

REPORTE.

1. Detallar el procedimiento seguido al experimentar con el amplificador inversor. Incluya las gráficas solicitadas y compare los resultados experimentales con los valores esperados teóricamente.
2. Detallar el procedimiento seguido al experimentar con el amplificador no inversor. Incluya las gráficas solicitadas y compare los resultados experimentales con los valores esperados teóricamente.
3. Explique el procedimiento realizado al experimentar con el amplificador sumador. Muestre las formas de onda y la justificación de ellas.
4. Explique el procedimiento realizado al experimentar con el amplificador diferencial. Muestre las formas de onda y la justificación de ellas.
5. Cuál es la impedancia de entrada del amplificador inversor comparado con el no inversor.
6. Mencione algunas aplicaciones de los amplificadores Inversor, no inversor, sumador y diferencial.

APENDICE

ECUACIONES DE LOS ATENUADORES

En esta sección obtendremos las ecuaciones de análisis y diseño del atenuador T en puente y del atenuador pi. Empezaremos por el T en puente, figura B.1.

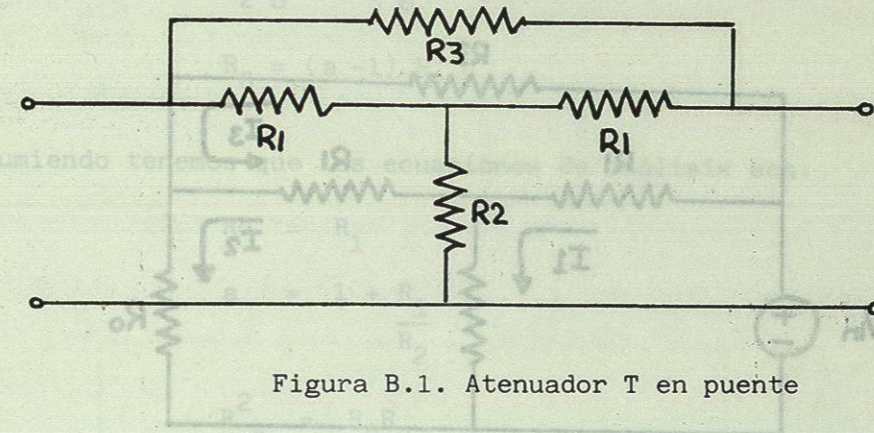


Figura B.1. Atenuador T en puente

Primero encontraremos R_o , y se define como $R_o = R_{ino}R_{ins}$ donde R_{ino} es la resistencia de entrada con la salida abierta y R_{ins} es la resistencia de entrada con la salida en corto, de la fig. B.1. tenemos:

$$R_{ino} = R_1 // (R_3 + R_1) + R_2$$

$$R_{ino} = \frac{R_1(R_3 + R_1) + R_2(2R_1 + R_3)}{2R_1 + R_3}$$

$$R_{ins} = R_3 // (R_1 + R_1 // R_2)$$

$$R_{ins} = \frac{R_3(R_1^2 + 2R_1R_2)}{(R_3 + R_1)(R_1 + R_2) + R_1R_2}$$

$$R_o^2 = R_{ins}R_{ino}$$

$$R_o^2 = \frac{R_3R_1^2 + 2R_1R_3R_2}{2R_1 + R_3}$$

Figura B.3. Atenuador pi

haciendo

$$R_2 R_3 = R_o^2 \quad \text{B.1}$$

se obtiene:

$$R_o = R_1 \quad \text{B.2}$$

La segunda fórmula que nos es útil en nuestro trabajo es la -- cantidad de atenuación que hay de la entrada a la salida del -- atenuador cargado con su resistencia característica. fig.B.2.

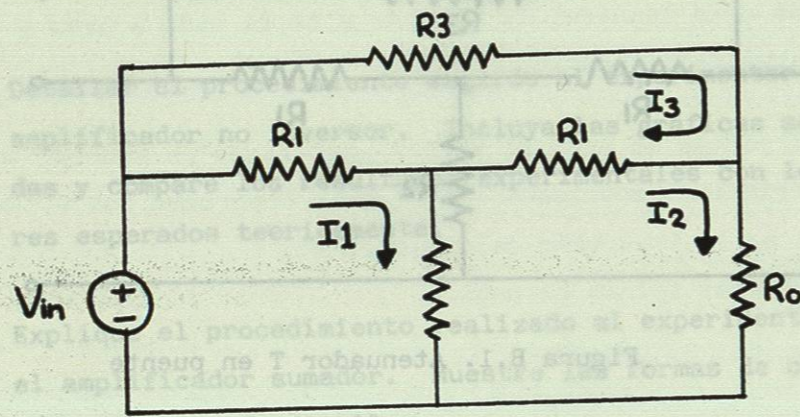


Figura B.2 Circuito para calcular la atenuación a

De la fig. B.2., las ecuaciones de malla son:

