

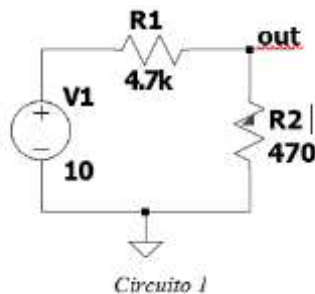
Sesión 3: Circuitos equivalentes de Thevenin y Norton

TRABAJO PREVIO (Simulación LTSpice y cálculos teóricos)

Divisor de tensión

- Determine la tensión V_{out} y la corriente que circula por el Circuito 1 mediante simulación.
- Calcule los valores teóricos esperados y compárelos con los obtenidos a partir de la simulación.

$$V_{OUT} = I * R2$$
$$V_{out} = \frac{R2 * V1}{R1 + R2} = \frac{470 * 10}{470 + 4700} = \frac{10}{11} V$$

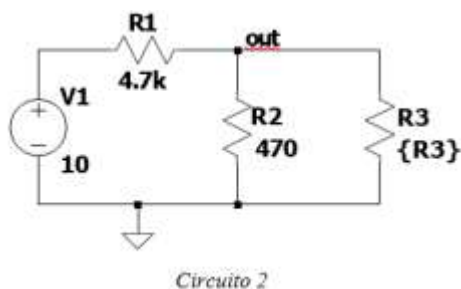


* C:\Users\DOMINGO\Documents\LTspiceXVII\Draft1.asc

```
--- Operating Point ---
V(vout) :      0.909091      voltage
V(n001) :      10           voltage
I(R2) :       -0.00193424    device_current
I(R1) :       -0.00193424    device_current
I(V1) :       -0.00193424    device_current
```

Divisor de corriente

- Determine el valor de $R3$ para que circule una corriente de 1mA por $R2$.



* C:\Users\DOMINGO\Documents\LTspiceXVII\Draft1.asc

```
--- Operating Point ---
V(vout) :      0.47         voltage
V(n001) :      10          voltage
I(R3) :      0.00102766     device_current
I(R2) :      -0.001         device_current
I(R1) :     -0.00202766     device_current
I(V1) :     -0.00202766     device_current
```

