

Problema 27

Analizar la siguiente etapa amplificadora para señales fuertes:

$$VDD=45V$$

Transistor VMOS 2N 6660

$$Ta=40^{\circ}C$$

Datos del manual:

$$BVDSSmin=60V$$

$$ID(on)=1A \text{ (mín) para } VGS=10V$$

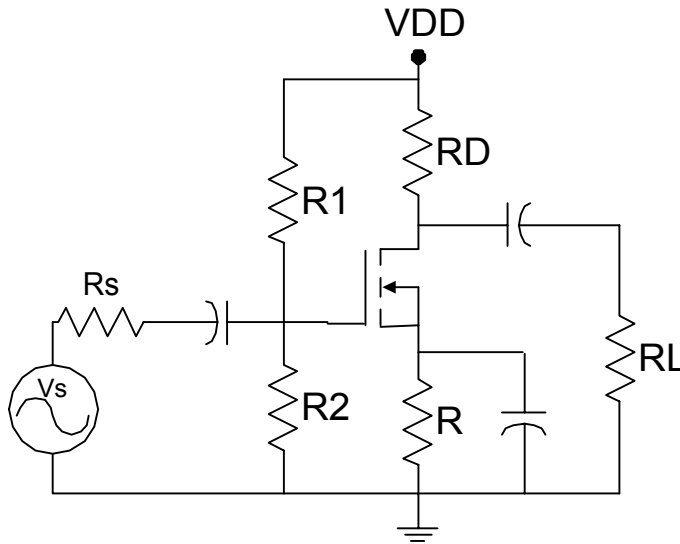
$$VT=0,8V \text{ (mín)}$$

$$IGSS(max)=500nA \text{ a } 125^{\circ}C$$

$$Pdmax=750mW \text{ a } Ta=25^{\circ}C$$

$$Tjmax=150^{\circ}C$$

$$Rth_{jc} = 15 \frac{^{\circ}C}{W}$$



$$R1=650K \quad R2=100K \quad RD=250\Omega \quad R=22\Omega \quad RL=150\Omega$$

- Calcular el punto de trabajo estático. Verificar la condición $VDD \leq 0,8 \cdot BVDSSmin$ y que el canal se encuentre estrangulado.
- Calcular la PdT y estimando $Rth_{cd} = 2 \frac{^{\circ}C}{W}$ calcular la resistencia térmica del disipador necesario para el transistor.
- Graficar las rectas de carga RCE y RCD.
- Determinar la máxima excursión simétrica de la tensión de salida teniendo en cuenta que el canal se encuentre estrangulado.
- Calcular P_s , y el rendimiento de conversión $\eta_c = \frac{P_s}{PDD}$.

a) Condición

$$VDD \leq 0,8 \cdot BVDSSmin$$

$$45V \leq 48V$$

$$ID_{(ON)} = K \cdot (VGS - VT)^2 \quad \Rightarrow$$

$$K = \frac{ID_{(ON)}}{(VGS - VT)^2}$$

$$K = \frac{1A}{(10V - 0,8V)^2} = 11,8 \cdot 10^{-3} \frac{A}{V^2}$$

$$(1) \quad ID = K \cdot (VGS - VT)^2$$

$$(2) \quad VGS = VGG - ID \cdot R$$

$$VGG = VDD \cdot \frac{R2}{R2 + R1} = 45V \cdot \frac{100K}{100K + 650K} = 6V$$

Iterando, de (1) y (2) obtengo:

$$ID = 100mA$$

$$VGS = 3,72V$$

$$VDS = VDD - IDS \cdot (R + RD) = 45V - 100mA \cdot (22\Omega + 250\Omega) = 17,8V$$

Condición:

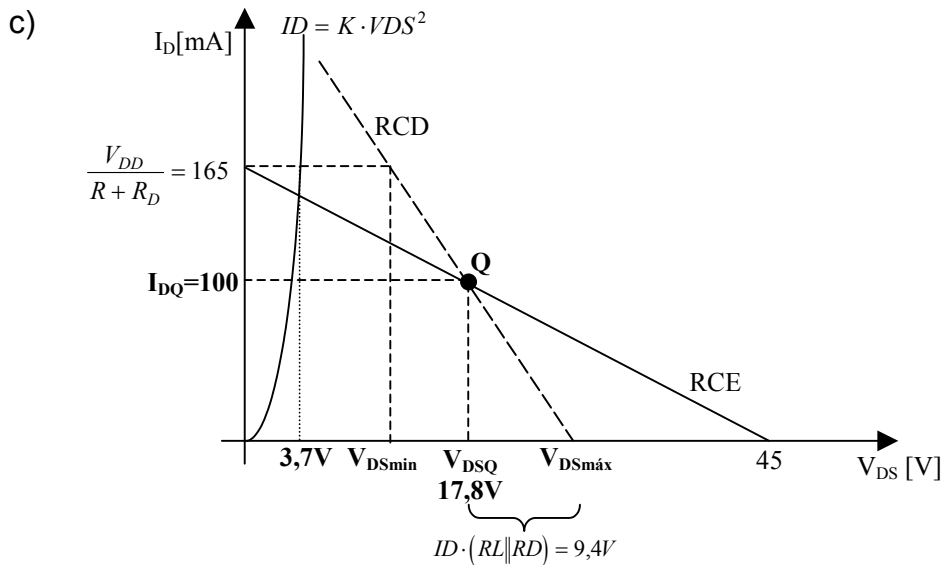
$$VDS \geq VGS - VT$$

$$17,8V \geq 2,92$$

canal estrangulado

$$b) \quad PdT = VDS \cdot IDQ = 17,8V \cdot 100mA = 1,78W$$

$$PdT = \frac{TjM - Ta}{\theta_{jc} + \theta_{da} + \theta_{cd}} \quad \Rightarrow \quad \theta_{da} = \frac{TjM - Ta}{PdT} - \theta_{jc} - \theta_{cd} = 44 \frac{^{\circ}C}{W}$$



d)

$$V_{DSmin} = 17,8V - 9,4V = 8,4V$$

La máxima excursión simétrica será igual a $ID \cdot (RL \parallel RD)$ siempre que se verifique que para la tensión V_{DSmin} esté estrangulado el canal:

$$V_{DSmin} \geq |V_{GS}| - |V_T|$$

$$8,4V \geq 2,92V$$

$$\vec{V}_{\phi max} = 9,4V$$

e)

$$P_s = \frac{V_{ds}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_d}{\sqrt{2}} = \frac{V_{ds} \cdot I_d}{2} = \frac{9,4V \cdot 100mA}{2} = 470mW$$

$$\eta_c = \frac{P_s}{PDD}$$

$$PDD = V_{DD} \cdot I_{DQ} = 45V \cdot 100mA = 4,5W$$

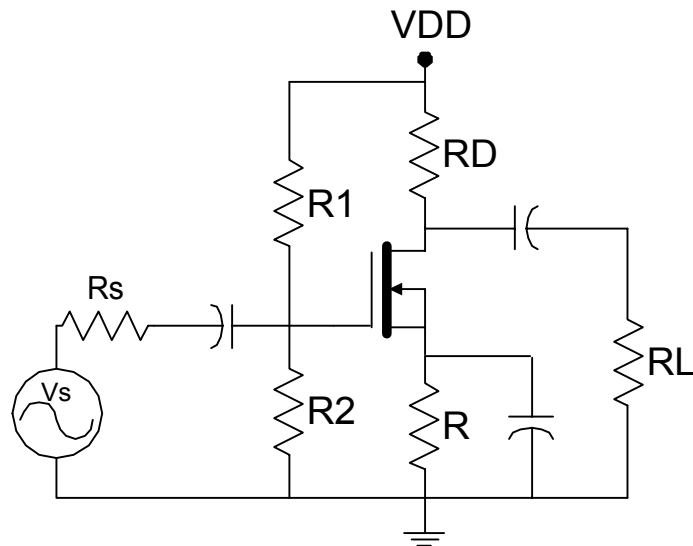
$$\eta_c = \frac{470mW}{4,5W} = 0,104 \quad \Rightarrow \quad 10\%$$

Problema 28

En el circuito de la figura, calcular los valores de los componentes que faltan para obtener $|AV_s| \geq 10$ y una excursión mínima de 4 Vpp.

