

Práctica 1: Caracterización de los Diodos de Potencia

Laboratori de Components Semiconductors de Potència
ITTSE (DIE, UVEG) 1999/2000

1 Objetivos

Caracterizar el comportamiento del diodo tanto en régimen estático como en régimen dinámico. Se comprobará que la caída de tensión en conducción depende del tipo de diodo y de la corriente que circula por el mismo. Por otra parte se obtendrán las formas de onda características en tensión y corriente del proceso de conmutación .

2 Caracterización estática

En el modelo simplificado del diodo se asume que éste queda polarizado a partir de una cierta tensión positiva entre ánodo y cátodo, y esta tensión, que suele tomarse de $V_F = 0,7V$, se mantiene invariable independientemente de la corriente que circula por él. En la práctica la caída de tensión del diodo depende, en primer lugar, del tipo de diodo y, además, de la corriente que circule por él. Para confirmar este resultado se comprobará experimentalmente la tensión umbral a la que el diodo comienza a conducir y su caída directa en conducción para diferentes corrientes.

2.1 Caracterización estática en polarización directa

Dados los siguientes diodos mide su caída de tensión directa V_F en función de la corriente directa I_F que por ellos esté circulando.

- 1N4007: Diodo rectificador de frecuencia de red; 1A, 700V
- BYV43-45: Diodo Schottky; 15A, 45V (*equivalente a MBR2545*)
- BYV96E: Diodo rectificador de alta tensión, soft-recovery; 1A, 1000V

2.1.1 Procedimiento experimental

Se aplicará entre ánodo y cátodo del diodo una fuente de corriente variable de modo que efectuando un barrido entre 0 y 1A se podrá medir la caída de tensión que se produce en función de la corriente.

1. Ajustar la tensión de la fuente a 2 V.
2. Limitar la corriente al mínimo.

3. Conectar el diodo a la fuente.
4. Conectar el multímetro al diodo para medir la tensión con precisión.
5. Aumentar cuidadosamente la corriente y observar cómo aumenta la tensión en el diodo.
6. Rellenar una tabla para cada uno de los diodos con las tensiones V_F para diferentes corrientes ($I_F = 10mA, 20mA, 50mA, 100mA, 200mA, 400mA, 800mA, 1A$).
7. Generar una gráfica V_F vs I_F para cada uno de los diodos.

2.2 Caracterización estática en polarización inversa

Cuando la tensión inversa supera el valor máximo que el diodo es capaz de bloquear se produce el fenómeno de ruptura y el diodo empieza a conducir corriente en sentido cátodo-ánodo. Si la corriente no se limita la destrucción del diodo es segura. Si la corriente está limitada y la potencia disipada por el diodo (el producto tensión inversa por corriente inversa, $P_{diss} = V_{KA}I_r$) está dentro de los márgenes de potencia disipable no se produce la destrucción del diodo.

2.2.1 Procedimiento experimental

Se aplicará entre cátodo y ánodo del diodo BYV43-45 una fuente de tensión variable con limitación de corriente a $20mA$, de forma que efectuando un barrido entre $0V$ y $60V$ se podrá observar a qué tensión se produce la ruptura.

1. Configurar la fuente de alimentación como fuente de tensión en modo *TRAC*.
2. Limitar la corriente a $20mA$ en las dos fuentes.
3. Conectar el diodo a la fuente.
4. Aumentar la tensión hasta que el diodo comience a conducir y anotar cuando se produce la conducción inversa.

3 Caracterización Dinámica

El paso del estado de conducción al de bloqueo no se efectúa instantáneamente. Si un diodo conduce en sentido directo una intensidad I_F , la zona central de la unión esta saturada de portadores minoritarios con tanta mayor densidad cuanto mayor sea I_F . Cuando el circuito externo fuerza la anulación de la corriente con cierta velocidad dI_F/dt para llevar al diodo al estado de bloqueo, la corriente decrecerá hasta su paso por cero, pero existen aun en la unión una cierta cantidad de portadores que cambian su sentido de movimiento y permiten que el diodo conduzca durante algún tiempo en sentido contrario. La tensión inversa entre ánodo y cátodo no se establece hasta después del tiempo t_a llamado *tiempo de almacenamiento* (Δt_1 en la figura) en que los portadores empiezan a escasear. La intensidad todavía tarda un tiempo t_c o *tiempo de caída* (Δt_2 en la figura) en descender a un valor despreciable mientras