$$V_{in} = I_1(R_1 + R_2) - I_2 R_2 - I_3 R_1 \quad \text{B.3}$$

$$0 = -I_1 R_2 + I_2(R_2 + 2R_1) - I_3 R_1$$

$$0 = -I_1 R_1 - I_2 R_1 + I_3(2R_1 + R_3)$$

y
$$V_o = I_2 R_o \quad \text{B.4}$$

Resolviendo las ecuaciones B.3 para I_2 encontramos que
$$I_2 = \frac{V_{in}}{R_1 + R_3}$$

sustituyendo en la ecuación B.4.

$$V_o = \frac{R_o V_{in}}{R_1 + R_3}$$

$$a = \frac{V_{in}}{V_o} = 1 + \frac{R_3}{R_1} \quad R_3 = R_o^2 = \frac{R_1^2}{R_2}$$

$$a = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

De la ecuación B.5., despejando R_2 y de la ecuación B.2.

$$R_2 = \frac{R_o}{a - 1}$$

de la ecuación B.1.

$$R_2 R_3 = R_o^2$$

$$R_3 = (a - 1) R_o$$

Resumiendo tenemos que las ecuaciones de análisis son:

$$R_o = R_1$$

$$a = 1 + \frac{R_1}{R_2}$$

$$R_o^2 = R_2 R_3$$

y las ecuaciones de diseño son:

$$R_1 = R_o$$

$$R_2 = \frac{R_o}{a - 1}$$

$$R_3 = (a - 1) R_o$$

Ahora obtendremos las ecuaciones de análisis y diseño para el atenuador pi. Para eso seguiremos el mismo método utilizado -- para la obtención de las ecuaciones del atenuador T en puente.

En la fig. B.3 se muestra el atenuador pi.

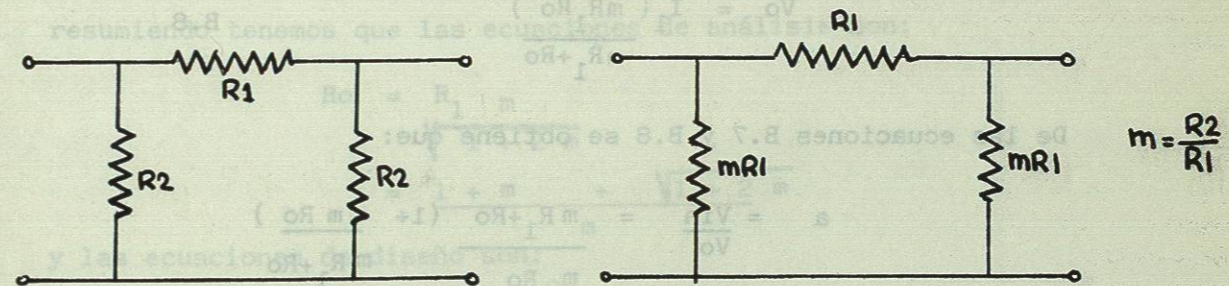


Figura B.3 Atenuador Pi

Las resistencias Rins y Rino son:

$$R_{ino} = m R_1 // (R_1 + m R_1) = \frac{R_1 m (m+1)}{2m+1}$$

$$R_{ins} = m R_1 // R_1 = \frac{R_1 m}{m+1}$$

$$R_o = \sqrt{R_{ins} R_{ino}} \quad B.6$$

$$R_o = \frac{R_1 m}{\sqrt{2m+1}}$$

El factor de atenuación se obtiene de la fig. B.4.