$$10 - I_1 * 4700 - 10^{-3} + 470 = 0$$
$$I_1 = 0,00203 A$$
$$I_1 = I_2 + 10^{-3}$$
$$I_2 = 0,00103 A$$

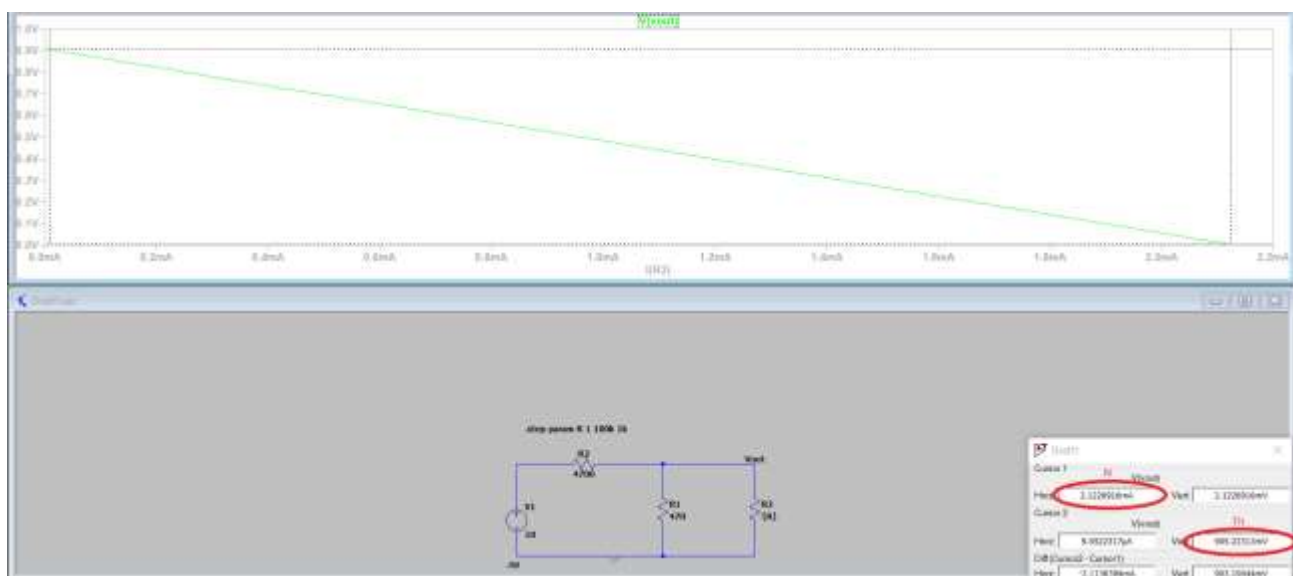
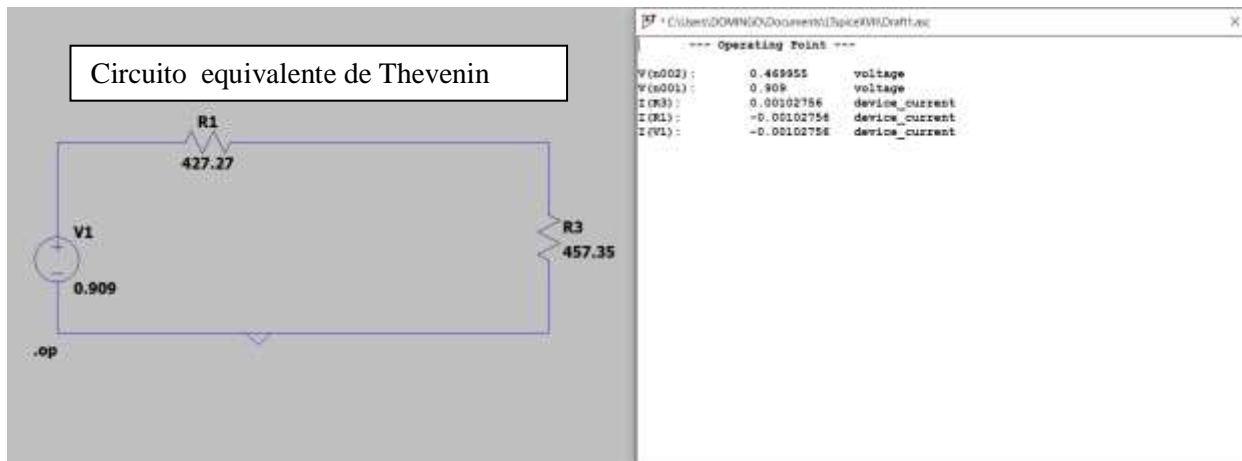
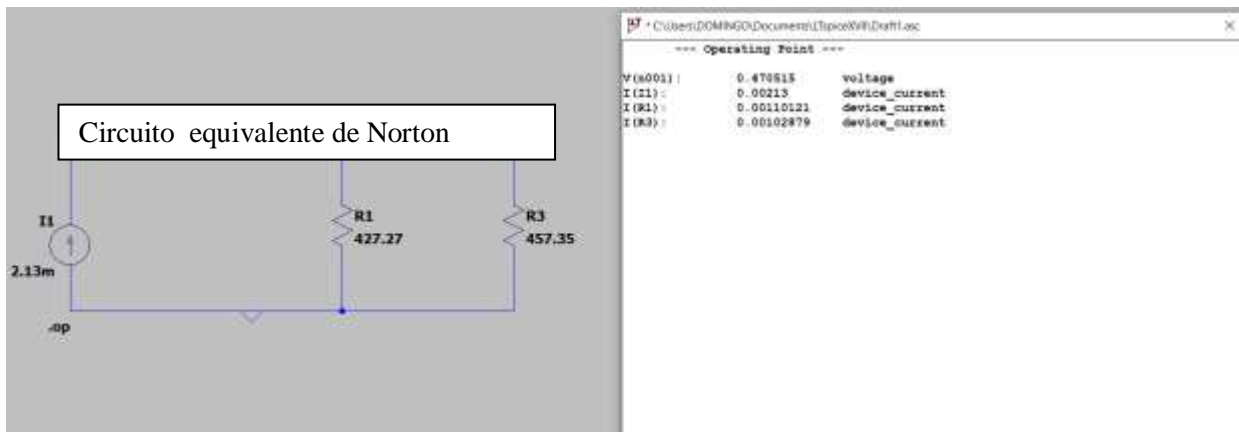
$$10 - I_1 * 4700 = out$$
$$out = 0,47 V$$
$$out - I_2 * R3 = 0$$
$$R3 = 457,35 \Omega$$