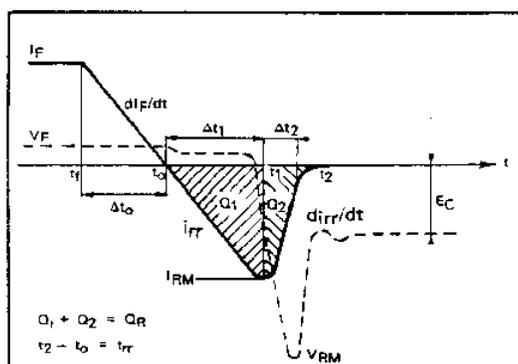


Figura 1: Formas de onda de corriente y tensión en el transitorio a off del diodo.

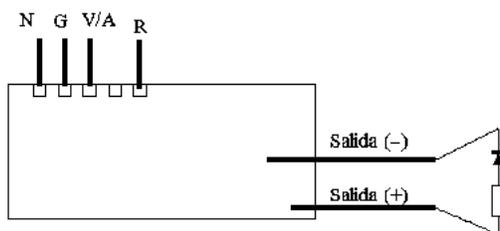


Figura 2: Driver a usar durante la segunda parte de la práctica.

va desapareciendo el exceso de portadores. Durante este periodo es el propio diodo quien impone el dI/dt en la disminución de la corriente inversa. La energía que se ha almacenado en forma de corriente por las inductancias presentes en el circuito durante t_a se transforma en el pico de tensión V_{RM} , al descargarse la corriente que circulaba por las inductancias sobre la capacidad parásita del diodo.

Existen dos tipos de diodos de recuperación rápida: *Snapp-off* (recuperación abrupta) y *Soft-recovery* (recuperación suave). En los primeros t_c es mucho más corto que en los segundos. El parámetro por el que caracteriza la rapidez de un diodo se define como $t_{rr} = t_a + t_c$, tiempo de recuperación inversa.

3.1 Procedimiento experimental

Se aplicará sobre el diodo una tensión alterna cuadrada entre $V_1 = +10V$ y $V_2 = -10V$. Durante el semiperiodo positivo el diodo conduce, durante la transición de polarización positiva a negativa se observarán los citados fenómenos de recuperación inversa.

1. Configurar la fuente de alimentación para proporcionar una alimentación simétrica de $V = \pm 10V$ (modo *TRAC*) y limitar la corriente a $500mA$.
2. Conectar el generador de señal y ajustarlo para obtener una onda cuadrada de las siguientes características: 10V de pico (20V de pico a pico) centrada en el cero,

ajustar inicialmente $f = 20kHz$. Comprobar con el osciloscopio que la forma de onda es la mencionada.

3. Con la fuente y el generador de señal apagados realizar las conexiones al driver:
 - (a) Generador(+) al cable gris o azul de entrada (del conector naranja) del driver.
 - (b) Generador(-) al cable verde y amarillo del driver.
 - (c) Fuente(+10) al cable rojo del driver.
 - (d) Fuente(-10) al cable negro del driver.
 - (e) Fuente(0) al cable verde y amarillo del driver.
4. Encender primero el generador y luego la fuente y comprobar que a la salida del driver se tiene una onda de tensión alterna de 20V pico a pico y $f = 20kHz$.
5. La fuente alterna queda lista para ser utilizada del siguiente modo:
 - (a) Orden de encendido: primero el generador y luego la fuente.
 - (b) Orden de apagado: primero la fuente y luego el generador.
6. Conectar el diodo a la fuente de alterna con una resistencia serie tal que la corriente por el circuito quede limitada a menos de 1A. El cátodo del diodo lo conectaremos al cable que sale de mitad de la placa, a continuación la resistencia y luego el otro cable de salida (en algunas placas este cable de salida es de color rojo).
(Si no se dispone de sonda de corriente se medirá la corriente con la resistencia serie).
7. Medir para cada uno de los diodos de prueba el pico de corriente inversa I_{RM} , el pico de tensión inversa V_{RM} y su tiempo de recuperación inversa t_{rr} .
8. Variar la frecuencia de la tensión alterna hasta que $T = 30t_{rr}$. Consideraremos esta frecuencia como la máxima de funcionamiento.
9. Construir una tabla comparativa en la que se recojan los resultados obtenidos para cada diodo.
10. Para el diodo que tenga mayor t_{rr} dibuja las formas de onda de tensión y corriente durante los transitorios de corte y conducción.