



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA,
SISTEMAS INFORMÁTICOS Y AUTOMÁTICA

Electrónica de Potencia

(Especialidad de Electrónica)

PRÁCTICAS DE AMPLIFICADORES DE POTENCIA

1. Introducción

La etapa de salida de los amplificadores es la encargada de suministrar a la carga señales poco distorsionadas y con una determinada cantidad de potencia.

Hasta ahora se han considerado los elementos activos (transistores) como dispositivos lineales, debido a que en pequeña señal se producen pocas variaciones alrededor del punto de trabajo. Esta situación no se produce en los amplificadores de potencia ya que éstos deben proporcionar una señal de salida grande, por lo que debe tenerse en cuenta toda la característica de transferencia. Por eso, este tipo de amplificadores se llaman también *amplificadores de gran señal*. Estos niveles, provocan distorsión de las señales de salida debido a la no linealidad de la relación entre la intensidad de colector i_c y la intensidad de base i_b : para niveles grandes de señal $i_c \neq k i_b$. Este tipo de distorsión se denomina *distorsión armónica*, y como veremos más adelante, no es la única que existe en este tipo de amplificadores.

2. Clasificación de los amplificadores de potencia

Dependiendo de la situación del punto de trabajo en la recta de carga dinámica, los amplificadores de gran señal se clasifican en:

Clase A

El elemento activo se polariza en el centro de la recta de carga dinámica, para obtener una excursión simétrica de la señal de salida. Esto provoca que el amplificador y, por tanto, el elemento activo disipe potencia aún en ausencia de señal de entrada, y que el rendimiento sea muy pobre.

Clase B

El elemento activo se polariza justo en el corte, por lo que su consumo de potencia en reposo es nulo y su rendimiento alto. Requieren un montaje en contrafase que les proporcione capacidad de amplificación de los dos semiciclos de la señal de entrada y, además, al estar polarizados en el corte introducen un tipo de distorsión asociada con el circuito de entrada llamada *distorsión de cruce*.

Clase AB

Este tipo de amplificadores trata de corregir la distorsión de cruce recurriendo al montaje en contrafase mediante diodos, situando el punto de polarización en el umbral de conducción, y produciéndose por tanto, un empeoramiento del rendimiento respecto a la clase B, ya que se consume la potencia necesaria para dicha polarización en reposo. En

este caso, si se aplica a la entrada una señal senoidal, la señal de salida será cero en un intervalo de tiempo inferior a medio periodo.

Clase C

Se polarizan por debajo del corte y la carga se acopla mediante un circuito LC paralelo, sintonizado a la frecuencia de la señal de entrada, de forma que se encuentra en estado de corte la mayor parte del periodo de dicha señal y amplifica sólo durante cortos intervalos.

En la siguiente gráfica se puede ver la situación del punto de trabajo sobre la recta de carga dinámica para cada tipo de amplificador de potencia:

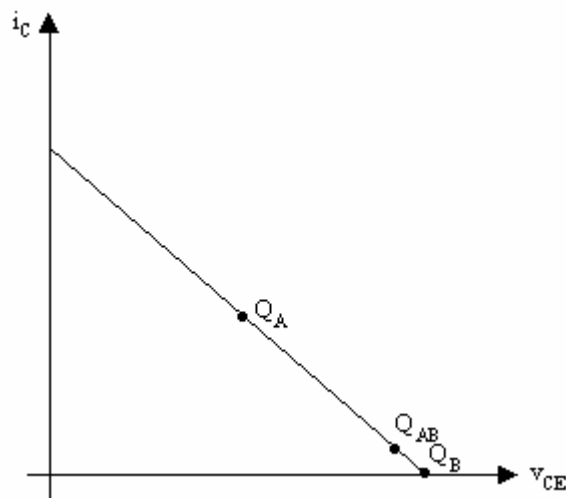


Fig. 1 Situación del punto de trabajo

3. Rendimiento

En el diseño de este tipo de amplificadores se debe tener en cuenta tanto la limitación de la fuente suministradora de potencia como la máxima disipación permitida, por lo que un parámetro importante es el rendimiento de la conversión de potencia.

El rendimiento η se define como la relación entre la potencia promedio entregada a la carga y la potencia consumida de la alimentación:

$$\eta = \frac{\text{potencia entregada a la carga}}{\text{Potencia (en cc) entregada por la alimentación}} = \frac{P_L}{P_{alim}} \times 100\%$$

4. Ventajas e inconvenientes de los diferentes tipos de amplificadores

- *Funcionamiento en clase B respecto al de clase A*

Ventajas:

- Mayor potencia de salida, debido a que la amplitud de las señales de salida que se puede obtener sin recorte es casi el doble.

- Pérdida de potencia en reposo despreciable, ya que el punto de trabajo está situado justo en la zona de corte.
- Rendimiento mayor como consecuencia de los puntos anteriores: un 78.5% teórico de la clase B frente al 25% de la clase A.