$I_{DQ} = 2mA$
 $I_{DSS} = 5mA$
 $V_p = -2V$
 $r_{ds} = 500K$
 $BV_{DS0} = 45V$

$R_s = 100K$
 $R_1 = 1,5M$
 $R_2 = 2,5M$
 $R_L = 100K$



Análisis de continua:

$$V_{GG} + I_{GSS} \cdot R_G - V_{GS} - I_D \cdot R = 0$$

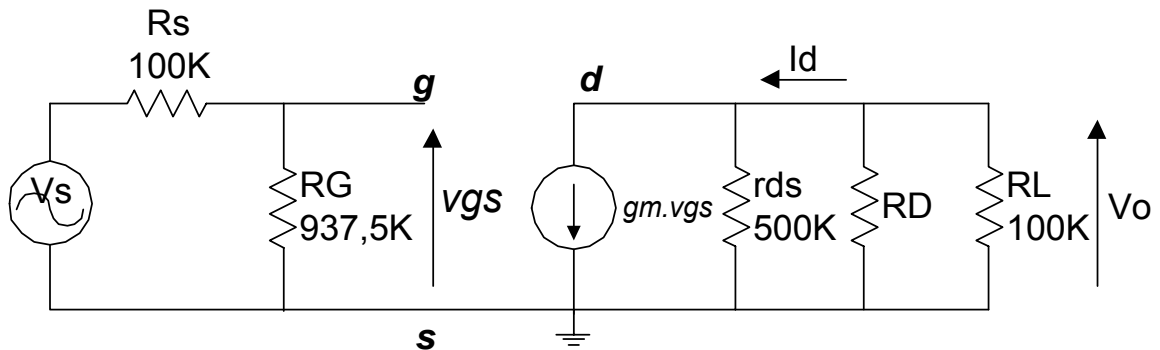
$$V_{GG} = V_{GS} + I_D \cdot R$$

$$I_D = 0,005 \cdot \left(1 + \frac{V_{GS}}{2}\right)^2 = 0,002 \Rightarrow V_{GS} = -0,735V$$

$$V_{GG} = -0,735V + 2mA \cdot R \quad (1)$$

$$V_{DD} \leq 0,8 \cdot BV_{DS0} = 36V \quad (2)$$

Ganancia de tensión:



$$AV_s = \frac{V_o}{V_s} \cdot \frac{v_{gs}}{V_s} = \left(\frac{-gm \cdot v_{gs} \cdot (r_{ds} \parallel RD \parallel RL)}{v_{gs}} \right) \cdot \left(\frac{R_G}{R_G + R_s} \right)$$

$$|AV_s| = gm \cdot (500K \parallel 100K \parallel RD) \cdot 0,9036$$

$$gm = \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} \Big|_{V_{DS}} = -\frac{2 \cdot I_{DSS}}{V_p} \cdot \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p}\right) = -\frac{2 \cdot 0,005}{-2} \cdot \left(1 - \frac{0,735}{2}\right) = 3,16ms$$

$$|AV_s| = 3,16 \cdot 10^{-3} \cdot 0,9036 \cdot [500K \parallel 100K \parallel RD] \geq 10 \quad (3)$$

$$RD \geq 3655,8\Omega$$

Adopto $RD = 3K9$

$$R_d = R_L \parallel R_D = 3753,609\Omega$$

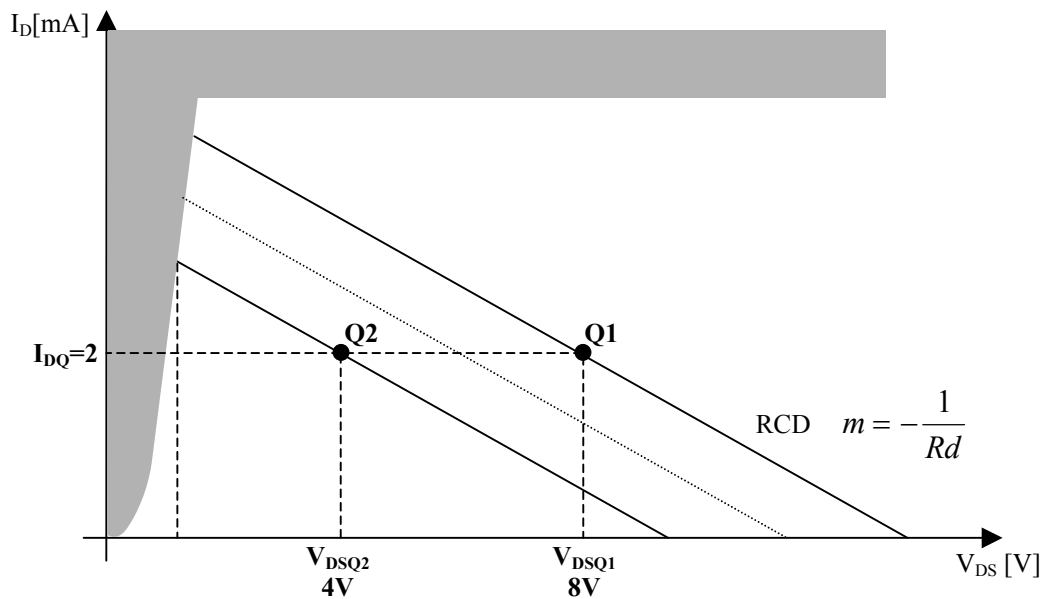
ya tenemos la pendiente de la RCD
 $m = -0,0026644$