- Calcule la potencia disipada por $R3$ en ese caso.

$$P = I^2 * R3$$
$$P = 0,000485 W$$

Equivalentes de Thevenin y Norton de un divisor de tensión

- e. Determine los equivalentes Thevenin y Norton del Circuito 1 visto desde el terminal de salida V_{out} . Haga variar R_3 desde $1\ \Omega$ hasta $100\ \text{k}\Omega$ en el Circuito 2 mediante simulación y represente V_{out} frente a la corriente que circula por R_3 . Obtenga la tensión equivalente de Thevenin y la corriente equivalente de Norton a partir de los puntos de corte con los ejes Y y X, respectivamente.
- f. Calcule los valores teóricos y compárelos con los obtenidos a partir de la simulación.



$$I_1 = I_2 + I_3$$

$$I_1 = \frac{out}{470} + I_3$$

$$\frac{10-out}{4,7*10^3} = \frac{out}{470} + I_3$$

$$out = \frac{10}{11} - \frac{4700}{11} I_3$$

$$\frac{10-out}{4,7*10^3} - \frac{out}{470} = I_3$$

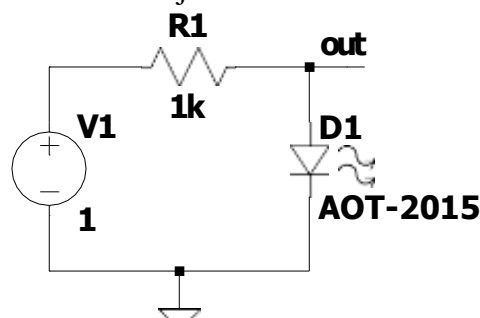
$$\frac{out}{4,7*10^3} + \frac{out}{470} = -I_3 + \frac{10}{4,7*10^3}$$

$$out * \left(\frac{1}{4,7*10^3} + \frac{1}{470} \right) = -I_3 + \frac{10}{4,7*10^3}$$

$$I_n = \frac{V_{th}}{R_{eq}} = 0,00213 A$$

Curva característica de un diodo emisor de luz (LED)

