



Universidad
Carlos III de Madrid
www.uc3m.es

Sesión 24

Amplificador Operacional Real

Componentes y Circuitos Electrónicos

José A. Garcia Souto

www.uc3m.es/portal/page/portal/dpto_tecnologia_electronica/Personal/JoseAntonioGarcia

Introducción al Amplificador Operacional Real

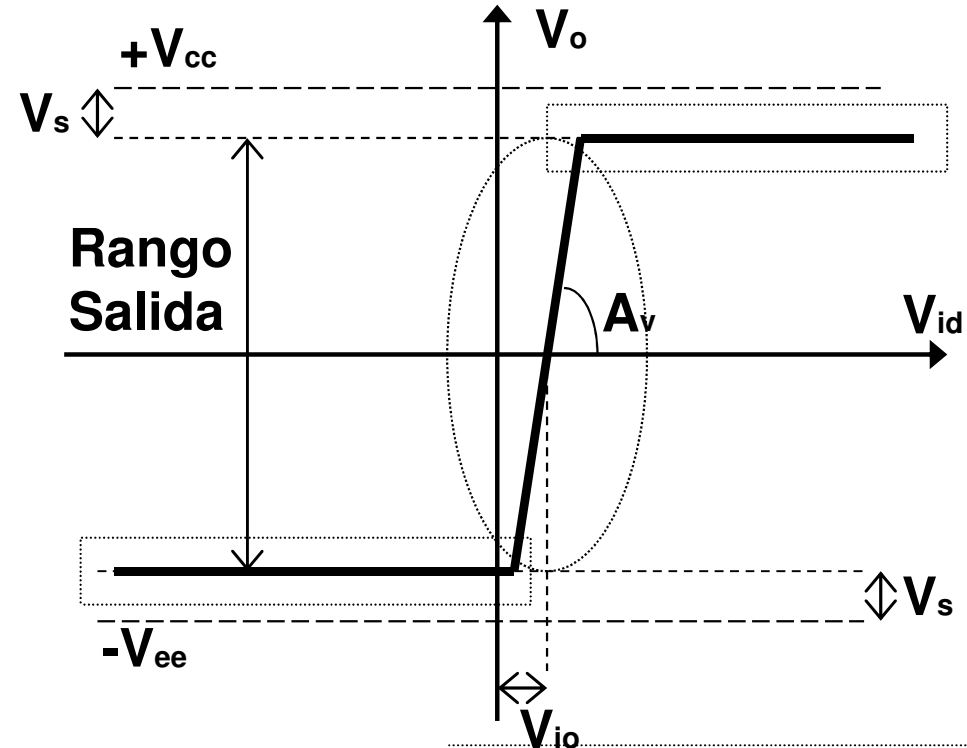
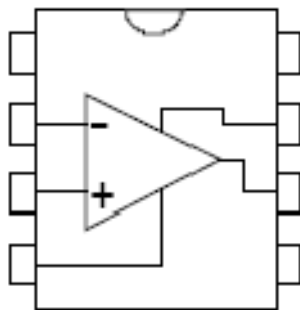
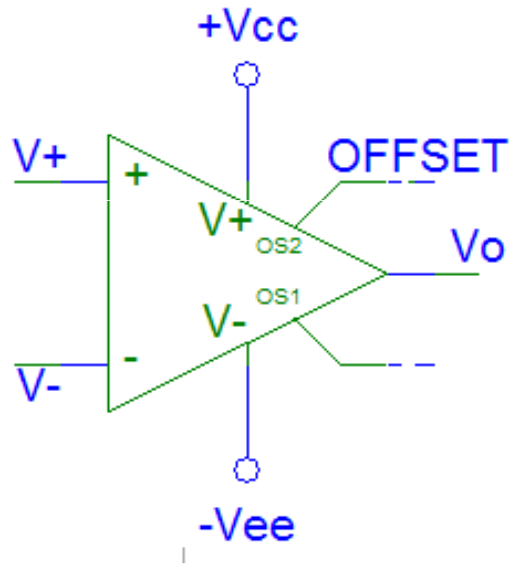
OBJETIVOS

- Revisar los parámetros básicos de un amplificador operacional real
- Entender el efecto de los parámetros de señal, los errores de continua y la respuesta en frecuencia en el análisis de circuitos lineales con amplificadores operacionales .
- Revisar el producto ganancia por ancho de banda

Amplificador operacional REAL

• Ganancia lazo ab.	∞	• Ganancia finita A_v
• Impedancia entrada	∞	• R_i alta
• Impedancia salida	0	• R_o baja
• CMRR	∞	• CMRR alto
• BW lazo abierto	∞	• BW polo dominante
		• BW ganancia unidad
• Corrientes entrada	0	• “Bias” I_B “Offset” I_{io}
• Tensión “offset”	0	• T. Desplazamiento V_{io}
• Slew-Rate	∞	• Slew-Rate
		• BW “plena-potencia”

