

LAS "HOJAS DE DATOS" DE LOS FABRICANTES DE COMPONENTES EN LA ENSEÑANZA DE LA TECNOLOGIA ELECTRONICA

A. Menéndez, C. León, A. Lopez
Dpto. de Tecnología Electrónica
E.U.P
C/ Virgen de Africa 7
41011 Sevilla
Tfn: (95) 4552838
Fax: (95) 4552833

RESUMEN.- En la presente comunicación se propone que una parte apreciable del aprendizaje de la TECNOLOGIA ELECTRONICA ha de estar basado en la utilización directa de las HOJAS DE DATOS de los fabricantes de dispositivos electrónicos. El proyecto docente deberá establecer el adecuado balance entre los conceptos básicos imprescindibles y las características prácticas recogidas en los datos reales. En este trabajo se expone un ejemplo de aplicación a los diodos semiconductores de rectificación.

1.- INTRODUCCION

Los componentes en general, y muy especialmente los dispositivos de estado sólido, han alcanzado un nivel de perfeccionamiento e importancia económica que ha excedido las más altas expectativas de sus inventores.

Este nivel de desarrollo alcanzado por la industria fabricante de componentes electrónicos hace que el comportamiento de dichos componentes, caracterizados por las correspondientes HOJAS DE DATOS del fabricante, resulte cada vez más distante de lo que podría ser un *comportamiento tipo*, deducido directamente de una comprensión del funcionamiento básico del dispositivo.

Desde el punto de vista del "utilizador" de componentes (como podría ser el caso de un diseñador de circuitos), frente a la penosa alternativa de una amplia comprensión del funcionamiento interno de toda una serie de dispositivos electrónicos, se plantea la alternativa de un conocimiento claro de las características prácticas de dichos dispositivos a partir de la comprensión de la correspondiente HOJA DE DATOS, en base a un conocimiento elemental del funcionamiento del componente.

En consecuencia, en nuestra ponencia planteamos el interés de orientar la enseñanza de la TECNOLOGIA ELECTRONICA hacia una serie de conocimientos que permitan establecer el puente entre la comprensión de unos fundamentos básicos y la interpretación de HOJAS DE DATOS de los correspondientes componentes.

La presente comunicación expone, a título de ejemplo, un ejercicio básico de rectificación con

diodos semiconductores, orientado con este enfoque de la enseñanza de la TECNOLOGIA ELECTRONICA: conocimientos básicos, características prácticas y resolución de ejercicios con componentes reales.

2.- APLICACION A LA RECTIFICACION DE MEDIA ONDA

En la aplicación de rectificación de media onda que aquí se desarrolla, se pretende en primer lugar determinar las condiciones operativas a partir del conocimiento de las características del diodo. En segundo lugar se plantea la estimación de la temperatura del diodo, con la cual se podrán modificar eventualmente las condiciones operativas anteriores.

Estimadas dichas condiciones operativas, se verificará que estas son compatibles con los valores límites de funcionamiento del diodo. En caso positivo, se procederá a seleccionar el modelo de diodo adecuado según las tensiones inversas de trabajo utilizadas.

2.1.- Estudio teórico

Para el rectificador de media onda (Figura 1), considerando [1] y [2], evaluamos los siguientes aspectos:

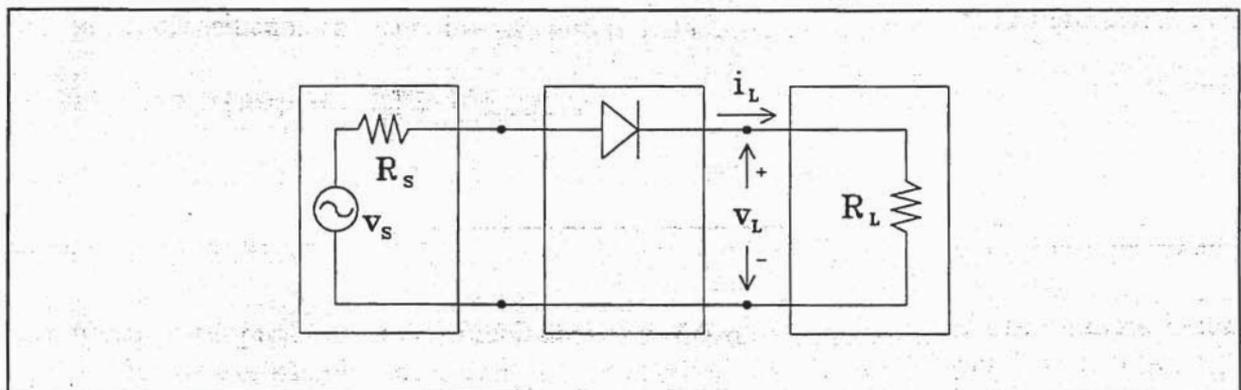


Figura 1.- Circuito recitificador de media onda.

1.- Comportamiento en directa o en inversa: Cuando la tensión que suministra la fuente es positiva y superior a la tensión umbral del diodo, este conduce, siendo la tensión en el diodo y en la carga proporcional a la de la fuente:

$$v_D = v_S \frac{R_{ON}}{R_S + R_{ON} + R_L} + V_Y ; \quad v_L = (v_S - V_Y) \frac{R_L}{R_S + R_{ON} + R_L}$$

donde R_{ON} es la resistencia del diodo en conducción.

Por otro lado, la corriente será:

$$i_D = i_L = \frac{v_S - V_Y}{R_S + R_{ON} + R_L}$$

Si v_s es negativa, el diodo estará en corte y la única corriente que circulará por el será la de saturación inversa:

$$i_D = i_L = -I_0 \quad ; \quad V_L = -I_0 * R_L \quad ; \quad V_D = -v_s + I_0 (R_S + R_L)$$

2.- Limitación por tensión máxima: La tensión máxima en la carga, V_L , se obtiene cuando el diodo está en conducción y depende de la amplitud de la tensión de la fuente, V_s , y de V_γ . Con los valores indicados en el enunciado, V_γ es mucho menor que V_s , pudiendo despreciarse su efecto.

Por otro lado, cuando el diodo no conduce, toda la tensión de la fuente cae en el diodo, limitando la tensión inversa de este el valor máximo de V_s . Como este proceso se repite cada ciclo de la señal de entrada, la magnitud que hay que considerar es la *tensión inversa de pico repetitiva*, V_{RRM} .

3.- Limitación por corriente máxima: La máxima circulación de corriente en la carga se produce cuando el diodo está en conducción. Como esta intensidad es la misma que circula por el diodo, la limitación vendrá impuesta por la máxima corriente directa que es capaz de soportar el diodo:

$$I_{L \max} = I_{F \max} = \frac{V_s - V_\gamma}{R_S + R_{ON} + R_L}$$

Por idéntico razonamiento que en el apartado anterior, la magnitud concreta a tener en cuenta es la *corriente directa de pico repetitivo*, I_{FRM} .

4.- Potencia disipada en el diodo: La potencia disipada en el diodo durante su conducción es, aproximadamente, la indicada por la siguiente fórmula:

$$P_{DIR \text{ media}} \approx \frac{V_s * V_\gamma}{\Pi * (R_S + R_{ON} + R_L)}$$

Para llegar a este resultado se ha tenido en cuenta que $V_s \gg V_\gamma$ y se ha despreciado el efecto de R_{ON} frente al valor de la carga.