Inconvenientes:

- En la configuración en contrafase es necesario emplear dos transistores idénticos para no introducir deformación entre los semiciclos de la señal de salida.
- Distorsión de cruce, producida porque los transistores no empiezan a conducir hasta que la V_{BE} no alcanza unos 0.7V.

- *Funcionamiento en clase AB respecto al de clase B*

Ventaja:

- Elimina la distorsión de cruce

Inconvenientes:

- Mayor consumo de potencia debido a que circula corriente en reposo.
- Menor rendimiento.

PRÁCTICA 2

AMPLIFICADOR CLASE A

5. Procedimiento práctico

En esta práctica se va estudiar el funcionamiento de un amplificador básico en emisor común en clase A.

MONTAJE EN EL LABORATORIO

El esquema del amplificador se puede observar en la siguiente figura:

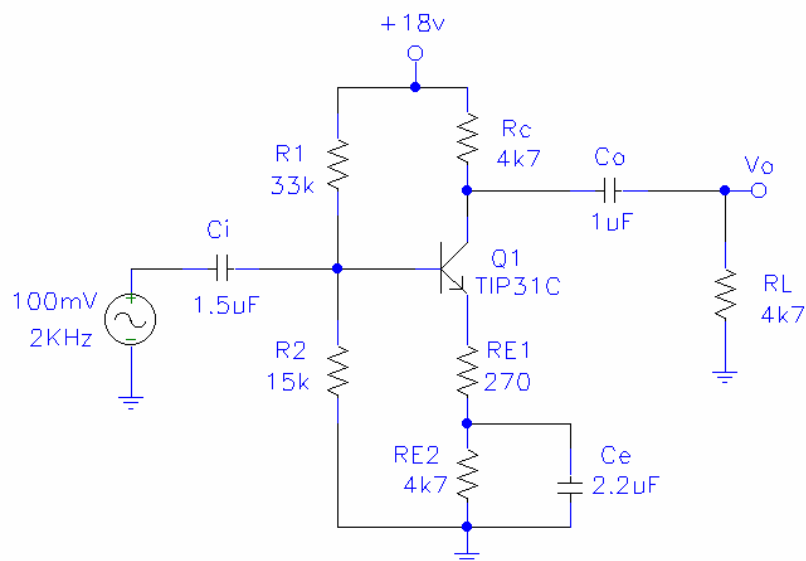


Fig 1 Amplificador clase A

Objetivos:

Se deben medir los siguientes parámetros:

- Ganancia de tensión V_o/V_i
- Impedancia de entrada
- Distorsión de 2º armónico

Los cálculos teóricos que se deben realizar son:

- Punto de polarización (V_{CEQ} , I_{CQ})
- Rectas de carga: estática y dinámica
- Ganancia de tensión e impedancia de entrada

Nota: En todos los casos se deben comparar los resultados teóricos con los experimentales.

PRÁCTICA 3

AMPLIFICADOR CLASE AB

6. Procedimiento práctico

En esta práctica se va estudiar el funcionamiento del amplificador clase AB polarizado con diodos.

MONTAJES EN EL LABORATORIO

Se van a realizar dos montajes con objeto de determinar el comportamiento del amplificador clase AB cuando está excitado mediante una fuente de tensión (1^{er} montaje) y cuando lo está mediante una fuente de corriente (2^o montaje).

1^{er} montaje

El esquema es el siguiente:

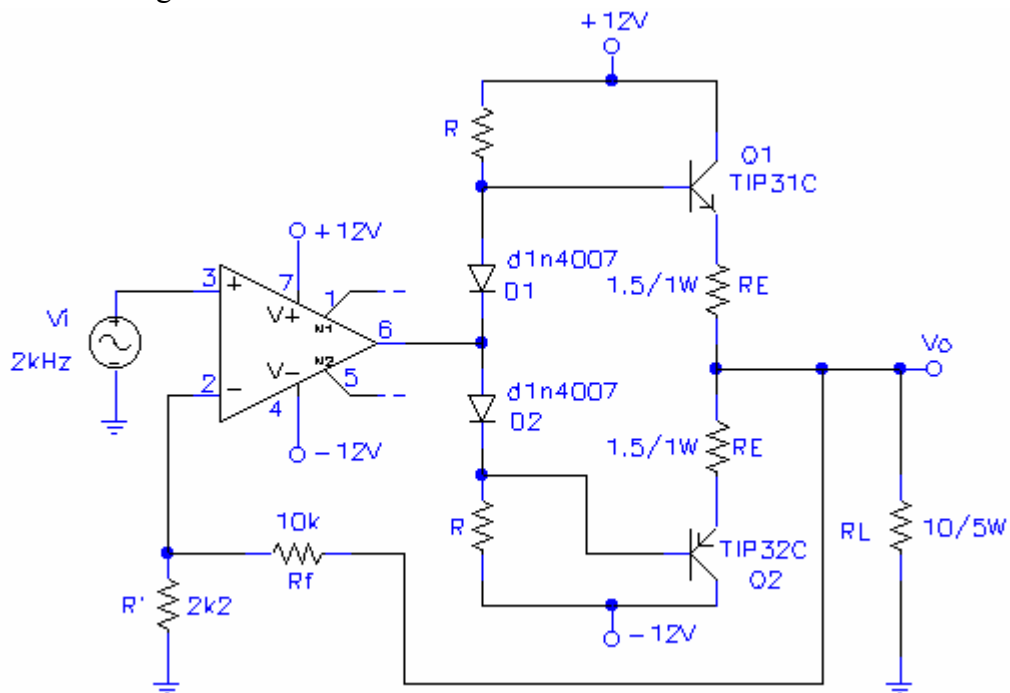


Fig. 1 Circuito 1

2^o montaje

El esquema se puede ver en la figura siguiente:

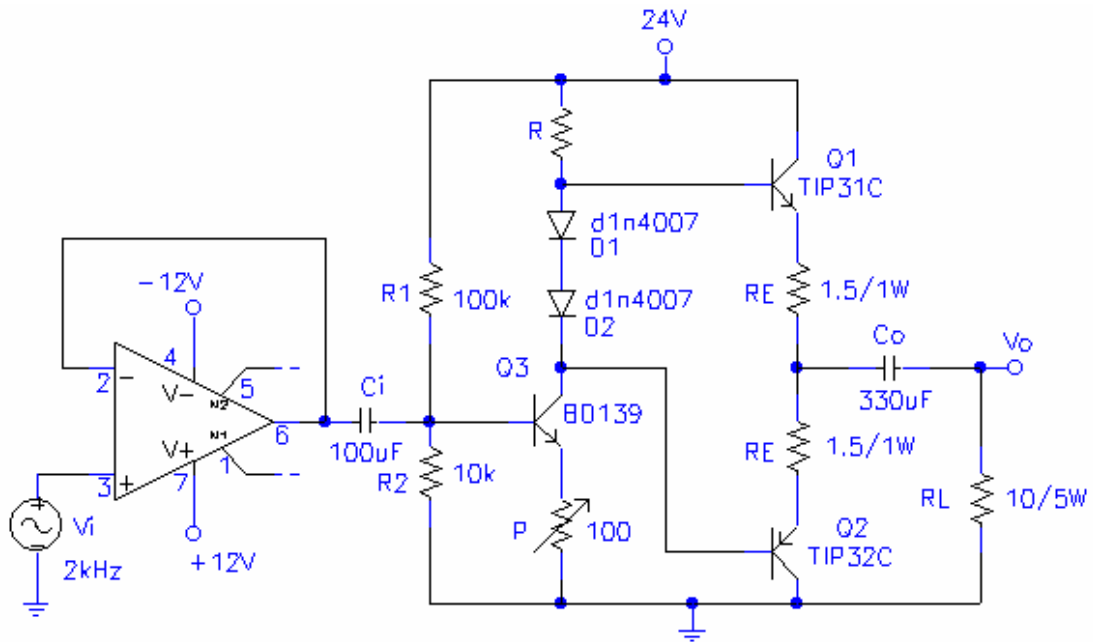


Fig. 2 Circuito 2

Objetivos:

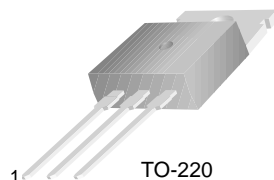
- Determinar la resistencia de polarización R para proporcionar una tensión de 5 voltios de pico en la carga sin recorte.
- Medir el punto de polarización.
- Medir la ganancia de tensión.
- Verificar la existencia de la distorsión de cruce al eliminar uno de los diodos de polarización.

Nota: montar los transistores de potencia TIP31C/32C con disipadores.

TIP31 Series(TIP31/31A/31B/31C)

Medium Power Linear Switching Applications

- Complementary to TIP32/32A/32B/32C



TO-220
1.Base 2.Collector 3.Emitter

NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : TIP31	40	V
	: TIP31A	60	V
	: TIP31B	80	V
	: TIP31C	100	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : TIP31	40	V
	: TIP31A	60	V
	: TIP31B	80	V
	: TIP31C	100	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	5	V
I_C	Collector Current (DC)	3	A
I_{CP}	Collector Current (Pulse)	5	A
I_B	Base Current	1	A
P_C	Collector Dissipation ($T_C=25^\circ\text{C}$)	40	W
P_C	Collector Dissipation ($T_a=25^\circ\text{C}$)	2	W
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature	- 65 ~ 150	$^\circ\text{C}$