Amplificador operacional REAL



Lineal

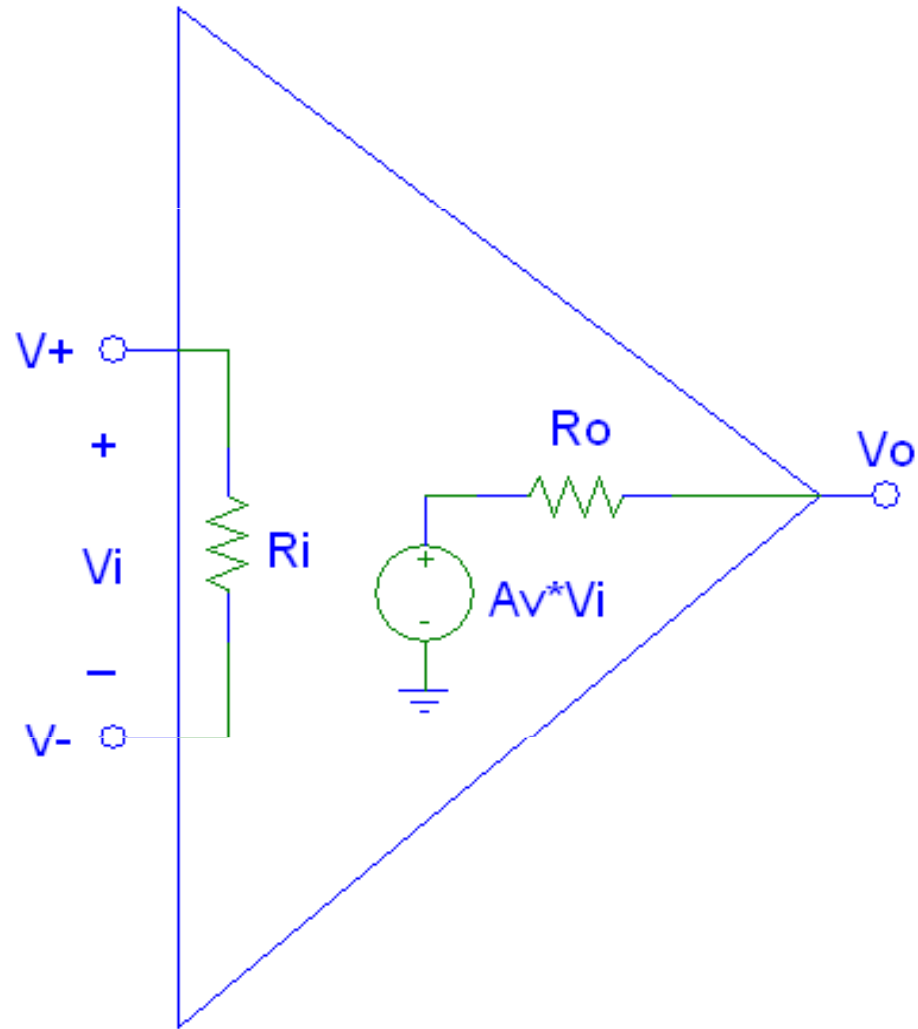
$$V_o = A_v \cdot V_{id}$$

NO Lineal

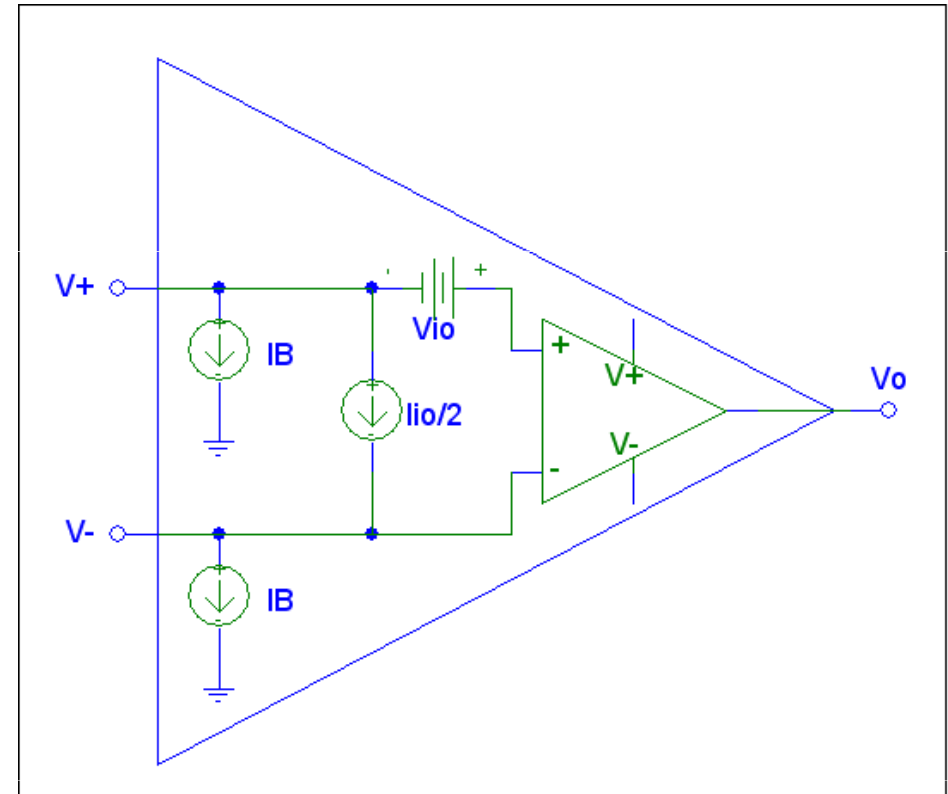
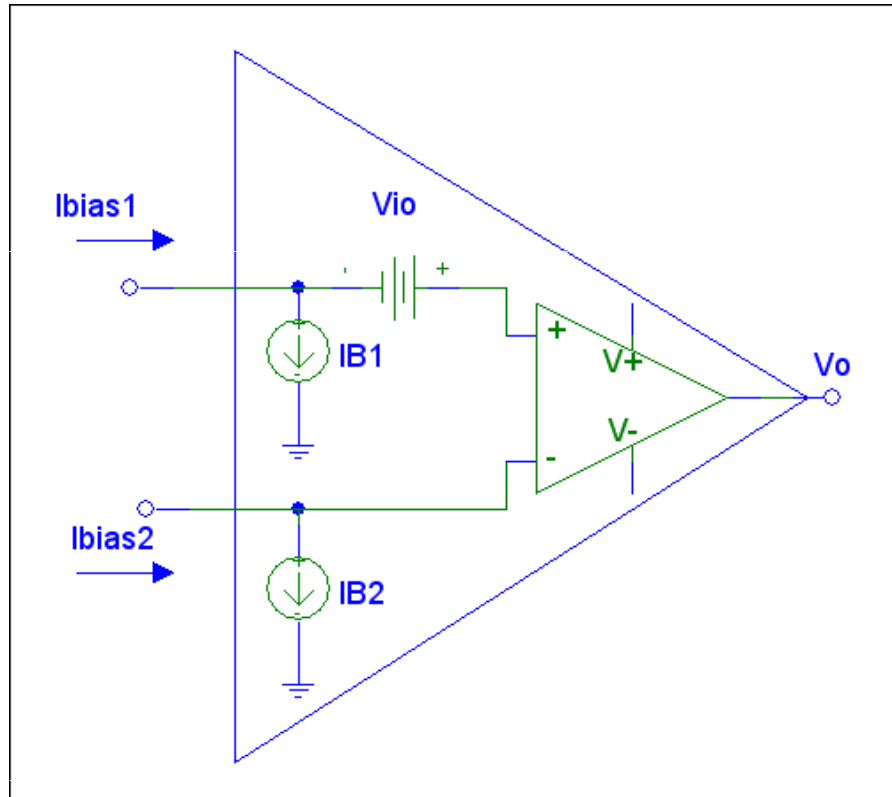
$$V_o = +V_{cc} - V_s$$

$$V_o = -V_{ee} + V_s$$

AO Real (R_i , R_o , A_v)