En el caso de polarización inversa del diodo, el resultado es:

$$P_{INV \text{ media}} \approx \frac{V_s * I_0}{\Pi}$$

5.- Temperatura del diodo: La temperatura de funcionamiento del diodo se calcula:

$$T = T_A + R_{th} * P$$

En nuestro caso, con la alimentación a 50 Hz, el período de 20 ms es suficientemente pequeño para que podamos calcular la temperatura media del diodo utilizando la potencia media según la expresión:

2.2.- Hoja de Datos

En esta aplicación se plantea la utilización de un diodo de la serie 1N4001 [3] cuyas características aparecen resumidas en la Figuras 2, 3 y 4 y en la Tabla 1.

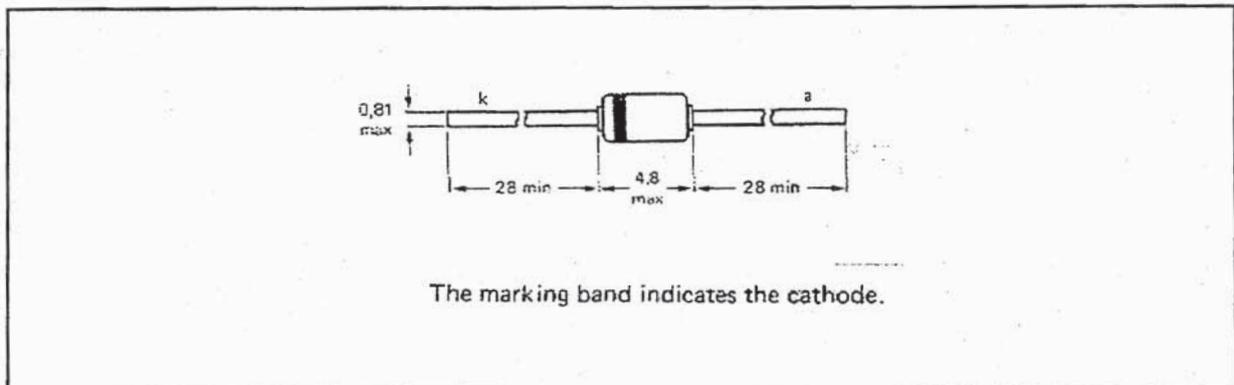


Figura 2.- Silicon diffused rectifier diode 1N4001.

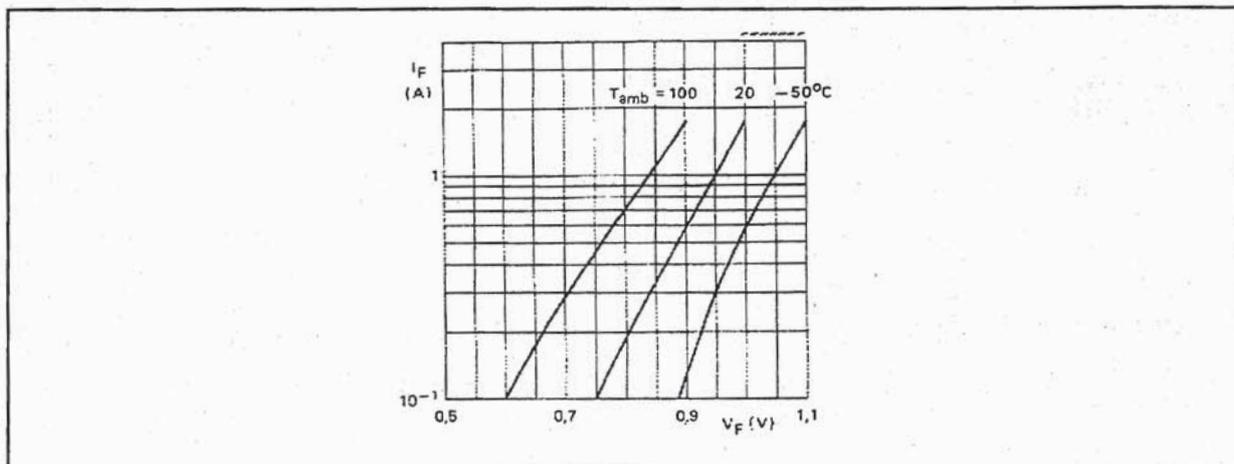


Figura 3.- Característica V-I típica del diodo 1N4001.