Electrical Characteristics $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
$V_{CEO(sus)}$	* Collector-Emitter Sustaining Voltage : TIP31	$I_C = 30\text{mA}, I_B = 0$	40		V
	: TIP31A				V
	: TIP31B				V
	: TIP31C				V
I_{CEO}	Collector Cut-off Current : TIP31/31A	$V_{CE} = 30\text{V}, I_B = 0$		0.3	mA
	: TIP31B/31C	$V_{CE} = 60\text{V}, I_B = 0$		0.3	mA
I_{CES}	Collector Cut-off Current : TIP31	$V_{CE} = 40\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
	: TIP31A	$V_{CE} = 60\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
	: TIP31B	$V_{CE} = 80\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
	: TIP31C	$V_{CE} = 100\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = 5\text{V}, I_C = 0$		1	mA
h_{FE}	* DC Current Gain	$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 1\text{A}$	25		
		$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 3\text{A}$	10	50	
$V_{CE(sat)}$	* Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 3\text{A}, I_B = 375\text{mA}$		1.2	V
$V_{BE(sat)}$	* Base-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 3\text{A}$		1.8	V
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 500\text{mA}$	3.0		MHz

* Pulse Test: $PW \leq 300\mu\text{s}$, Duty Cycles $\leq 2\%$

Typical Characteristics

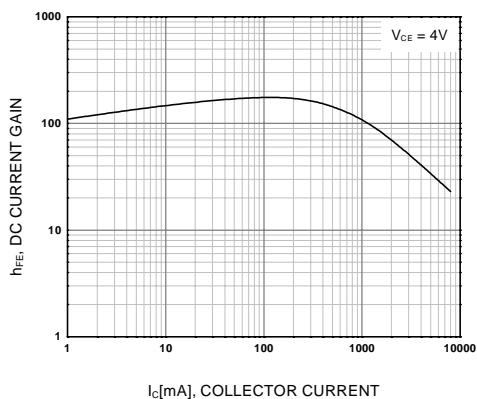


Figure 1. DC current Gain

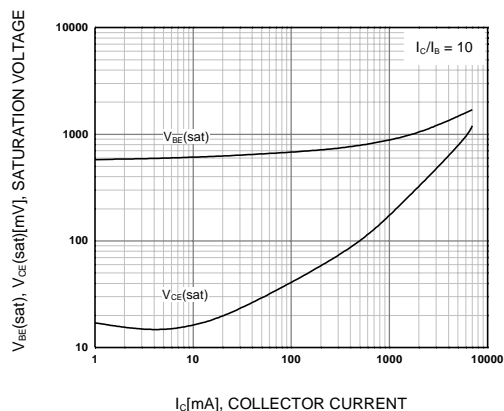


Figure 2. Base-Emitter Saturation Voltage
Collector-Emitter Saturation Voltage

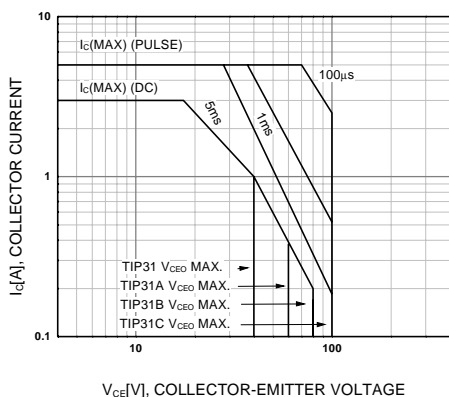


Figure 3. Safe Operating Area

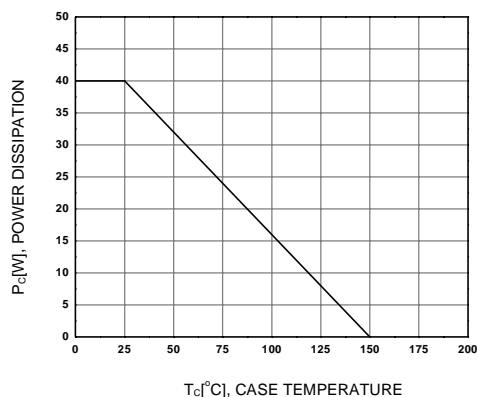
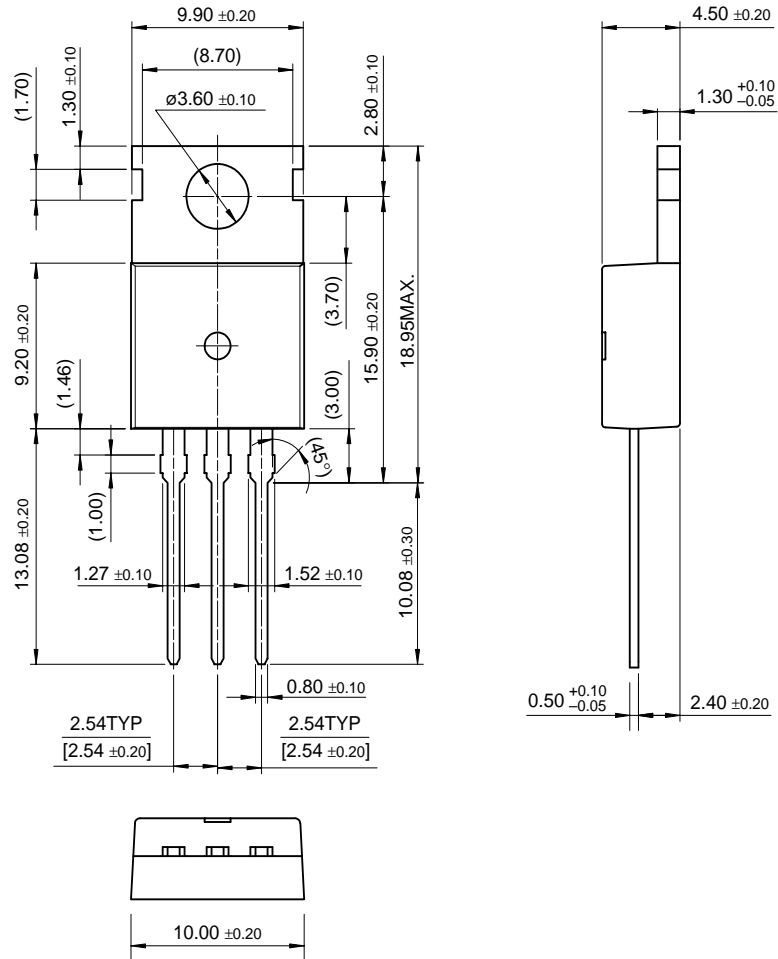


