



Universidad Nacional de Misiones



Facultad de **Ingeniería**  
OBERA

# ELECTRÓNICA

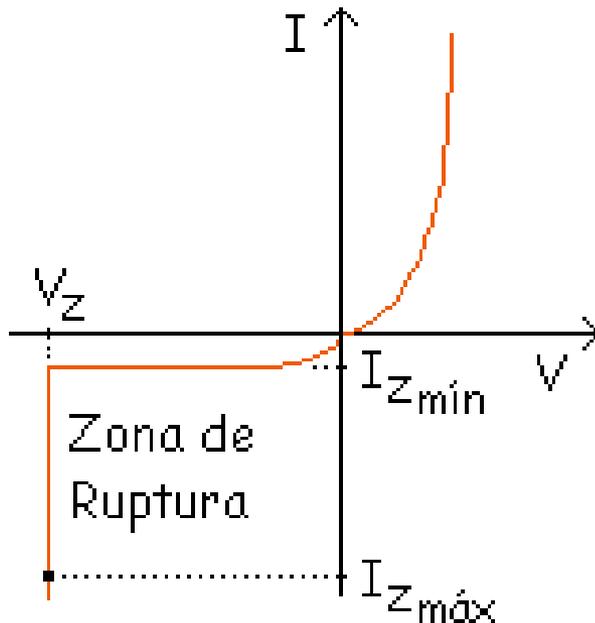
## *DIODO* *ZENER*



# Diodo ZENER

- Los diodos “**Zener**” son diodos de silicio especialmente contruidos para trabajar en la región de ruptura “***breakdown***”
- Variando la cantidad de impurezas, el fabricante controla el nivel de dopado en los cristales semiconductores y consigue diodos con tensiones de ruptura que varían desde 2 a 200V. >

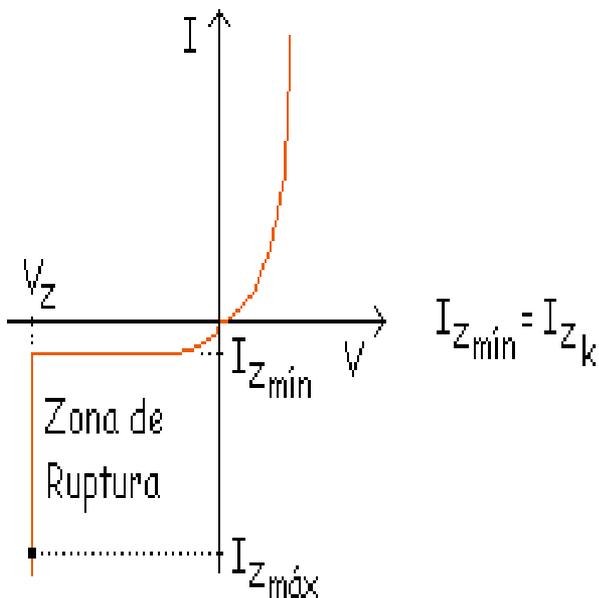
# Diodo ZENER



$$I_{Z\text{mín}} = I_{Zk}$$

Un diodo normal también tiene una zona de ruptura, pero no puede funcionar en él. Un diodo Zener si se puede trabajar en esa zona. >

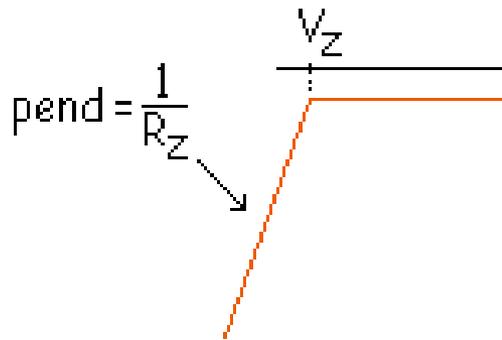
# Diodo ZENER



- Cuando se polariza en directa, actúa como si fuera un diodo común; mientras **que cuando se polariza en inversa**, aparece una corriente de saturación inversa que permanece prácticamente constante, hasta las proximidades de la “**tensión de *avalancha*” o de Zener**. Si se aumenta inversamente la tensión en el **diodo Zener**, la corriente en esta región aumentará rápidamente produciendo el efecto de avalancha. >