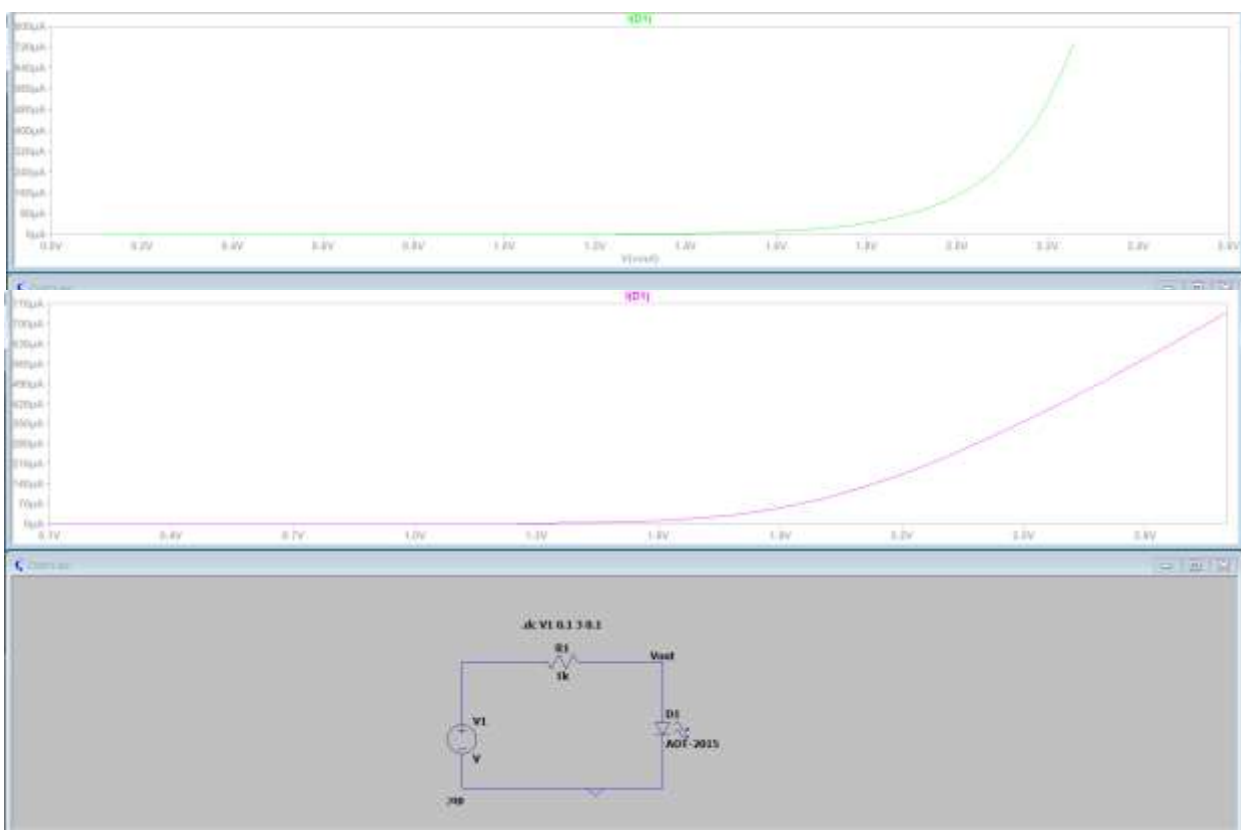
Como se verá más adelante en las sesiones teóricas, un diodo emisor de luz es un dispositivo cuyo comportamiento es no lineal, en particular exponencial. Para poder obtener su curva característica, debemos ser capaces de controlar bien la corriente que circula por él, a la vez que evitamos que se funda al aumentar el voltaje de la fuente.



Circuito 3


g.. Varíe la fuente de tensión V1 entre 0.1 V y 3 V y represente la corriente que circula por el LED (componente AOT-2015) frente a la tensión V1. Represente ahora esa misma corriente frente a la caída de tensión en el LED. ¿Cuál de las dos representa la curva característica del diodo emisor de luz? Justifique su respuesta.

La imagen de la curva verde representa la curva característica del diodo emisor de luz.



MONTAJE EXPERIMENTAL

El valor nominal de las resistencias se puede determinar con ayuda del siguiente código de colores:



0	0	x 1	TOLERANCIA ± 1% ± 2% ± 5% ± 10%
1	1	x 10	
2	2	x 100	
3	3	x 1000	
4	4	x 10.000	
5	5	x 100.000	
6	6	x 1.000.000	
7	7	x 10.000.000	
8	8	10%	
9	9	100%	

La primera banda representa el número de decenas, la segunda el número de unidades y la tercera la potencia de 10 por la que hay que multiplicar el número de dos dígitos que se obtiene de las dos primeras. La última banda representa la tolerancia del componente, es decir, el error máximo que el fabricante ha podido cometer al hacer el componente.

Ejemplo: En la figura superior aparece una resistencia con cuatro bandas en el siguiente orden (marrón, rojo, amarillo y gris).

1ª banda - marrón → 1

2ª banda - rojo → 2

3ª banda - amarillo → 10^4

4ª banda - gris → $\pm 10\%$

Por tanto, la resistencia de la figura tendría un valor de $12 \times 10^4 \Omega = 120 \text{ k}\Omega$ con una tolerancia de $\pm 10\%$, lo que significa que su valor real podría encontrarse en el intervalo ($108 \text{ k}\Omega$, $132 \text{ k}\Omega$)

También hay resistencias con 5 bandas de colores; la única diferencia respecto a las de 4, es que las tres primeras bandas representan centenas, decenas y unidades, y la cuarta, la potencia de 10 del factor multiplicador.

Mida las resistencias con valores nominales de 470Ω y $4.7 \text{ k}\Omega$ utilizando el polímetro del laboratorio en modo ohmímetro (Ω) y anote sus valores reales. Calcule el error cometido por el fabricante sobre su valor nominal como:

$$\text{Error}(\%) = 100 \times \frac{|\text{Valor Real} - \text{Valor Nominal}|}{\text{Valor Nominal}}$$

Monte el Circuito 1. Fije la tensión de 10 V en la fuente S1 con los cursores de ajuste grueso (COARSE) y ajuste fino (FINE) Conecte la fuente de alimentación a la entrenadora mediante los cables de banana conectados a los terminales + y – de la fuente S1, tal y como se muestra en la siguiente foto.