Figure 4. Power Derating

Package Dimensions

TO-220



Dimensions in Millimeters

TIP31 Series (TIP31/31A/31B/31C)

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACEx™	HiSeC™	SuperSOT™-8
Bottomless™	ISOPLANAR™	SyncFET™
CoolFET™	MICROWIRE™	TinyLogic™
CROSSVOLT™	POP™	UHC™
E ² CMOS™	PowerTrench®	VCX™
FACT™	QFET™	
FACT Quiet Series™	QS™	
FAST®	Quiet Series™	
FASTr™	SuperSOT™-3	
GTO™	SuperSOT™-6	

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR INTERNATIONAL.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

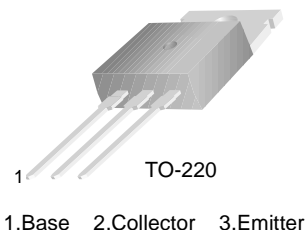
Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

TIP32 Series(TIP32/32A/32B/32C)

Medium Power Linear Switching Applications

- Complement to TIP31/31A/31B/31C



PNP Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	: TIP32	- 40
		: TIP32A	- 60
		: TIP32B	- 80
		: TIP32C	- 100
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	: TIP32	- 40
		: TIP32A	- 60
		: TIP32B	- 80
		: TIP32C	-100
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	- 5	V
I_C	Collector Current (DC)	- 3	A
I_{CP}	Collector Current (Pulse)	- 5	A
I_B	Base Current	- 3	A
P_C	Collector Dissipation ($T_C=25^\circ\text{C}$)	40	W
P_C	Collector Dissipation ($T_a=25^\circ\text{C}$)	2	W
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature	- 65 ~ 150	$^\circ\text{C}$

Electrical Characteristics $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
$V_{CEO(sus)}$	* Collector-Emitter Sustaining Voltage	$I_C = - 30\text{mA}, I_B = 0$: TIP32	-40	V
			: TIP32A	-60	V
			: TIP32B	-80	V
			: TIP32C	-100	V
I_{CEO}	Collector Cut-off Current	$V_{CE} = - 30\text{V}, I_B = 0$ $V_{CE} = - 60\text{V}, I_B = 0$: TIP32/32A	- 0.3	mA
			: TIP32B/32C	- 0.3	mA
I_{CES}	Collector Cut-off Current	$V_{CE} = - 40\text{V}, V_{EB} = 0$ $V_{CE} = - 60\text{V}, V_{EB} = 0$ $V_{CE} = - 80\text{V}, V_{EB} = 0$ $V_{CE} = - 100\text{V}, V_{CE} = 0$: TIP32	- 200	μA
			: TIP32A	- 200	μA
			: TIP32B	- 200	μA
			: TIP32C	- 200	μA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = - 5\text{V}, I_C = 0$		- 1	mA
h_{FE}	* DC Current Gain	$V_{CE} = - 4\text{V}, I_C = - 1\text{A}$ $V_{CE} = - 4\text{V}, I_C = - 3\text{A}$	25		
			10	50	
$V_{CE(sat)}$	* Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = - 3\text{A}, I_B = - 375\text{mA}$		- 1.2	V
$V_{BE(sat)}$	* Base-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE} = - 4\text{V}, I_C = - 3\text{A}$		- 1.8	V
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = - 10\text{V}, I_C = - 500\text{mA}$	3.0		MHz