# Diodo ZENER

La zona de ruptura no es una vertical, tiene una inclinación debida a resistencia interna del semiconductor  $R_Z$ :



$R_Z$  = Resistencia en la zona zener  
o zona de ruptura

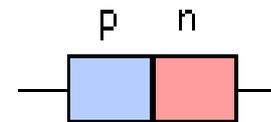
Antes:

$$r_p = \rho \cdot \frac{L}{A}$$

$$r_B = r_p - r_n$$

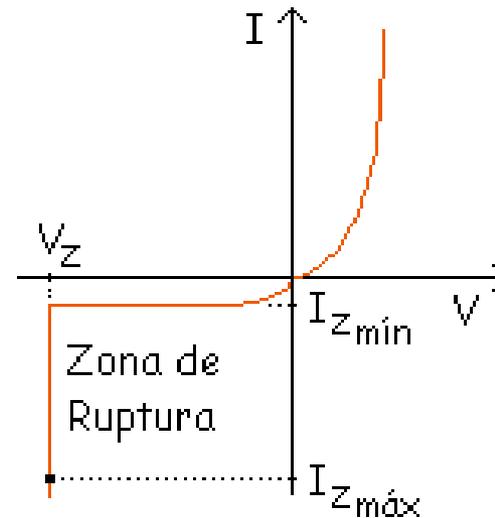
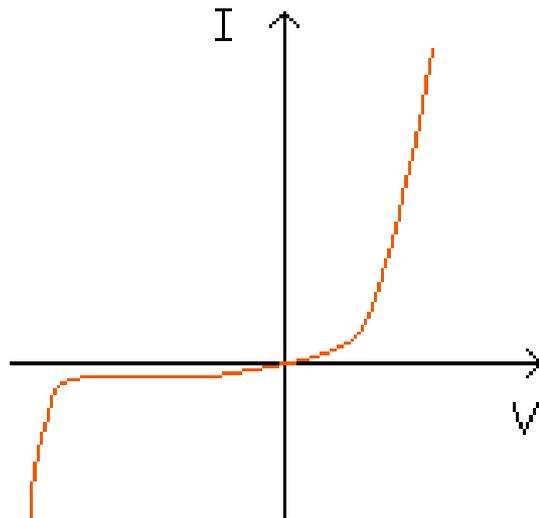
Ahora:

$$r_B = R_Z$$



# Diodo ZENER

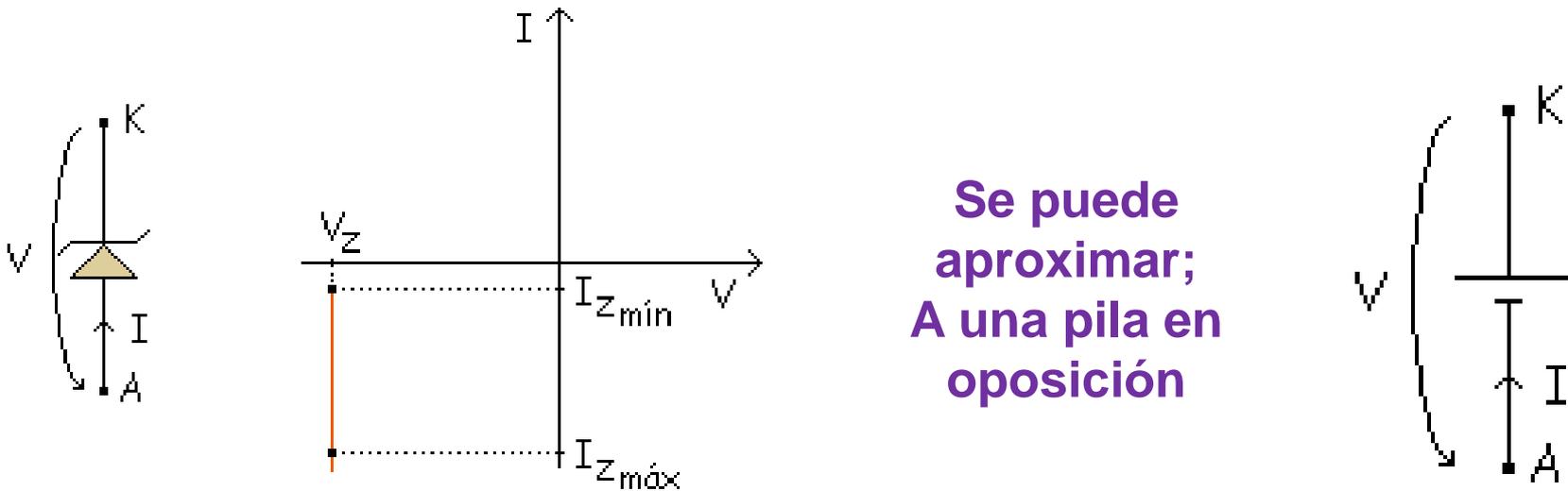
En un "Diodo Zener Real" todos son curvas.  
Se usan circuitos equivalente.



