 ugr Universidad de Granada	Fundamentos Físicos y Tecnológicos	Práctica de Laboratorio 4
Apellidos: Fernández Vega		Firma:
Nombre: Leandro Jorge	DNI:	

Medidas proporcionadas en Voltios y Amperios

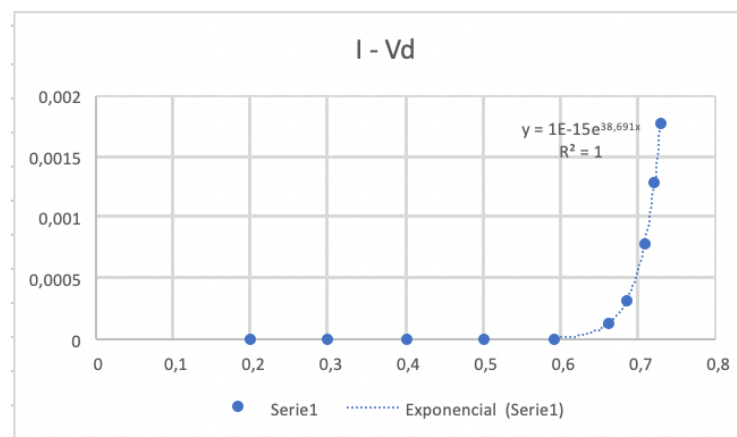
1. Simula un circuito 5.2 formado por una fuente de continua en serie con una resistencia de 1 kΩ y un diodo. Coloca sondas que permitan medir la tensión entre los extremos de la resistencia, entre los extremos del diodo así como la corriente que atraviesa cada elemento.

a) Completa la siguiente tabla realizando distintas simulaciones DC con los valores para los valores de tensión en la fuente que se muestran en ella:

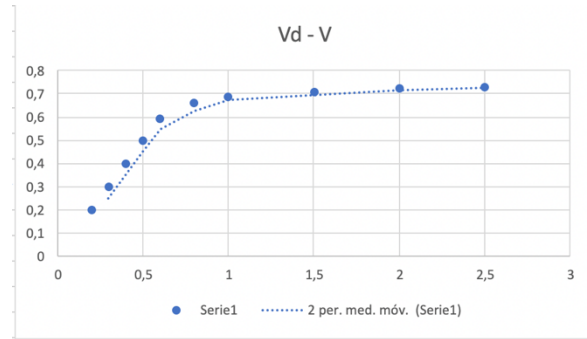
V	V_R	V_d	I
0,2	2,29e-9	0,2	2,29e-12
0,3	1,1e-7	0,3	1,1e-10
0,4	5,24e-6	0,4	5,24e-9
0,5	2,49e-4	0,5	2,49e-7
0,6	8,61e-3	0,591	8,61e-6
0,8	0,137	0,663	1,37e-4
1	0,316	0,684	3,16e-4
1,5	0,792	0,708	7,92e-4
2	1,28	0,721	1,28e-3
2,5	1,77	0,729	1,77e-3

b) 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	I_s	q/nkT	n ($T = 19C$)
$y = 1E-15e^{38,691x}$	1	1E-15	38,691	1.026

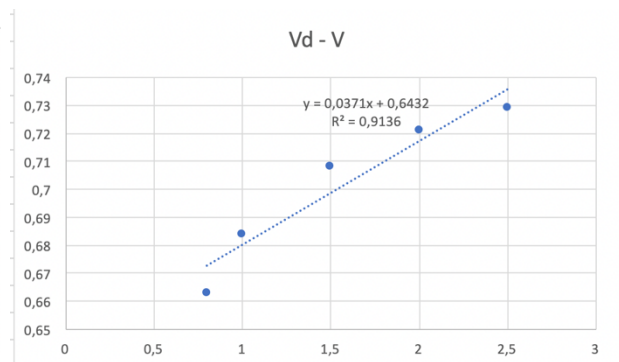
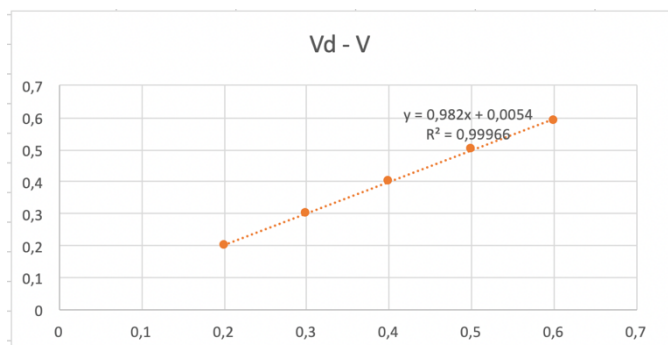


- c) Representa en una gráfica la diferencia de potencial entre los extremos del diodo (eje Y) frente a la diferencia de potencial en la fuente (eje X). Señala las dos zonas de comportamiento que se muestran y determina la tensión umbral del diodo como la tensión en la que se produce la transición.
 $V_T = 0.6 \text{ V}$



- d) 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	$0.982x + 0.0054$	0.99966
Zona II	$0.0371x + 0.6432$	0.9136



- e) Comenta los resultados anteriores comparándolos con las representaciones vistas en clase. Utilízalos para determinar el valor de r_d del modelo empleado para simplificar el comportamiento del diodo en circuitos.