2.3.- Obtención de resultados

Se considerará que la fuente suministra $36 V_{ef}$, 50 Hz , y que su resistencia interna es de 1Ω . Suponemos además que la carga vale 15Ω y la temperatura ambiente 25°C . Se pretende determinar el diodo más adecuado para el diseño del rectificador dentro de la serie 1N4001.

Teniendo en cuenta que el valor máximo de tensión a la entrada del rectificador es $50,9 \text{ v}$., deducimos que sería suficiente con seleccionar el dispositivo 1N4002, con objeto de que no se supere la tensión inversa de pico repetitivo V_{RRM} .

La corriente directa media que soporta el diodo es el parámetro $I_{F(AV)}$ y vale $1,0 \text{ A}$. para toda la serie. La corriente máxima viene determinada por I_{FRM} , valiendo 10 A . Para las características indicadas del circuito, la máxima intensidad que circula es aproximadamente

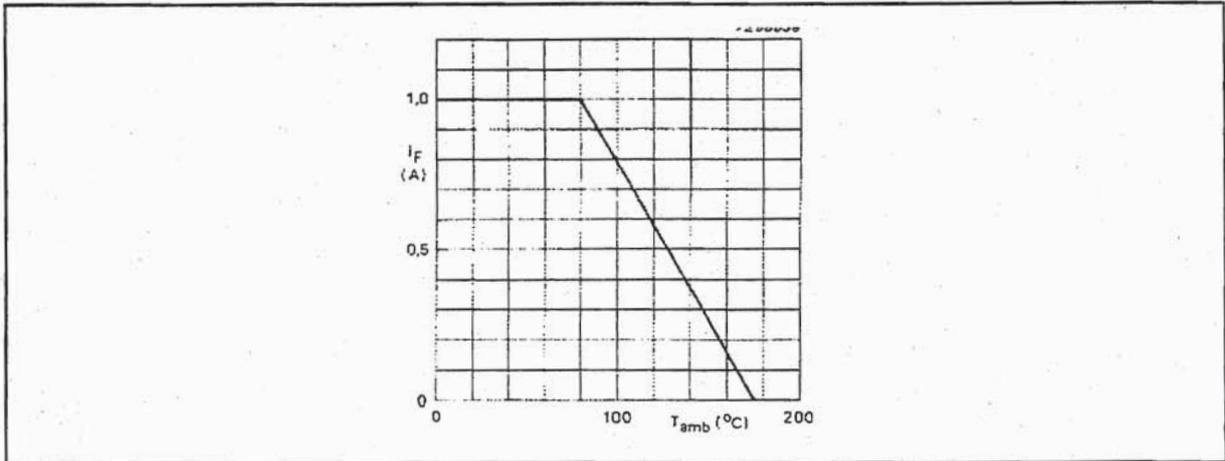


Figura 4.- Corriente máxima en el diodo en función de la temperatura ambiente.

3.18 A., valor que está por debajo de las limitaciones del diodo seleccionado.

Para el cálculo de la potencia directa disipada necesitamos conocer la resistencia en conducción R_{ON} y la tensión umbral V_F del diodo. Calculamos R_{ON} como $\Delta V_F / \Delta I_F$, a partir de la Figura 3. Previamente, necesitamos conocer el valor medio de la corriente en el diodo:

$$I_F \text{ (Av)} = \frac{I_{F \text{ max}}}{II} \approx 1.01 \text{ A}$$

Cogiendo los puntos comprendidos entre 1 y 0.6 A. de la Figura 3, vemos que V_F oscila entre 0.95 y 0.9, por tanto, $R_{ON} \approx 0.125 \Omega$.

