

DE LORENZO GROUP

MODULO 11
DISPOSITIVOS ELECTRONICOS
DL 3155M11
GUIA TEORICA

Laboratorio Time

*50 years
in the field of
technical
education*

CSQ

UNI EN ISO 9001
UNI EN ISO 9002

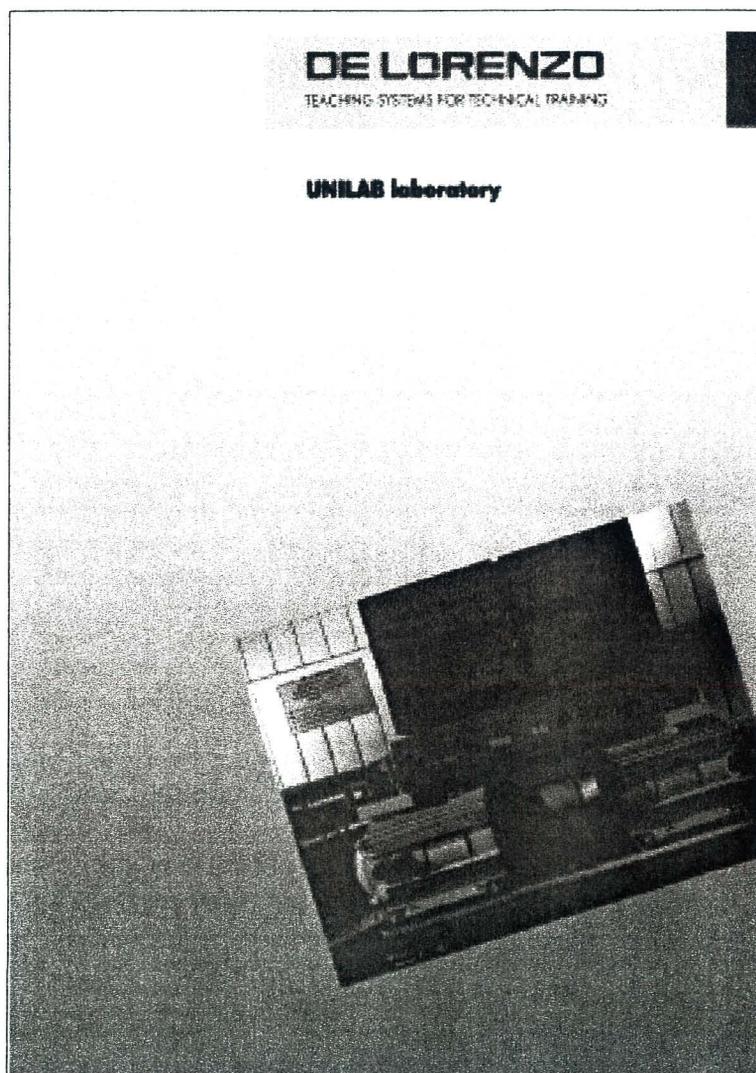


DE LORENZO

Always leading the pack

MODULO 11
DISPOSITIVOS ELECTRONICOS
DL 3155M11
GUIA TEORICA

Laboratorio Time



Página blanca

INDICE

LECCION 11.1	
Física de los semiconductores y unión P - N	1
Materiales semiconductores	3
Introducción a la propiedad microscópica de los semiconductores - drogaje	5
Formación de una union P - N	9
 LECCION 11.2	
Diodo a semiconductor y su comportamiento	11
Polarización de la union P - N	13
El diodo ideal y el diodo real	15
El diodo como elemento circuital	21
Algunos ejemplos de empleo de diodos en circuitos en corriente continua	23
 LECCION 11.3	
Medida de la característica volt - amperimétrica del diodo	27
Verificación de la integridad de un diodo con un ohmetro	29
Polarización directa	31
Polarización inversa	33
 LECCION 11.4	
Aplicaciones específicas del diodo Zener y del led	35
Otros diodos	37
Descripción del diodo Zener	39
El Zener como estabilizador	41
Características del diodo Zener	43
Descripción del diodo led	45

APENDICE	47
Preguntas de evaluación	49
Unidad didáctica 1	49
Unidad didáctica 2	50
Unidad didáctica 3	51
Unidad didáctica 4	52
Unidad didáctica 5	53
Unidad didáctica 6	54
Unidad didáctica 7	55
Unidad didáctica 8	56
Unidad didáctica 9	57
Respuestas exactas a las preguntas de evaluación	58
Respuestas a la simulación de averías	60
Respuestas exactas a la simulación de averías	61
DATA SHEETS	63

PROLOGO

EL TIME (Trainer for Interactive Multipurpose Electronic) ha sido proyectado con el objetivo de proporcionar al estudiante un óptimo subsidio didáctico no sólo para la adquisición gradual de los conocimientos teóricos básicos, desarrollados en cada módulo, sino especialmente para la evaluación de la preparación práctica del estudiante, con la culminación del correcto conocimiento de la materia.

EL TIME, caracterizado por la versatilidad y adaptamiento con la continua evolución tecnológica, está en grado de estimular la intuición, la capacidad lógica y las habilidades del alumno a través de aplicaciones ya sea individuales o en grupo, proporcionando al enseñante un instrumento de trabajo más ágil y conforme a la aplicación de una metodología didáctica ciertamente innovativa. Una de las características más eficaces de este sistema se encuentra justamente en la posibilidad que se ofrece al alumno, de poder realizar, explorar, experimentar hasta el punto de asimilar fácilmente más fases del aprendizaje.

Una característica peculiar de la metodología didáctica, es la subdivisión en módulos los cuales reproducen circuitos reales relativos a los temas tratados.

Cada módulo está abastecido de una Guía Teórica y de una Guía Operativa, estrechamente relacionadas entre ellas, que ofrecen a los alumnos la comprensión simple y gradual de la materia y al enseñante una guía eficaz en la programación de las lecciones. Las guías no presentan limitaciones de ningún tipo, sino la fantasía de quien debe enseñar o de quien debe aprender.

La Guía Teórica esta subdividida en Lecciones ordenadas de la siguiente manera:

- *identificación de los objetivos;*
- *verificación de los prerrequisitos requeridos;*
- *contenidos.*

Los objetivos vienen definidos por el enseñante, el cual debe verificar el nivel de comprendimiento de los jóvenes y los conocimientos adquiridos, así como estabilizar el recorrido didáctico a seguir.

Como complemento de la Guía Teórica ha sido introducido un Apéndice en el cual se presentan las preguntas de evaluación propuestas a los alumnos para controlar su grado de conocimiento, las respuestas a las fallas introducidas en los circuitos y los datos técnicos relativos a los componentes a los cuales se les ubica fácilmente y que son, utilizados en los ejercicios.

La Guía Operativa está subdividida en unidades didácticas ordenadas de la siguiente manera :

- *identificación de los objetivos;*
- *verificación de los objetivos requeridos;*
- *instrumentos operativos;*
- *elección del recorrido didáctico a seguir;*
- *presentación de los procedimientos para la preparación y ejecución de los experimentos;*
- *evaluaciones durante los ejercicios para estar seguros que cada alumno esté efectivamente aprendiendo;*
- *análisis de los resultados.*

El alumno debe, en un tiempo determinado, examinar un circuito, adquirir las nociones relativas y analizar las condiciones de funcionamiento, verificando a través de instrumentos adecuados, lo que sucede en los diversos puntos del circuito.

*El Autor
G. Fileela*

LECCION 11.1

Física de los semiconductores y unión P - N**❑ OBJETIVOS:**

Conocer :

- la propiedad de los materiales semiconductores puros y combinados
- cómo viene realizada una unión P-N
- las propiedades y el comportamiento eléctrico de una unión P-N.

Saber :

- describir con terminología apropiada el comportamiento de la unión P-N.

❑ PRERREQUISITOS:

- introducción a la estructura de la materia - átomos - enlaces atómicos - sólidos
- conceptos de tensión, corriente, resistencia, resistividad, conductibilidad.

❑ CONTENIDOS:

- los materiales semiconductores
- noticias breves de las propiedades microscópicas de los semiconductores - Drogaje
- formación de una unión P-N

Página blanca

MATERIALES SEMICONDUCTORES

Un material es clasificado como aislante o conductor, de acuerdo al valor de la resistividad eléctrica. En particular, un conductor presenta una baja resistividad (comprendida entre 10^{-6} y 10^{-4} x cm), mientras los aislantes están caracterizados por una alta resistividad (mayor de $10^6 \Omega$ x cm). Además la resistividad de un conductor crece cuando su temperatura aumenta, mientras que la de un aislante varía poco (pero disminuye) cuando la temperatura sube. Además en los conductores y en los aislantes existe una categoría de sólidos con valores de resistividad eléctrica intermedios (entre 10^{-3} y 10^6 x cm) y cuyas resistividad disminuye con el aumentar de la temperatura en medida bastante mayor con respecto a cuanto sucede para los aislantes. Tales sólidos son llamados semiconductores. Una notable diferencia entre un conductor y un semiconductor se trata de la dependencia de la resistividad del grado de pureza del cristal. En efecto, la resistividad de un buen conductor disminuye con el grado de pureza del material (la eliminación de sustancias extrañas) mientras la resistividad de un semiconductor en general aumenta en el aumentar la pureza del material. En la figura 11.1.1 se presentan los valores de la resistividad a temperatura ambiente para diversos materiales.

RESISTIVIDAD [$\Omega \cdot \text{cm}$]		
$10^{-6} \div 10^{-4}$	$10^{-3} \div 10^6$	$> 10^6$
PLATA $1,5 \cdot 10^{-6}$	CARBONO $0,7 \div 6 \cdot 10^{-3}$	VIDRIO PIREX 10^{10} circa
COBRE $1,6 \cdot 10^{-6}$	GERMANIO 45	PORCELANA 10^{14} circa
ALUMINIO $2,5 \cdot 10^{-6}$	SILICIO $23 \cdot 10^4$	MICA 10^{16} circa
NIQUEL $6,3 \cdot 10^{-6}$		
FIERRO $8,9 \cdot 10^{-6}$		
PLATINO $9,8 \cdot 10^{-6}$		
MERCURIO $94 \cdot 10^{-6}$		
CONSTANTANA $145 \cdot 10^{-6}$		

Fig. 11.1.1

La fig. 11.1.2 ilustra, en cambio, el comportamiento de la resistividad en función de la temperatura para un conductor y un semiconductor.

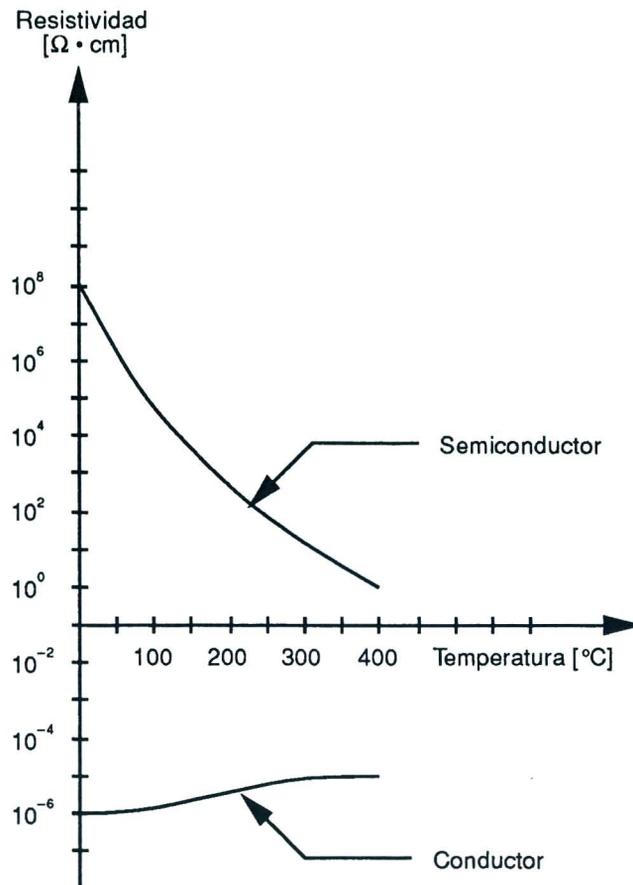


Fig. 11.1.2

A continuación serán discutidas las principales características de los cristales semiconductores, especialmente del silicio y del germanio. Otros cristales importantes son los siguientes : óxido de cobre (Cu_2O), selenio, sulfuro de plomo (PbS), carburo de silicio (SiC), arsenuro de galio (GaAs).

 INTRODUCCION A LA PROPIEDAD MICROSCOPICA DE LOS SEMICONDUCTORES - DROGAJE

El silicio (o el germanio) tiene una estructura que esquemáticamente se puede representar como en la figura 11.1.3, con referencia a la banda de valencia.

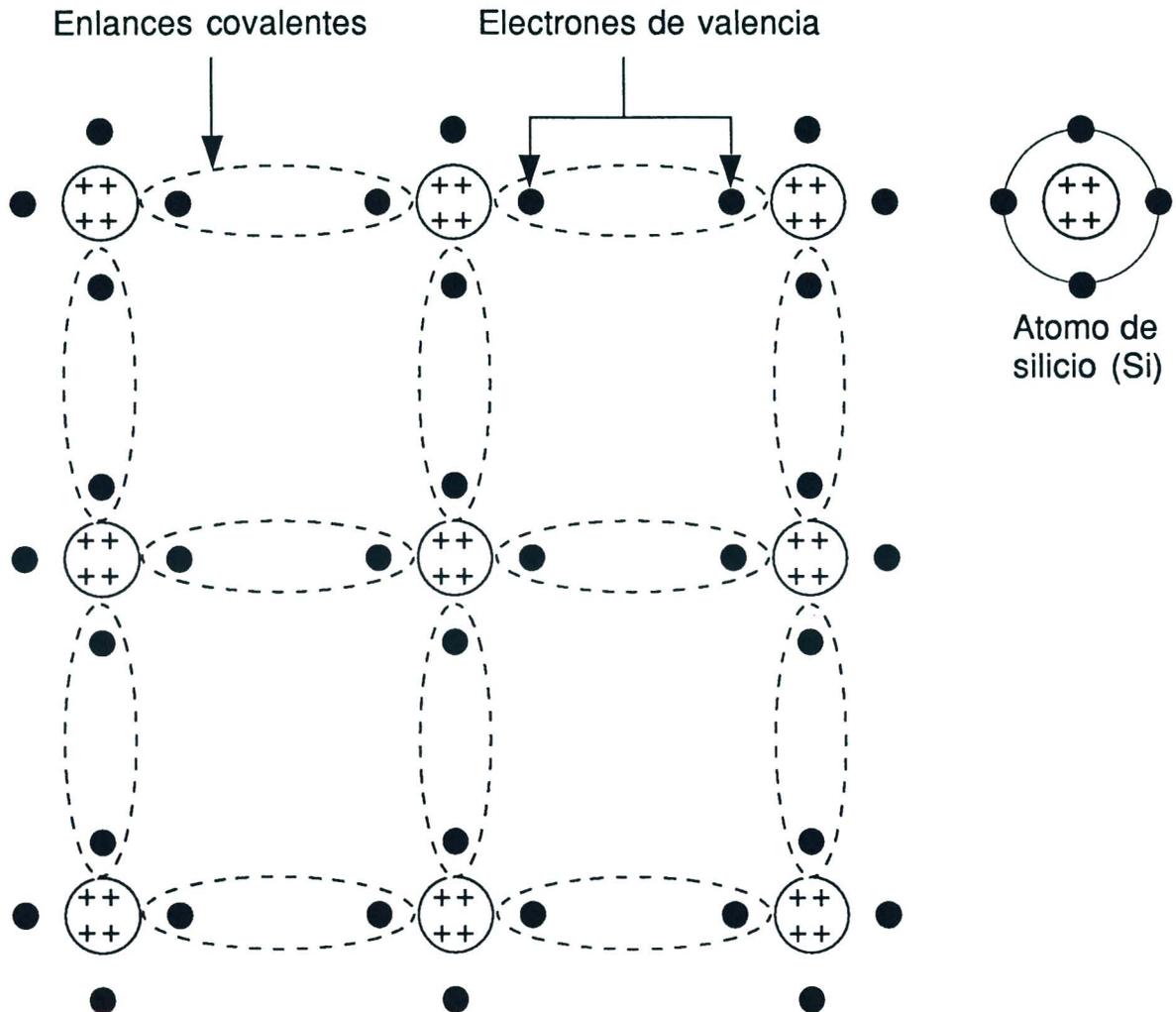


Fig. 11.1.3

Los dos electrones, que están representados con dos puntos puestos entre una pareja de átomos de silicio, provienen cada uno de tales átomos y el hecho que vengan puestos en común es una propiedad fundamental de la covalencia o enlace de parejas de electrones. En el cristal perfecto, en el cero absoluto, ningún electrón está libre de moverse en el interior del retículo cristalina, por lo tanto el silicio se comporta como un perfecto aislante.

Al aumentar la temperatura algunos electrones pueden liberarse no participando más al enlace interatómico, determinando una conductibilidad débil. Tal efecto puede ser también obtenido, poniendo el cristal debajo de oportunas radiaciones electromagnéticas. Una vez que un electrón se ha liberado, el enlace correspondiente posee un electrón menos de aquéllos necesarios en su completamiento; se tiene, o sea, una falta de electrones llamada **laguna**. No solamente los electrones libres sino también las lagunas pueden moverse al interno del cristal. En efecto, la laguna puede capturar un electrón de un átomo vecino y el electrón que falta en este último puede ser reemplazo por otro electrón capturado de otro átomo y así continúa.

Por ejemplo, la fig. 11.1.4 (a) representa una fila de átomos; el enlace entre el átomo 6 y el átomo 7 ha perdido un electrón y presenta por lo tanto una laguna. Cuando un electrón, proveniente del enlace entre el átomo 8 y el átomo 7, llena tal laguna, se obtiene la situación mostrada en la fig. 11.1.4 (b).

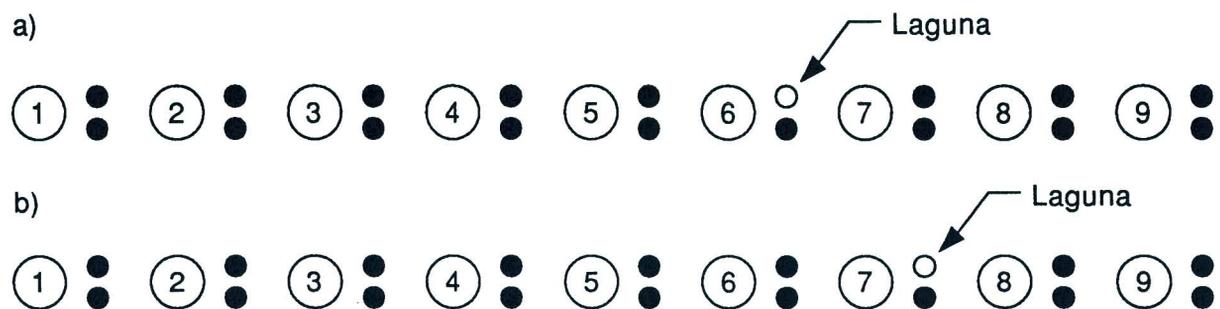


Fig. 11.1.4

El electrón se ha movido hacia la izquierda, pero el resultado final equivale a un movimiento de la laguna hacia la derecha. En el movimiento de un electrón en un sentido corresponde el movimiento de una laguna en sentido contrario; la laguna equivale, por lo tanto, a un portador de carga positiva. Un semiconductor que no contiene impurezas y cuya conductibilidad es debida únicamente a la formación de electrones libres y lagunas, a causa de la ruptura de enlaces por efecto térmico o por irradiación, se denomina **intrínseco**.