AO Real (Polarización)



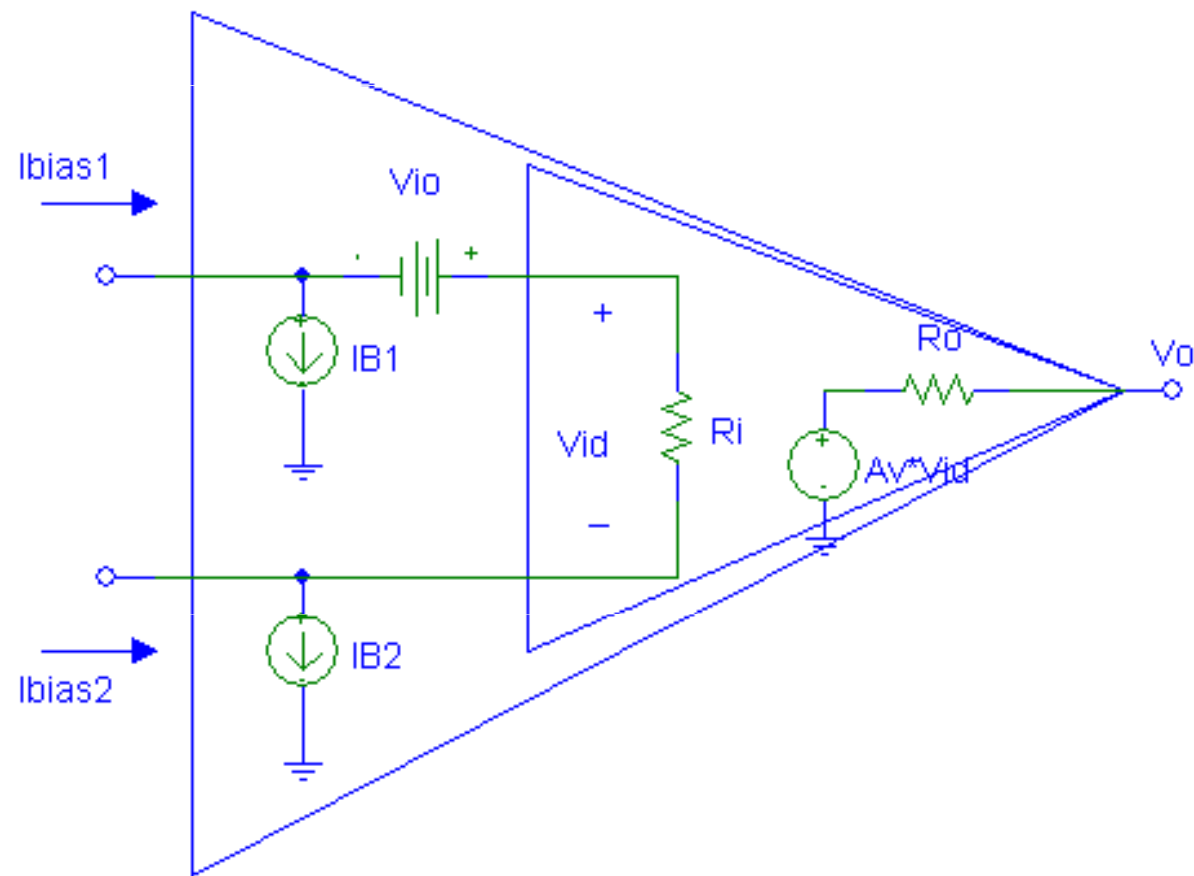
$$I_{bias1} = I_{B1} = I_B + \frac{I_{io}}{2}$$

$$I_{bias2} = I_{B2} = I_B - \frac{I_{io}}{2}$$

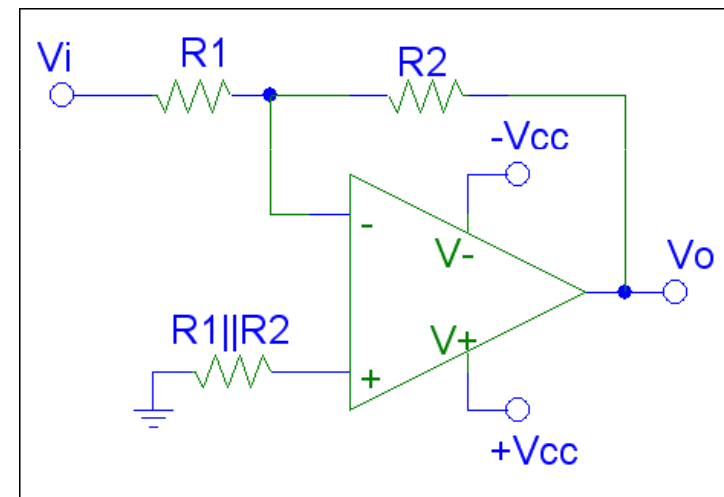
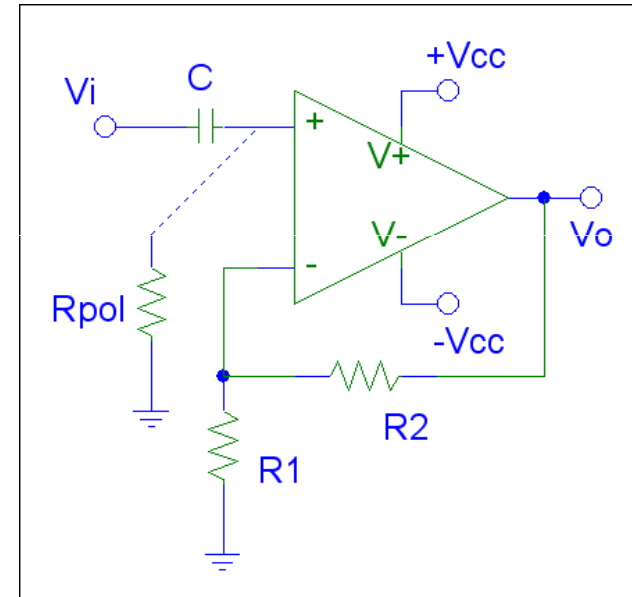
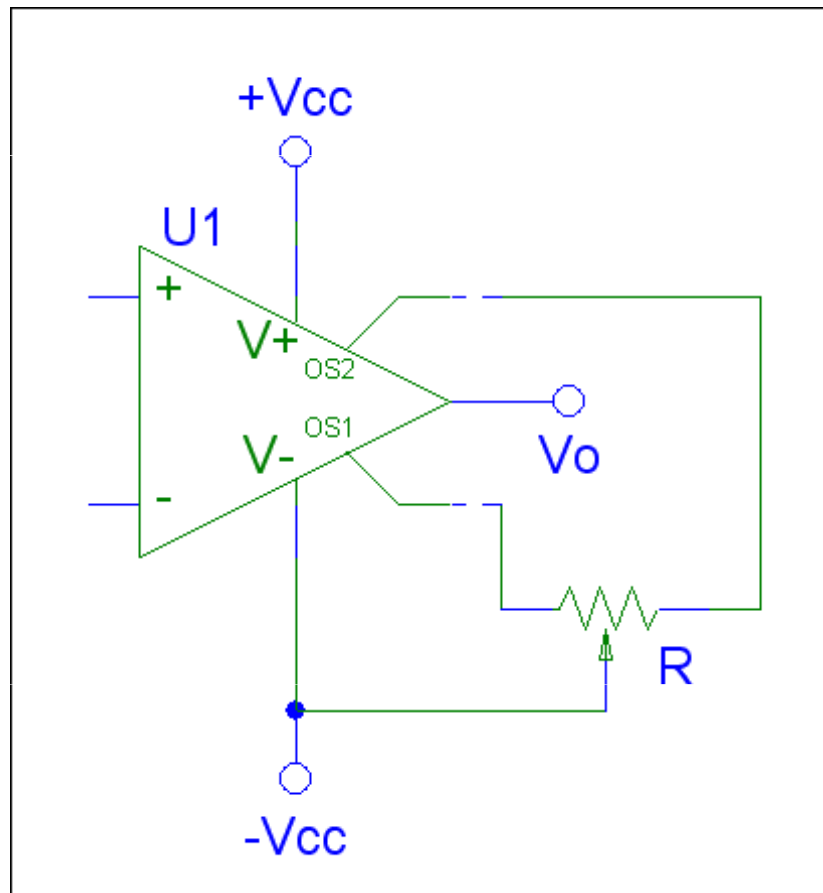
$$I_B = \frac{I_{B1} + I_{B2}}{2}$$

