = 7^\circ 30'$$