$$I_{Z\text{mín}} = I_{Zk}$$

# Diodo ZENER – 1° Aproximación

## APROXIMACIONES LINEALES

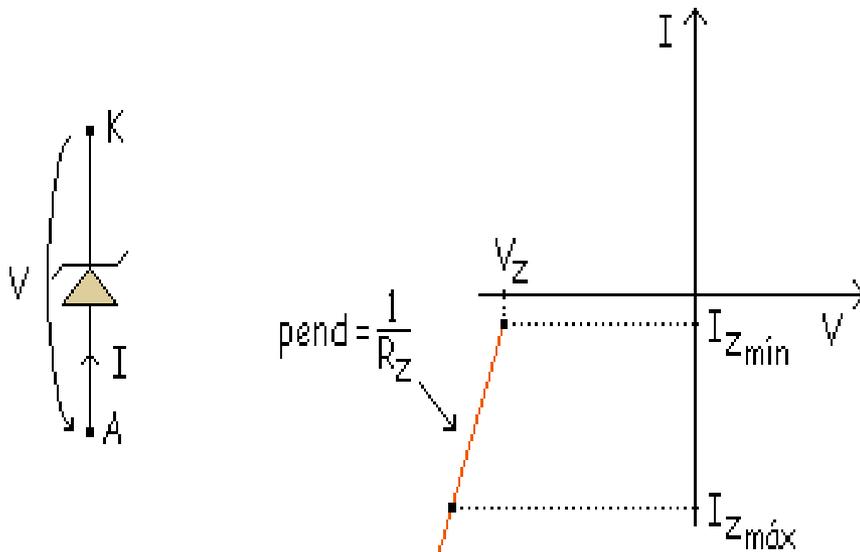


Se puede  
aproximar;  
A una pila en  
oposición

