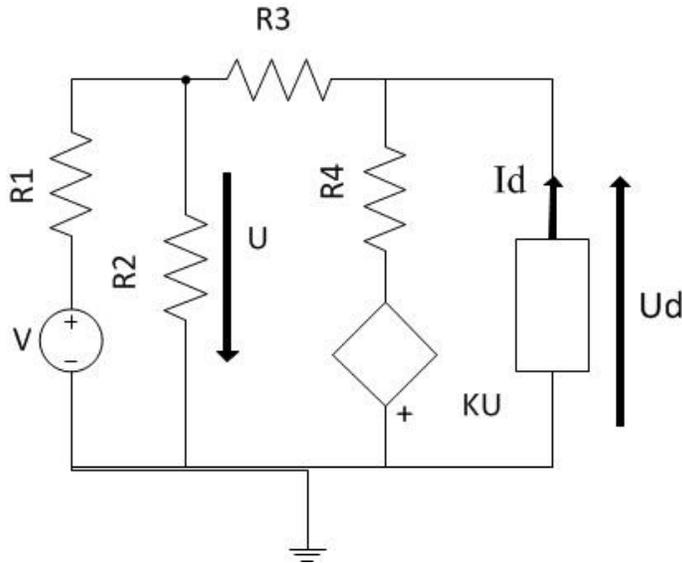


Problema Teorema de Thevenin.

Problema numero 1:

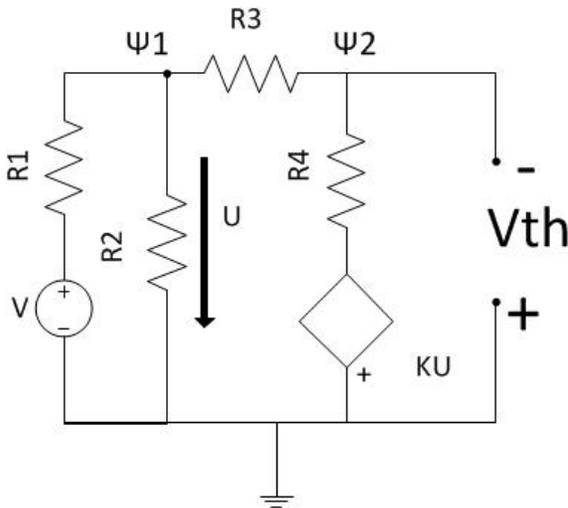
Mediante la aplicación del teorema de Thevenin, hallar el punto de trabajo del dipolo **D** siendo su característica:

$$U_d = I_d^2 + 4I_d$$



R1	300Ω
R2	600Ω
R3	2200Ω
R4	2200Ω
K	21
V	9 v

Como primer paso calculamos la tensión de Thevenin, para lo cual desconectamos el dipolo anómalo y calculamos la tensión de vacío del circuito.



$$\begin{cases} \varphi_1 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) - \varphi_2 \left(\frac{1}{R_3} \right) = \frac{V}{R_1} & (1) \\ -\varphi_1 \left(\frac{1}{R_3} \right) + \varphi_2 \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) = \frac{-KU}{R_4} & (2) \end{cases}$$

$$U = \varphi_1 \quad V_{TH} = -\varphi_2$$

Despejando φ_1 de la ecuación (1)

$$\varphi_1 = \left[\frac{V}{R_1} + \varphi_2 \left(\frac{1}{R_3} \right) \right] * \left[\frac{R_1 R_2 R_3}{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2} \right] \quad (3)$$

Trabajando la ecuación (2), tenemos:

$$\varphi_2 \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) = \frac{-KU}{R_4} + \varphi_1 \left(\frac{1}{R_3} \right)$$

Sabiendo que $\varphi_1 = U$

$$\varphi_2 \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) = \varphi_1 \left(\frac{-K}{R_4} + \left(\frac{1}{R_3} \right) \right)$$

Reemplazando la ecuación (3) en la igualdad anterior:

$$\varphi_2 \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) = \left[\frac{V}{R_1} + \varphi_2 \left(\frac{1}{R_3} \right) \right] * \left[\frac{R_1 R_2 R_3}{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2} \right] * \left(\frac{-K}{R_4} + \left(\frac{1}{R_3} \right) \right)$$

$$\varphi_2 \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} - \left[\left(\frac{R_1 R_2}{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2} \right) * \left(\frac{1}{R_3} - \frac{K}{R_4} \right) \right] \right) = \left[V \left(\frac{R_2 R_3}{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2} \right) \right] * \left(\frac{1}{R_3} - \frac{K}{R_4} \right)$$

$$\varphi_2 = \left(\frac{\left[\left(\frac{R_2 R_3}{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2} \right) \right] * \left(\frac{1}{R_3} - \frac{K}{R_4} \right)}{\left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} - \left[\left(\frac{R_1 R_2}{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2} \right) * \left(\frac{1}{R_3} - \frac{K}{R_4} \right) \right] \right)} \right) * V$$

como $R_3 = R_4$

$$\varphi_2 = \left(\frac{\left[\left(\frac{R_2 R_3}{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2} \right) \right] * \left(\frac{1-K}{R_3} \right)}{\left(\frac{2}{R_3} - \left[\left(\frac{R_1 R_2}{R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_1 R_2} \right) * \left(\frac{1-K}{R_3} \right) \right] \right)} \right) * V$$

$$\varphi_2 = \left(\frac{\left[\left(\frac{11}{18} \right) \right] * \left(\frac{-1}{110} \right)}{\left(\frac{2}{R_3} - \left[\left(\frac{1}{12} \right) * \left(\frac{-1}{110} \right) \right] \right)} \right) * 9$$