$$I_{io} = I_{B1} - I_{B2}$$

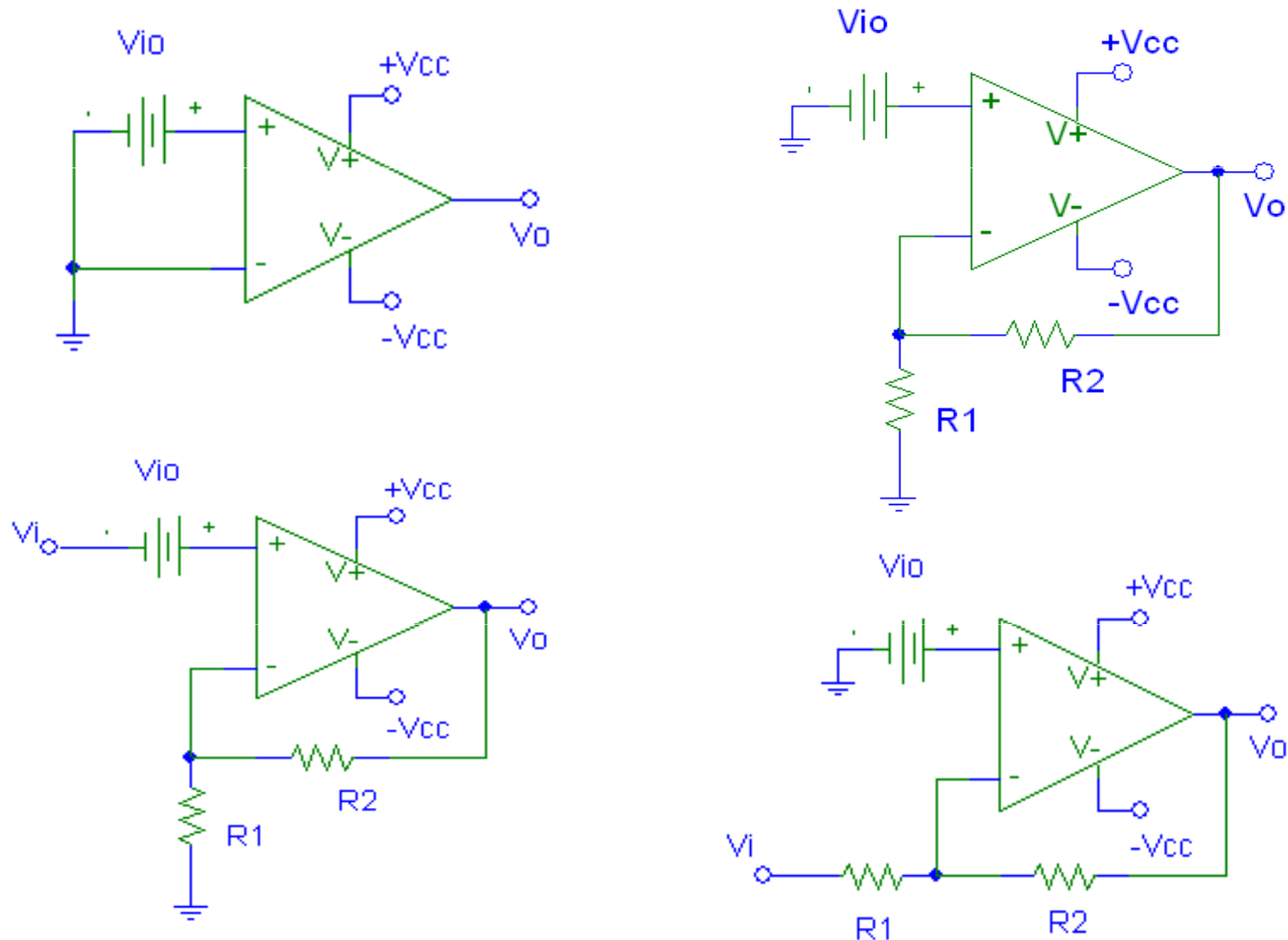
AO Real (Polarización y Señal)