**Aproximación válida;**  
**Para la Zona comprendida entre  $I_{Z\text{mín}}$  e  $I_{Z\text{máx}}$**

# Diodo ZENER – 2º Aproximación

## APROXIMACIONES LINEALES

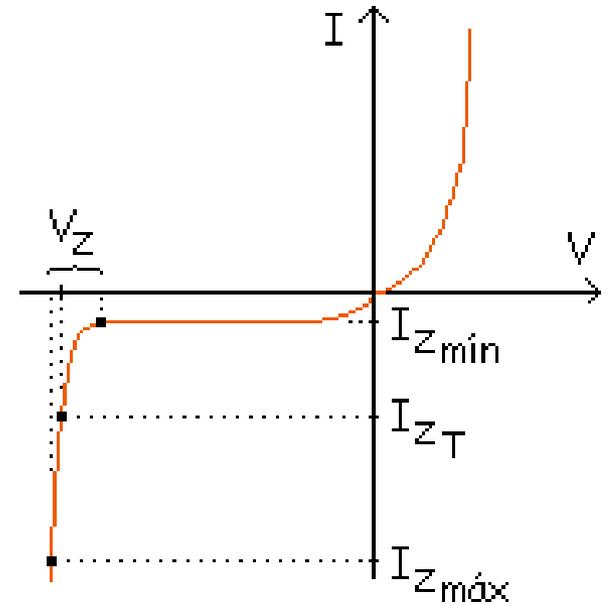
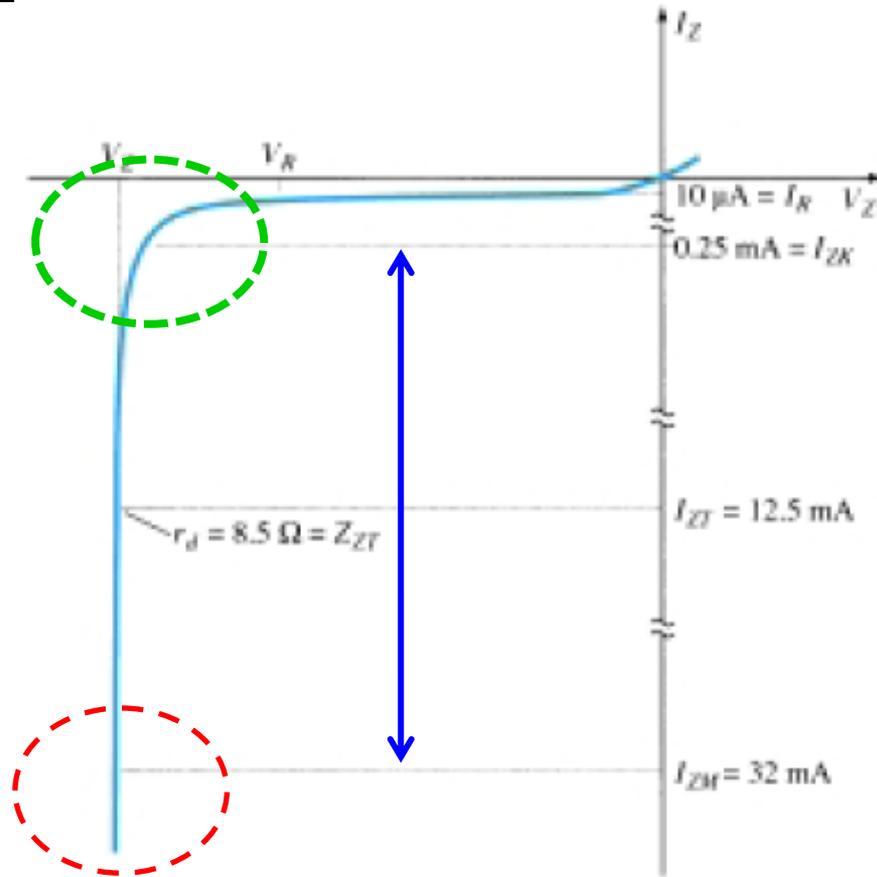