* Pulse Test: $PW \leq 300\mu\text{s}$, Duty Cycle $\leq 2\%$

Typical Characteristics

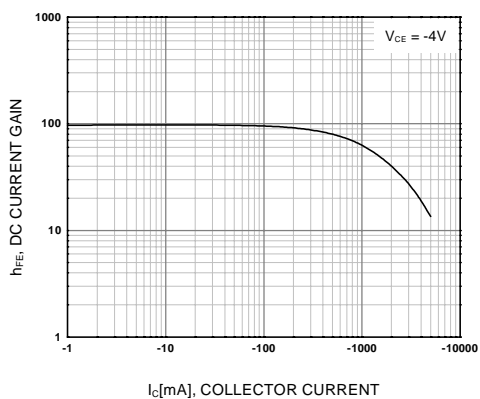


Figure 1. DC current Gain

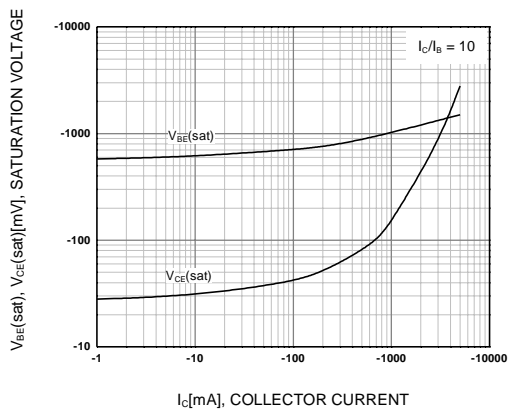


Figure 2. Base-Emitter Saturation Voltage
Collector-Emitter Saturation Voltage

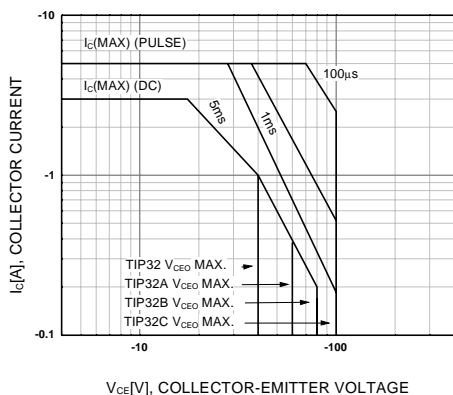


Figure 3. Safe Operating Area

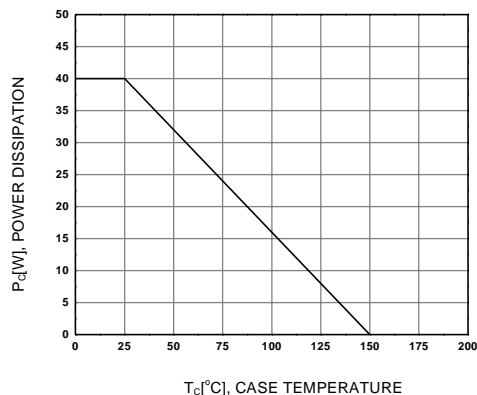
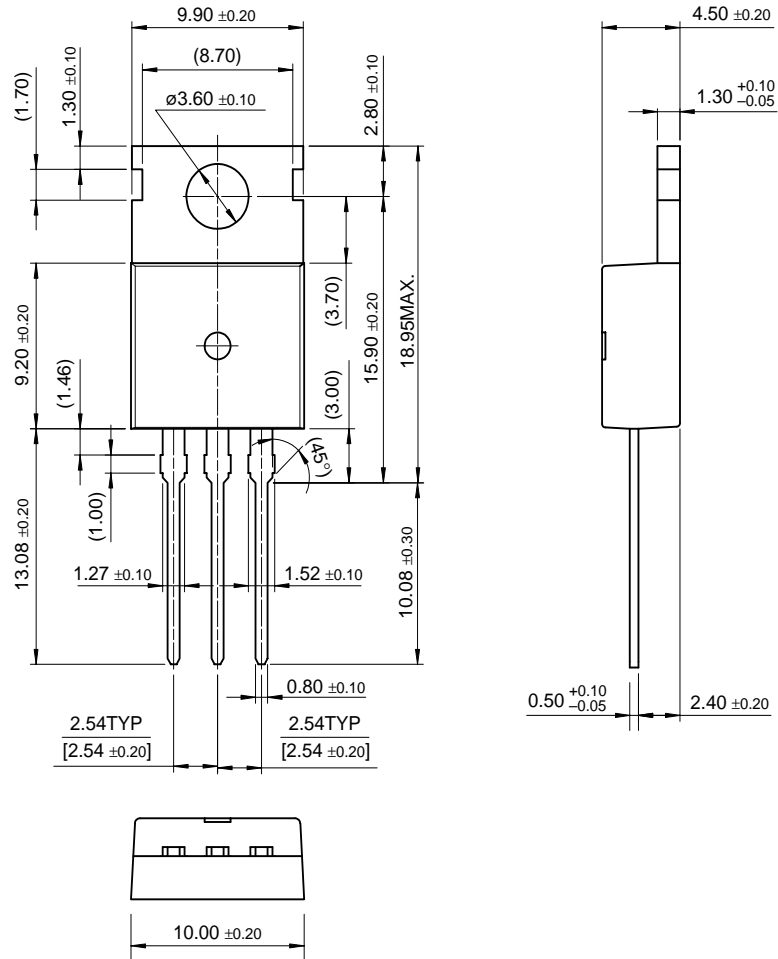