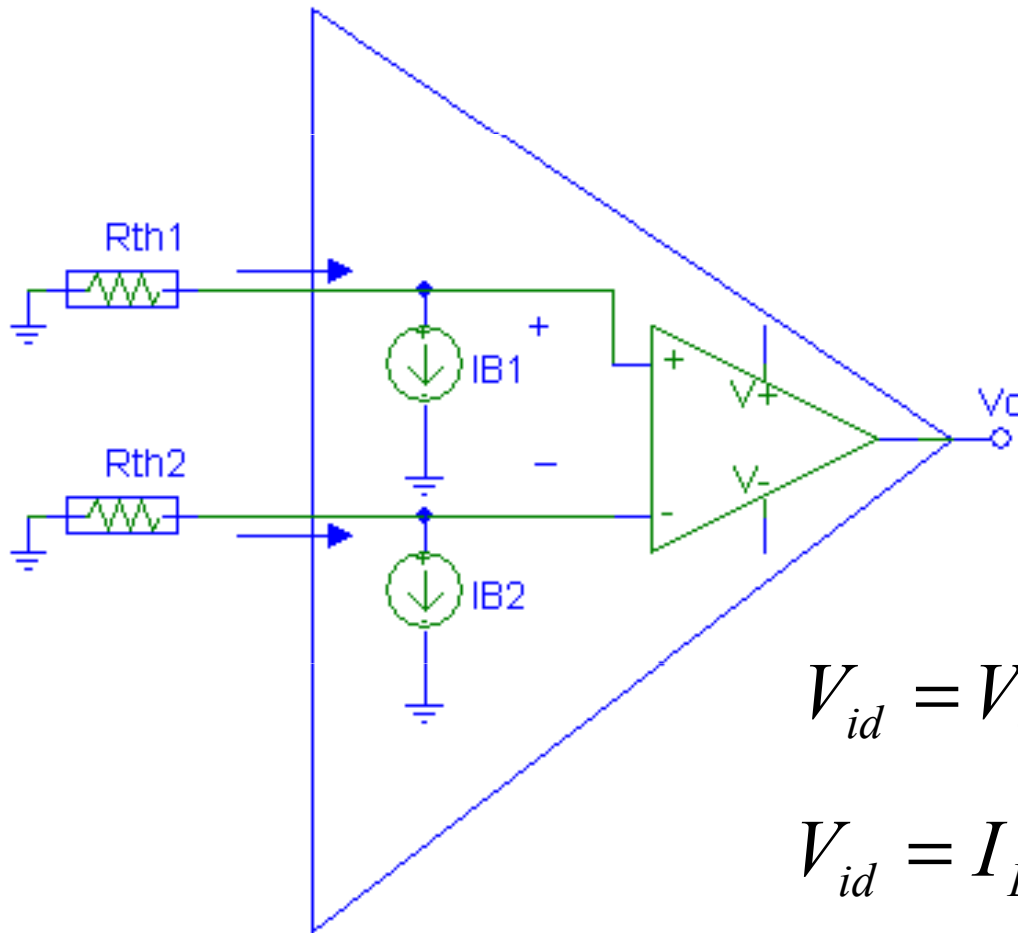
Circuitos al considerar polarización



Efecto de la Tensión de “offset” o desplazamiento V_{io}



Efecto de las corrientes de polarización (Tensión de entrada en lazo abierto)



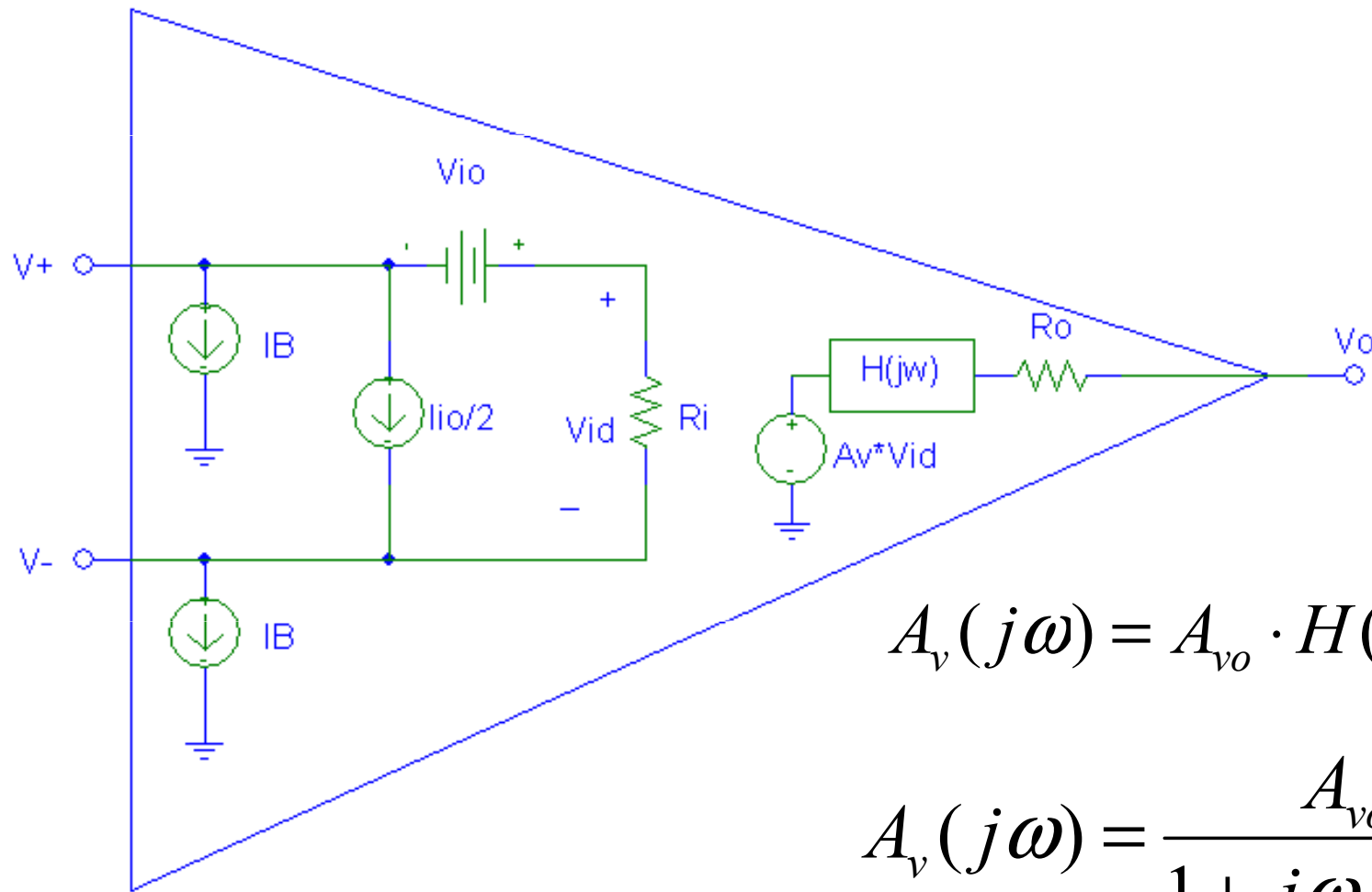
$$I_B = \frac{I_{B1} + I_{B2}}{2}$$

$$I_{io} = |I_{B1} - I_{B2}|$$

$$V_{id} = V_+ - V_- = I_{B2} \cdot R_{th2} - I_{B1} \cdot R_{th1}$$

$$V_{id} = I_B |R_{th1} - R_{th2}| + I_{io} \frac{R_{th1} + R_{th2}}{2}$$

Amplificador Operacional real (Ancho de Banda y Slew-rate)