$$V = I \cdot R_Z - V_Z$$

$$I = \frac{1}{R_Z} \cdot V + \frac{V_Z}{R_Z}$$

# Diodo ZENER

# Zona de Operación

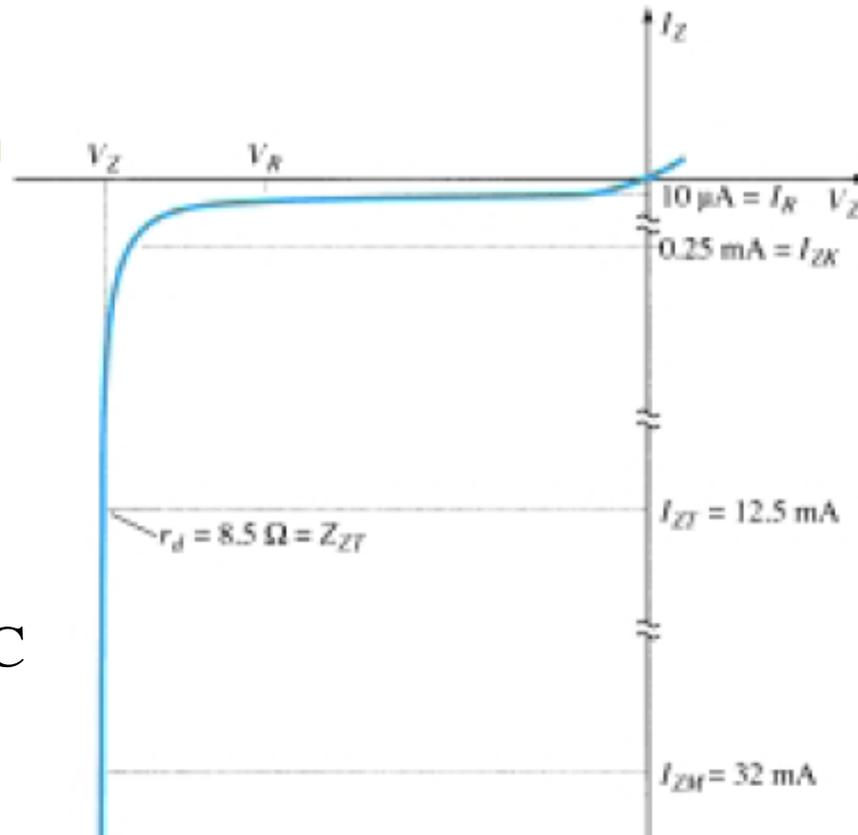


# Diodo ZENER

$$V_{ZN} = 10 \text{ V}$$

5%, 10% y 20%

$$P_{ZN} = 500 \text{ mW @ } 25^{\circ}\text{C}$$



$$P_{ZT} = \frac{P_{ZN}}{4}$$

TABLE 1.4 Electrical Characteristics (25°C Ambient Temperature Unless Otherwise Noted)

Zener Voltage Nominal, $V_Z$ (V)	Test Current, $I_{ZT}$ (mA)	Max Dynamic Impedance, $Z_{ZT}$ at $I_{ZT}$ ( $\Omega$ )	Maximum Knee Impedance, $Z_{ZK}$ at $I_{ZK}$ ( $\Omega$ )	Maximum Knee Current, $I_{ZK}$ (mA)	Maximum Reverse Current, $I_R$ at $V_R$ ( $\mu\text{A}$ )	Test Voltage, $V_R$ (V)	Maximum Regulator Current, $I_{ZM}$ (mA)	Typical Temperature Coefficient (%/°C)
10	12.5	8.5	700	0.25	10	7.2	32	+0.072

# Diodo ZENER

Los diodos Zener son identificados por letras, números y por especificaciones de la corriente mínima (*Proelectrón*).

**Por ejemplo: BZX 61 C9VI a 20 mA / 1,3W**

**Datos:**

- **Potencia máxima: 1,3 W**
- **Corriente mínima: 20 mA.**
- **Tensión de Zener: 9,1V.**
  
- **O según JEDEC, 1Nxxxx**

# Diodo ZENER - Potencia

Potencia máxima de un Zener:

$$P_{Z_{\max}} = V_Z \cdot I_{Z_{\max}}$$

Para determinar la corriente máxima en el Zener, se usa la expresión de la potencia, despejando la corriente máxima;  $I_{Z_{\max}}$  :