En un semiconductor intrínseco evidentemente el número de electrones libres iguala a aquél de las lagunas. Por ejemplo: a temperatura ambiente, en el germanio el número de electrones libres y de lagunas es par a alrededor de $2,5 \times 10^{13}$ por cada cm^3 de material (cerca a 1 átomo, cada 2×10^9 átomos, libera por lo tanto una pareja de electrón-laguna), mientras en el el silicio el número de parejas de electrones libres-laguna es par a alrededor de $1,5 \times 10^{10}$ por cada cm^3 de material (cerca a 1 átomo, cada 3×10^{12} átomos, libera por lo tanto una pareja de electrón-laguna). A temperatura ambiente la resistividad del germanio es alrededor de $45 \Omega \times \text{cm}$ y aquélla del silicio es alrededor de $230000 \Omega \times \text{cm}$.

La agregación de impurezas de elementos como el fósforo, el arsénico o el antimonio que posee un electrón, disponible en la formación de enlaces interatómicos, mayor con respecto al silicio (o al germanio) determina la presencia de un electrón en exceso con respecto al número de aquéllos que aseguran los enlaces en la red; tal electrón puede aparecer fácilmente libre y participar en la conducción. Las impurezas vienen denominadas **donantes** de electrones y el cristal que lo contiene viene llamado de **tipo n** (ver fig. 11.1.5.).

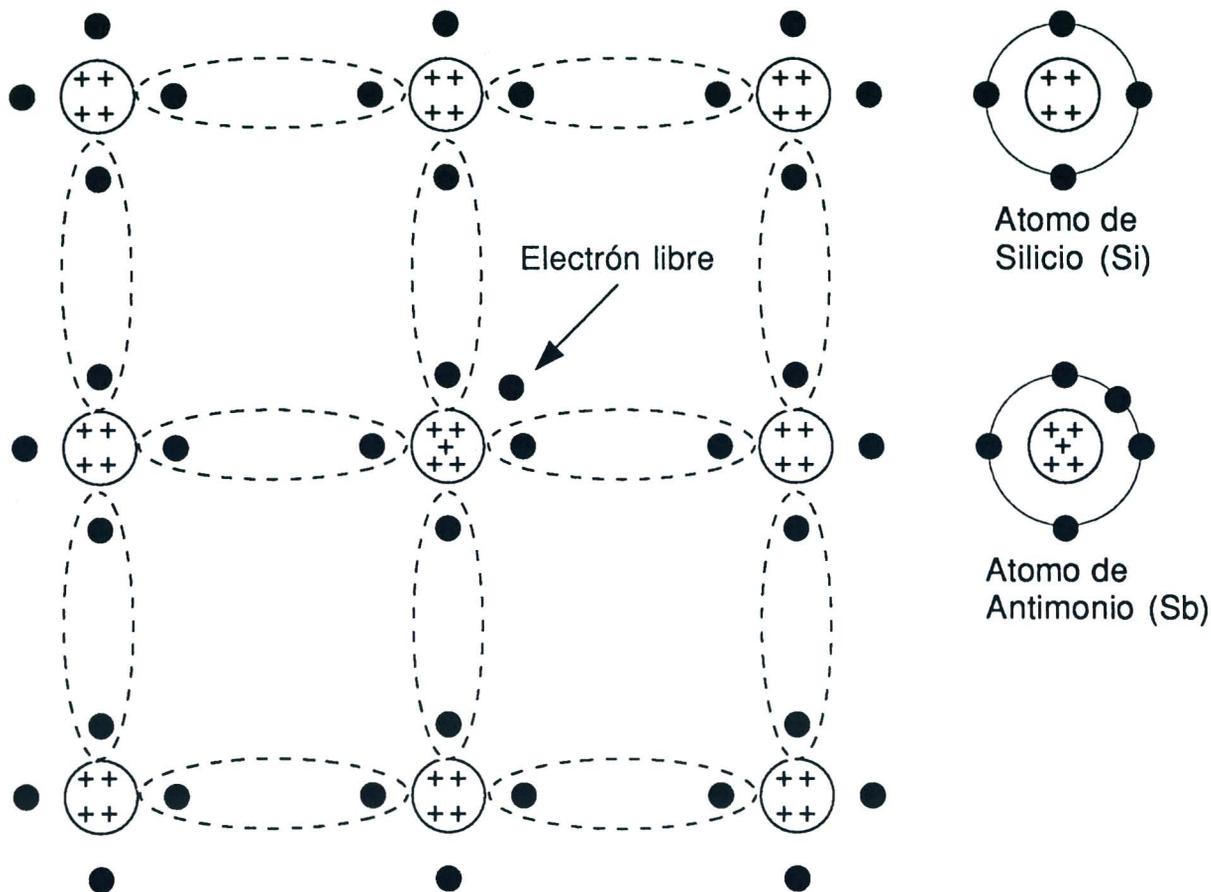


Fig. 11.1.5

La agregación de impurezas como el boro o aluminio o el galio que posee un electrón disponible en la formación de enlaces interatómicos, menor con respecto al silicio, determinan en cambio, la formación de una laguna. El átomo extraño es llamado **aceptor** de electrones; y la laguna moviéndose en el retículo bajo la acción de una diferencia de potencial, da lugar a una corriente eléctrica como haría una carga positiva en movimiento. El cristal que contiene impurezas de este tipo viene llamado de **tipo p** (ver fig. 11.1.6).

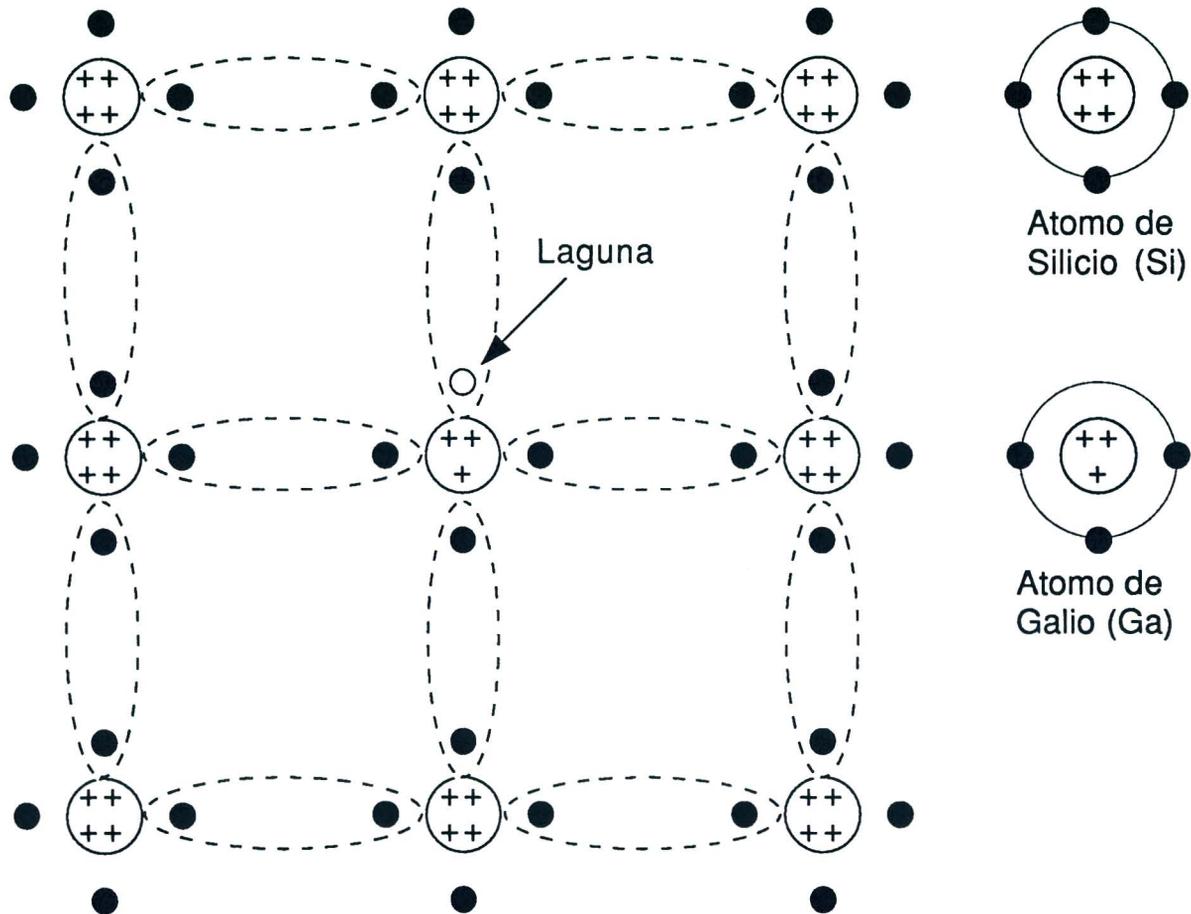


Fig. 11.1.6

La presencia de impurezas en concentración aunque relativamente baja, altera notablemente las propiedades eléctricas del semiconductor. Por ejemplo, en el germanio, la presencia de un átomo donante cada 10^8 átomos (dopaje bajo) disminuye la resistividad cerca a 12 veces; la presencia de un átomo donante cada 10^6 átomos (dopaje medio) disminuye la resistividad cerca a 1200 veces. Para fuertes dopajes (un donante cada 1000 átomos) la resistividad disminuye de un factor 10^6 . Se observa que el silicio y el germanio más puros que se puedan obtener contienen de todas formas una impureza cada 10^{11} átomos de material.

Ya que a temperatura ambiente el número de parejas laguna-electrón creadas por efecto térmico es de más o menos una pareja cada 2×10^9 átomos en el caso del germanio, mientras en el caso del silicio es más o menos de una pareja cada 3×10^{12} átomos, es evidente que se puede obtener sólo germanio intrínseco a temperatura ambiente y no silicio.

FORMACION DE UNA UNION P - N

Llevando a contacto un semiconductor de tipo N y un semiconductor de tipo P se obtiene una unión P - N (fig. 11.1.7)

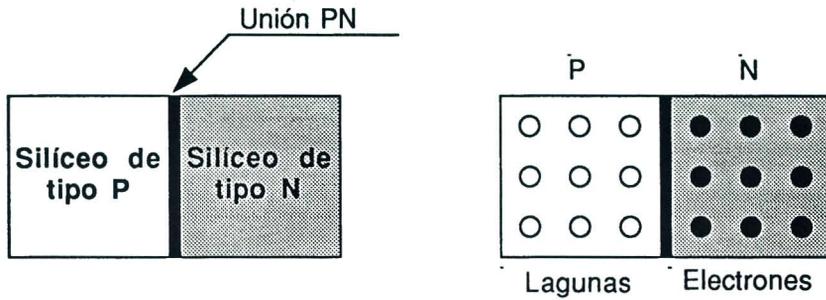


Fig. 11.1.7

En efecto, la formación de una unión implica procesos tecnológicos bastante complejos, con los cuales se debe mantener a través de la unión, la continuidad de la estructura cristalina del material semiconductor usado. No apenas se forma la unión, en la región inmediatamente adyacente se tiene una difusión espontánea de electrones del semiconductor de tipo n hacia el semiconductor de tipo p y de lagunas en sentido inverso; en practica los electrones y las lagunas que se encuentran en la zona de la unión se eliminan unos contra otros, en el sentido que los electrones neutralizan las lagunas. Tal región, llamada zona de evacuación para drogajes bajas, se entiende para cerca 1 milésimimo de milímetro (micron).

Una vez obtenido este pasaje de cargas, los dos pedazos de material no son más eléctricamente neutros. En efecto, el material de tipo p que ha perdido lagunas y adquirido electrones ha asumido una carga negativa, mientras el material de tipo n que ha perdido electrones y capturado lagunas ha asumido una carga positiva. La presencia de cargas negativas y positivas en el material respectivamente de tipo p y de tipo n determina una diferencia de potencial U_b (con el semiconductor n positivo respecto al semiconductor p) que por una unión P-N construida a partir del germanio drogado tiene valor 260 mV, mientras para una unión P-N construida a partir del silicio tiene cerca al valor doble. Esta diferencia de potencial obstacula el pasaje de otros electrones del semiconductor de tipo n hacia el semiconductor de tipo p y de lagunas en sentido contrario (ver fig. 11.1.8).

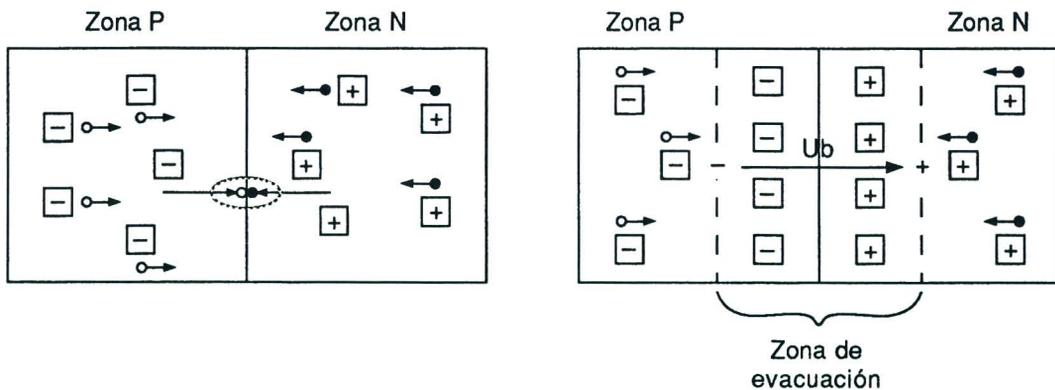


Fig. 11.1.8

Página blanca

LECCION 11.2

Diodo a semiconductor y su comportamiento

❑ OBJETIVOS:

Conocer:

- el principio del funcionamiento de un diodo de semiconductor
- la curva característica de un diodo y los relativos parámetros
- las aproximaciones de la curva característica comúnmente usadas
- algunos ejemplos de circuitos en corriente continua que emplean diodos.

Saber:

- analizar el comportamiento de simples circuitos en corriente continua que emplean diodos.

❑ PRERREQUISITOS:

- ley de Ohm y principios de Kirchoff
- gráficos cartesianos y representación gráfica de la recta.

❑ COTENIDOS:

- polarización de la unión P-N
- el diodo ideal y el diodo real
- el diodo como elemento circuital
- algunos ejemplos del empleo de diodos en circuitos en corriente continua

Página blanca

POLARIZACION DE LA UNION P - N

Si a una unión P-N se aplica una diferencia de potencial U_e contraria a aquélla creada por efecto de la difusión de las cargas (o sea, una tensión en la cual el semiconductor de tipo p es positivo con respecto al semiconductor de tipo n) viene restablecida de nuevo la difusión de cargas. La unión se dice polarizada en **sentido directo** (fig. 11.2.1).

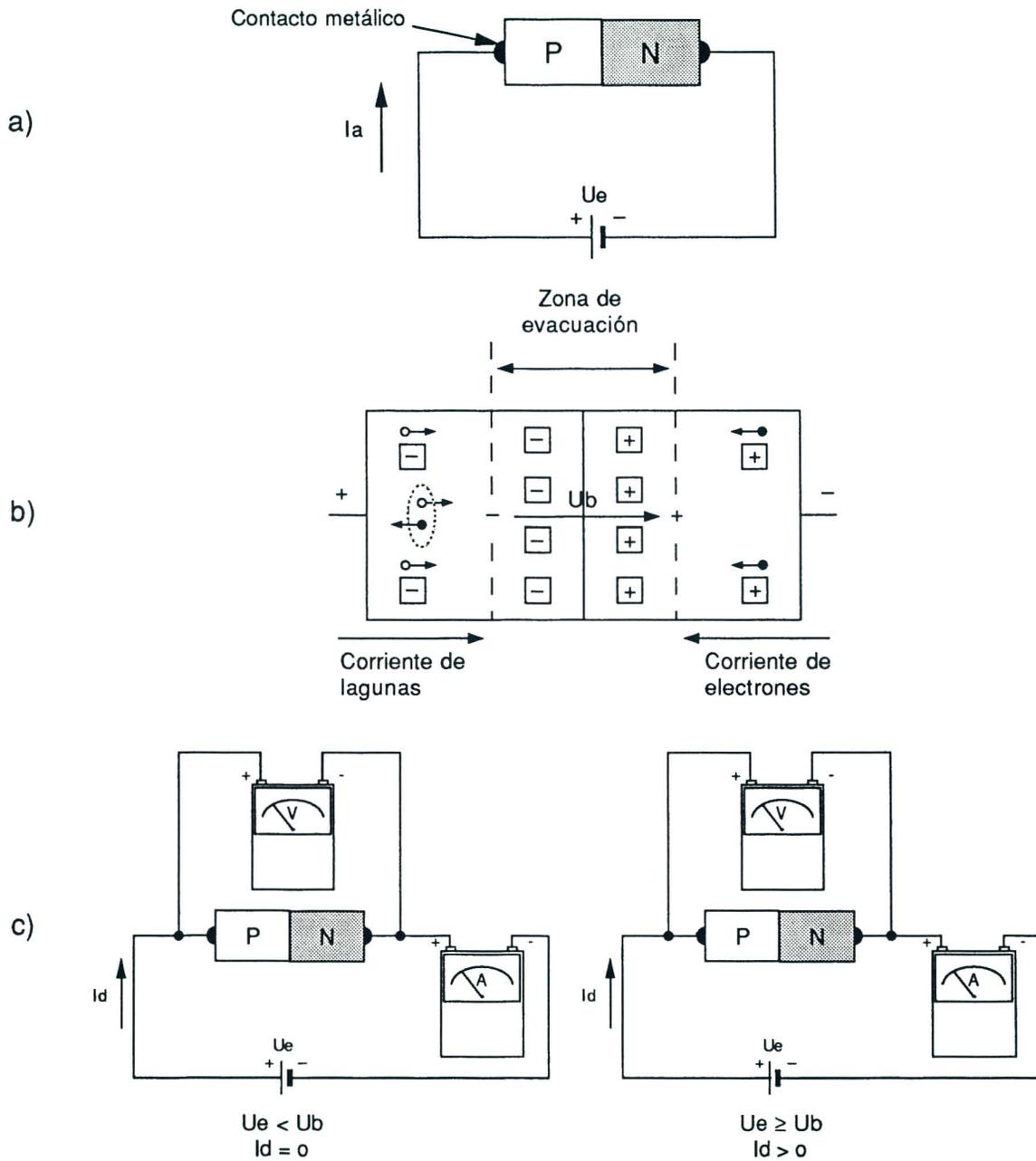


Fig. 11.2.1

Se establece, por lo tanto, una corriente dependiente del valor de la tensión externa aplicada; es de intuir que tal corriente asume valores apreciables, sólo cuando la tensión externa (U_e) es del tipo de magnitud de la barrera de potencial (U_b).