Figure 4. Power Derating

Package Dimensions

TO-220



TIP32 Series (TIP32/32A/32B/32C)

Dimensions in Millimeters

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACEx™	HiSeC™	SuperSOT™-8
Bottomless™	ISOPLANAR™	SyncFET™
CoolFET™	MICROWIRE™	TinyLogic™
CROSSVOLT™	POP™	UHC™
E ² CMOS™	PowerTrench®	VCX™
FACT™	QFET™	
FACT Quiet Series™	QS™	
FAST®	Quiet Series™	
FASTr™	SuperSOT™-3	
GTO™	SuperSOT™-6	

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR INTERNATIONAL.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

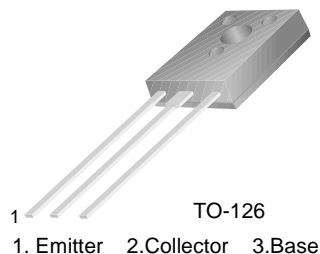
Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

BD135/137/139

Medium Power Linear and Switching Applications

- Complement to BD136, BD138 and BD140 respectively



NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : BD135	45	V
	: BD137	60	V
	: BD139	80	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : BD135	45	V
	: BD137	60	V
	: BD139	80	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	5	V
I_C	Collector Current (DC)	1.5	A
I_{CP}	Collector Current (Pulse)	3.0	A
I_B	Base Current	0.5	A
P_C	Collector Dissipation ($T_C=25^\circ\text{C}$)	12.5	W
P_C	Collector Dissipation ($T_a=25^\circ\text{C}$)	1.25	W
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature	- 55 ~ 150	$^\circ\text{C}$

Electrical Characteristics $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units	
$V_{CEO(sus)}$	Collector-Emitter Sustaining Voltage : BD135	$I_C = 30\text{mA}, I_B = 0$	45			V	
	: BD137		60			V	
	: BD139		80			V	
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	$V_{CB} = 30\text{V}, I_E = 0$			0.1	μA	
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = 5\text{V}, I_C = 0$			10	μA	
h_{FE1}	DC Current Gain : ALL DEVICE	$V_{CE} = 2\text{V}, I_C = 5\text{mA}$	25				
h_{FE2}			: ALL DEVICE	$V_{CE} = 2\text{V}, I_C = 0.5\text{A}$	25		
h_{FE3}					: BD135	40	
			: BD137, BD139	40		160	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 500\text{mA}, I_B = 50\text{mA}$			0.5	V	
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter ON Voltage	$V_{CE} = 2\text{V}, I_C = 0.5\text{A}$			1	V	

