|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Fundamentos Físicos y Tecnológicos** | Práctica de Laboratorio 4 | |
| Apellidos: Líndez Martínez | | | Firma: |
| Nombre: Mario | DNI: 77021242 - S | Grupo: A2 |

1. Simula un circuito 5.2 formado por una fuente de continua en serie con una resistencia de 2 kΩ y un diodo. Coloca sondas que permitan medir la tensión entre los extremos de la resistencia, entre los extremos del diodo, así como la corriente que atraviesa cada elemento.
   1. Completa la siguiente tabla realizando distintas simulaciones DC con los valores para los valores de tensión en la fuente que se muestran en ella:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| V | *VR* | *Vd* | *I* |
| 0.2 V | V | 0,2 V | A |
| 0.3 V | V | 0,3 V | 1.10 A |
| 0.4 V | V | 0,4 V | A |
| 0.5 V | 0,000492 V | 0,5 V |  |
| 0.6 V | 0,014 V | 0,586 V | A |
| 0.8 V | 0,152 V | 0,648 V | A |
| 1 V | 0,332 V | 0,668 V | 0,000166 A |
| 1.5 V | 0,809 V | 0,691 V | 0,000405 A |
| 2 V | 1,3 V | 0,703 V | 0,000648 A |
| 2.5 V | 1,79 V | 0,711 V | 0,000894 A |

* 1. Representa en una gráfica la intensidad que circula por el diodo (eje Y) frente a la diferencia de potencial entre los extremos del diodo. Realiza un ajuste exponencial de dicha ecuación calculando además el coeficiente de correlación para completar la siguiente tabla.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Curva exponencial de ajuste | Coef. correlación | *Is* | *q/nkT* | *n* (*T* = 19*C*) |
|  | 0.9999 |  |  | 1.026 |

Para el cálculo de n simplemente la despejaremos de , quedando como ,

Siendo *q* la carga del electrón (), *k* la constante de Boltzman () y T la temperatura en ºK (19 ºC = (19 + 273) ºK).

Interfaz de usuario gráfica

Descripción generada automáticamente con confianza media

* 1. Representa en una gráfica la diferencia de potencial entre los extremos del diodo (eje Y) frente a la diferencia de potencial en la fuente (eje X). Señala las dos zonas de comportamiento que se muestran y determina la tensión umbral del diodo como la tensión en la que se produce la transición.

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamenteLa transición se hace a partir de los 0.6 V, por lo que esa será la tensión umbral del diodo

* 1. Representa por separado cada una de las dos zonas de comportamiento de la gráfica anterior y realiza un ajuste lineal de cada una de ellas. Calcula además el coeficiente de correlación para completar la siguiente tabla.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Zona | Ecuación de la recta | Coef. correlación |
| Zona I | y = x | 1 |
| Zona II | y = 0.0541x + 0.5921 | 0.7473 |

* 1. Comenta los resultados anteriores comparándolos con las representaciones vistas en clase. Utilízalos para determinar el valor de *rd* del modelo empleado para simplificar el comportamiento del diodo en circuitos.

Como hemos visto, 0.6 V será la tensión umbral del diodo, por lo que para valores de Vd menores de 0.6 V el diodo se comportará como un circuito abierto. Por ello, no pasará corriente haciendo que Vd sea la misma que Vi.

Sin embargo, a partir de los 0.6 V el diodo funcionará como una fuente de tensión y una resistencia (modelo simplificado 2). Podremos calcular así la “resistencia interna” del diodo (rd) aplicando la fórmula vista en clase:

Y comparándola con la ecuación de la recta (aproximada) obtenida:

y = 0.0541x + 0.5921

Nos podemos dar cuenta de que y = , y que x = Vi, por lo que igualando lo que acompaña a la x (o Vi) de ambas expresiones tenemos:

Despejando y resolviendo nos quedaría que  = 114.38 Ω

1. Simula el circuito 6.3 usando *RG* = *RD*=40 kΩ y *VDD* = 10 V.
   1. Completa la siguiente tabla realizando distintas simulaciones DC con los valores para *Vi*:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Vi* | *VDS* | *VGS* | *ID* | *IG* |
| 1 V | 10 V | 1 V |  | 0 A |
| 2 V | 9.6 V | 2 V |  | 0 A |
| 2.5 V | 9.1 V | 2.5 V |  | 0 A |
| 3 V | 8.4 V | 3 V |  | 0 A |
| 4 V | 6.4 V | 4 V |  | 0 A |
| 4.5 V | 5.1 V | 4.5 V |  | 0 A |
| 5 V | 3.65 V | 5 V |  | 0 A |
| 5.5 V | 2.91 V | 5.5 V |  | 0 A |
| 6 V | 2.5 V | 6 V |  | 0 A |
| 7 V | 2 V | 7 V |  | 0 A |
| 8 V | 1.69 V | 8 V |  | 0 A |
| 9 V | 1.47 V | 9 V |  | 0 A |
| 10 V | 1.3 V | 10 V |  | 0 A |

* 1. ¿Coinciden los valores obtenidos para la intensidad de puerta con los esperados teóricamente?

Sí que coinciden, ya que conocíamos previamente que por la puerta no circula corriente y por tanto la intensidad siempre va a ser 0 A independientemente de la región en la que se encuentre el transistor, como hemos podido comprobar experimentalmente. Esto se debe a que la estructura de la puerta se comporta como un condensador que cuando está cargado, no deja pasar la corriente. También podemos añadir que por la resistencia G nunca circula corriente y por tanto no desempeña ninguna función en el circuito.

* 1. Gráfico, Gráfico de dispersión

     Descripción generada automáticamentePinta la característica de transferencia. ¿Coincide con la esperada teóricamente?

Sí que coincide con la esperada teóricamente, pues este circuito coincide con el de un inversor, por lo que a voltajes bajos de Vi tenemos un voltaje de salida VDS altos y viceversa.

Haciendo una estimación a partir de los resultados, podríamos decir que Vth del transistor es 2 V ya que a partir de los dos voltios la intensidad pasa de ser prácticamente 0 a aumentar su valor considerablemente. Con esto en cuenta podemos asegurar que si Vi < 2 V, está en corte, si

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente2 V < Vi < 5,5 V se encuentra en saturación (ya que VDS > (VGS – Vth)) y si Vi > 5.5 V se encuentra en región lineal (VDS < (VGS – Vth)).

1. Simula el circuito 6.4 usando *RD*=40 kΩ.
   1. Completa la siguiente tabla realizando distintas simulaciones DC con los valores para *Vi*:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Vi | ID |  | VDS |
| 3 V |  | 0.004147288 | 2.31 V |
| 4 V |  | 0.005567764 | 2.76 V |
| 5 V |  | 0.006797058 | 3.15 V |
| 6 V |  | 0.007905694 | 3.5 V |
| 7 V |  | 0.008916277 | 3.82 V |
| 8 V |  | 0.009853933 | 4.12 V |

* 1. Representa en una gráfica la raíz cuadrada de la intensidad de drenador (eje Y) frente a *VGS* = *VDS* (eje X).
  2. Realiza un ajuste lineal de la representación anterior, determina la ecuación de la recta, su coeficiente de correlación y usa la información anterior para completar la siguiente tabla

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ecuación del ajuste | Coef. Correlación | Vth |  |
| y = 0.0032x – 0.0031 | 1 |  |  |

Como sabemos, este transistor estará siempre en saturación, ya que VGS = VDS y por tanto siempre se cumplirá que VDS > (VGS – Vth). Conociendo esto, también podemos definir ID como:

(3.1)

Si tomamos la raíz cuadrada de ambos miembros nos queda:

En nuestra gráfica nosotros representábamos en el eje y, y en el eje x VGS = VDS, por lo que si sustituimos esas variables en nuestra expresión obtenemos:

(3.2)

Si ahora igualamos lo que acompaña a la x en ambas expresiones (esta última calculada y la ecuación del ajuste) obtenemos que:

Despejando esto último, k = 0.00002048.

Con el valor de k calculado, podemos obtener el valor de Vth sustituyendo valores en la expresión (3.2) y volviendo a compararla con la ecuación del ajuste obtenemos que:

Análogamente podemos ver que el valor de coincide con el de ya que si comparamos la primera parte de la expresión (3.1) con:

Nos damos cuenta de que:

Ahora sí, terminamos de completar la tabla:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ecuación del ajuste | Coef. Correlación | Vth |  |
| y = 0.0032x – 0.0031 | 1 | 0.96875 V |  |