



Característica de transferencia de un diodo con desplazamiento de niveles

Según el circuito de la siguiente figura, obtener:

- Su característica de transferencia para los casos $V_p = 5V$ y $V_p = -5V$
- Dibuja la forma de la señal de salida en ambos casos con excitación sinusoidal.
- Tomando $R=50 \Omega$, calcular el valor de la resistencia del diodo en conducción a partir de los datos de la simulación.



Solución para a)

En el caso de $V_p = 5V$, para que la corriente circule por el circuito, es necesario que el diodo esté polarizado en directa. Para esto, se debe cumplir:

$$V_{in} > V_p + V_y \approx 5.5V$$

A partir de este valor de entrada, la corriente estará limitada únicamente por la resistencia R y la resistencia interna del diodo. En este caso, casi toda la caída de tensión debida al paso de corriente se producirá en R .

El efecto del generador V_p es doble: por una parte desplaza la tensión umbral del diodo hasta los 5.5 V, y por otra, mantiene la salida en 5 V porque si no pasa corriente, la diferencia de tensión en las terminales de la resistencia R es nula.

Como consecuencia, la tensión en las terminales de salida V_{out} será la misma que la del generador V_p . Por lo tanto, se produce un doble desplazamiento respecto de la curva característica del circuito de polarización simple.

En el caso de $V_p = -5V$, se tiene que la conducción comenzará cuando el diodo se polarice en directa. Este hecho se produce cuando:



$$V_{in} > V_p + V_y \approx -4.5V$$

Mientras el diodo esté polarizado inversamente, no circulará la corriente y la tensión en los bornes de salida se determina como en el caso anterior por el valor de $V_p = -5V$. La característica de transferencia obtenida en este caso será por lo tanto, la de la gráfica b). Se debe observar que nuevamente se produjo un doble desplazamiento, en este caso, de $-5V$ en ambos ejes respecto del mismo circuito sin V_p .



Solución para b)

Una vez obtenida la característica de transferencia, se puede dibujar fácilmente la forma de la señal de salida para cualquier señal de entrada. Para esto, solo se tiene que dibujar la característica de transferencia junto con la señal de entrada, empleando el eje común que presentan ambas gráficas.

El eje común es el de abscisas para la característica de transferencia, mientras que el eje de ordenadas es para la señal de entrada. El eje de abscisas de la señal de entrada será el tiempo. El eje de ordenadas de la característica de transferencia es común con el eje de ordenadas de la señal de salida.



Señal de salida en función de la entrada con ayuda de la característica de transferencia para $V_p = 5v$



Señal de salida en función de la entrada con ayuda de la característica de transferencia para $V_p = -5v$

Solución para c)

Para calcular el valor de la resistencia del diodo cuando está en conducción, se toma en cuenta que se puede emplear una resistencia en el circuito con un valor mucho más bajo que



el inicial ($10\text{k}\Omega$ a 50Ω). De esta forma, el valor de la resistencia externa se acerca al de la resistencia interna en conducción, por lo que los efectos debidos a la resistencia se repartirán sobre ambas.



Modelo de diodo en conducción

Al reemplazar el diodo por su modelo en conducción, se obtiene el siguiente circuito:



De aquí se obtiene:

$$V_{in} = V_{sat} + i(R+R_s) + V_p$$

$$V_{out} = V_p + iR$$

De la primera ecuación se obtiene R_s :



De la segunda ecuación se obtiene i :



Al sustituir se obtiene:





En esta expresión se conoce $V_p = 5V$, $R = 50\Omega$ y $V_{sat} \approx 0.65V$. Este último valor puede obtenerse a partir de las curvas obtenidas en simulación para un diodo del tipo 1N4148. Por otro lado, es un valor general que puede elegirse por defecto cuando no se tienen datos más precisos. Se debe recordar que la zona de trabajo de un diodo polarizado en corriente directa se encuentre entre 0.5V (despegue) y 0.8V (saturación). Cualquier valor intermedio (0.6, 0.65, 0.7) es adecuado para el análisis.

Para obtener los valores de V_{in} y V_{out} , se puede tomar los valores de la curva de transferencia con el programa de presentación gráfica. Al escoger por ejemplo el valor extremo $V_{in} = 10V$, le corresponde $V_{out} = 8.255V$. Al sustituir los valores se tiene: $R_s = 17.28 \Omega$.

Se puede elegir otro par de valores, mientras correspondan a la zona de saturación del diodo, de lo contrario, el modelo empleado no sería válido.

Al observar la librería EVAL.LIB en el software Pspice, donde se tiene la descripción de los parámetros del diodo 1N4148, se puede comprobar que el valor establecido para R_s en este diodo es de 16Ω , muy cercano al valor obtenido.

Con información de «*Problemas de electrónica digital*», A. E. Delgado - J. Mira, R. Hernández - J. C. Lázaro.