$$I_{Z_{\max}} = P_{Z_{\max}} / V_Z >$$

# Diodo Zener – Características de disipación de potencia



DO-35

$P_Z$   
500 mW @  $T_a = 25^\circ\text{C}$

$FDP(\text{Derate})$   
3,33 a 4 mW/°C



DO-41

1 W @  $T_a = 25^\circ\text{C}$

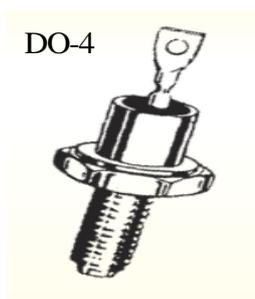
6,67 mW/°C



DO-201

5 W @  $T_L = 75^\circ\text{C}$

40 mW/°C



DO-4

10 W @  $T_a = 55^\circ\text{C}$

83,3 mW/°C

# Hoja de características de un Zener

**EJEMPLO: 1N759  $V_Z = 12\text{ V}$   $I_{ZT} = 20\text{ mA}$**

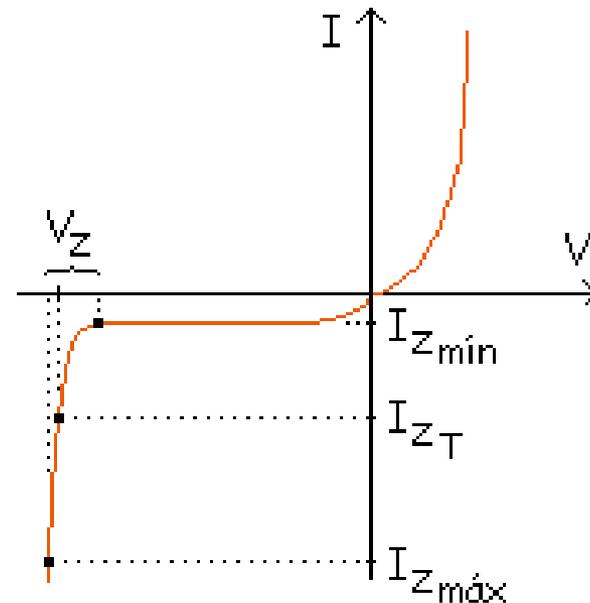
El fabricante suele dar un valor intermedio de  $V_Z$  y  $I_{ZT}$ . (corriente de ensayo en fabrica)

Al ser una curva, su pendiente varía y su  $R_Z$  también, entonces el fabricante suele dar el valor en ese punto intermedio:

**$R_Z = Z_{ZT} = 30\ \Omega$  a  $I_{ZT} = 20\text{ mA}$**

$I_{Z\text{máx}} = 30 \div 35\text{ mA}$  (esta variación entre diodos iguales es debida a la tolerancia).

>



# Hoja de características de un Zener

**Operando:**

$$\begin{aligned} P_Z &= V_Z \cdot I_Z = 12 \cdot 30 = 360 \text{ mW} \\ &= 12 \cdot 35 = 420 \text{ mW} \end{aligned}$$

**Tolerancia:** En cuanto a la tensión zener ( $V_Z$ ):

Serie 1N746 (1N746 al 1N759)  $\pm 10 \%$

Serie 1N746A (1N746A al 1N759A)  $\pm 5 \%$

**EJEMPLO:** 1N759  $V_Z = 12 \text{ V} \pm 10 \%$  (13,2 V y 10,8 V)  
1N759A  $V_Z = 12 \text{ V} \pm 5 \%$  (12,6 V y 11,4 V) >

# Características técnicas

Variando el nivel de dopado en diodos de silicio, el fabricante puede producir diodos tipo **zener** con diferentes tensiones de **zener**.

**El punto de trabajo de un diodo zener está limitado por los siguientes parámetros:**

**$V_z$**  – **Tension de zener** (este valor é generalmente especificado para una corriente determinada, conocida como corriente de ensayo o test  $I_{zT}$ )

**$I_{zm\acute{a}x}$**  – **Corriente de zener máxima**

**$I_{zmin}$**  – **Corriente de zener mínima**

**$P_z$**  – **Potencia de disipación o Potencia de Zener** ( $P_z = V_z \times I_z$ )

**Siempre y cuando la potencia de zener no sea sobrepasada, un diodo zener puede trabajar dentro da zona de ruptura sin destruirse.>**

# Hoja Característica – *Datasheet*



## Zeners 1N4370A - 1N4372A 1N746A - 1N759A

### Absolute Maximum Ratings \* T<sub>A</sub> = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
P <sub>D</sub>	Power Dissipation @ TL ≤ 75°C, Lead Length = 3/8"	500	mW
	Derate above 75°C	4.0	mW/°C
T <sub>J</sub> , T <sub>STG</sub>	Operating and Storage Temperature Range	-65 to +200	°C

\* These ratings are limiting values above which the serviceability of the diode may be impaired.

Tolerance = 5%



# Hoja Característica – *Datasheet*

## Zeners 1N746A - 1N759A

Valor bajo estudio

Tolerance: A = 5%

### Absolute Maximum Ratings\*

$T_a = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
$P_D$	Power Dissipation	500	mW
$T_{STG}$	Storage Temperature Range	-65 to +200	$^\circ\text{C}$
$T_J$	Operating Junction Temperature	+ 175	$^\circ\text{C}$
	Lead Temperature (1/16" from case for 10 seconds)	+ 230	$^\circ\text{C}$

\*These ratings are limiting values above which the serviceability of the diode may be impaired.

#### NOTES:

- 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 200 degrees C.
- 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.