El otro extremo de los cables se conectará a la entrenadora. Es conveniente conectar ambas salidas a las tiras horizontales situadas en las partes superior o inferior de las placas de inserción y etiquetadas con + y – mediante cables de un hilo disponibles en el laboratorio.

Mida V_{out} utilizando el multímetro. Compare el valor obtenido con el valor simulado y con el calculado teóricamente.

Conecte el condensador de 100 nF en paralelo con R2. Mida de nuevo V_{out} y determine si cambia su valor tras conectar el condensador. Discuta por qué.

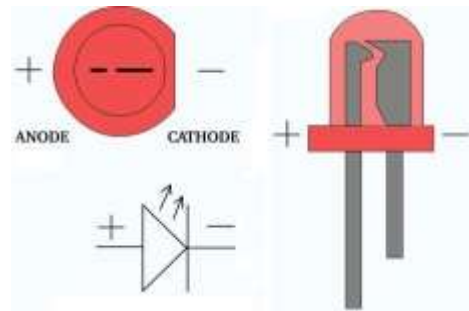
A continuación, mediremos los equivalentes de Thevenin y Norton experimentalmente montando el Circuito 2. Conecte, en paralelo con R2, una resistencia de carga (R3) cuyo valor iremos variando según la siguiente lista: 22 k Ω , 10 k Ω , 4.7 k Ω , 2.2 k Ω , 1 k Ω , 470 Ω , 220 Ω y 100 Ω . Mida V_{out} y deduzca la corriente que circula por R3 para cada valor de R3, utilizando el polímetro.

Represente V_{out} frente a la corriente medida y trace la recta que mejor se aproxime a los datos experimentales. De los puntos de corte con los ejes, obtenga la tensión de Thevenin y la corriente de Norton. Calcule la resistencia equivalente como el cociente entre ambas. Compare los valores obtenidos experimentalmente con los obtenidos a partir de la simulación y con los calculados teóricamente.

Represente la potencia disipada por la resistencia de carga R3 en función del valor de la misma ¿Qué resistencia proporciona el valor de potencia más alto? Discuta los resultados.

En la última parte de esta sesión obtendremos la curva característica del diodo emisor de luz (LED). Para ello montaremos el Circuito 3 con el LED rojo disponible en los componentes y al que conectaremos en serie una resistencia de 1 k Ω .

Debemos tener en cuenta que el LED es un dispositivo con polaridad y por tanto es importante respetarla al conectarlo en nuestro circuito. En la imagen adjunta se puede ver que el lado largo es el cátodo (+) y el corto el ánodo (-).



Varíe la fuente de tensión S1 entre -2V y 20V (como la fuente no proporciona tensiones negativas, tendremos que invertir los cables de conexión para obtenerlas) para ir barriendo los puntos de la curva del diodo, desde 2V en polarización inversa, hasta 25mA en polarización directa. Para obtener curva I-V del diodo, es necesario medir la caída de tensión entre sus bornes y obtendremos la corriente que circula por él a partir de la caída de tensión en la resistencia. Con objeto de tener una buena característica, es necesario espaciar los puntos de la curva I-V de tal forma que la corriente no varíe más de 2-3 mA y que el voltaje no varíe más de 0.2-0.4 V. Represente la curva característica del diodo emisor de luz. Compare los resultados con las simulaciones realizadas en el estudio previo. ¿Cuál es la potencia consumida por el LED cuando la corriente es de 10 mA? ¿A qué tensión se enciende el LED?

LA AUSENCIA DE UNIDADES SE PENALIZARÁ. LAS GRÁFICAS DEBEN TENER LOS EJES MARCADOS CON LAS MAGNITUDES REPRESENTADAS Y SUS UNIDADES CORRESPONDIENTES. LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEBEN SER JUSTIFICADOS CONVENIENTEMENTE. EN CASO CONTRARIO NO SE TENDRÁN EN CUENTA.