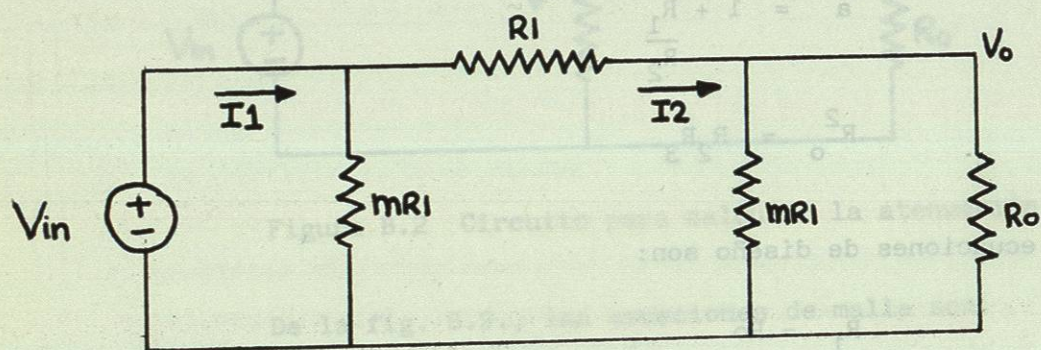


Figura B.4 Circuito para obtener la atenuación a

Las ecuaciones de malla son:

$$V_{in} = I_1 m R_1 - I_2 m R_1 \quad B.7$$

$$0 = -I_1 m R_1 + I_2 (m R_1 + R_1 + \frac{m R_1 R_o}{m R_1 + R_o})$$

$$V_o = I_1 \left(\frac{m R_1 R_o}{m R_1 + R_o} \right) \quad B.8$$

De las ecuaciones B.7 y B.8 se obtiene que:

$$a = \frac{V_{in}}{V_o} = \frac{m R_1 + R_o}{m R_o} \left(1 + \frac{m R_o}{m R_1 + R_o} \right)$$

sustituyendo Ro de la ecuación B.6 en

$$a = \frac{1+m}{m} + \frac{\sqrt{1+2m}}{m} \quad B.9$$

de las ecuaciones de diseño se obtienen como sigue:

tenemos que $a = \frac{R_2}{R_1}$ y de la ecuación B.6

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\sqrt{1+2m}}{m} = \frac{R_1 m}{R_o} = \frac{R_2}{R_o} \quad B.10$$

sustituyendo la ecuación B.10 en B.9

$$a = \frac{R_1}{R_2} + 1 + \frac{R_1}{R_o} \quad B.11$$

de la ecuación B.10

$$R_1 = \frac{2R_2 R_o^2}{R_2^2 - R_o} \quad B.12$$

de B.11

$$R_2 = \frac{R_1 R_o}{R_o(a-1) - R_1}$$

sustituyendo R2 en la ecuación B.12 y resolviendo para R1 se obtiene

$$R_1 = \frac{R_o (a^2 - 1)}{2a}$$

Para obtener R2 sustituimos R1 de la ecuación B.12 en la ecuación B.11 y resolvemos para R2

$$R_2 = \frac{R_o (1+a)^2}{a-1}$$

Si tomamos el signo negativo, entonces

$$R_2 = -R_o$$

que no es cierto, por lo tanto tomamos el signo positivo y

$$R_2 = \frac{R_o (1+a)}{a-1}$$

resumiendo tenemos que las ecuaciones de análisis son:

$$R_o = \frac{R_1 m}{\sqrt{1+2m}} = \frac{1+m}{m} + \frac{\sqrt{1+2m}}{m}$$

y las ecuaciones de diseño son:

$$R_1 = \frac{(a^2 - 1)}{2a} R_o$$

$$R_2 = \frac{(a+1) R_o}{a-1}$$

EJEMPLO:

Diseñar un atenuador con las siguientes especificaciones:

Resistencia de salida de 600 Ω

$$R_o = 600 \Omega$$

Atenuación de 10

$$a = 10$$

De las ecuaciones de diseño se tiene:

$$R_1 = \frac{(a^2 - 1)}{2a} R_o \quad \text{B.13}$$

$$R_1 = \frac{(10^2 - 1)}{2 \cdot 10} \cdot 600$$

$$R_1 = 2970 \Omega$$

$$R_2 = \frac{(a + 1)}{a - 1} R_o \quad \text{B.14}$$

$$R_2 = \frac{10 + 1}{10 - 1} \cdot 600$$

$$R_2 = 733.33 \Omega$$

Obsérvese que los valores obtenidos no son comercial, por lo que hay que utilizar resistencias de precisión de 1%. De otra manera si se aproximan R_1 y R_2 a sus más cercanos que son:

$$R_1 = 2.7 \text{ K} \Omega$$

$$R_2 = 720 \Omega$$

Despejando A y R_o de las ecuaciones B.9 y B.6 se tiene:

$$a = \frac{1 + m + 1 + 2m}{m}$$

$$R_o = \frac{R_1 m}{2m + 1}$$

en donde $m = \frac{R_2}{R_1}$

sustituyendo se tiene:

$$m = \frac{720}{2700} = .2666$$

$$a = 9.39$$

$$R_o = 581.33 \Omega$$

Types 2N3803, 2N3804, ATT3803, ATT3804

SUBJECT TRANSISTORS

FOR GENERAL PURPOSE SATURATED SWITCHING AMPLIFIER APPLICATIONS

For Complementary Use with NPN Type 2N3803, 2N3804, and ATT3803

Standard One-Face Construction with In-Line Leads or Standard TO-18 100-mil Pin-Grid Configuration