# Hoja Característica – *Datasheet*

## Electrical Characteristics

$T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted

Device	$V_Z$ (V)	$Z_Z$ ( $\Omega$ ) @ $I_Z$ (mA)	$I_{R1}$ ( $\mu\text{A}$ ) @ $V_R$ (V)	$I_{R2}$ ( $\mu\text{A}$ ) @ $T_A = 150^\circ\text{C}$	$V_R$ (V)	$T_C$ (%/ $^\circ\text{C}$ )	$I_{ZRM}^*$ (mA)
1N746A	3.3	28 @ 20	10 @ 1.0	30	1.0	- 0.070	110
1N747A	3.6	24 @ 20	10 @ 1.0	30	1.0	- 0.065	100
1N748A	3.9	23 @ 20	10 @ 1.0	30	1.0	- 0.060	95
1N749A	4.3	22 @ 20	2.0 @ 1.0	30	1.0	+/- 0.055	85
1N750A	4.7	19 @ 20	2.0 @ 1.0	30	1.0	+/- 0.030	75
1N751A	5.1	17 @ 20	1.0 @ 1.0	20	1.0	+/- 0.030	70
1N752A	5.6	11 @ 20	1.0 @ 1.0	20	1.0	+ 0.038	65
1N753A	6.2	7.0 @ 20	0.1 @ 1.0	20	1.0	+ 0.045	60
1N754A	6.8	5.0 @ 20	0.1 @ 1.0	20	1.0	+ 0.050	55
1N755A	7.5	6.0 @ 20	0.1 @ 1.0	20	1.0	+ 0.058	50
1N756A	8.2	8.0 @ 20	0.1 @ 1.0	20	1.0	+ 0.062	45
1N757A	9.1	10 @ 20	0.1 @ 1.0	20	1.0	+ 0.068	40
1N758A	10	17 @ 20	0.1 @ 1.0	20	1.0	+ 0.075	35
1N759A	12	30 @ 20	0.1 @ 1.0	20	1.0	+ 0.077	38

\*  $I_{ZRM}$  Máxima Razón de corriente del Zener, el valor mostrado esta basado en la razón de 400 milliwatts. Donde el voltaje de Zener verdadero sea conocido ( $V_Z$ ) en el punto de operación, la máxima corriente de zener puede incrementarse y ser limitada por la curva de operación de potencia (Derating curve)

# Electrical Characteristics T<sub>A</sub>=25°C unless otherwise noted

Device	V <sub>Z</sub> (V) @ I <sub>Z</sub> = 20mA (Note 1)			Z <sub>Z</sub> (Ω) @ I <sub>Z</sub> = 20mA	I <sub>ZM</sub> (mA) (Note 2)	I <sub>R</sub> (μA) @ V <sub>R</sub> = 1V	
	Min.	Typ.	Max.			T <sub>a</sub> = 25°C	T <sub>a</sub> = 125°C
1N4370A	2.28	2.4	2.52	30	150	100	200
1N4371A	2.57	2.7	2.84	30	135	75	150
1N4372A	2.85	3.0	3.15	29	120	50	100
1N746A	3.14	3.3	3.47	28	110	10	30
1N747A	3.42	3.6	3.78	24	100	10	30
1N748A	3.71	3.9	4.10	23	95	10	30
1N749A	4.09	4.3	4.52	22	85	2	30
1N750A	4.47	4.7	4.94	19	75	2	30
1N751A	4.85	5.1	5.36	17	70	1	20
1N752A	5.32	5.6	5.88	11	65	1	20
1N753A	5.89	6.2	6.51	7	60	0.1	20
1N754A	6.46	6.8	7.14	5	55	0.1	20
1N755A	7.13	7.5	7.88	6	50	0.1	20
1N756A	7.79	8.2	8.61	8	45	0.1	20
1N757A	8.65	9.1	9.56	10	40	0.1	20
1N758A	9.50	10	10.5	17	35	0.1	20
1N759A	11.40	12	12.6	30	30	0.1	20

**V<sub>F</sub> Forward Voltage = 1.5V Max @ I<sub>F</sub> = 200mA**

**Notes:**

1. Zener Voltage (V<sub>Z</sub>)

The zener voltage is measured with the device junction in the thermal equilibrium at the lead temperature (T<sub>L</sub>) at 30°C ± 1°C and 3/8" lead length.