h_{FE} Classification

Classification	6	10	16
h_{FE3}	40 ~ 100	63 ~ 160	100 ~ 250

Typical Characteristics

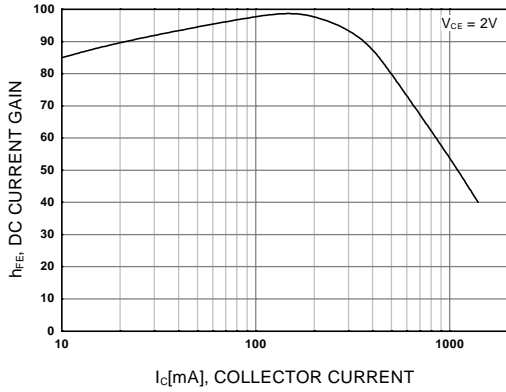


Figure 1. DC current Gain

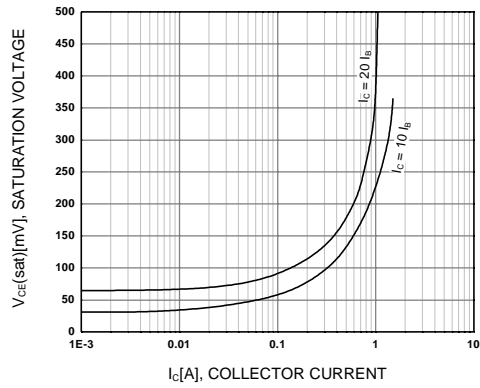


Figure 2. Collector-Emitter Saturation Voltage

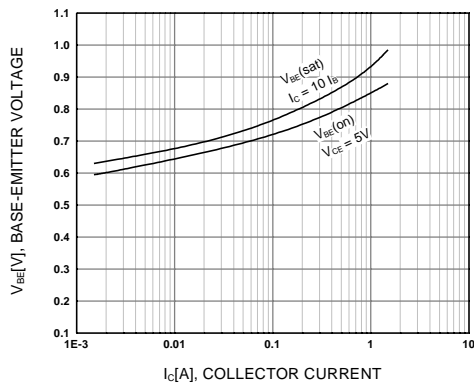


Figure 3. Base-Emitter Voltage

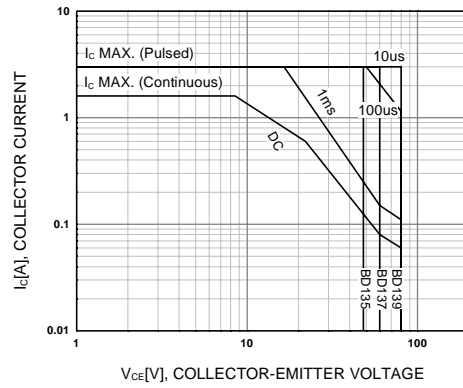


Figure 4. Safe Operating Area

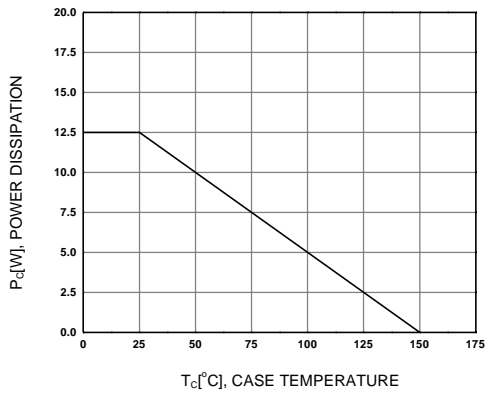
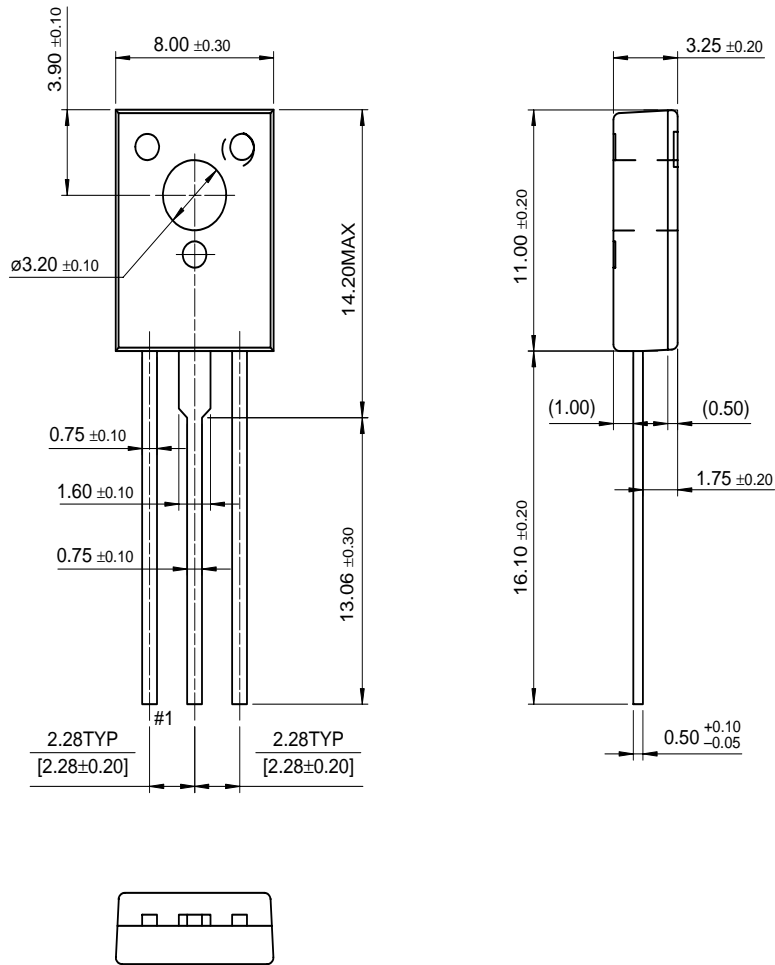


Figure 5. Power Derating

Package Dimensions

TO-126

BD135/137/139



Dimensions in Millimeters

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACEx™	HiSeC™	SuperSOT™-8
Bottomless™	ISOPLANAR™	SyncFET™
CoolFET™	MICROWIRE™	TinyLogic™
CROSSVOLT™	POP™	UHC™
E ² CMOS™	PowerTrench®	VCX™
FACT™	QFET™	
FACT Quiet Series™	QS™	
FAST®	Quiet Series™	
FASTr™	SuperSOT™-3	
GTO™	SuperSOT™-6	

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR INTERNATIONAL.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.