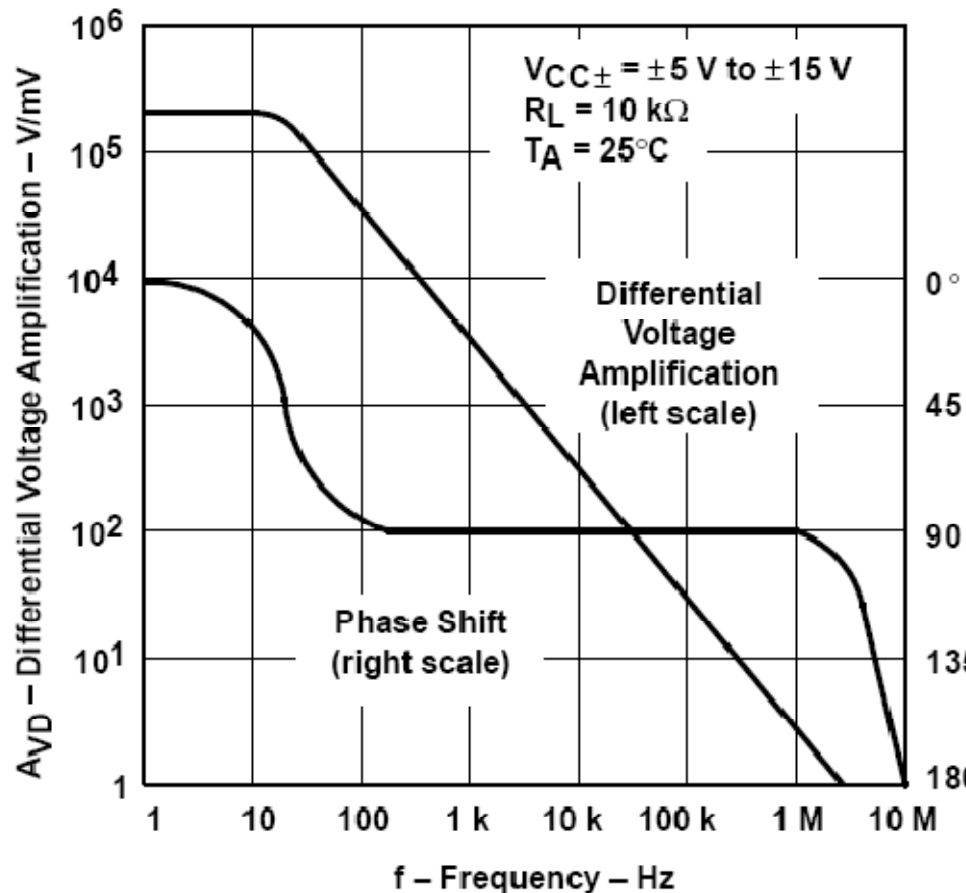


$$A_v(j\omega) = A_{v_o} \cdot H(j\omega)$$

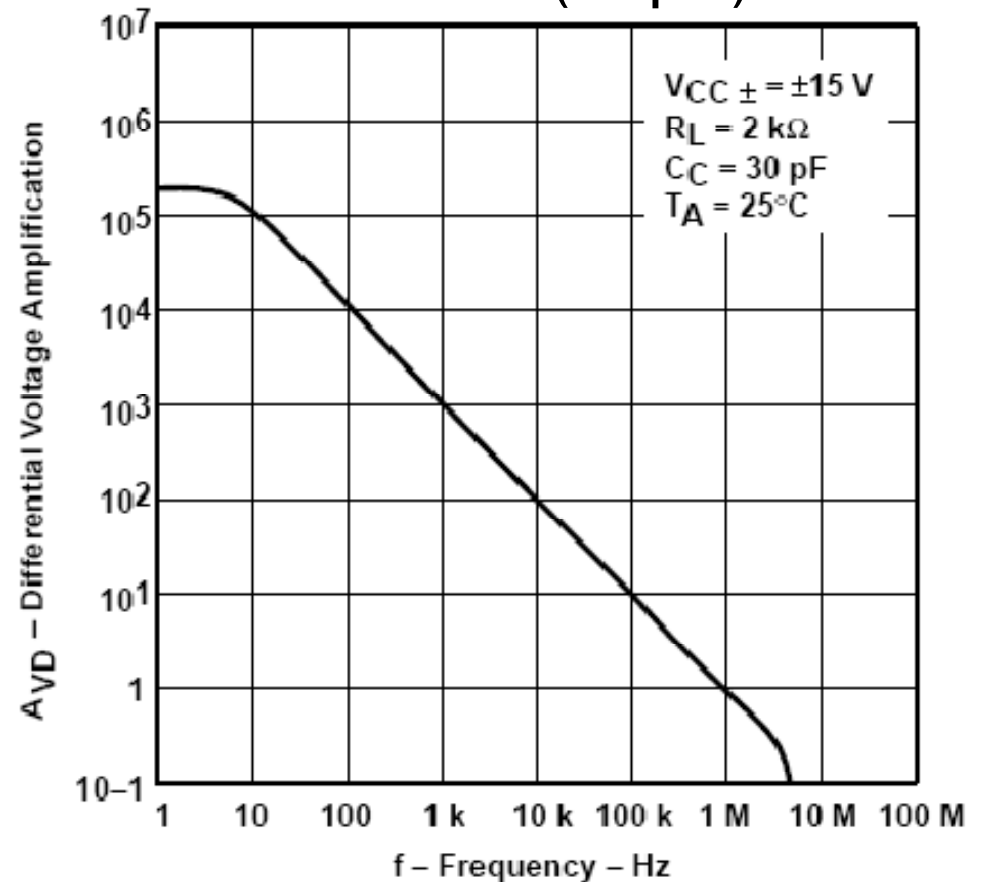
$$A_v(j\omega) = \frac{A_{v_o}}{1 + j\omega / \omega_{PD}}$$