Si en cambio se aplica una diferencia de potencial concorde con aquélla creada por efecto de la difusión de las cargas, la zona de evacuación aumenta su extensión y la unión no conduce. En este caso la unión se dice polarizada en **sentido inverso** (fig.11.2.2.).

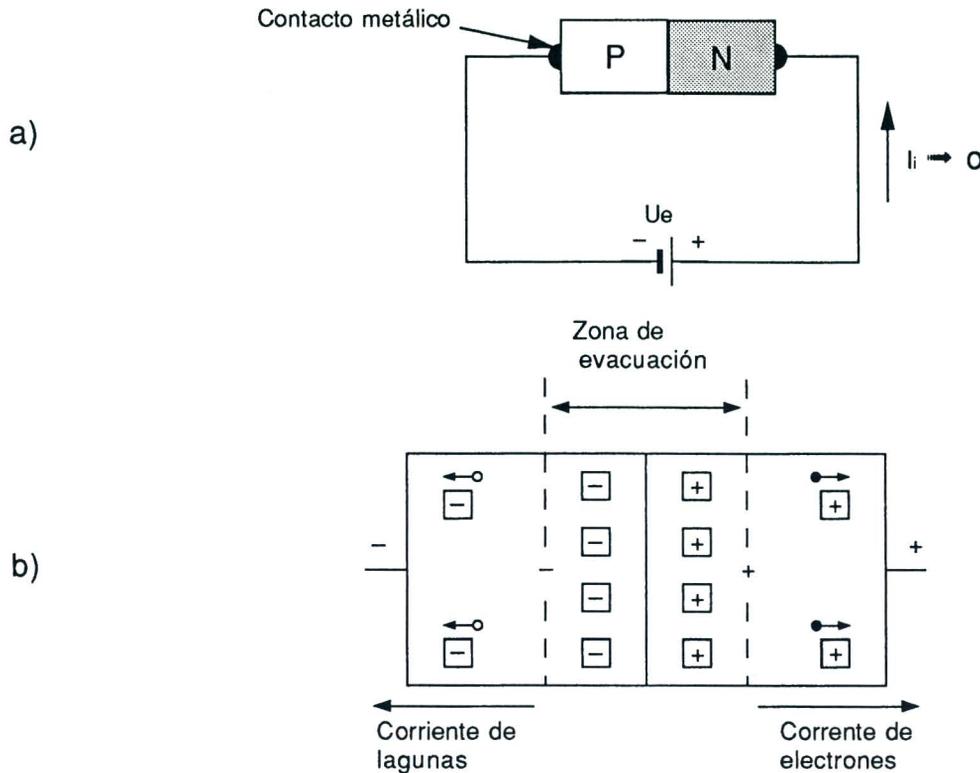


Fig. 11.2.2

En realidad, cuando la unión es polarizada inversamente, en el circuito afluye una debilísima corriente. En esta situación el semiconductor de tipo p es potencial negativo con respecto a aquel de tipo n. Las lagunas creadas en la zona de tipo n y los electrones creados en la zona p, por efecto intrínseco pueden moverse respectivamente hacia la zona p y la zona n, determinando una débil corriente positiva en el sentido n-p. Si se observa que los portadores de carga intrínsecos están presentes en cantidad bastante menor en el silicio con respecto al germanio (cerca 10^3 veces menos); esta débil corriente, llamada corriente inversa I_i , es por lo tanto bastante menor en las uniones del silicio con respecto a aquélla del germanio en paridad de otras condiciones.

EL DIODO IDEAL Y EL DIODO REAL

El **diodo** es un componente electrónico constituido de un cristal semiconductor (muchas veces pero no necesariamente, de silicio o de germanio) en el cual ha sido realizado una unión P-N. En el cristal vienen sucesivamente aplicados dos reóforos (terminales) y todo viene encapsulado en un contenedor de material aislante que tiene el objetivo de aislar y proteger el componente. Los dos terminales se llaman ánodo (A) y cátodo (K): el ánodo es el terminal conectado en la zona P, el cátodo es el terminal conectado en la zona N. El símbolo circuital del diodo está presentado en la fig. 11.2.3.

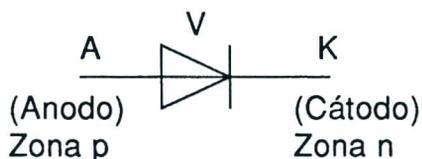


Fig. 11.2.3

La fig. 11.2.4 indica en cambio, como identificar el cátodo en algunos tipos de diodos.

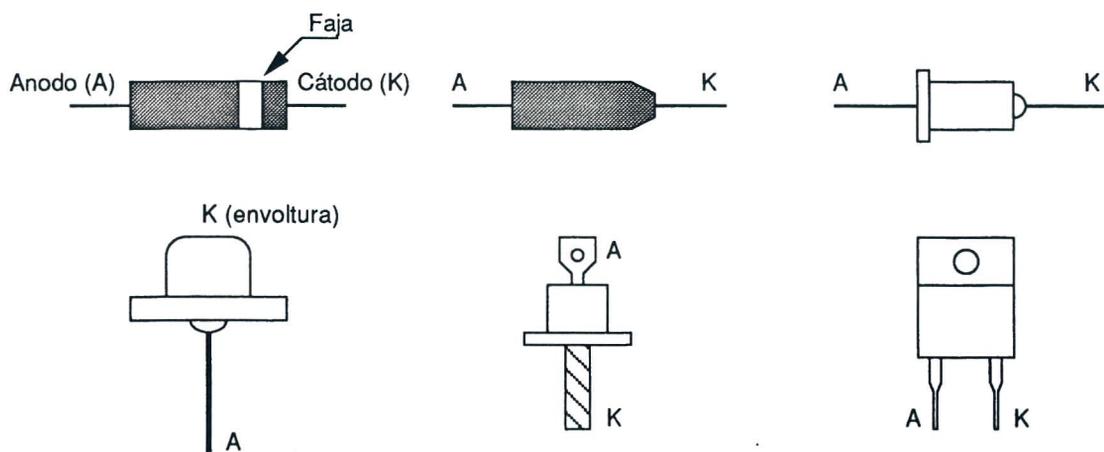


Fig. 11.2.4

La dirección de la corriente que atraviesa el diodo (asumida positiva en el verso A - K) en función de la diferencia de potencial $U_A - U_K = U_{AK}$ es reportado en la fig. 11.2.5 por un diodo de silicio.

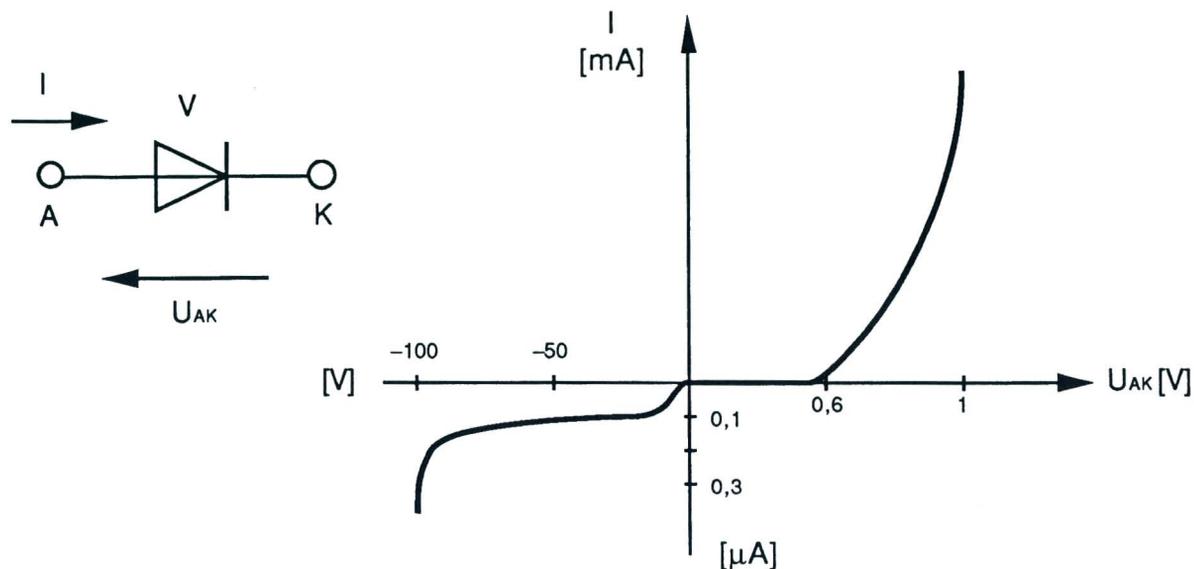


Fig. 11.2.5

Según el máximo valor de corriente y por lo tanto de la máxima potencia que puede soportar, un diodo viene clasificado como diodo de señal o diodo de potencia. En la tabla 11.2.1 a título de ejemplo, se presentan las características de un diodo de señal de potencia.

Parámetros relativos a un diodo de señal y a un diodo de potencia (Ref. manual PHILIPS)	Diodo de señal BAX13	Diodo de potencia BY127
Máximo valor de la corriente continua (I_{max})	75 mA	1 A
Máximo valor de pico de la corriente de 50 Hz	150 mA	10 A
Máximo valor de pico de la corriente de duración de 1 seg.	500 mA	
Máximo valor de pico de la corriente de duración de 1 μseg.	2 A	40 A (10 ms)
Máximo valor de la tensión inversa (V_{imax})	50 V	1250 V
Máximo valor de la corriente inversa	$V_i = 50 \text{ V}$ $I_s < 0,2 \mu\text{A}$	$V_i = 1250 \text{ V}$ $I_s < 10 \mu\text{A}$
Potencia máxima tolerada	0,33 W	2,5 W

TAB. 11.2.1

Los diodos de potencia se presentan bastante más voluminosos de aquellos de señal y vienen realizados con tecnología diversa respecto a estos últimos. La diferencia entre los dos tipos se refiere sólo a los valores de las magnitudes eléctricas empleadas durante el funcionamiento pero no el modo de funcionar. En la tabla 11.2.2. se presenta el significado de las letras en las abreviaturas de los semiconductores.

Standard Europeo (Pro Electron)

PRIMERA LETRA (material)	SEGUNDA LETRA (empleo)	TERCERA LETRA
A Germanio	A Diodo de señal	Z
B Silicio	B Diodo de capacidad variable	Y
C Arseniuro de Galio	C Transistor para baja frecuencia	X
D Antimoniuro de Indio	D Transistor de potencia para baja frecuencia	} Tipos profesionales
	E Diodo túnel	
	F Transistor para alta frecuencia	
	L Transistor de potencia para alta frecuencia	
	S Transistor para conmutación	
	U Transistor de potencia para conmutación	
	Y Diodo rectificador	
	Z Diodo Zener	

Standard Americano (Jedec)

PRIMERO SIMBOLO	SEGUNDO SIMBOLO	TERCER SIMBOLO
1 Diodo	N Diodo, transistor	Cifras de 2 + 4
2 Transistor		

Ejemplos: 1N4007 Contradistingue un diodo
 2N3055 Contradistingue un transistor

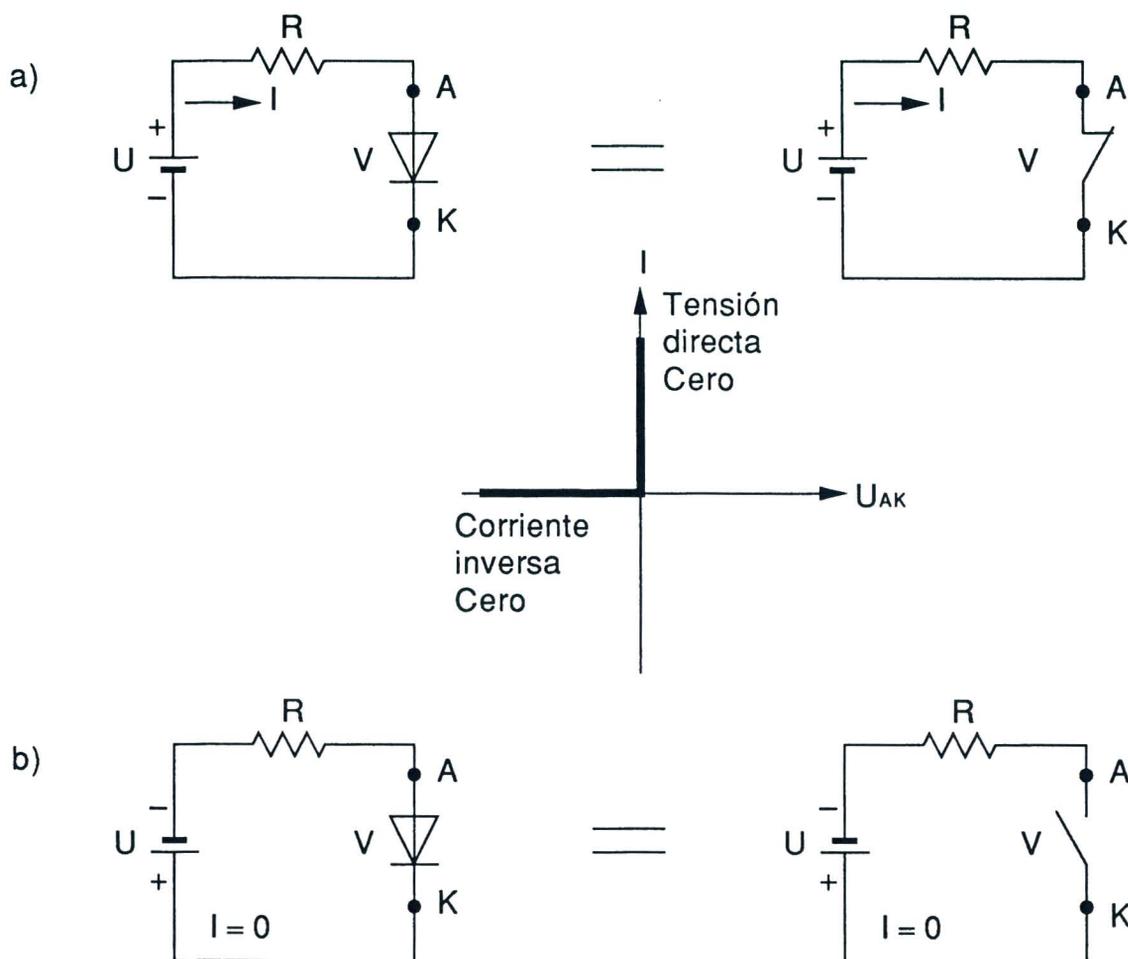
TAB. 11.2.2

En una primera aproximación, la curva característica de un diodo puede ser esquematizada como en la fig. 11.2.6a que corresponde a un cortocircuito en caso de polarización directa y a un circuito abierto en caso de polarización inversa (fig. 11.2.6b).

En esta aproximación el diodo se considera ideal.

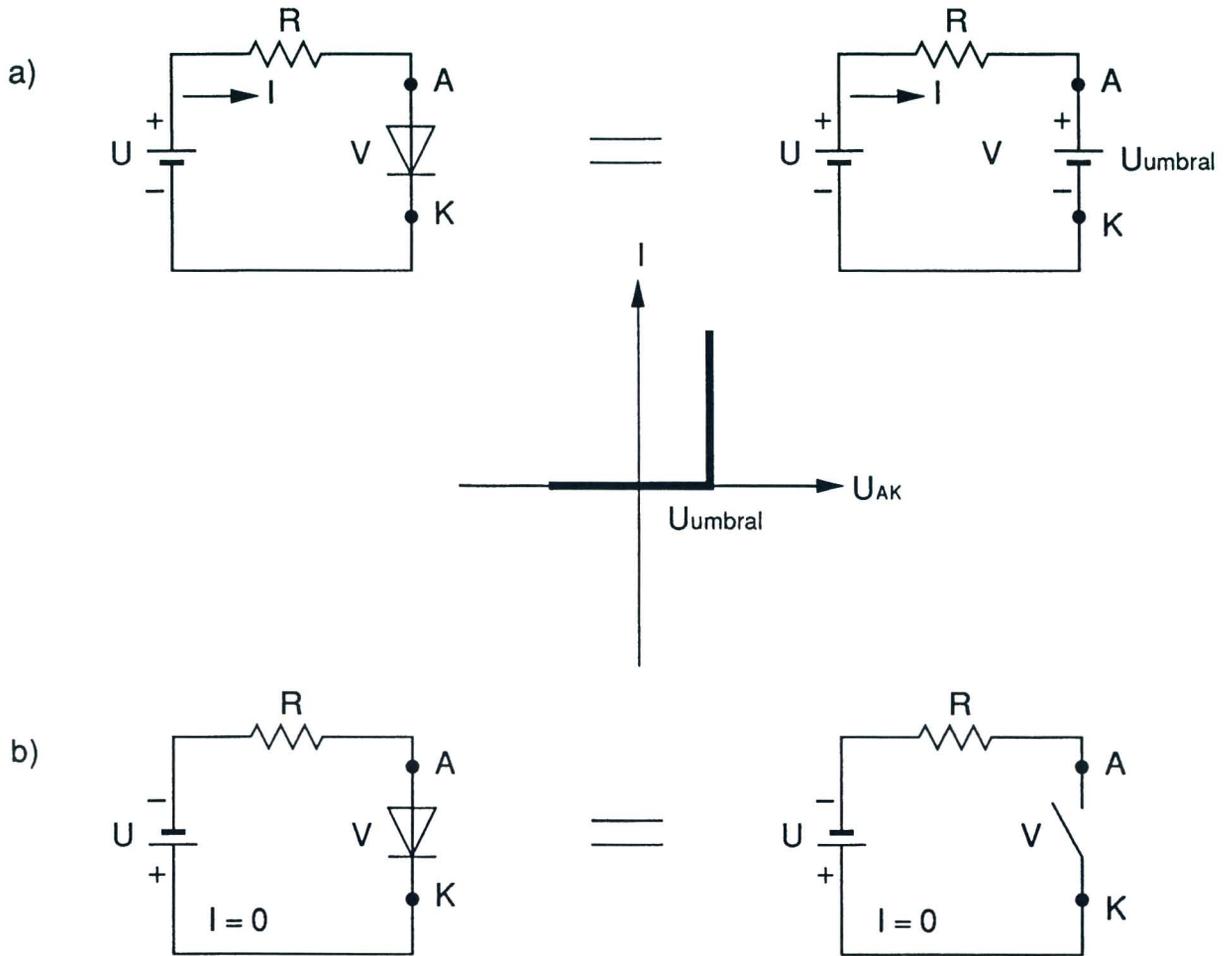
La corriente resulta par a U/R para la polarización directa y nula para la polarización inversa.

La caída de tensión sobre el diodo en las dos situaciones resulta respectivamente cero y U .