These transistors are designed in a plastic compound, specifically designed for this purpose, using a highly mechanized process developed by Texas Instruments. The use will provide holding temperature without deformation. These devices exhibit stable characteristics under high humidity conditions and the cases of mounting.

MULTI-DIGIT Method 1000. The transistor is insensitive to light.

Parameter	Symbol	Value	Notes
Collector-Emitter Voltage	V_{CE}	30 V	Continuous
Collector-Emitter Voltage (See Note 1)	V_{CE}	40 V	Peak
Emitter-Base Voltage	V_{EB}	5 V	Continuous
Continuous Collector Current	I_C	200 mA	At $T_C = 25^\circ\text{C}$
Continuous Power Dissipation (at below 25°C Free-Air Temperature)	P_D	310 mW	At $T_C = 25^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_S	-55°C to 150°C	
Lead Temperature (1/16 inch from Case) for 60 seconds	T_{LW}	200°C	

NOTE: A lead diameter is not controlled in the case.

At Lead Temperature (0.010 inch) with 0.010 inch diameter leads, the device is not to be soldered in the soldering process. Use a soldering iron with a temperature of 300°C (572°F) and apply the solder to the leads for a maximum of 10 seconds.

AT 1/16 INCH DIMENSIONS AND NOTES ARE APPLICABLE

TYPES 2N3903, 2N3904, A5T3903, A5T3904
N-P-N SILICON TRANSISTORS

BULLETIN NO. DL-5 7311576, NOVEMBER 1971—REVISED MARCH 1973

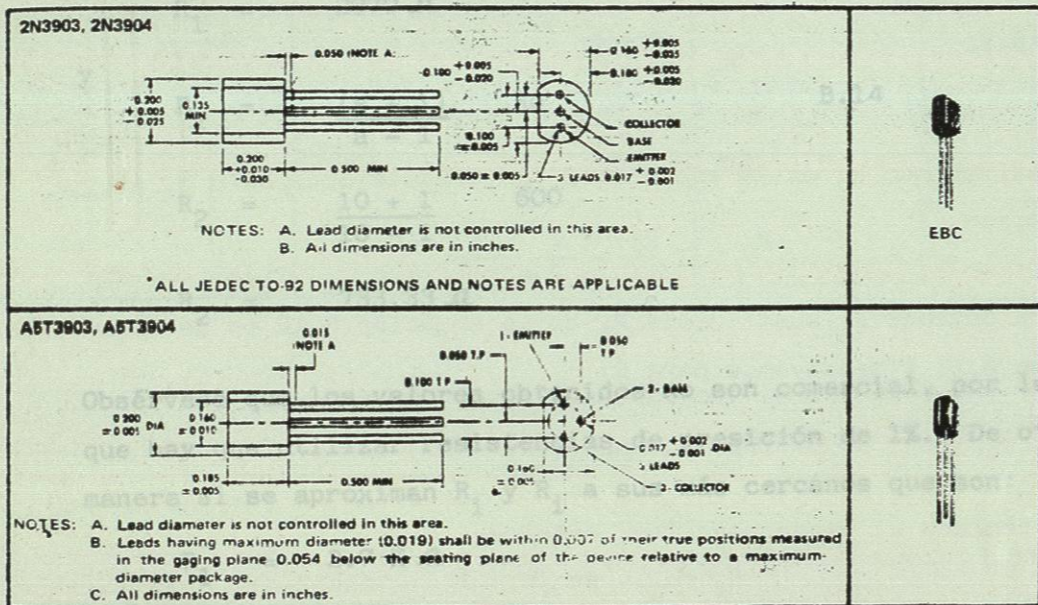
SELECT† TRANSISTORS†

FOR GENERAL PURPOSE SATURATED-SWITCHING AND AMPLIFIER APPLICATIONS

- For Complementary Use with P-N-P Types 2N3905, 2N3906, A5T3905, and A5T3906
- Rugged One-Piece Construction with In-Line Leads or Standard TO-18 100-mil Pin-Circle Configuration

mechanical data

These transistors are encapsulated in a plastic compound specifically designed for this purpose, using a highly mechanized process developed by Texas Instruments. The case will withstand soldering temperatures without deformation. These devices exhibit stable characteristics under high-humidity conditions and are capable of meeting MIL-STD-202C, Method 106B. The transistors are insensitive to light.