Gráficos:

$$I_D = I_{DSS} \cdot \left(1 - \frac{V_G}{V_p}\right)^2$$

$$I_D = I_{DSS} \cdot \left(1 - \frac{V_D + V_p}{V_p}\right)^2 = \frac{I_{DSS}}{V_p^2} \cdot V_{DS}^2$$

$$I_D = 1,25 \cdot 10^{-3} \cdot V_{DS}^2 \quad \text{“parábola límite”}$$



Tomo **Q2** $I_{DQ} = 2mA$, $V_{DSQ} = 4V$

$$V_{DD} = V_{DSQ} + I_{DQ} \cdot (R + R_D)$$

$$V_{DD} = 4V + 0,002 \cdot (3900 + R) \quad \text{(4)}$$

de (1):

$$0,625 \cdot V_{DD} = -0,735 + 0,002 \cdot R$$

de (1) y (4):

si $V_{DD} = 35V \quad \Rightarrow \quad R = 11K$

$$\frac{V_{DD}}{R_D + R} = 2,35mA$$

Amplificadores monoetapas con transistores de efecto de campo en baja frecuencia:

Figura 1

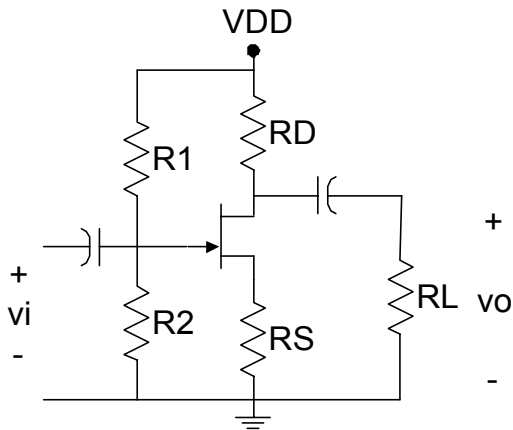


Figura 2

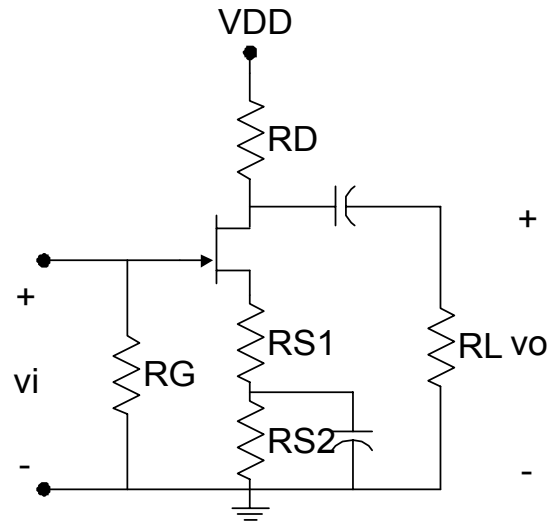


Figura 3

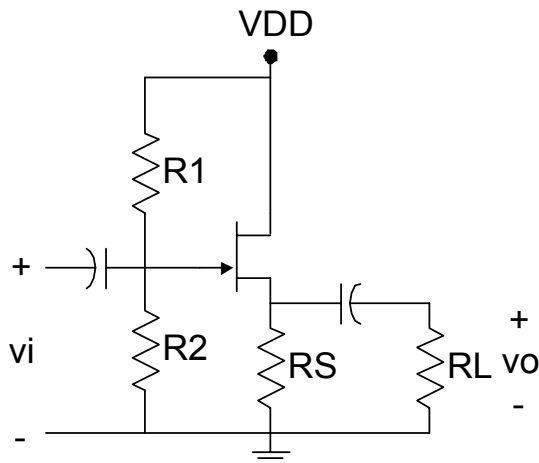


Figura 4

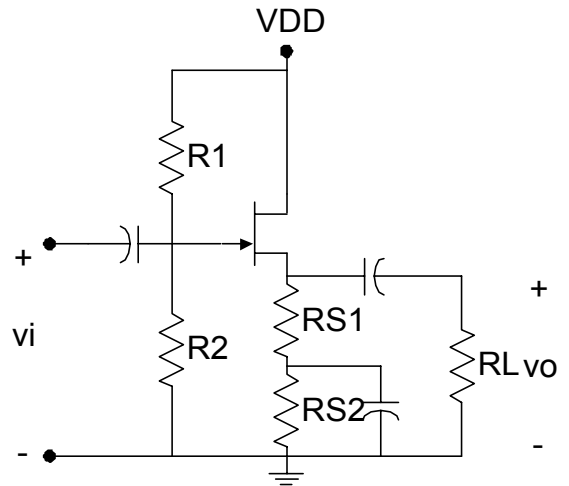
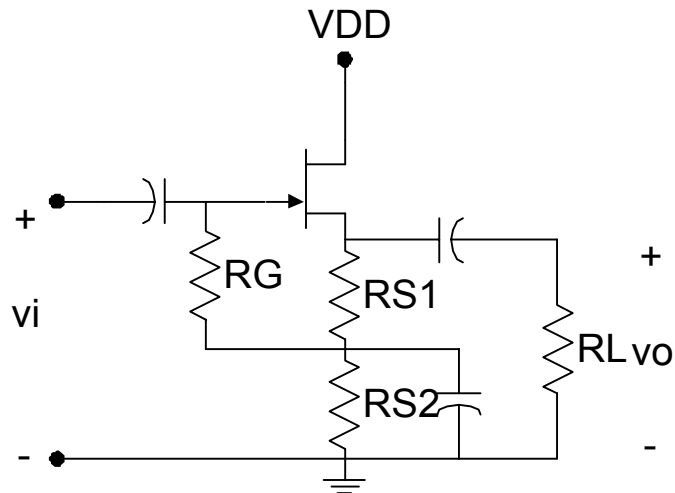


Figura 5

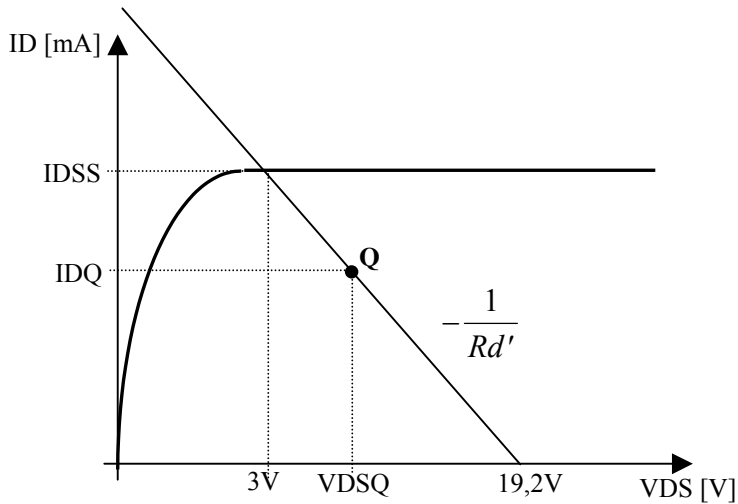


Problema 29

Diséñese un amplificador JFET fuente común con $A_V = -4$, $R_{iA} = 100K$, $R_L = 20K$, $I_{DSS} = 6mA$, $V_p = -3V$ y $V_{DD} = 20V$