En nuestro modelo del comportamiento del diodo sabemos que este presenta dos zonas de comportamiento. En la primera zona, (por debajo de la tensión umbral) el diodo se comporta como un circuito abierto y no deja pasar la corriente, por lo que la diferencia de potencial entre sus extremos es igual a V_i . En la segunda zona, el diodo se comporta como una fuente de tensión con una pequeña resistencia interna. Por tanto,

$$V_d = (r_d/(R+r_d))x + (V_t * R/(R+r_d)).$$

Comparando con la ecuación:

$$0.0371 = r_d/R+r_d \rightarrow r_d = 38.52 \text{ Ohmios}$$

2. Simula el circuito 6.3 usando $R_G = R_D = 50 \text{ k}\Omega$ y $V_{DD} = 10\text{V}$.

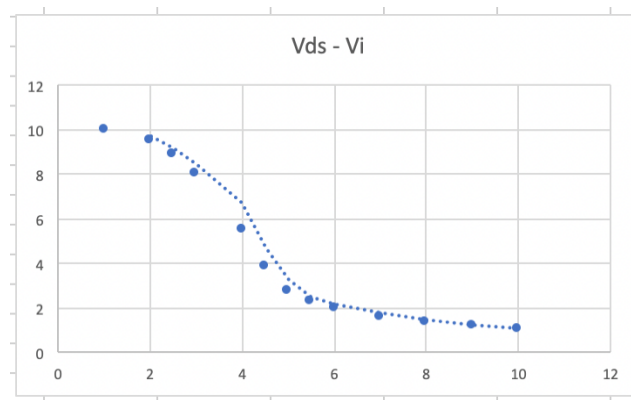
- a) Completa la siguiente tabla realizando distintas simulaciones DC con los valores para V_i :

V_i	V_{DS}	V_{GS}	I_D	I_G
1	10	1	3,97E-12	0
2	9,5	2	1E-5	0
2,5	8,87	2,5	2,25E-5	0
3	8	3	4E-5	0
4	5,5	4	9E-5	0
4,5	3,87	4,5	1,23E-4	0
5	2,76	5	1,45E-4	0
5,5	2,3	5,5	1,54E-4	0
6	2	6	1,6E-4	0
7	1,61	7	1,68E-4	0
8	1,37	8	1,73E-4	0
9	1,19	9	1,76E-4	0
10	1,06	10	1,79E-4	0

- b) ¿Coinciden los valores obtenidos para la intensidad de puerta con los esperados teóricamente?

Sí, ya que por la puerta nunca circula corriente, al comportarse como un condensador que cuando está cargado, no deja pasar la corriente.

- c) Pinta la característica de transferencia. ¿Coincide con la esperada teóricamente?



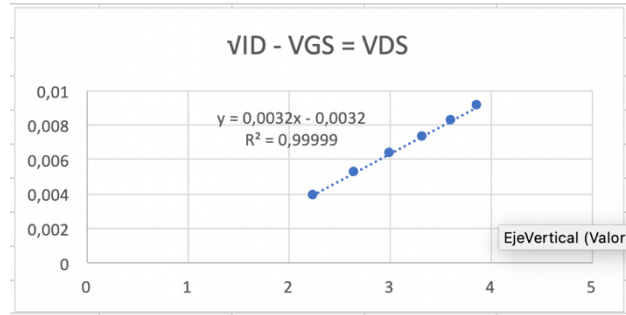
Sí coincide con lo que esperábamos teóricamente, ya que la característica de transferencia se corresponde con la de un inversor (para entrada de V_i pequeñas, tenemos una V_{ds} alta y viceversa). La bajada no es instantánea debido a las propiedades capacitivas de los elementos del circuito, conservando cierto potencial que acaba desapareciendo tras un tiempo determinado.

3. Simula el circuito 6.4 usando $R_D=50\text{ k}\Omega$.

a) Completa la siguiente tabla realizando distintas simulaciones DC con los valores para V_i :

V_i	I_D	$V_{I_{DQ}}$	V_{DS}
3	1,53E-5	0,003911521	2,24
4	2,71E-5	0,005205766	2,65
5	4E-5	0,006324555	3
6	5,37E-5	0,007328028	3,32
7	6,79E-5	0,008240146	3,61
8	8,25E-5	0,009082951	3,87

b) Representa en una gráfica la raíz cuadrada de la intensidad de drenador (eje Y) frente a $V_{GS} = V_{DS}$ (eje X).



c) 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	V_{th}	$\mu_n C_{ox} W/L$
$0,0032x - 0,0032$	0,99999	1	$2.04E-5$

La V_{th} (tensión umbral) la podemos calcular haciendo uso de la fórmula $I_d = (k/2) \cdot (V_{ds} - V_{th})^2$, ya que $V_{gs} = V_{ds}$ porque el drenador y la puerta están cortocircuitados. Haciendo la raíz cuadrada a ambas partes tenemos que $\sqrt{I_d} = \sqrt{k/2} \cdot (V_{ds} - V_{th})$.

En nuestra gráfica tenemos en el eje X V_{ds} y en el eje Y $\sqrt{I_d}$, por lo que la fórmula quedaría:

$$Y = \sqrt{k/2} \cdot x - \sqrt{k/2} \cdot V_{th}$$

Así, comparando con la ecuación inicial:

$$0.0032 = \sqrt{k/2} \rightarrow k = 2.04E-5 \text{ A/V}^2$$

$$0.0032 = \sqrt{k/2} \cdot V_{th} \rightarrow V_{th} = 1 \text{ V}$$