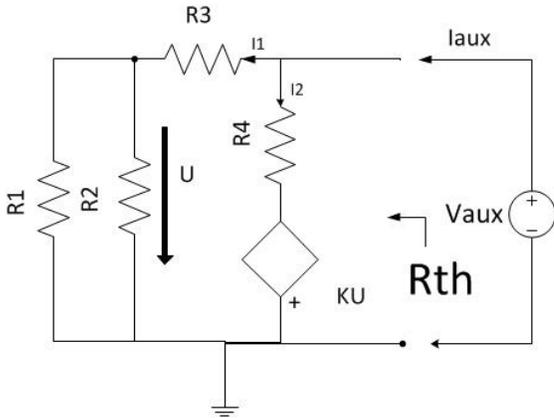
$$\varphi_2 = \left(\frac{\left[\left(\frac{11}{18} \right) \right] * \left(\frac{-1}{110} \right)}{\left(\frac{1}{1100} - \left[\left(\frac{1}{12} \right) * \left(\frac{-1}{110} \right) \right] \right)} \right) * 9$$

$$\varphi_2 = -30 \text{ V}$$

$$V_{th} = 30 \text{ V}$$

Una vez obtenida la tensión de thevenin, procedemos a calcular la resistencia vista del circuito. Para lo cual se pasiva todas las fuentes independientes de tensión y de corriente. Recordamos que pasivar una fuente implica anular su efecto, por lo tanto una fuente de tensión se pasiva reemplazándola por un corto y una fuente de corriente se pasiva reemplazando la misma por un circuito abierto. Como existe una fuente dependiente y no podemos anular su efecto, usamos la fuente de tensión auxiliar con una corriente auxiliar para calcular la R_{th} , siendo la misma

$$R_{th} = \frac{V_{aux}}{I_{aux}}$$



$$I_1 = \frac{V_{aux}}{R_3 + \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}}$$

$$U = I_1 * \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$$

$$U = \left(\frac{V_{aux}}{R_3 + \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}} \right) * \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = \frac{V_{aux} + K * U}{R_4}$$

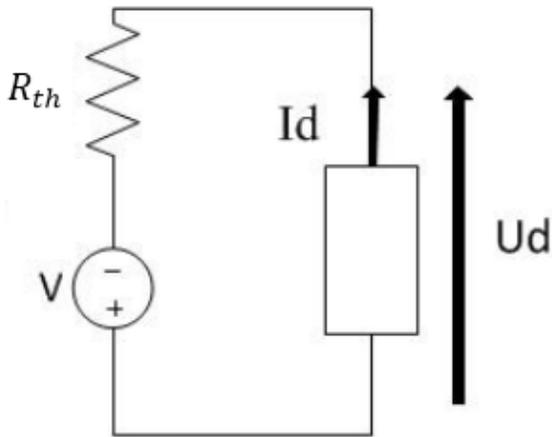
$$I_{aux} = I_1 + I_2$$

$$I_{aux} = \frac{V_{aux}}{R_3 + \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}} + \frac{V_{aux}}{R_4} + \frac{K}{R_4} * \left(\left(\frac{V_{aux}}{R_3 + \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}} \right) * \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

$$R_{th} = \frac{V_{aux}}{I_{aux}} = \frac{1}{\frac{1}{R_3 + \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}} + \frac{1}{R_4} + \frac{K}{R_4} * \left(\left(\frac{1}{R_3 + \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}} \right) * \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} \right)}$$

$$R_{th} = 600\Omega$$

Una vez determinado los valores de la tensión y resistencia de Thevenin, podemos reemplazar el circuito que está en bornes el anómalo por su equivalente externo de Thevenin, obteniendo el siguiente circuito:



Aplicamos LKT:

$$I_d * R_{th} + U_D - V_{th} = 0$$

$$I_d * R_{th} + I_d^2 + 4I_d - V_{th} = 0$$

$$I_d = 49,7mA$$

$$I_d = -604A$$

De ambos valores, el primer valor es el correcto porque da con el sentido de circulación de la corriente.

Una vez determinada la corriente del anómalo, de su ecuación característica, podemos determinar la tensión en sus bornes, quedando así caracterizado su punto de trabajo.

$$U_d = I_d^2 + 4I_d$$

$$U_d = (49,7mA)^2 + 4 * (49,7mA)$$

$$U_d = 201,25mV$$

El punto de trabajo del anómalo será:

$$(201,25mV, 49,7mA)$$