- Utilizar la configuración de la figura 2
- Repetir el diseño para la configuración de la figura 1

a)



donde $R_{d'} = (R_D || R_L) + R_{S1}$

Fijando I_{DQ} para que cumpla $I_{DQ} \geq \frac{I_{DSS}}{2} = 4mA$

$$I_{DQ} = I_{DSS} \cdot \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p}\right)^2 \Rightarrow V_{GS} = \left(\sqrt{\frac{I_{DQ}}{I_{DSS}}} - 1\right) \cdot V_p = -0,55V$$

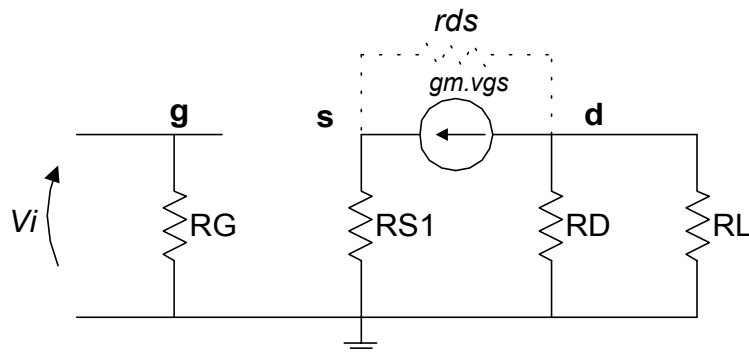
hallamos $R_{S1} + R_{S2}$

$$|V_{GS}| = I_{DQ} \cdot (R_{S1} + R_{S2}) = I_{DQ} \cdot R_{ST} \Rightarrow R_{ST} = 137,5\Omega$$

Cálculo de g_m :

$$g_m = 2 \cdot \frac{I_{DSS}}{V_p} \cdot \sqrt{\frac{I_D}{I_{DSS}}}$$

$$g_m = 3,26 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\Omega}$$



Sabiendo que: $gm = 3,26mS$

$$AV = -\frac{gm \cdot Rd}{1 + gm \cdot RS1} = -4 \quad \text{fijamos} \quad RS1 = 47\Omega \quad RS2 = 91\Omega$$

$$Rd = AV \cdot \left(\frac{1 + gm \cdot RS1}{gm} \right) = 1,4K$$

$$\frac{1}{Rd} = \frac{1}{RD} + \frac{1}{RL} \quad \Rightarrow \quad RD \cong 1,5K$$

teniendo ya todos los resistores calculo VDS

$$VDS = VDD - ID \cdot (RD + RS1 + RS2) = 13,5V$$

Verifico la condición de estrangulamiento:

$$\begin{aligned} VDS &> |VGS - Vp| \\ VDS &> 2,45 \quad \Rightarrow \quad VDS = 13,5V \quad \text{cumple la condición} \end{aligned}$$

Excursión de la señal de salida:

$$\vec{v}_b = IDQ \cdot Rd' \cdot \left(\frac{Rd}{Rd + RS1} \right) = 5,5V$$

Se comprueba haciendo un gráfico a escala

Cálculo de RG:

$$\text{como } Ri \gg RG \quad \Rightarrow \quad RiA = RG \quad \Rightarrow \quad RG = 100K$$

b) Partimos de:

$$\begin{cases} ID = 4mA \\ VGS = -0,55V \end{cases}$$

Sabiendo que:

$$Vth - VRS = VGS$$

$$\text{planteo } V_{th} = 1V \Rightarrow V_{RS} = 1,55V$$

$$RS = 387,5\Omega \cong 390\Omega$$

Ahora con la fórmula de ganancia:

$$AV = -\frac{gm \cdot Rd}{1 + gm \cdot RS} = -4$$

entonces:

$$Rd = \frac{4 \cdot (1 + gm \cdot RS)}{gm} = 2786\Omega$$

$$\text{sabiendo que } Rd = RL \parallel RD \Rightarrow RD = 3236\Omega \cong 3K3$$

$$V_{DS} = 5,2V$$

$$V_{DS} > |V_p| - |V_{GS}|$$

Ahora averiguo los resistores R2 y R1

condiciones: $R_{iA} = 100K$, $V_{th} = 1V$

$$R1 \cdot V_{th} = V_{DD} \cdot R_{th}$$

$$R_{th} = R_{iA}$$

$$R1 = 2M \cong 2,2M\Omega$$

$$R2 = 105K \cong 110K\Omega$$