2. Maximum Zener Current Ratings (I<sub>ZM</sub>)

The maximum current handling capability on a worst case basis is limited by the actual zener voltage at the operation point and the power derating curve.

om\_Actu....html

# Valores de tensión de diodos Zener y coeficientes de temperatura a 25 °C.

Diodos Zener de 0,4 y 1W, en voltios [V]	Coef. De temperatura en: [mV / °C]	Diodos Zener de 0,4 y 1W, en voltios [V]	Coef. De temperatura en [mV / °C]
2,4	-1,6	6,8	+3,0
2,7	-2,0	7,5	+4,0
3,0	-2,1	8,2	+4,6
3,3	-2,4	9,1	+5,5
3,6	-2,4	10	+6,4
3,9	-2,5	12	+8,4
4,3	-2,5	15	+11,4
4,7	-1,4	18	+14,4
5,1	-0,8	22	+18,4
5,6	+1,2	27	+23,4
6,2	+2,3	33	+29,7

# Hoja de características de un Zener

## Absolute Maximum Ratings ( $T_a=25^\circ\text{C}$ )

	Symbols	Values	Units
Zener current see Table "Characteristics"			
Power dissipation at $T_{amb}=50^\circ\text{C}$	$P_{tot}$	400 <sup>(1)</sup>	mW
Junction Temperature	$T_J$	175	$^\circ\text{C}$
Storage temperature range	$T_S$	-65 to +175	$^\circ\text{C}$

Note:

(1) Valid provided that leads at a distance of 8 mm from case are kept at ambient temperature.

## Characteristics at $T_{amb}=25^\circ\text{C}$

	Symbols	Min.	Typ.	Max.	Units
Thermal resistance junction to ambient Air	$R_{thA}$	-	-	0.3 <sup>(1)</sup>	K/mW
Forward voltage at $I_F=200\text{mA}$	$V_F$	-	-	1.2	V

Note:

(1) Valid provided that leads at a distance of 8 mm from case are kept at ambient temperature.

# Hoja de características de un Zener

Type	Zener voltage range <sup>1)</sup>		Maximum Zener Impedance $Z_{ZT}$ at $I_{ZT}$	Typical Temperature coefficient	Maximum reverse leakage current $I_R$ <sup>2)</sup> at $V_R=1V$		Maximum Regulator current $I_{ZM}$
	$V_{znom}$	$I_{ZT}$			$T_A=25^\circ C$	$T_A=150^\circ C$	
	V	mA	$\Omega$	%/ $^\circ C$	$\mu A$	$\mu uA$	mA
1N746	3.3	20	28	-0.062	10	30	110
1N747	3.6	20	24	-0.055	10	30	100
1N748	3.9	20	23	-0.049	10	30	95
1N749	4.3	20	22	-0.036	2	30	85
1N750	4.7	20	19	-0.018	2	30	75
1N751	5.1	20	17	-0.008	1	20	70

# Hoja de características de un Zener

Type	Zener voltage range <sup>1)</sup>		Maximum Zener Impedence $Z_{ZT}$ at $I_{ZT}$	Typical Temperature coefficient	Maximum reverse leakage current $I_r$ <sup>2)</sup> at $V_r=1V$		Maximum Regulator current $I_{ZM}$
	$V_{znom}$	$I_{ZT}$			$T_A=25^\circ C$	$T_A=150^\circ C$	
	V	mA			$\Omega$	%/ $^\circ C$	
1N746	3.3	20	28	-0.062	10	30	110
1N747	3.6	20	24	-0.055	10	30	100
1N748	3.9	20	23	-0.049	10	30	95
1N749	4.3	20	22	-0.036	2	30	85
1N750	4.7	20	19	-0.018	2	30	75
1N751	5.1	20	17	-0.008	1	20	70
1N752	5.6	20	11	+0.006	1	20	65
1N753	6.2	20	7	+0.022	0.1	20	60
1N754	6.8	20	5	+0.035	0.1	20	55
1N755	7.5	20	6	+0.045	0.1	20	50
1N756	8.2	20	8	+0.052	0.1	20	45
1N757	9.1	20	10	+0.056	0.1	20	40
1N758	10.0	20	17	+0.060	0.1	20	35
1N759	12.0	20	30	+0.060	0.1	20	30

**Notes:**

(1) Test with pulse  $t_p=20ms$ .

(2) Valid provided that leads are kept at ambient temperature at a distance of 8 mm from case.



**FIN**