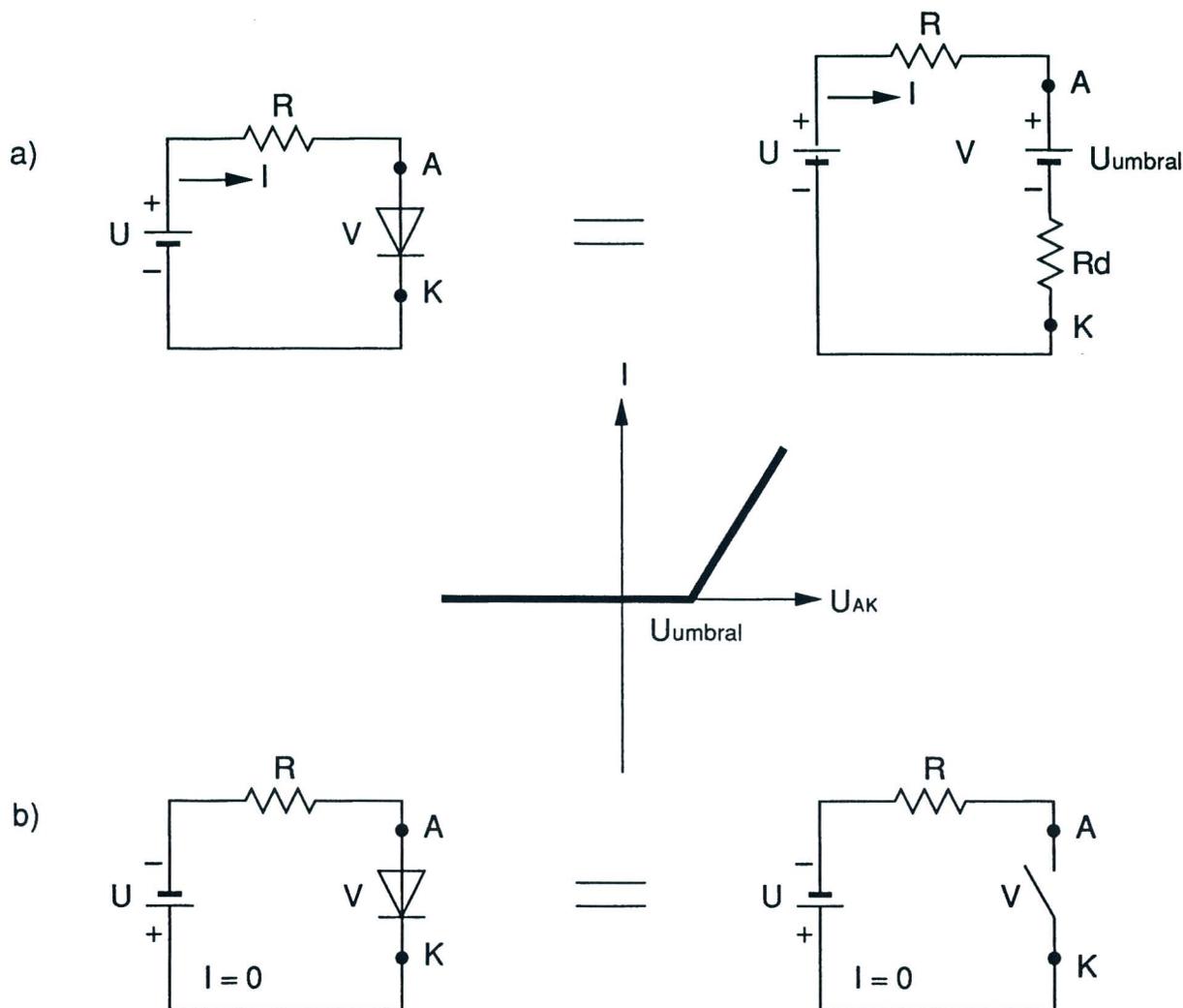


Una aproximación más refinada (llamada segunda aproximación) está representada fig. 11.2.7 por una recta vertical correspondiente al valor U_{umbral} cuando $U > U_{umbral}$ (donde $U_{umbral} = 0.3V$ para diodos del germanio y $U_{umbral} = 0.6V$ para aquellos del silicio) y de una recta horizontal correspondiente al valor $I = 0$ para $U < U_{umbral}$.

En esta aproximación cuando $U > U_{umbral}$ el diodo conduce; la caída de tensión sobre él resulta U_{umbral} y la corriente asume el valor $I = (U - U_{umbral})/R$, mientras para $U < U_{umbral}$ el diodo se comporta como un circuito abierto.



En una aproximación todavía más sofisticada (llamada tercera aproximación) para $U > U_{\text{umbral}}$ la curva característica viene representada por una recta no más vertical, como en aproximación dos, pero inclinada según una pendiente que puede variar de diodo a diodo (ver fig. 11.2.8) en función de la resistencia directa R_d . La corriente que atraviesa el diodo resulta nula para $U < U_{\text{umbral}}$.



¿Cuál aproximación usar?

La primera aproximación permite una rápida y fácil análisis preliminar y cualitativo del circuito; es bastante precisa también del punto de vista cuantitativo si la tensión U resulta mucho más grande U_{umbral} y si R es suficientemente elevada (típicamente al menos del orden de una centena de Ohm). Si U es pequeña, es más oportuno usar la segunda aproximación. Si también R tiene valores pequeños es necesario usar la aproximación tres.

 EL DIODO COMO ELEMENTO CIRCUITAL

El análisis de un circuito que contiene un diodo, puede ser efectuado según las siguientes líneas:

Se considera como ejemplo el circuito en la fig. 11.2.9

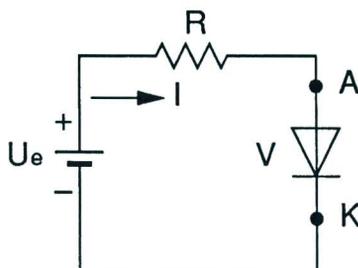


Fig. 11.2.9

que comprende un diodo en serie con una resistencia y una tensión continua.

Del segundo principio de Kirchoff se obtiene :

$-U_e + U_{AK} + R \cdot I = 0$ dove U_e y R se consideran valores notables. Tal ecuación representa en las variables U_{AK} y I una recta que corta el eje horizontal U en el punto U_e y el eje vertical I en el punto U_e/R . Tal recta (llamada recta de carga) interseca la curva característica del diodo en un punto Q llamado punto de trabajo cuya abscisa representa la caída de tensión sobre el diodo y cuya ordenada representa la corriente del circuito (fig. 11.2.10).

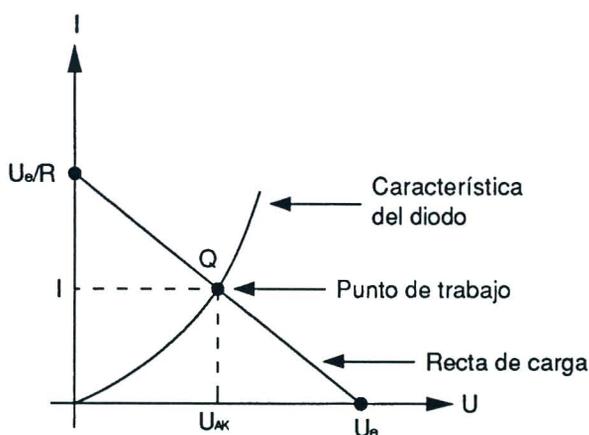


Fig. 11.2.10

A continuación se presentan algunos ejemplos de circuitos en corriente continua que emplean diodos.

Ya que estamos interesados sólo a un análisis cualitativo del comportamiento de los circuitos, utilizaremos la aproximación cero.

Página blanca

**ALGUNOS EJEMPLOS DE EMPLEO DE DIODOS
EN CIRCUITOS EN CORRIENTE CONTINUA**

a) Conexión de una batería-tampón.

El dispositivo electrónico representado en la fig. 11.2.11 es alimentado por una tensión de 15 V. Tal dispositivo cesa de funcionar si la tensión de alimentación desciende bajo 12 V. Para evitar que en caso de un mal funcionamiento del alimentador, el dispositivo se bloquee, viene conectada una batería "tampón" de 12 V.

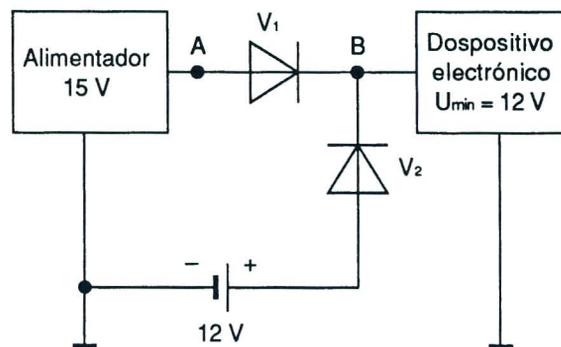


Fig. 11.2.11

Hasta que el alimentador funciona regularmente, la tensión B es par a aquella en A: el diodo V_2 es polarizado inversamente y no conduce. Por lo tanto, en tal situación la batería no eroga corriente. Si la tensión de alimentación en A baja por ejemplo a cero (o de cualquier modo, debajo de 12 V) el diodo V_2 viene polarizado directamente. La tensión en B asume el valor de 12 V y el dispositivo electrónico continua a funcionar. En esta situación, el diodo V_1 es polarizado inversamente y la corriente generada de la batería no atraviesa el alimentador que resulta, en práctica, "aislado" del circuito.

b) Circuito AND

El circuito AND es sustancialmente un dispositivo de más ingresos y una salida. Tal salida es aproximadamente de potencial cero cuando al menos uno de los ingresos es de potencial nulo.

Cuando todos los ingresos son de potencial U también la salida se conduce a tal potencial.

El circuito AND puede ser realizado como en la fig. 11.2.12

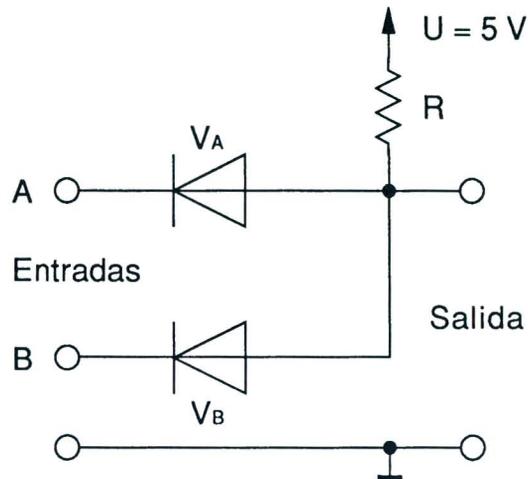


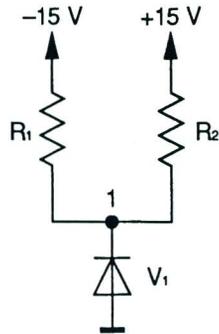
Fig. 11.2.12

Supongamos que uno de los ingresos (por ejemplo A) se encuentre en potencial nulo. El diodo V_A , polarizado directamente, lleva la salida al potencial nulo (cero Volt). Si todos los ingresos se encuentran, en cambio, en potencial 5 V, los diodos, todos polarizados inversamente, llevan la salida a potencial 5 V.

El circuito AND forma parte de la familia de los circuitos lógicos de fundamental importancia en la electrónica digital. Como se observa, puede ser realizado únicamente a partir de diodos (se habla por lo tanto de lógica DL - Diode-Logic) aunque si es obtenido más frecuentemente mediante transistor (lógica TL - Transistor-Logic).

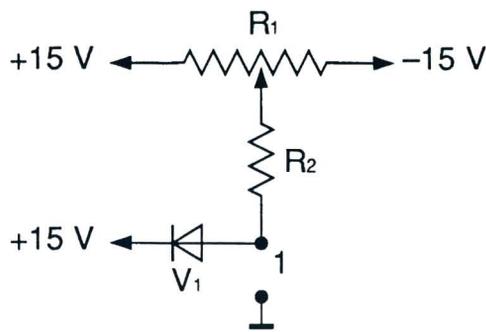
c) Ejercicio: en los circuitos presentados en la fig. 11.2.13 a), b) y c), determinar la tensión en los puntos 1 y 2.

a)



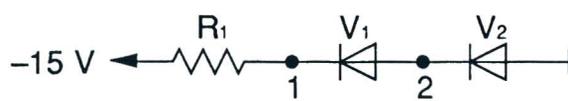
$U_1 = ?$
 $R_1 = 4,7 \text{ k}\Omega$
 $R_2 = 4,7 \text{ k}\Omega$
 $V_1 = \text{diodo al silicio}$

b)



$U_{1\text{min}} = ?$
 $U_{1\text{max}} = ?$
 $R_1 = 5 \text{ k}\Omega$
 $R_2 = 2,7 \text{ k}\Omega$
 $V_1 = \text{diodo al silicio}$

c)



$U_1 = ?$
 $U_2 = ?$
 $R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega$
 $V_1 \text{ e } V_2 = \text{diodo al silicio}$

Fig. 11.2.13

Página blanca

LECCION 11.3

Medida de la característica volt - amperimétrica del diodo

❑ OBJETIVOS:

Conocer:

- el modo de obtener la característica volt-amperimétrica de un diodo
- cuáles instrumentos (y con cuáles características de sensibilidad y precisión) son requeridos

Saber:

- lograr prácticamente a obtener tal característica

❑ PRERREQUISITOS:

- conocimiento de la modalidad de empleo del generador de tensión, del voltímetro y del amperímetro
- conocimiento de la Lección 11.2

❑ CONTENIDOS:

- verificación de la integridad de un diodo con un ohmetro
- polarización directa
- polarización inversa

Página blanca

VERIFICACION DE LA INTEGRIDAD DE UN DIODO CON UN OHMETRO

Primero de iniciar el trabajo, conviene verificar la integridad del diodo en exámen. Se procede en primer lugar a identificar el cátodo; por lo tanto se conecta un ohmetro al diodo con el puntal positivo sobre el ánodo y aquél negativo sobre el cátodo. La resistencia (en este caso la polarización es directa) debe resultar muy baja (del orden de una centena de Ohm). Se invierten por lo tanto los puntales (polarización inversa): la resistencia deberá resultar muy alta (megaohm) (ver fig. 11.3.1).

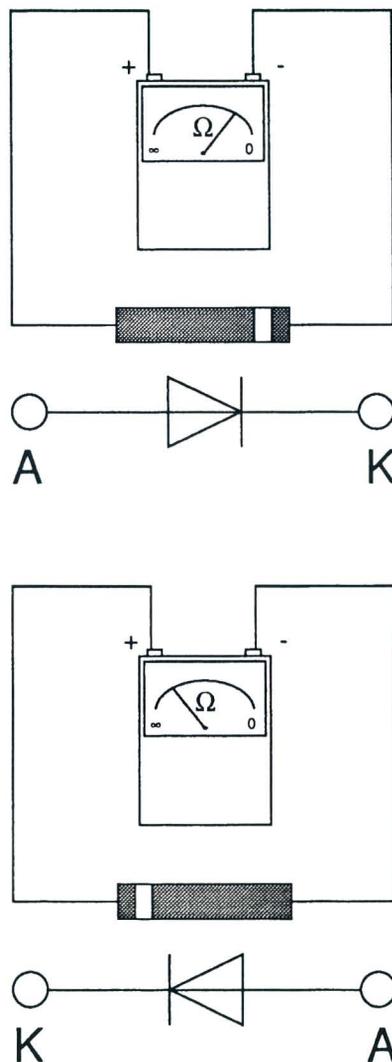


Fig. 11.3.1

Si para ambos, en los tipos de polarización se leen pocos Ohm, la unión está cortocircuitada; si en cambio, resulta en ambos casos muy elevada, la unión está abierta. Esta prueba puede ser conductada sólo con ohmetros que trabajan con tensiones superiores a U_{umbra1} ; por lo tanto, no todos los multímetros digitales son adecuados.

Página blanca

POLARIZACION DIRECTA

Para la obtención de la característica directa de un diodo puede ser utilizado el circuito representado en la figura 11.3.2.

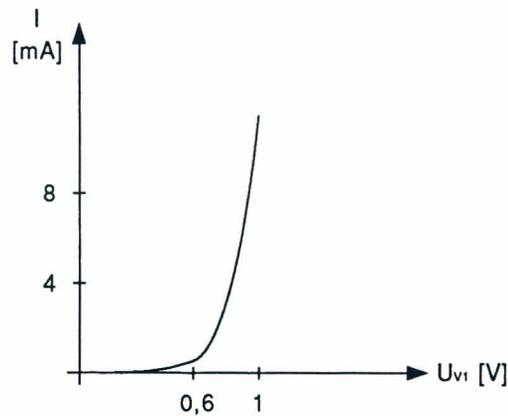
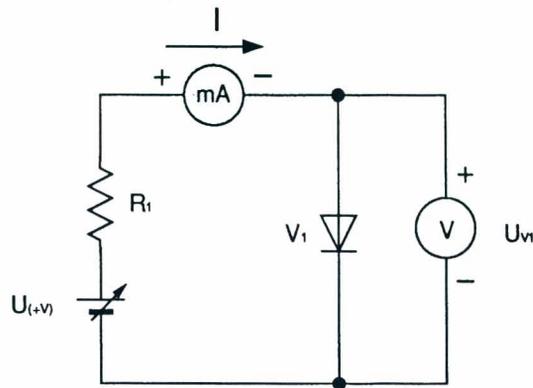


Fig. 11.3.2

El generador de tensión debe ser en grado de erogar una tensión variable entre cero y algunos Volt con una sensibilidad par por lo menos al décimo de Volt. La resistencia R_1 sirve para limitar la corriente en el circuito ya que la tensión en los extremos del diodo se mantiene casi constante y de todas formas inferior al Volt. La corriente del circuito resulta: $I = (U_{(+v)} - U_{V1})/R_1$ por lo tanto la resistencia R_1 debe ser elegida en modo que la corriente no supere el valor máximo tolerado por el diodo ($R_1 = U_{(+v)\max}/I_{\max}$). Evidentemente R_1 debe poder soportar una potencia par a $R_1 \cdot I_{\max}^2$. El voltímetro debe considerar al menos el décimo de Volt; mientras para el amperímetro es requerida una sensibilidad del orden del mA. Operativamente se incrementa $U_{(+v)}$ y se leen los valores de U_{V1} y I que vienen recogidos en una tabla después convertida en un gráfico.

POLARIZACION INVERSA

Se procede como en la fig. 11.3.3: incrementando la tensión viene detectado en un amperímetro de sensibilidad del orden del microamperio, una corriente inversa que aumenta ligeramente hasta que viene alcanzada la tensión de breakdown.