Amplificador Operacional real (Ancho de Banda-Polo Dominante)

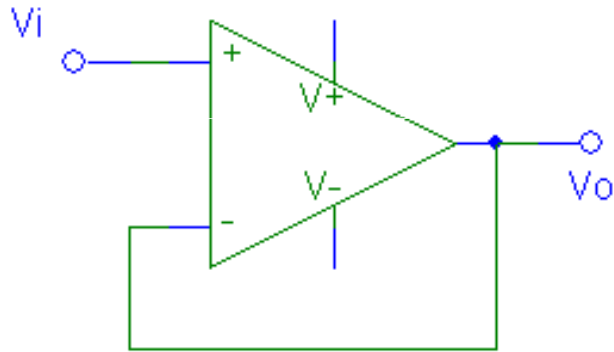
TL081



LM301 (30pF)

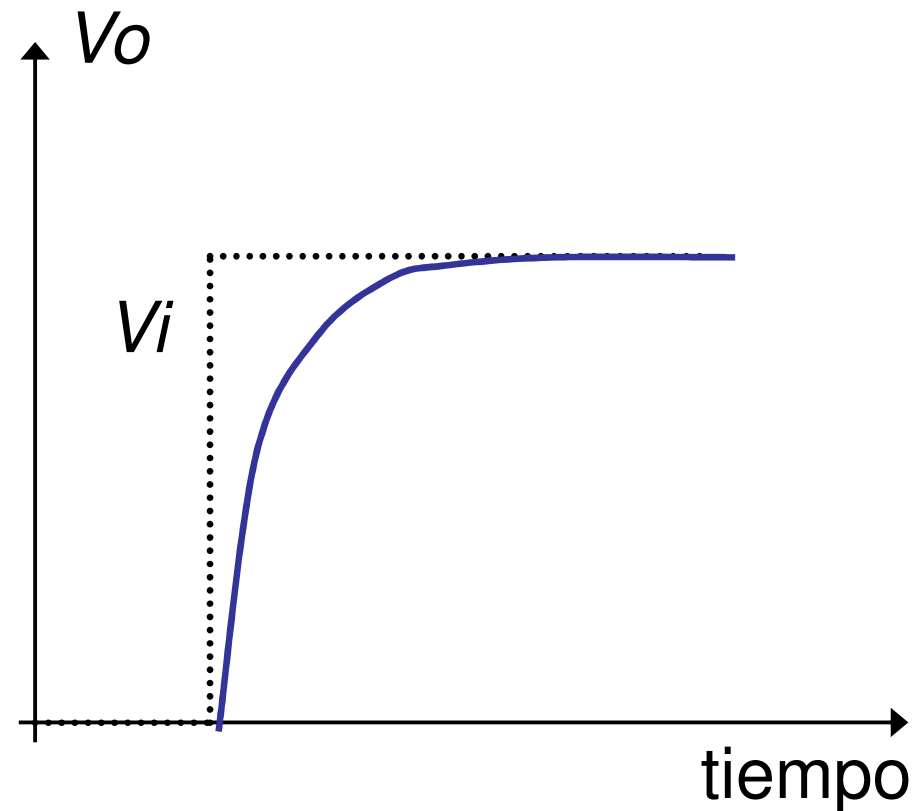


Amplificador Operacional real (Respuesta temporal PD)

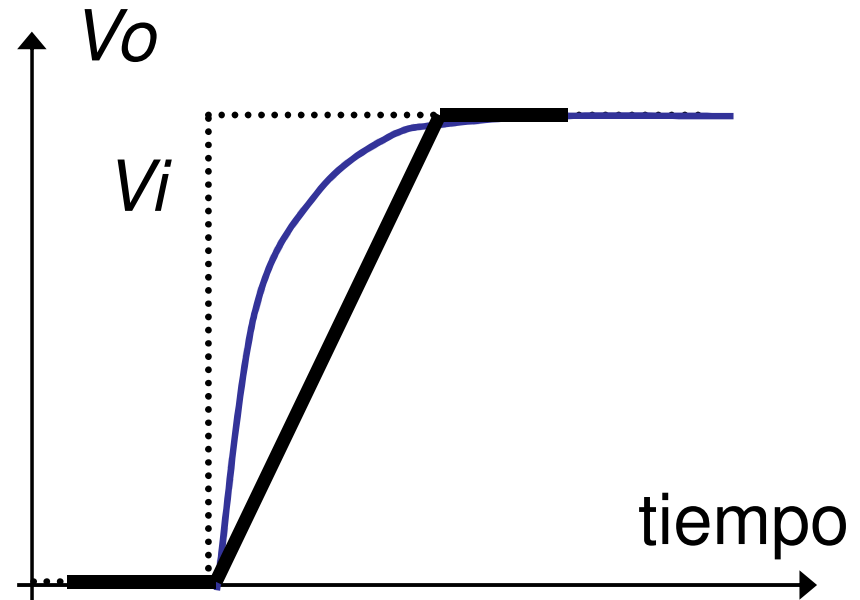
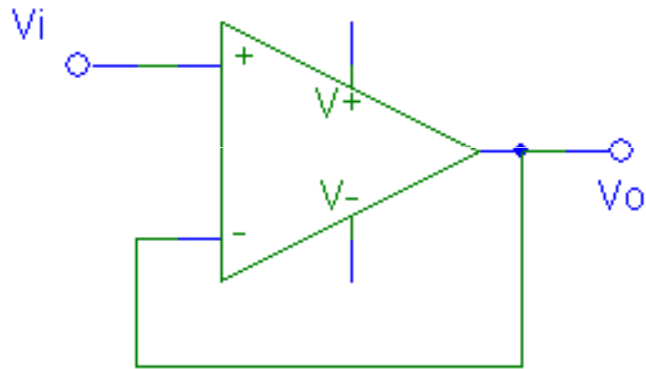


Represente la respuesta exponencial V_o y dé valores a la tensión y el tiempo en el instante en que ha pasado una constante de tiempo τ_p