De la Figura 4 hemos obtenido un punto medio de funcionamiento del diodo, caracterizado por $I_F \approx 1.01$ A., $V_F \approx 0.95$ V. Extrapolando, según la pendiente dada por R_{ON} , obtenemos V_F aproximadamente igual a 0.8 V. Con ello deducimos $P_{DIR \text{ media}} = 0.81$ W.

Para la potencia en inversa, nos hace falta conocer la corriente inversa I_O , que según la Tabla 1 puede considerarse como $10 \mu\text{A}$. Esto nos da una potencia disipada entorno a 162 mW, lo cual resulta claramente muy inferior a la disipada en directa y de efecto despreciable.

Para evaluar la temperatura en el diodo utilizamos la resistencia térmica, R_{th} , dada en la Tabla 1 y de valor 120 K/W. Con ello obtenemos 73°C. Con este incremento de temperatura vemos en la Figura 3 que las condiciones operativas se ven afectadas en la tensión de codo, que disminuiría en 0.1 V aproximadamente. Sin embargo, la corriente máxima que soporta el diodo prácticamente no se ve afectada (Figura 4), con lo cual, concluimos que, en primera aproximación, este efecto puede despreciarse.

3.- CONCLUSIONES

El ejemplo tratado expone claramente la contribución del manejo directo de una HOJA DE

RATINGS: Limiting values in accordance with the Absolute Maximum Systems (IEC 134)				
	1N4001ID	4002ID	4003ID	4004ID
Repetitive peak reverse voltage V_{RRM} max.	50	100	200	400
Continuous reverse voltage V_R max.	50	100	200	400
Average forward current (average over any 20 ms period) up to $T_{amb} = 75^\circ\text{C}$ at $T_{amb} = 100^\circ\text{C}$	$I_{F(AV)}$ max. 1.0 A $I_{F(AV)}$ max. 0.75 A			
Repetitive peak forward current	I_{FRM} max. 10 A			
Non-repetitive peak forward current (half-cycle sine wave, 60 Hz)	I_{FSM} max. 20 A			
Storage temperature	T_{stg} - 65 to +175 °C			
Junction temperature	T_j max. 175 °C			
THERMAL RESISTANCE				
Thermal resistance from junction to ambient; device mounted on a 1,5 mm thick epoxy- glass printed circuit board; Cu thickness $\geq 40 \mu\text{m}$	$R_{thj-a} = 120 \text{ K/W}$			
CHARACTERISTICS: $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise stated				
Forward voltage $I_F = 1 \text{ A}$	$V_F < 1,1 \text{ V}$			
Full-cycle average forward voltage $I_{F(AV)} = 1 \text{ A}$	$V_{F(AV)} < 0,8 \text{ V}$			
Reverse current $V_R = V_{R \text{ max}}$ $V_R = V_{R \text{ max}}; T_{amb} = 100^\circ\text{C}$	$I_R < 10 \mu\text{A}$ $I_R < 50 \mu\text{A}$			

Tabla I.- Características del diodo 1N4001.

DATOS como fuente de información sobre componentes reales y como elemento didáctico en sus aspectos de:

- Interpretación de características prácticas.
- Selección de componentes.

El interés del manejo directo de HOJAS DE DATOS puede reforzarse notablemente si, además, los mismos componentes se utilizan para desarrollar pequeños *trabajos de simulación*

y/o *prácticas de laboratorio*, que permitan contrastar los resultados previamente obtenidos mediante ejercicios del tipo aquí tratado.

4.- REFERENCIAS

[1] Gualda, J.A. , Martínez, S. y Martínez, J.A. "Electrónica Industrial: Técnicas de Potencia". Ed. Marcombo, 1992.

[2] Malvino, A.P. "Principios de Electrónica". Ed. McGraw Hill, 1994.

[3] "Discrete Semiconductors. Diodes. Data Hanbook SC01" Phillips Semiconductors. 1992.