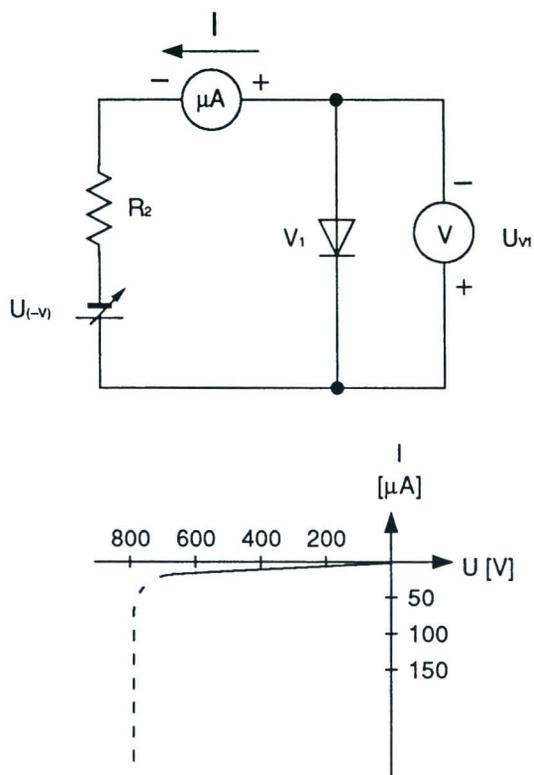


Fig. 11.3.3

Página blanca

LECCION 11.4

Aplicaciones específicas del diodo Zener y del led

❑ OBJETIVOS:

Conocer:

- que cosa es un diodo Zener, su principio de funcionamiento, sus empleos
- que cosa es el diodo led, su principio de funcionamiento, sus empleos

Saber:

- elegir oportunamente el diodo Zener requerido por un circuito dado, identificando los valores de los parámetros

❑ PRERREQUISITOS:

- conocimiento de la Lección 11.1 y 11.2

❑ CONTENIDO:

- descripción del diodo Zener
- el Zener como estabilizador
- característica del diodo Zener
- descripción del diodo led

OTROS DIODOS

Existen diodos de acoplamiento con características particulares con respecto a aquéllos analizados hasta ahora y que resultan de especial interés práctico: en especial el diodo Zener, el diodo varactor, el diodo Schottky, el diodo tunnel, el diodo led, etc.

Cabe resaltar que para el su uso frecuente, se indican el diodo Zener y el diodo led.

Página blanca

DESCRIPCION DEL DIODO ZENER

La corriente inversa de un diodo es, como se ha visto, es muy débil y tiende, al aumentar la tensión, a ser un valor constante I_s llamada corriente de saturación.

Pero cuando la tensión supera un cierto valor, llamado punto de Zener U_z , la corriente inversa tiende a aumentar muy rápidamente con la posible destrucción de la unión.

La explicación física está relacionada a dos efectos distintos:

- I) Zener avalanche: al aumento de la tensión los electrones libres, que constituyen las cargas minoritarias, adquieren energía para liberar por choques otras parejas electrón-laguna; éstas a su vez adquieren suficiente energía para romper otras uniones covalentes y de esta forma fuera. Es decir, se verifica un fenómeno de avalancha con un consiguiente aumento brusco de corriente.
- II) Zener Breakdown: fuertes campos eléctricos al interno de la unión pueden romper los enlaces que mantienen los electrones unidos a sus átomos y determinar por lo tanto la formación de parejas electrón-laguna. La nueva pareja así creada incrementa la corriente inversa.
Este efecto se verifica en cristales fuertemente combinados.

El diodo Zener se comporta como un normal diodo cuando es polarizado directamente; usualmente es utilizado en polarización inversa sin sufrir daños, con tal que naturalmente no se supere la máxima potencia de ejercicio P_{max} .

Los diodos con tensiones Zener U_z inferior a 6 V aprovechan en general el efecto II), mientras aquellos con tensiones U_z el efecto I).

Los Zener en comercio tienen tensiones comprendidas entre 1,8 y 200 V.

El símbolo circuital del diodo Zener es presentado en la fig. 11.4.1.

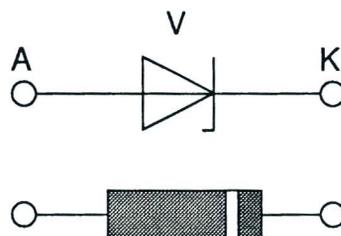


Fig. 11.4.1

En la fig. 11.4.2. está representada la curva característica de un diodo Zener.

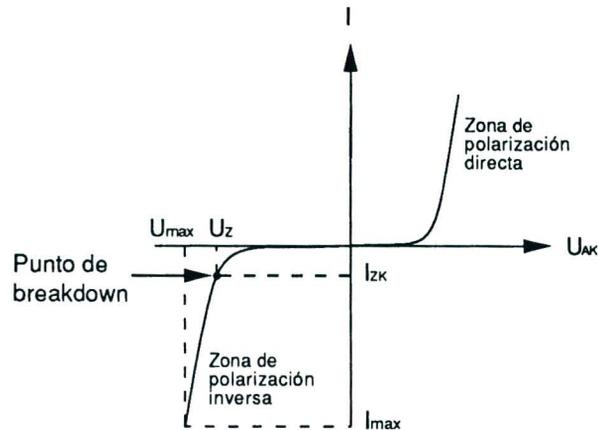


Fig. 11.4.2

Se note que la tensión es prácticamente constante cuando la corriente inversa que atraviesa el diodo es superior al valor I_{zk} . Cuando, en cambio, la corriente inversa disminuye volviendo a subir la rodilla de la curva, la tensión disminuye bruscamente.

Naturalmente el diodo Zener presenta también una corriente máxima soportable $I_{max} = P_{max}/U_Z$, de la cual si se sobrepasa el diodo se daña.

 EL ZENER COMO ESTABILIZADOR

El diodo Zener es sobre todo utilizado como estabilizador de tensión. Se considere como ejemplo el circuito de la fig. 11.4.3.

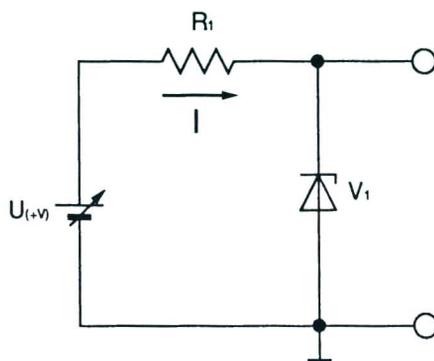


Fig. 11.4.3

Si la corriente I resulta comprendida entre I_{zk} e I_{max} la tensión en salida resulta constante y par a U_z , independientemente de la tensión erogada del generador.

Si por ejemplo :

$$I_{zk} = 1 \text{ mA}, \quad I_{max} = 10 \text{ mA}, \quad R_1 = 2000 \ \Omega, \quad U_z = 5 \text{ V}$$

ya que por el segundo principio de Kirchoff

$$U_{(+v)} = R_1 \cdot I + U_z$$

se obtiene que la salida está estabilizada a 5 V siempre y cuando $U_{(+v)}$ esté comprendido entre los valores

$$1 \text{ mA} \cdot 2000 \ \Omega + 5 \text{ V} = 7 \text{ V} \quad \text{y} \quad 10 \text{ mA} \cdot 2000 \ \Omega + 5 \text{ V} = 25 \text{ V}$$

En el momento que la tensión de alimentación desciende debajo de 7 V el diodo comienza a trabajar en la región sobre la rodilla y la tensión de salida cae por debajo de 5 V. Si la tensión de alimentación supera el valor de 25 V la corriente supera el valor máximo soportable por la unión.

La carga conectada con la salida resulta paralela con el diodo, substrayendo a éste parte de la corriente que lo atraviesa. Una carga suficientemente baja puede por lo tanto, llevar el valor de la corriente por debajo del valor I_z .

Por ejemplo; si en el circuito precedente $U_{(+v)} = 9$, se tiene que $I = 2$ mA. Una carga par 5000Ω puesta en paralelo con el diodo absorbería una corriente

$$I_{\text{carga}} = \frac{U_z}{5000} = 1 \text{ mA}$$

y la corriente que atraviesa el diodo descendería al valor $I_{zk} = 1$ mA. Por lo tanto una carga inferior a $5 \text{ k}\Omega$ llevaría el diodo a trabajar en la zona de no estabilidad. La elección de un diodo Zener como estabilizador debe ser hecha no solo sobre la base del valor al cual la tensión debe ser estabilizada, sino también sobre la base de los valores de $U_{(+v)}$ y de la carga.

CARACTERISTICAS DEL DIODO ZENER

Para la determinación de la curva volt-amperímetrica, véase la unidad didáctica 11.3 y la Guía Operativa.

Página blanca

DESCRIPCION DEL DIODO LED

Cuando un electrón libre satura (llena) una laguna, viene emitida una energía. En el silicio y en el germanio este fenómeno es acompañado de una producción de calor. En otros semiconductores, como por ejemplo el fosfuro de galio (GaP), la energía emitida aparece bajo la forma de radiación luminosa (luz).

El símbolo circuital del diodo led se presenta en la fig. 11.4.4.

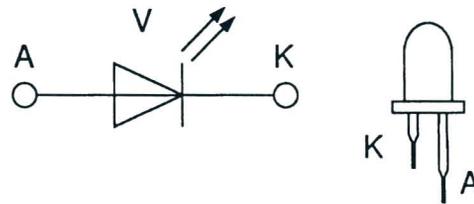


Fig. 11.4.4

Los diodos (light emitting diodes) emiten luz cuando son polarizados directamente por efecto de la recombinación entre electrones y lagunas; la intensidad luminosa resulta proporcional a la corriente que atraviesa el diodo (fig. 11.4.5)

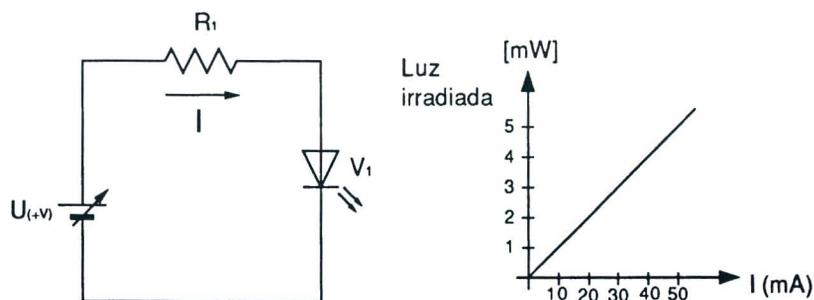


Fig. 11.4.5

El color de la luz emitida depende del tipo de diodo; por ejemplo los diodos de fosfuro de galio (GaP) emiten luz de color rojo; aquéllos de fosfuro arseniuro de galio (GaAsP) emiten luz de color verde o amarillo. Estos tipos de diodos son los más utilizados cuando es requerida una duración larga y una elevada resistencia mecánica.

Los diodos led vienen usados con resistores externos conectados en serie o también alimentados por una fuente de corriente constante.

Para la mayor parte de las aplicaciones es posible obtener la justa emisión de luz con $I = 5 - 25 \text{ mA}$ (led rojo) y $I = 10 - 40 \text{ mA}$ (led verde y amarillo).

La tabla 11.4.1. muestra los valores de los resistores que deben ser conectados en serie a un led con el fin de obtener la justa emisión de luz, en función de la tensión de alimentación.

COLOR LED	TENSION DE ALIMENTACION [V]	RESISTENCIA [Ω]	POTENCIA DE LA RESISTENCIA [W]
ROJO	5	270	0,125
	12	1k	0,125
	15	1,2k	0,25
VERDE AMARILLO/AMBAR	5	120	0,125
	12	470	0,25
	15	560	0,5

TABLA 11.4.1

El uso más común de los diodos led es en la construcción de dispositivos que toman el nombre de display con 7 segmentos. Los segmentos, identificados con una letra de A a G, pueden ser encendidos separadamente en modo de representar todos los números del 0 al 9. Pueden ser del tipo de ánodo común o a cátodo común (fig. 11.4.6.)

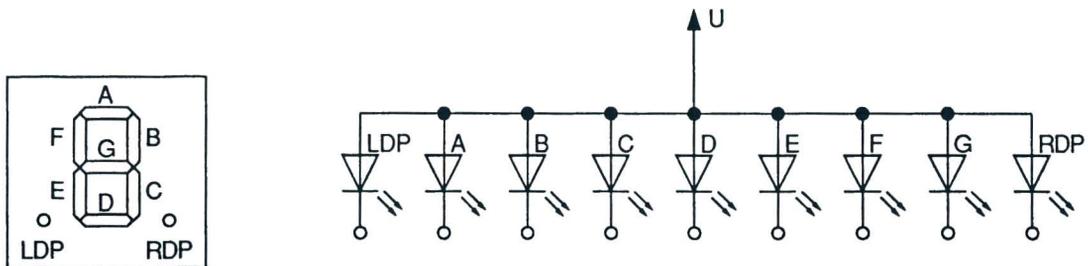


Fig. 11.4.6

APENDICE

Preguntas de evaluación sobre la Guía Operativa

Respuestas a la simulación de averías

Data Sheets

Página blanca

PREGUNTAS DE EVALUACION

UNIDAD DIDACTICA 1

A) La barrera de potencial del diodo, polarizado es aproximadamente :

- | | |
|----------|----------|
| 1) +0.3V | 3) +0.9V |
| 2) +0.6V | 4) +1.2V |

B) El diodo polarizado en sentido inverso tiene el siguiente comportamiento :

- | | |
|---------------------|---|
| 1) Conduce siempre | 3) Conduce si se supera la tensión de Breakdown |
| 2) No conduce nunca | |

C) La resistencia R1 sirve :

- | | |
|---|--|
| 1) Para limitar la corriente en el circuito en modo de no superar el valor máximo que puede soportar el diodo | 3) Para hacer caer más tensiones en los extremos del diodo |
| 2) Para mantener constante la corriente en el circuito | |

D) ¿En cuál zona de la característica obtenida experimentalmente el diodo directamente polarizado se comporta en modo similar a un circuito abierto?

- | | |
|--|--|
| 1) Para tensiones menores de la barrera de potencial | 2) Para tensiones mayores de la barrera de potencial |
|--|--|

E) En caso de polarización directa del diodo en la característica relativa a tensiones mayores de la barrera de potencial :

- | | |
|--|---|
| 1) La curva es horizontal | 3) La tensión en el diodo crece rápidamente |
| 2) La resistencia directa del diodo aproxima un circuito abierto | 4) La corriente en el diodo crece rápidamente |

UNIDAD DIDACTICA 2

A) ¿Cuál es el valor de tensión en el punto 1?

- | | |
|-----------|-----------|
| 1) +0.6 V | 3) -0.6 V |
| 2) -10 V | 4) 0 V |

B) Este diodo es polarizado 10 V -----|<-----0V

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1) Directamente | 2) Inversamente |
|-----------------|-----------------|

C) El diodo V1 es polarizado :

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1) Directamente | 2) Inversamente |
|-----------------|-----------------|

D) Si el valor de R1 fuese de 10 Ω ¿cuál sería la tensión en el punto 1?

- | | |
|----------|-----------|
| 1) +5 V | 3) -6 V |
| 2) -10 V | 4) -0.6 V |

UNIDAD DIDACTICA 3

A) ¿Cuál es el valor de tensión en el punto 1?

- | | |
|----------|----------|
| 1) +10 V | 3) -15 V |
| 2) +15 V | 4) 0 V |

B) El valor de la tensión máxima es

- | | |
|----------|-----------|
| 1) +15 V | 3) +5.6 V |
| 2) +5 V | 4) -5.6 V |

C) Este diodo es polarizado 4 V -----|>-----8V

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1) Directamente | 2) Inversamente |
|-----------------|-----------------|

UNIDAD DIDACTICA 4

A) La tensión U_1 es igual a :

- | | |
|-----------|-----------|
| 1) -15 V | 4) -0.6 V |
| 2) -1.2 V | 5) 0 V |
| 3) +1.2 V | |

B) La tensión U_2 es igual a :

- | | |
|-----------|----------|
| 1) -0.6 V | 4) -1.2V |
| 2) 0 V | 5) -10V |
| 3) +0.6 V | |

C) Este diodo es polarizado +10V -----|>----- +15V

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1) Directamente | 2) Inversamente |
|-----------------|-----------------|

UNIDAD DIDACTICA 5

A) Con S1 abierto ¿cuál es la tensión en el punto 1?

- | | |
|---------|----------|
| 1) +15V | 4) +5V |
| 2) -15V | 5) +0.6V |
| 3) 0V | |

B) Con S1 cerrado y S2 en posición 0V ¿cuál tensión está presente en el punto 1?

- | | |
|----------|----------|
| 1) 0V | 3) -0.6V |
| 2) +0.6V | 4) +10V |

C) Con S1 cerrado y S2 en posición +5V ¿Qué tensión se tiene en el punto 1?

- | | |
|----------|--------|
| 1) 0.6V | 3) 0V |
| 2) -0.6V | 4) +5V |

UNIDAD DIDACTICA 6

A) ¿Cuál es la aplicación más importante de un diodo Zener?

- 1) Limitador de corriente
- 2) Estabilizador de tensión
- 3) Estabilizador de corriente

B) ¿Cuál es la característica de un diodo Zener operante en su zona de Zener?

- 1) Trabaja como dispositivo de Breakdown
- 2) Requiere una tensión de 5,1V
- 3) Requiere una corriente constante

C) El diodo Zener trabaja generalmente en condiciones de polarización :

- 1) Directa
- 2) Inversa

D) En el circuito con carga, si la tensión +V es menor de 6 V, la U_{v1} es :

- 1) 0V
- 2) +6V
- 3) Igual a +V

E) ¿En cuál trozo de su característica el diodo Zener se comporta como un circuito abierto?

- 1) Por tensiones inversas menores de la tensión de rotura
- 2) Por tensiones inversas mayores de la tensión de rotura
- 3) Por cualquier valor de tensión

UNIDAD DIDACTICA 7

A) La tensión U_1 es igual a:

- | | |
|----------|----------|
| 1) +1V | 3) +15V |
| 2) +6.2V | 4) +0.6V |

B) Si la resistencia R_1 fuese de $10\text{ k}\Omega$ ¿cuál sería la tensión en los extremos del diodo?

- | | |
|----------|----------|
| 1) +10V | 3) -0.6V |
| 2) +0.6V | 4) +15V |

UNIDAD DIDACTICA 8

A) ¿Qué efecto tiene el aumento de la corriente en un led en su luminosidad?

- 1) La luminosidad aumenta
- 2) Ningún efecto
- 3) La luminosidad disminuye

B) El cátodo del led está indicado con el terminal:

- 1) Más corto
- 2) Más largo

C) Los led se iluminan cuando vienen polarizados:

- 1) Directamente
- 2) Inversamente

UNIDAD DIDACTICA 9

A) El display utilizado es :

- 1) Con ánodo común
- 2) Con cátodo común

B) ¿Por qué el número 1 es más luminoso que el número 8 en paridad de +V?

- 1) La corriente suministrada por +V es insuficiente
- 2) La caída de tensión es mayor

C) ¿Cómo se debe modificar el circuito para hacer en modo que todos los números vengan visualizados con la misma luminosidad?

- 1) Conectar una resistencia a cada led (segmento)
- 3) Disminuir el valor de R1
- 2) Utilizar un display de alta luminosidad.