absolute maximum ratings at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

Collector-Base Voltage	60 V*
Collector-Emitter Voltage (See Note 1)	40 V*
Emitter-Base Voltage	6 V*
Continuous Collector Current	200 mA*
Continuous Device Dissipation at (or below) 25°C Free-Air Temperature (See Note 2)	{ 625 mW§ 310 mW*
Storage Temperature Range	{ -65°C to 150°C§ -55°C to 135°C*
Lead Temperature 1/16 Inch from Case for 60 Seconds	{ 260°C§ 230°C*

TYPES 2N3903, 2N3904, A5T3903, A5T3904
N-P-N SILICON TRANSISTORS

*electrical characteristics at 25°C free-air temperature

PARAMETER	TEST CONDITIONS	2N3903, A5T3903		2N3904, A5T3904		UNIT
		MIN	MAX	MIN	MAX	
V(BR)CBO	Collector-Base Breakdown Voltage I _C = 10 μA, I _E = 0	60		60		V
V(BR)CEO	Collector-Emitter Breakdown Voltage I _C = 1 mA, I _B = 0, See Note 3	40		40		V
V(BR)EBO	Emitter-Base Breakdown Voltage I _E = 10 μA, I _C = 0	6		6		V
I _{CEV}	Collector Cutoff Current V _{CE} = 30 V, V _{BE} = -3 V		50		50	nA
I _{BEV}	Base Cutoff Current V _{CE} = 30 V, V _{BE} = -3 V		-50		-50	nA
h _{FE}	Static Forward Current Transfer Ratio V _{CE} = 1 V, I _C = 100 μA	20		40		
		35		70		
		50		100		
		30		60		
V _{BE}	Base-Emitter Voltage I _B = 1 mA, I _C = 10 mA I _B = 5 mA, I _C = 50 mA See Note 3	0.65	0.85	0.65	0.85	V
		0.95		0.95		
V _{CE(sat)}	Collector-Emitter Saturation Voltage I _B = 1 mA, I _C = 10 mA I _B = 5 mA, I _C = 50 mA See Note 3	0.2		0.2		V
		0.3		0.3		
h _{ie}	Small-Signal Common-Emitter Input Impedance V _{CE} = 10 V, I _C = 1 mA, f = 1 kHz	1	8	1	10	kΩ
h _{fe}	Small-Signal Common-Emitter Forward Current Transfer Ratio	50	200	100	400	
h _{re}	Small-Signal Common-Emitter Reverse Voltage Transfer Ratio	0.1 X 10 ⁻⁴	5 X 10 ⁻⁴	0.5 X 10 ⁻⁴	8 X 10 ⁻⁴	
h _{oe}	Small-Signal Common-Emitter Output Admittance	1	40	1	40	μmho
h _{fe1}	Small-Signal Common-Emitter Forward Current Transfer Ratio V _{CE} = 20 V, I _C = 10 mA, f = 100 MHz	2.5		3		
f _T	Transition Frequency V _{CE} = 20 V, I _C = 10 mA, See Note 4	250		300		MHz
C _{obo}	Common-Base Open-Circuit Output Capacitance f = 100 kHz to 1 MHz		4		4	μF
C _{ibo}	Common-Base Open-Circuit Input Capacitance f = 100 kHz to 1 MHz		8		8	μF

NOTES: 3. These parameters must be measured using pulse techniques. t_{sw} = 300 μs, duty cycle ≤ 2%.
4. To obtain f_T, the |h_{fe1}| response with frequency is extrapolated at the rate of -6 dB per octave from f = 100 MHz to the frequency at which |h_{fe1}| = 1.

***operating characteristics at 25°C free-air temperature**

PARAMETER	TEST CONDITIONS	2N3903, A5T3903		2N3904, A5T3904		UNIT
		MIN	MAX	MIN	MAX	
NF	Average Noise Figure V _{CE} = 5 V, I _C = 100 μA, R _G = 1 kΩ, Noise Bandwidth = 15.7 kHz, See Note 5	6		5		dB

NOTE 5: Average Noise Figure is measured in an amplifier with response down 3 dB at 10 Hz and 10 kHz and a high-frequency roll-off of 6 dB/octave.

*The asterisk identifies JEDEC registered data for the 2N3903 and 2N3904 only.