RESPUESTAS EXACTAS A LAS PREGUNTAS DE EVALUACION

UNIDAD DIDACTICA	PREGUNTA	RESPUESTA
1	A	2
1	B	3
1	C	1
1	D	1
1	E	4
2	A	3
2	B	1
2	C	1
2	D	4
3	A	3
3	B	3
3	C	1
4	A	2
4	B	1
4	C	2
5	A	3
5	B	1
5	C	4
6	A	2
6	B	1
6	C	2
6	D	3
6	E	1
7	A	4
7	B	2
8	A	1
8	B	1
8	C	1
9	A	1
9	B	2
9	C	1

Página blanca

RESPUESTAS A LA SIMULACION DE AVERIAS

UNIDAD DIDACTICA 1

- 1) V1 cortocircuitado
- 2) V2 interrumpido
- 3) R2 cortocircuitada
- 4) V1 defectuoso (en pérdida)

UNIDAD DIDACTICA 2

- 1) V1 cortocircuitado
- 2) R1 interrumpida
- 3) R2 cortocircuitada
- 4) R2 interrumpida

UNIDAD DIDACTICA 3

- 1) V1 polarizado inversamente
- 2) R2 cortocircuitada
- 3) V1 interrumpido
- 4) V1 cortocircuitado

UNIDAD DIDACTICA 4

- 1) V1 interrumpido
- 2) V2 interrumpido
- 3) R1 cortocircuitada
- 4) V1 cortocircuitado
- 5) V2 defectuoso (en pérdida)

UNIDAD DIDACTICA 5

- 1) S1 cortocircuitada
- 2) V1 cortocircuitado
- 3) V1 interrumpido
- 4) R1 interrumpido
- 5) S2 cortocircuitado

UNIDAD DIDACTICA 6

- 1) R1 cortocircuitada
- 2) E' se ha agregado una resistencia a V1
- 3) V1 interrumpido
- 4) V1 cortocircuitado
- 5) R2 interrumpida

UNIDAD DIDACTICA 7

- 1) E' se ha agregado un componente defectuosa (en pérdida)
- 2) R1 defectuosa (en pérdida)
- 3) V1 interrumpido
- 4) V1 cortocircuitado
- 5) R1 cortocircuitada

UNIDAD DIDACTICA 8

- 1) V1 interrumpido
- 2) V2 interrumpido
- 3) V1 y V2 interrumpidos
- 4) V2 cortocircuitados
- 5) R1 interrumpida

UNIDAD DIDACTICA 9

- 1) +V interrumpido
- 2) R1 interrumpida
- 3) Segmento B interrumpido
- 4) S1 interrumpido
- 5) Segmento A interrumpido

RESPUESTAS EXACTAS A LA SIMULACION DE AVERIAS

UNIDAD DIDACTICA	RESPUESTA
1	4
2	3
3	4
4	4
5	1
6	3
7	4
8	3
9	3

Página blanca

DATA SHEETS

1N4001 · 1N4007

1 A SILICON RECTIFIERS

- GLASS PACKAGE
- 1000 V RATING (1N4007)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Note 1)

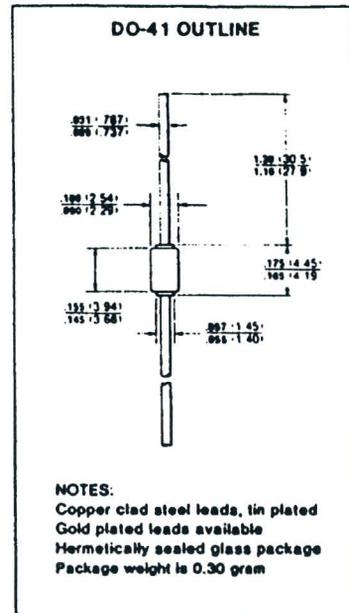
Temperatures

Storage Temperature Range	-65°C to +175°C
Maximum Junction Operating Temperature	+175°C
Lead Temperature	+280°C

Maximum Voltages and Currents

VRRM	Peak Repetitive Reverse Voltage	1N4001	50 V
VRWM	Working Peak Reverse Voltage	1N4002	100 V
VR	DC Blocking Voltage	1N4003	200 V
		1N4004	400 V
		1N4005	600 V
		1N4006	800 V
		1N4007	1000 V

VR(rms)	rms Reverse Voltage	1N4001	35 V
		1N4002	70 V
		1N4003	140 V
		1N4004	280 V
		1N4005	420 V
		1N4006	560 V
		1N4007	700 V
IO	Average Rectified Forward Current (Note 2)		1 A
IFSM	Peak Forward Surge Current		30 A



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (25°C Ambient Temperature unless otherwise noted)

SYMBOL	CHARACTERISTIC	TYP	MAX	UNITS	TEST CONDITIONS
V _F	Forward Voltage	0.95	1.10	V	I _O = 1.0 A, T _A = 75°C
V _{F(AV)}	Average Forward Voltage	0.75	0.80	V	I _F = 1 A
V _{FM}	Peak Forward Voltage	1.40	1.60	V	I _O = 1.0 A
I _R	Reverse Current	0.05	10.0	μA	Rated dc Voltage
		0.5	50	μA	Rated dc Voltage, T _A = 100°C
I _{R(AV)}	Average Reverse Current	1.0	30	μA	Rated V _R , I _O = 1.0 A
t _{TR}	Reverse Recovery Time (Note 3)	1.0		μs	I _F = 1.0 A, V _R = 30 V

- NOTES:
 1. These are limiting values above which the serviceability of the rectifier may be impaired.
 2. Derate Linearly above T_A = 75°C (Note 3).
 3. For product family characteristic curves and test circuit, refer to Chapter 4, D16.

1 N 4148 · 1 N 4149 · 1 N 4446
1 N 4447 · 1 N 4448 · 1 N 4449

Silicon Epitaxial Planar Diodes

Applications: Extreme fast switches

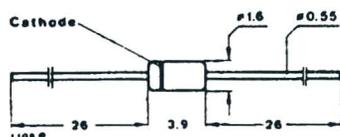
Features:

- 1 N 4148, 1 N 4446, 1 N 4448 also available as „Qualified semiconductor device“ according to: VG 95 288

Die elektrischen Daten entsprechen den Dioden:

1 N 4148	–	1 N 914	1 N 4446	–	1 N 914 A
1 N 4149	–	1 N 916	1 N 4447	–	1 N 916 A
			1 N 4448	–	1 N 914 B
			1 N 4449	–	1 N 916 B

Dimensions in mm



Case
54A2 DIN 41 880
JEDEC DO 35
Weight max. 0.15 g

Marking: By letters or color code according to JEDEC

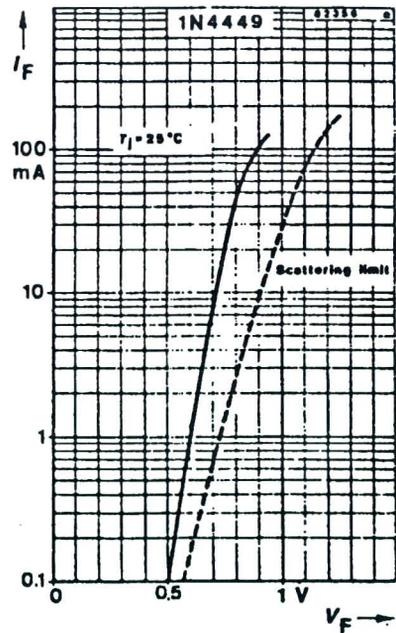
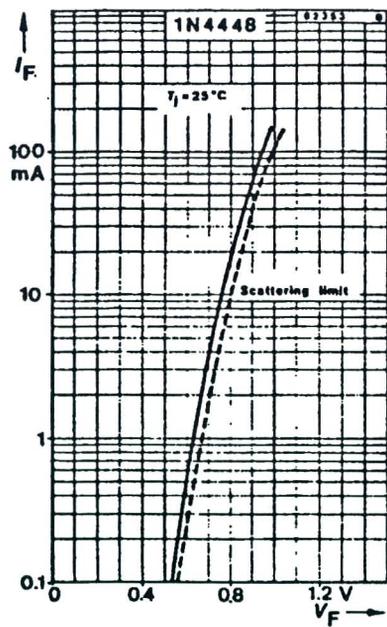
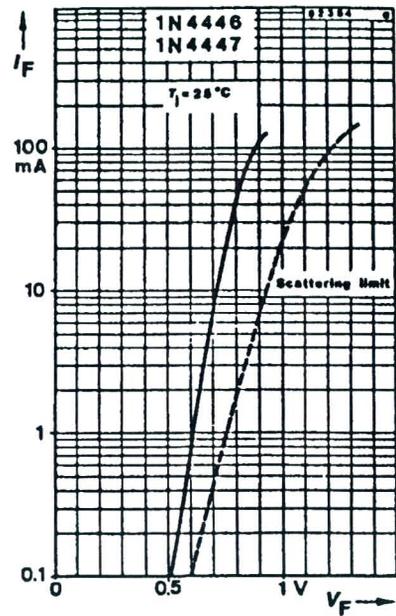
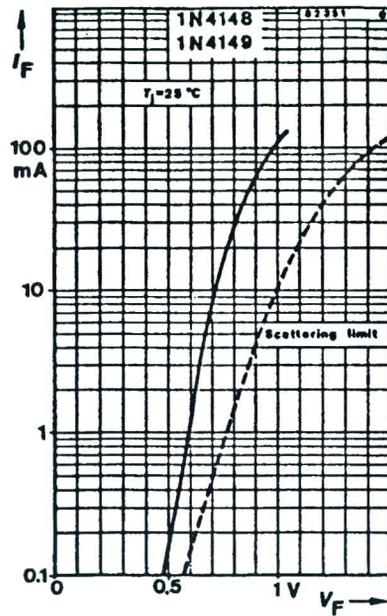
Absolute maximum ratings

Repetitive peak reverse voltage	V_{RRM}	100	V
Reverse voltage	V_R	75	V
Surge forward current $t_p \leq 1 \mu s$	I_{FSM}	2	A
Repetitive peak forward current	I_{FRM}	450	mA
Forward current	I_F	200	mA
Average forward current $V_R = 0$	I_{FAV}	150	mA
Power dissipation $l = 4 \text{ mm}, T_L = 45 \text{ }^\circ\text{C}$	P_V	440	mW
$T_L \leq 25 \text{ }^\circ\text{C}$	P_V	500	mW
Junction temperature	T_j	200	$^\circ\text{C}$
Storage temperature range	T_{sig}	- 65 ... + 200	$^\circ\text{C}$

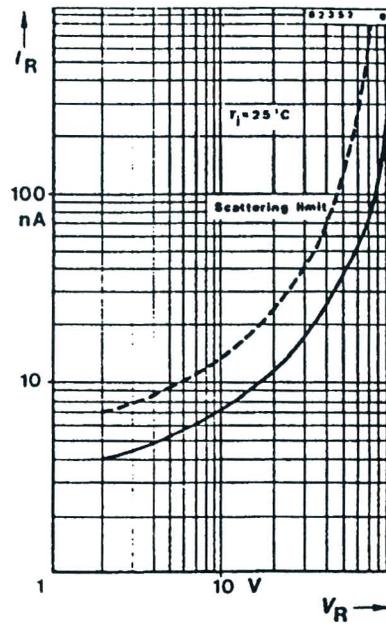
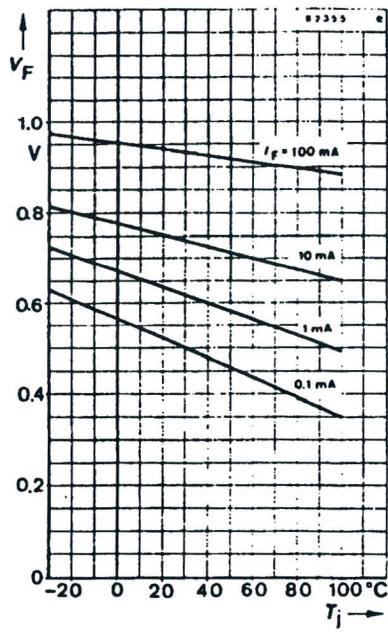
**1N 4148 · 1N 4149 · 1N 4446
1N 4447 · 1N 4448 · 1N 4449**

Thermal resistance		Min.	Typ.	Max.	
Junction ambient $l = 4 \text{ mm}, T_c = \text{constant}$	R_{thJA}			350	K/W
Characteristics					
$T_j = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise specified					
Forward voltage					
$I_F = 5 \text{ mA}$	1N 4448	V_F	0.62	0.72	V
$I_F = 10 \text{ mA}$	1N 4148, 1N 4149	V_F		1	V
$I_F = 20 \text{ mA}$	1N 4446, 1N 4447	V_F		1	V
$I_F = 30 \text{ mA}$	1N 4449	V_F		1	V
$I_F = 100 \text{ mA}$	1N 4448	V_F		1	V
Reverse current					
$V_R = 20 \text{ V}$		I_R		25	nA
$V_R = 20 \text{ V}, T_j = 150 \text{ }^\circ\text{C}$		I_R		50	μA
$V_R = 75 \text{ V}$		I_R		5	μA
Breakdown voltage					
$I_R = 100 \text{ } \mu\text{A}$		$V_{(BR)}$	100		V
Diode capacitance					
$V_R = 0, f = 1 \text{ MHz}, V_{HF} = 50 \text{ mV}$					
	1N 4148, 1N 4446, 1N 4448	C_D		4	pF
	1N 4149, 1N 4447, 1N 4449	C_D		2	pF
Rectification efficiency					
$V_{HF} = 2 \text{ V}, f = 100 \text{ MHz}$					
		η_r	45		%
Reverse recovery time					
$I_F = I_R = 10 \text{ mA}, I_R = 1 \text{ mA}$					
		t_{rr}		8	ns
$I_F = 10 \text{ mA}, V_R = 6 \text{ V}, I_R = 0.1 \cdot I_R, R_L = 100 \text{ } \Omega$					
		t_{rr}		4	ns

1N 4148 · 1N 4149 · 1N 4446
1N 4447 · 1N 4448 · 1N 4449



1N 4148 · 1N 4149 · 1N 4446
 1N 4447 · 1N 4448 · 1N 4449



BZX85C3V3 – BZX85C33

1 W SILICON ZENER DIODES

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Note 1)

Temperatures

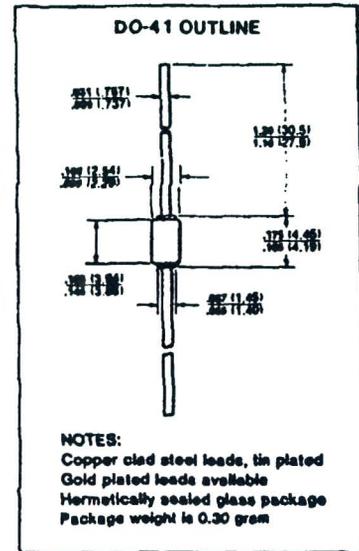
Storage Temperature Range
Maximum Junction Operating Temperature
Lead Temperature

-65°C to +200°C
+175°C
+260°C

Power Dissipation (Note 2)

Maximum Total Power Dissipation at 50°C Ambient
Linear Power Derating Factor (from 50°C)

1.3 W
10.4 mW/°C



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (25°C Ambient)

SYMBOL	V _Z		Z _Z	I _{ZT}	Z _{ZK}	I _{ZK}	I _R	V _{RT}	TC	
	Zener Voltage		Maximum Zener Impedance	Test Current	Maximum Zener Knee Impedance	Test Current	Maximum Reverse Current	Test Voltage	Temperature Coefficient of V _Z	
	MIN	MAX	Ω	mA	Ω	mA	μA	V	MIN	MAX
UNIT	V	V	Ω	mA	Ω	mA	μA	V	%°C	%°C
BZX85C3V3	3.1	3.5	20	80	400	1.0	40	1.0	-0.080	-0.060
BZX85C3V6	3.4	3.8	15	80	500	1.0	20	1.0	-0.080	-0.060
BZX85C3V9	3.7	4.1	15	80	500	1.0	10	1.0	-0.070	-0.020
BZX85C4V3	4.0	4.8	13	50	500	1.0	3.0	1.0	-0.060	+0.010
BZX85C4V7	4.4	5.0	13	45	500	1.0	3.0	1.5	-0.030	+0.040
BZX85C5V1	4.8	5.4	10	45	500	1.0	1.0	2.0	-0.010	+0.040
BZX85C5V6	5.2	6.0	7.0	45	400	1.0	1.0	2.0	0	+0.045
BZX85C6V2	5.8	6.8	4.0	35	300	1.0	1.0	3.0	+0.010	+0.065
BZX85C6V8	6.4	7.2	3.5	35	300	1.0	1.0	4.0	+0.015	+0.060
BZX85C7V5	7.0	7.9	3.0	35	200	0.5	1.0	4.5	+0.020	+0.065
BZX85C8V2	7.7	8.7	5.0	25	200	0.5	1.0	5.0	+0.030	+0.070
BZX85C9V1	8.5	9.8	5.0	25	200	0.5	1.0	6.5	+0.035	+0.075
BZX85C10	9.4	10.6	7.0	25	200	0.5	0.5	7.0	+0.040	+0.080
BZX85C11	10.4	11.8	8.0	20	300	0.5	0.5	7.7	+0.045	+0.080
BZX85C12	11.4	12.7	9.0	20	350	0.5	0.5	8.4	+0.045	+0.085
BZX85C13	12.4	14.1	10	20	400	0.5	0.5	9.1	+0.050	+0.085
BZX85C15	13.8	15.8	15	15	500	0.5	0.5	10.5	+0.055	+0.090
BZX85C16	15.3	17.1	15	15	500	0.5	0.5	11.0	+0.055	+0.090
BZX85C18	18.8	19.1	20	15	500	0.5	0.5	12.5	+0.060	+0.090
BZX85C20	18.8	21.2	24	10	500	0.5	0.5	14.0	+0.060	+0.090
BZX85C22	20.8	23.3	25	10	500	0.5	0.5	15.5	+0.060	+0.095
BZX85C24	22.8	25.8	25	10	500	0.5	0.5	17.0	+0.060	+0.095
BZX85C27	25.1	28.9	30	8.0	750	0.25	0.5	19.0	+0.060	+0.095
BZX85C30	28.0	32.0	30	8.0	1000	0.25	0.5	21.0	+0.060	+0.095
BZX85C33	31.0	35.0	35	8.0	1000	0.25	0.5	23.0	+0.060	+0.095

NOTES:

- These ratings are limiting unless above which the serviceability of the diode may be impaired.
- These are steady state limits. The factory should be consulted on application involving pulsed or low duty-cycle operation.
- V_Z=1.8 V (Max) @I_Z=200 mA for all types.
- For product family characteristic curves, refer to Chapter 4, D14



CQY 40 · CQX 38 · CQY 72 · CQY 74
V 168 P V 169 P · V 170 P

LED in 5 mm Case



Colour	Type	Technology	Angle of half intensity α
Red	CQY 40 · V 168 P	GaAsP on GaAs	60°
Orange-red	CQX 38	GaAsP on GaP	60°
Green	CQY 72 · V 169 P	GaP on GaP	60°
Yellow	CQY 74 · V 170 P	GaAsP on GaP	60°

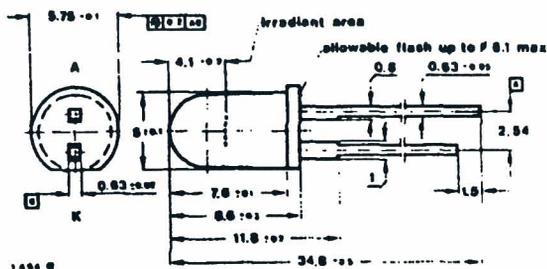
Application: General indicating purposes

Features:

- Plastic case, diffuse colour
- Wide viewing angle
- Axial terminals
- Long life compared with filament lamps
- Vibration resistant

Preliminary specifications

Dimensions in mm



Angle of half intensity $\alpha = 60^\circ$

Special case Weight max. 0.4 g

Accessories

- Mounting clip Best. Nr. 562 136
- Retainer ring Best. Nr. 562 135

Absolute maximum ratings

Reverse voltage		V_R	5	V
Forward current	CQY 40, V 168 P	I_F	50	mA
	CQX 38, CQY 72, V 169 P, CQY 74, V 170 P	I_F	30	mA
Forward surge current		I_{FSM}	1	A
	$t_p \leq 10 \mu s$			

CQY 40 · CQX 38 · CQY 72 · CQY 74
V 168 P V 169 P · V 170 P

Power dissipation $T_{amb} \leq 70^\circ\text{C}$	P_V	100	mW		
Junction temperature	T_j	100	$^\circ\text{C}$		
Storage temperature range	T_{stg}	-55 ... + 100	$^\circ\text{C}$		
Soldering temperature, maximal $t \leq 5\text{ s}$	$T_{sd}^1)$	260	$^\circ\text{C}$		
Thermal resistance		Min.	Typ.	Max.	
Junction ambient	R_{thJA}			300	K/W

Optical and electrical characteristics

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

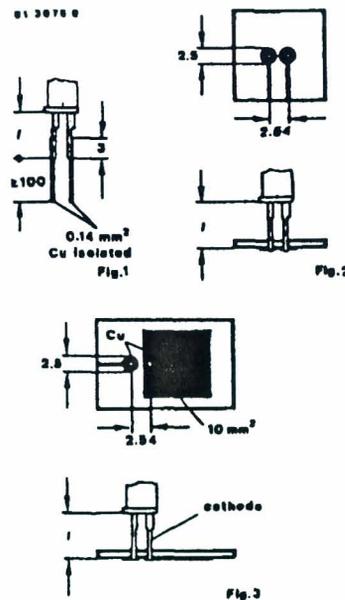
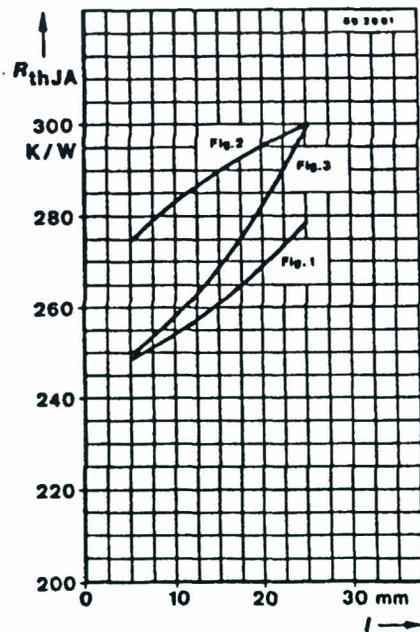
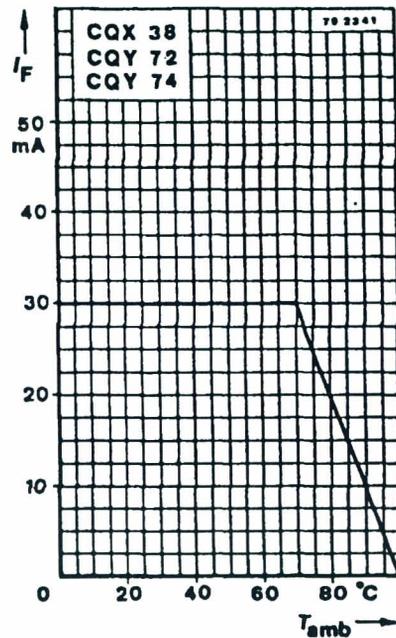
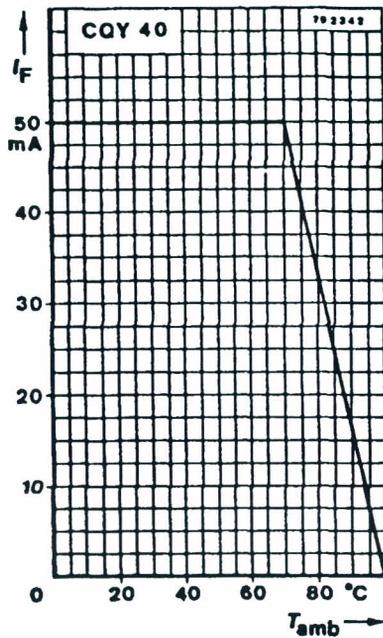
Type	Group	Luminous intensity $I_v^{*)^2}$ (mcd)	Peak wavelength emission λ_p (nm) Typ.	Spectral half bandwidth $\Delta\lambda$ (nm) Typ.	Forward voltage $V_F^{*)}$ (V)
		$I_F = 20\text{ mA}$	$I_F = 20\text{ mA}$	$I_F = 20\text{ mA}$	$I_F = 20\text{ mA}$
CQY 40		min. 0.8 typ. 1.6	660	20	typ. 1.6 max. 2.0
CQX 38	A B	min. 2.0 typ. 6.0 min. 5.0 typ. 12.0	630	40	typ. 2.2 max. 3.0
CQY 72		min. 0.8 typ. 2.0	560	40	typ. 2.7 max. 3.2
CQY 74		min. 0.8 typ. 3.0	590	40	typ. 2.4 max. 3.2
V 168 P		min. 2.0 typ. 3.0	660	20	typ. 1.6 max. 2.0
V 169 P		min. 2.0 typ. 4.0	560	40	typ. 2.7 max. 3.2
V 170 P		min. 2.0 typ. 5.0	590	40	typ. 2.4 max. 3.2

Breakdown voltage $I_n = 100\ \mu\text{A}$	$V_{(BR)}^{*)}$	Min.	Typ.	Max.
Junction capacitance $V_n = 0, f = 1\text{ MHz}$	C_j		50	
				V
				pF

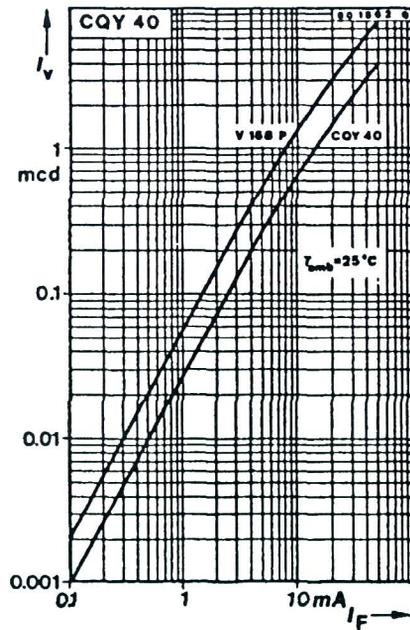
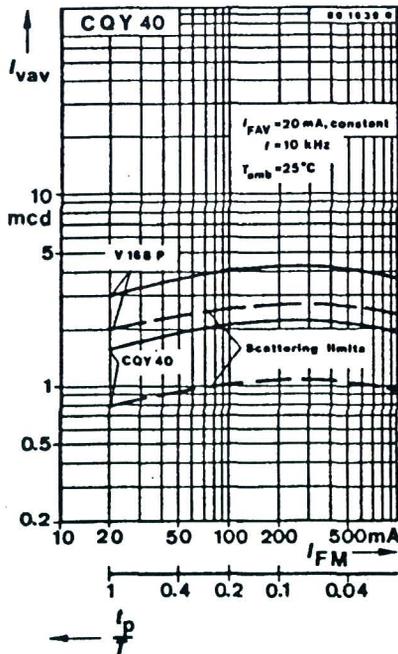
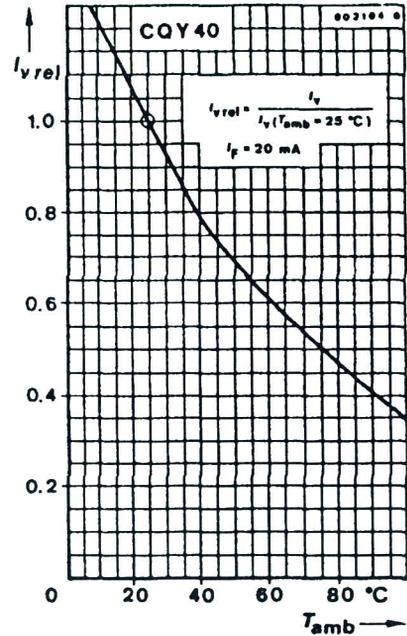
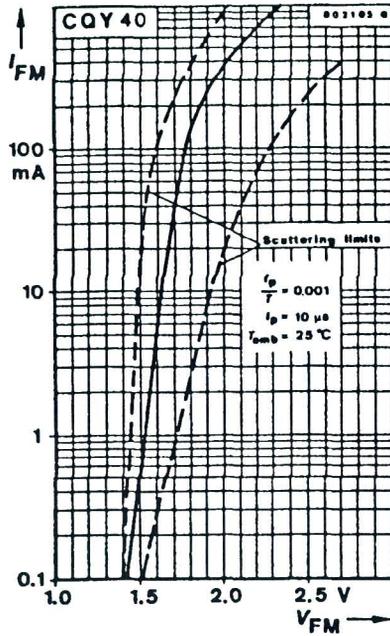
*) AQL = 0.65%

) Distance from the touching border $\geq 1.5\text{ mm}$ with intermediate PC-board) supplied selected in group, luminous intensity in packing unit $m = 0.5 \dots 1$

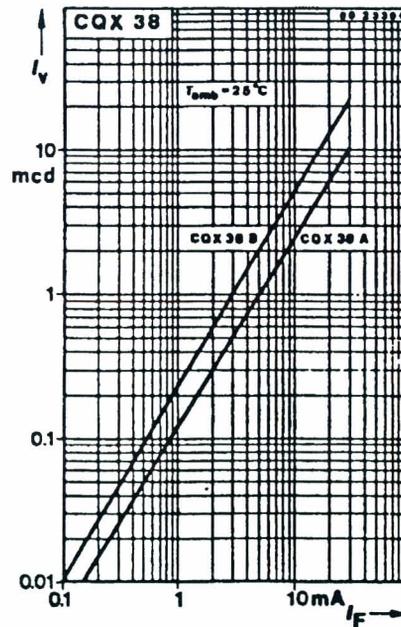
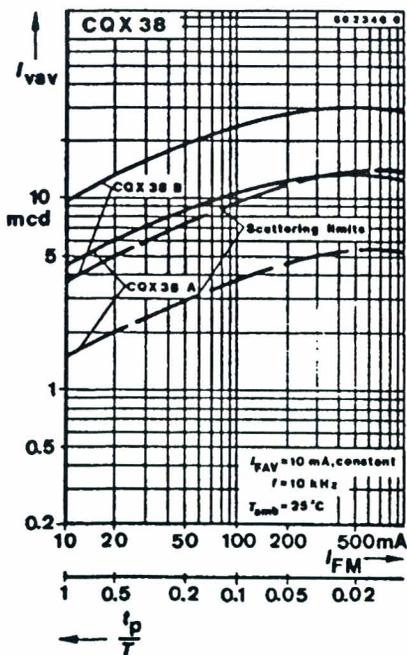
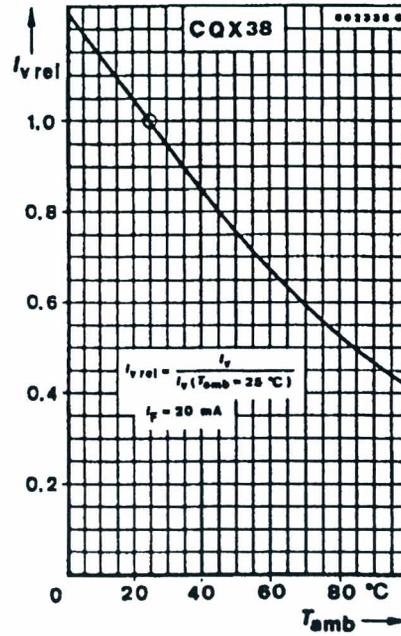
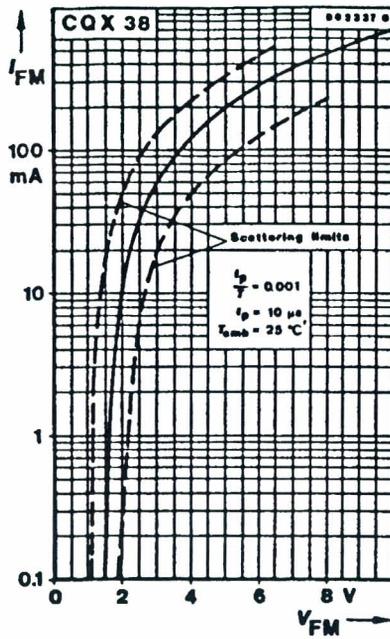
CQY 40 · CQX 38 · CQY 73 · CQY 74
V 168 P V 169 P · V 170 P



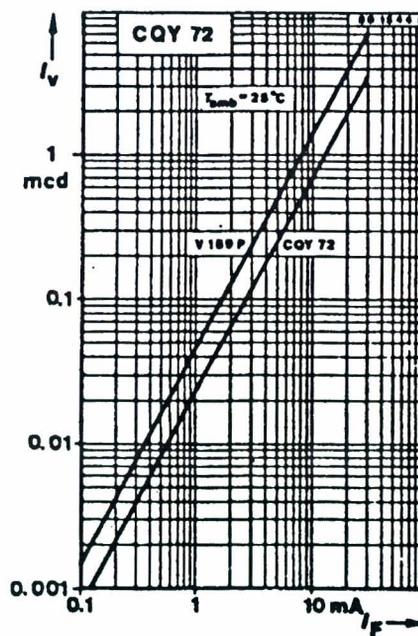
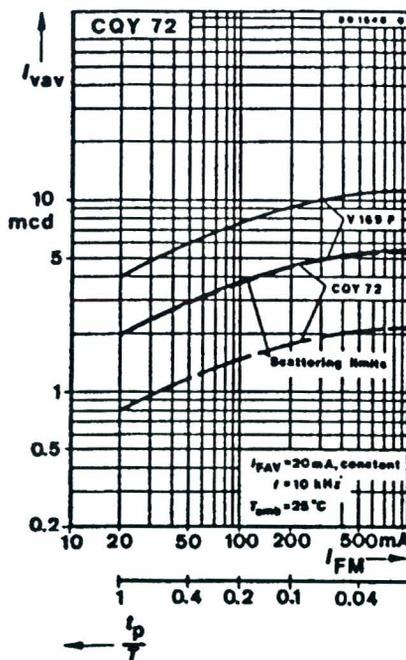
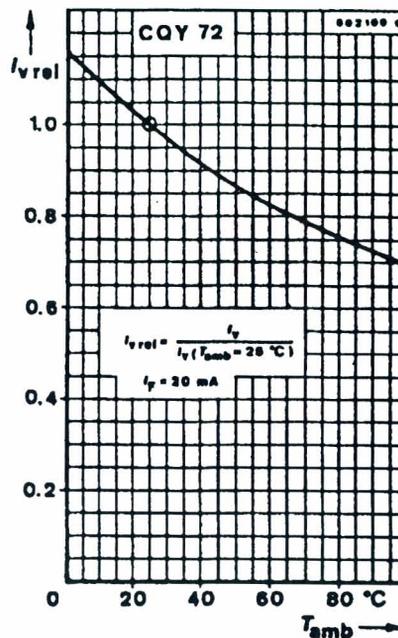
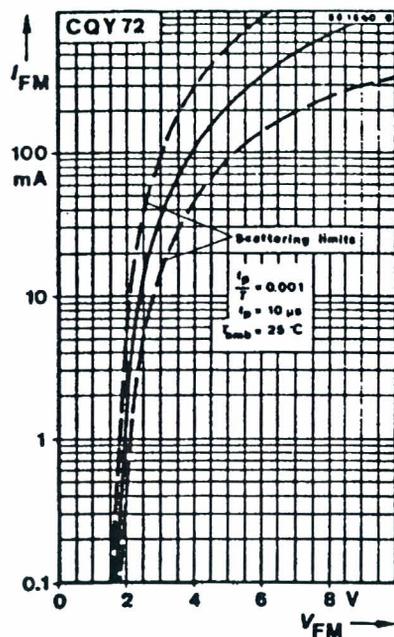
CQY 40 · CQX 38 · CQY 73 · CQY 74
V 168 P V 169 P · V 170 P



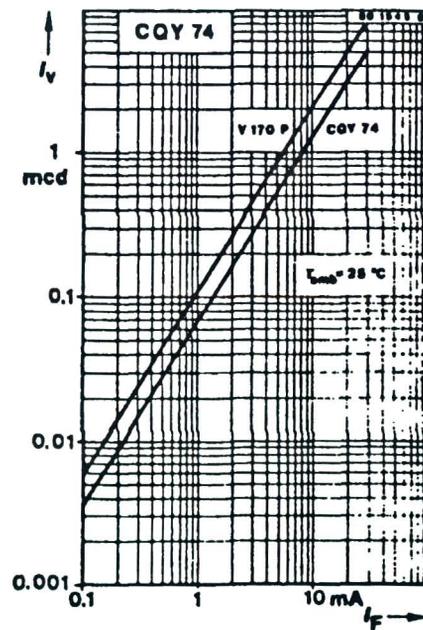
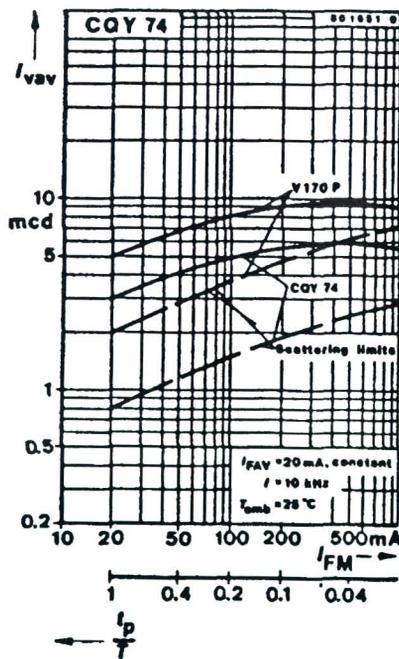
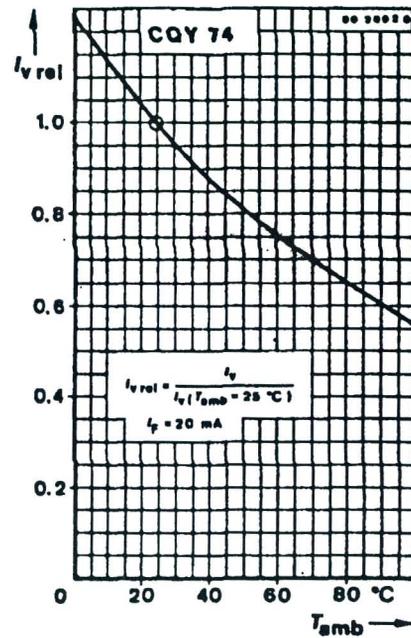
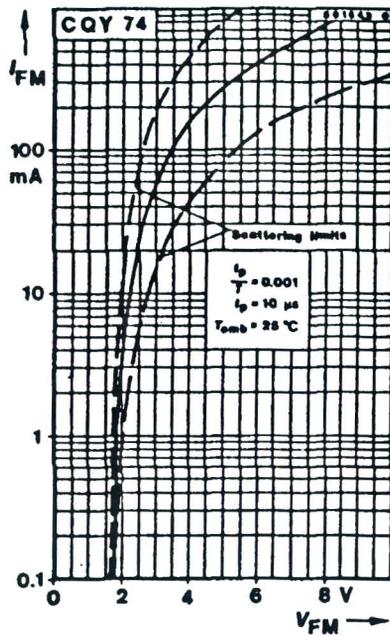
CQY 40 · CQX 38 · CQY 73 · CQY 74
V 168 P V 169 P · V 170 P



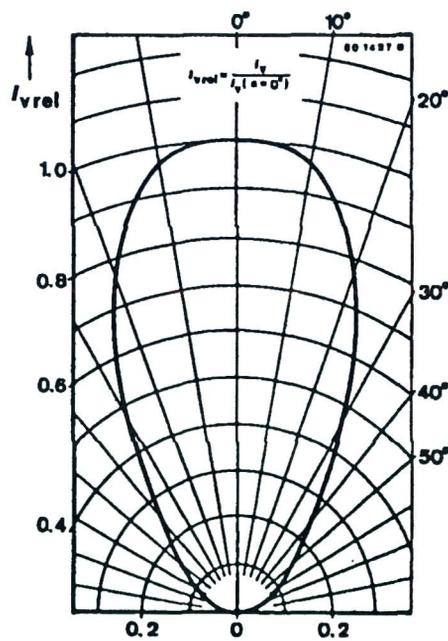
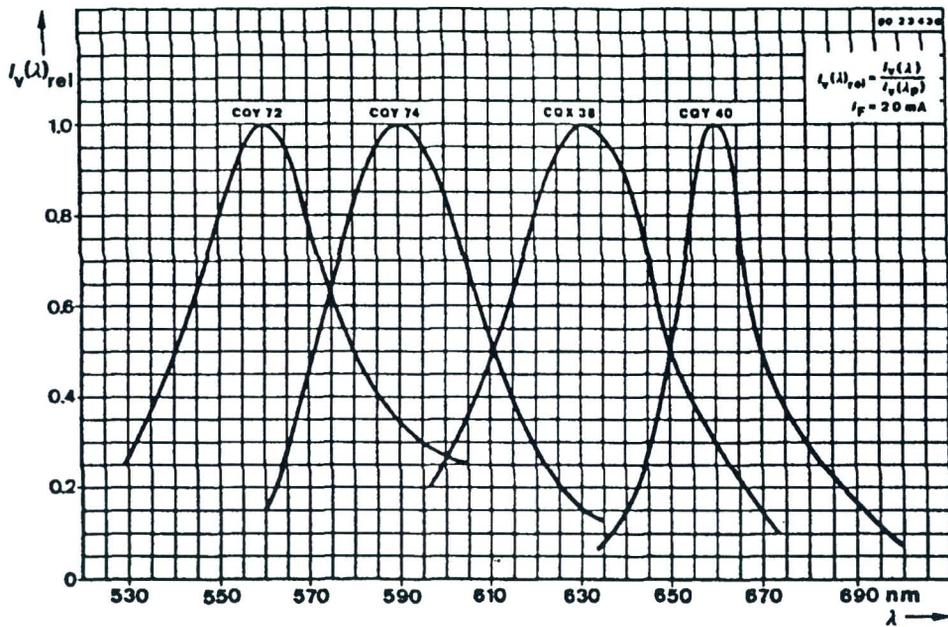
CQY 40 · CQX 38 · CQY 73 · CQY 74
 V 168 P V 169 P · V 170 P



CQY 40 · CQX 38 · CQY 73 · CQY 74
V 168 P V 169 P · V 170 P



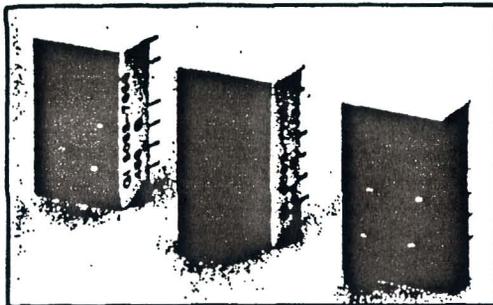
CQY 40 · CQX 38 · CQY 73 · CQY 74
 V 168 P V 169 P · V 170 P



GENERAL INSTRUMENT

0.43-INCH SEVEN SEGMENT DISPLAYS

HIGH EFFICIENCY RED 5082-7650 SERIES RED 5082-7700 SERIES



DESCRIPTION

The 5082-7650 and 5082-7700 Series are families of High Efficiency Red and Red seven segment LED displays with 0.43-inch digit height. For maximum ON/OFF contrast, 5082-7650 Series displays have Red face and Red segment color. 5082-7700 Series have Black face and Red segment color.

FEATURES

- Industry-standard 0.43-inch displays
- High Efficiency Red and standard Red models
- Left or right decimal versions
- Common anode or common cathode
- Solid state reliability — long operating life
- Impact-resistant plastic construction
- Standard 14 pin DIP configuration
- Categorized for Luminous Intensity
- Wide viewing angle . . . 150°
- Directly compatible with integrated circuits

APPLICATIONS

- Instrumentation
- Point of sale terminals
- Appliances
- Digital clocks
- Industrial control equipment

MODEL NUMBERS

PART NO.	COLOR	DESCRIPTION
5082-7650	High Efficiency Red	Common Anode; Left Hand Decimal
5082-7651	High Efficiency Red	Common Anode; Right Hand Decimal
5082-7653	High Efficiency Red	Common Cathode; Right Hand Decimal
5082-7656	High Efficiency Red	Universal Overflow ±1; Right Hand Decimal
5082-7750	Red	Common Anode; Left Hand Decimal
5082-7751	Red	Common Anode; Right Hand Decimal
5082-7756	Red	Universal Overflow ±1; Right Hand Decimal
5082-7760	Red	Common Cathode; Right Hand Decimal

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

	HIGH EFFICIENCY RED		RED	
	5082-7650	5082-7656	5082-7750	5082-7756
Power dissipation at 50° C ambient	840 mW	630 mW	520 mW	390 mW
Derate linearly from 50° C	-16 mW/C°	-12 mW/C°	-6.9 mW/C°	-5.2 mW/C°
Storage and operating temperature	-40° C to +85° C			
Continuous forward current				
Total	240 mA	180 mA	200 mA	150 mA
Per segment or decimal point	30 mA	30 mA	25 mA	25 mA
Reverse voltage				
Per segment or decimal point	3 V	3 V	3 V	3 V
Soldering time at 260° C (See Notes 4 and 5.)	3 sec.	3 sec.	3 sec.	3 sec.

5082-7650 SERIES 5082-7700 SERIES

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS

(Per Diode at 25° C Free Air Temperature Unless Otherwise Specified)

PARAMETER	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	TEST CONDITIONS
5082-7650 Series						
Luminous Intensity (Digit average, seven segments Notes 1, 2)	I_L	200	550		μcd	$I_F = 5 \text{ mA DC}$
			3025		μcd	$I_F = 20 \text{ mA DC}$
			1765		μcd	$I_F = 80 \text{ mA pk, 1:8 DF}$
Peak emission wavelength	λ_p		630		nm	
Spectral line halfwidth	$\Delta\lambda_{1/2}$		40		nm	
Forward voltage	V_F		2.0	2.5	V	$I_F = 20 \text{ mA DC}$
Dynamic resistance	R_d		26		Ω	I_{FTH}, V_{FTH}
Capacitance	C		35		pf	$V_R = 0$
Reverse current	I_R			100	μA	$V_R = 3.0 \text{ V}$
Ratio I_L (max. I_L /min. I_L)	r			2.0:1		$I_F = 20 \text{ mA DC}$
5082-7750 Series						
Luminous Intensity (Digit average, seven segments Notes 1, 2)	I_L	240	700		μcd	$I_F = 20 \text{ mA}$
			610		μcd	$I_F = 100 \text{ mA Pk}$ 1:10 DF
Peak emission wavelength	λ_p		650		nm	
Spectral line halfwidth	$\Delta\lambda_{1/2}$		20		nm	
Forward voltage	V_F		1.6	2.0	V	$I_F = 20 \text{ mA}$
Dynamic resistance	R_d		2.0		Ω	I_{FTH}, V_{FTH}
Capacitance	C		35		pf	$V_F = 0$
Reverse current	I_R			100	μA	$V_R = 5.0 \text{ V}$
Ratio I_L (max. I_L /min. I_L)	r			2.0:1		$I_F = 20 \text{ mA}$

TYPICAL THERMAL CHARACTERISTICS

	5082-765X	5082-775X	SYMBOL	TEST CONDITIONS
Thermal resistance junction to ambient	280° C/W	280° C/W	θ_{JA}	
Wavelength temperature coefficient (case temp.)	0.1 nm/° C	0.3 nm/° C	$\Delta\lambda/\Delta T$	$I_F = 20 \text{ mA}$
Forward voltage temperature coefficient	-2.2 mV/° C	-1.8 mV/° C	$\Delta V_F/\Delta T$	$I_F = 2 \text{ mA}$

TYPICAL CURVES

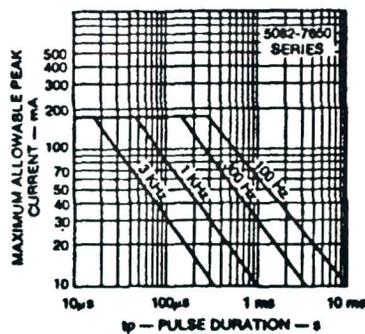


Fig. 1. Maximum Tolerable Peak Current vs. Pulse Duration

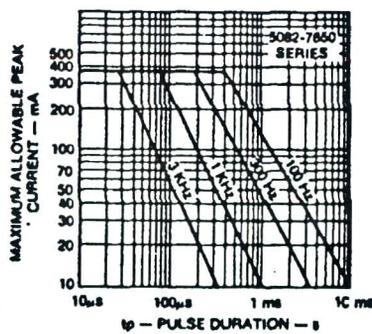


Fig. 2. Maximum Tolerable Peak Current vs. Pulse Duration

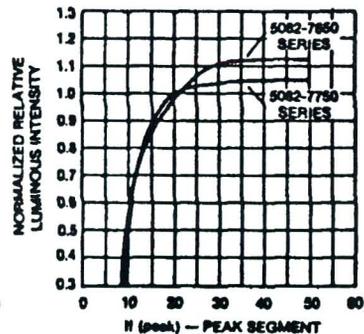


Fig. 3. Relative Efficiency (Average Luminous Intensity Per Unit Current) vs. Peak Current Per Segment

5082-7650 SERIES 5082-7700 SERIES

TYPICAL CURVES (Continued)

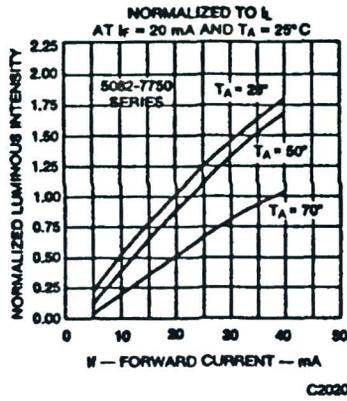


Fig. 4. Normalized Luminous Intensity vs. Forward Current Over Temperature

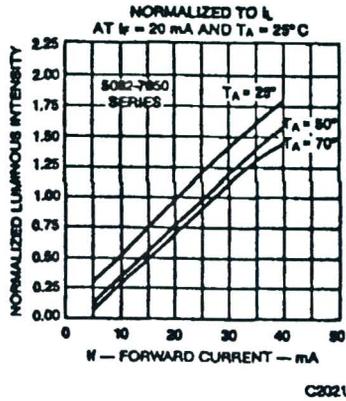


Fig. 5. Normalized Luminous Intensity vs. Forward Current Over Temperature

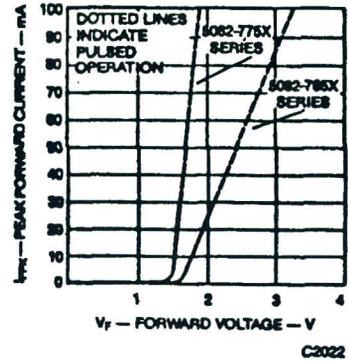


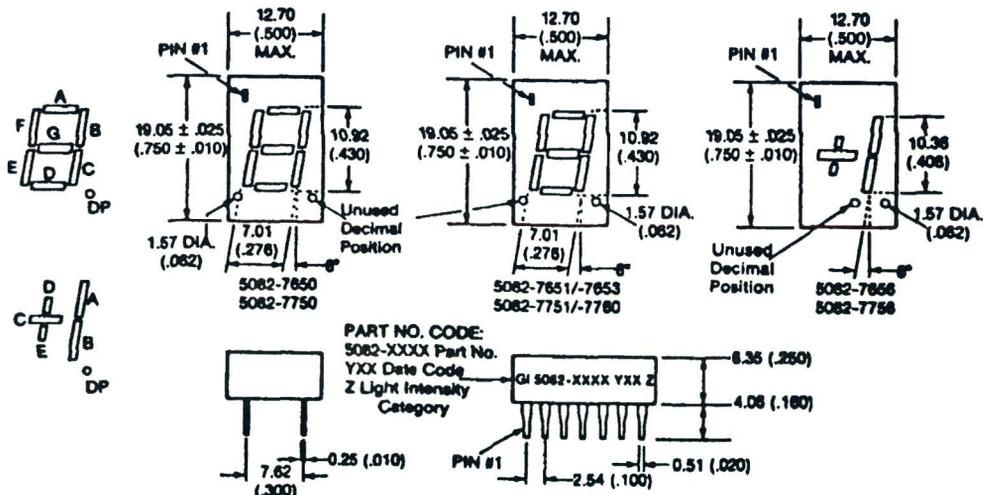
Fig. 6. Peak Forward Current vs. Forward Voltage

RECOMMENDED OPTICAL FILTER

5082-7650 Series
Paneigraphic Scarlet 65
Homalite 100-1670
Paneigraphic Gray 10.
Homalite 100-126

5082-7750 Series
Paneigraphic Red 60
Homalite 100-1605

PACKAGE OUTLINE



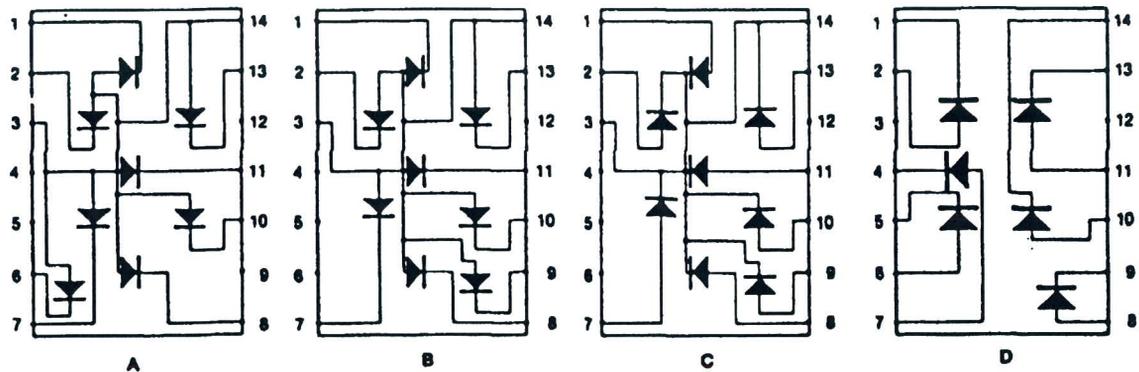
DIMENSIONS IN MILLIMETERS (INCHES).
TOLERANCES ± 0.25 (± 0.010) UNLESS OTHERWISE INDICATED.

5082-7650 SERIES 5082-7700 SERIES

PIN CONNECTIONS

PIN NO.	ELECTRICAL CONNECTIONS			
	A	B	C	D
	5082-7650/-7750	5082-7651/-7751	5082-7653/-7750	5082-7656/-7756
1	Cathode A	Cathode A	Anode A	Cathode D
2	Cathode F	Cathode F	Anode F	Anode D
3	Common Anode	Common Anode	Common Cathode	No Pin
4	No Pin	No Pin	No Pin	Cathode C
5	No Pin	No Pin	No Pin	Cathode E
6	Cathode D.P.	No Connection	No Connection	Anode E
7	Cathode E	Cathode E	Anode E	Anode C
8	Cathode D	Cathode D	Anode D	Anode D.P.
9	No Connection	Cathode D.P.	Anode D.P.	Cathode D.P.
10	Cathode C	Cathode C	Anode C	Cathode B
11	Cathode G	Cathode G	Anode G	Cathode A
12	No Pin	No Pin	No Pin	No Pin
13	Cathode B	Cathode B	Anode B	Anode A
14	Common Anode	Common Anode	Common Cathode	Anode B

ELECTRICAL SCHEMATIC



NOTES

1. The digit average Luminous Intensity is obtained by summing the Luminous Intensity of each segment and dividing by the total number of segments excluding decimal points. Intensity will not vary more than $\pm 33.3\%$ between all segments within a digit.
2. All displays are categorized for Luminous Intensity. The Intensity category is marked on each part as a suffix letter to the part number.
3. Intensity adjusted for smaller areas of the "+" and decimal points.
4. Leads immersed to 1/16 inch from the body of the device. Maximum unit surface temperature is 140°C.
5. For flux removal, use Freon TF, Freon TE, Isopropanol, or water up to their boiling points.

BIBLIOGRAFIA

- C. Kittel: **Introduction to Solid State Physics**
John Wiley and Sons - New York 1974
- J. Millman, C. Halkias: **Integrated Electronics**
McGraw-Hill - Kogakusha, LTD 1972
- M. Sachs: **Solid State Theory**
Dover Publications, Inc. - New York (1974)

DATA BOOKS

- Telefunken: **Diodes - 1985**
- General Instrument: **Catalog of optoelectronic products -1986/87**
- AEG-Telefunken: **Optoelectronic devices - 1981/82**
- FAIRCHILD: **Diode data book - 1978**

DE LORENZO

Viale Romagna, 20 - 20089 Rozzano (MI) Italy • Tel. +39 02 8254551 - Fax +39 02 8255181
E-mail: delorenzo@delorenzo.it

www.delorenzogroup.com