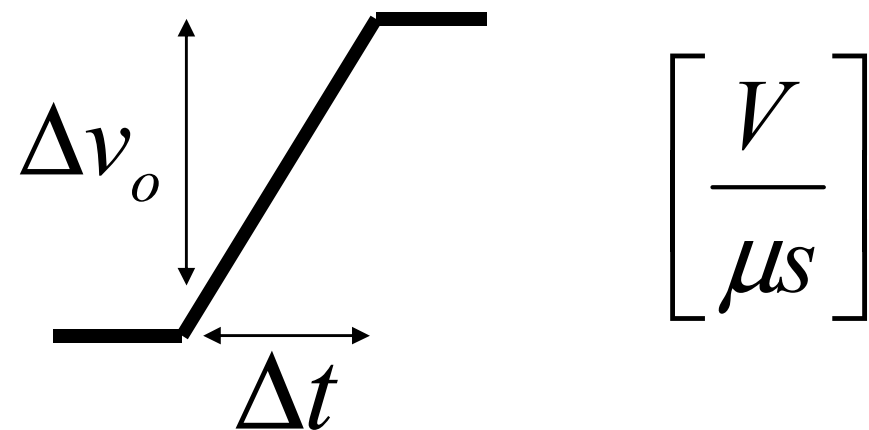
Use como datos que el ancho de banda para ganancia unidad es 1MHz (producto $G \times BW$) y que la tensión V_i aplicada va de 0 a 5 V.



AO Real (Slew-Rate)



$$SR = \text{máximo} \frac{dv_o}{dt}$$



Amplificador Operacional real (Efecto del Slew-Rate)

Ritmo señal senoidal

$$v_o = V_p \cdot \text{sen}(2\pi ft)$$

$$\text{máximo} \frac{dv_o}{dt} = 2\pi f V_p$$

No limita Slew-rate

$$2\pi f V_p < SR$$

Limita Slew-rate

$$f_{\text{máx}} = \frac{SR}{2\pi V_p}$$

BW a “plena potencia”: $f_{\text{máx}}$ con $V_{p_{\text{máx}}}$

RESUMEN

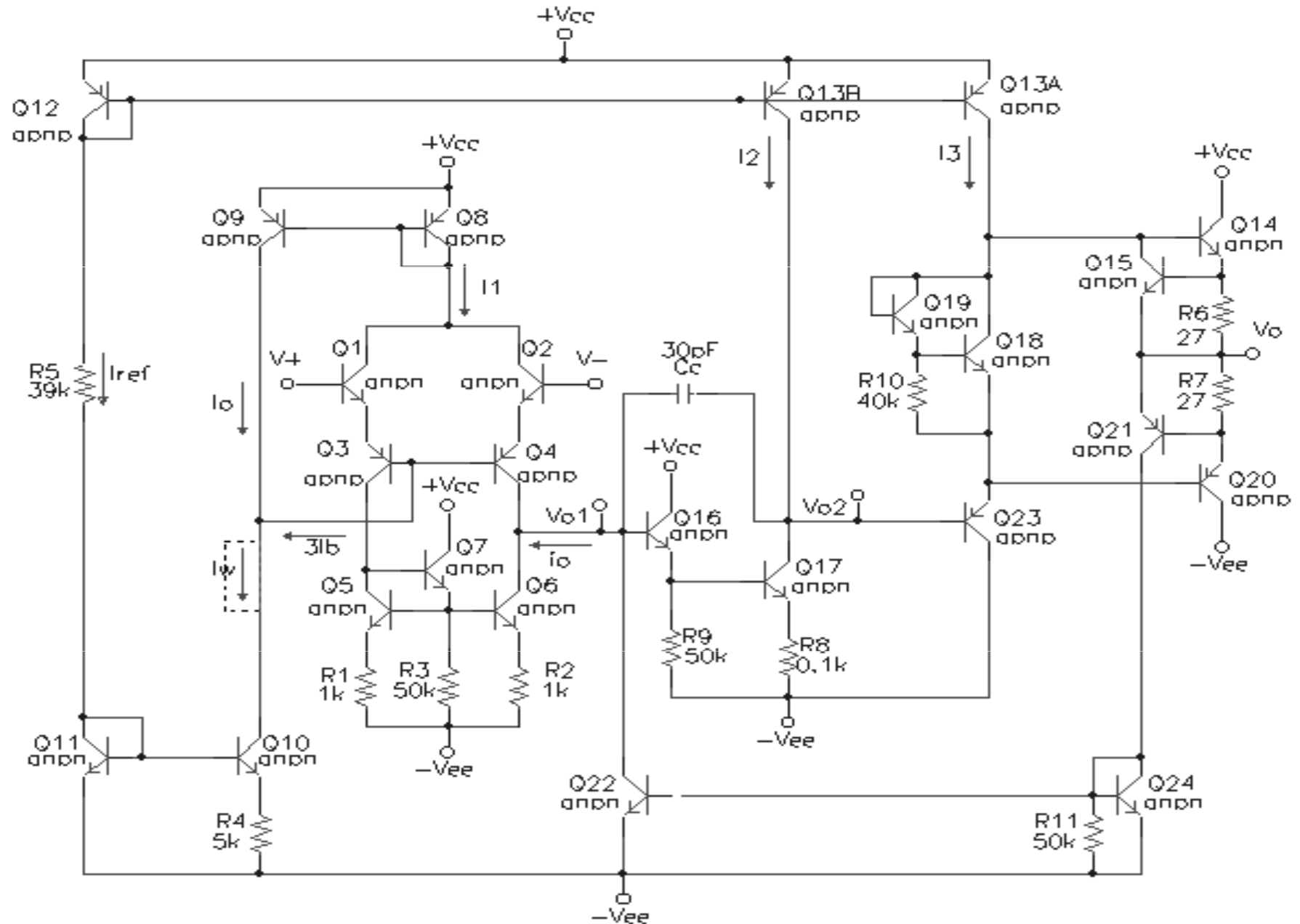
Parámetros del AO REAL

- Producto Ganancia por Ancho de Banda (*Unity Gain Bandwidth*)
- Corriente de entrada de polarización (bias)
- Corriente de *offset* de entrada (+ Deriva de la corriente de *offset*)
- Tensión de desplazamiento de entrada (*offset*) (+ Deriva de *offset*)
- *Slew-Rate*
- Ancho de banda a “plena potencia” (*Full-Power Bandwidth*)
- Tensión de desplazamiento de salida
- Rango de entrada en modo común
- Rango de entrada diferencial
- Rango de salida de tensión
- Relación de rechazo a la alimentación

Amplificador Operacional Real

ANEXO 741

AO Real (AO 741)

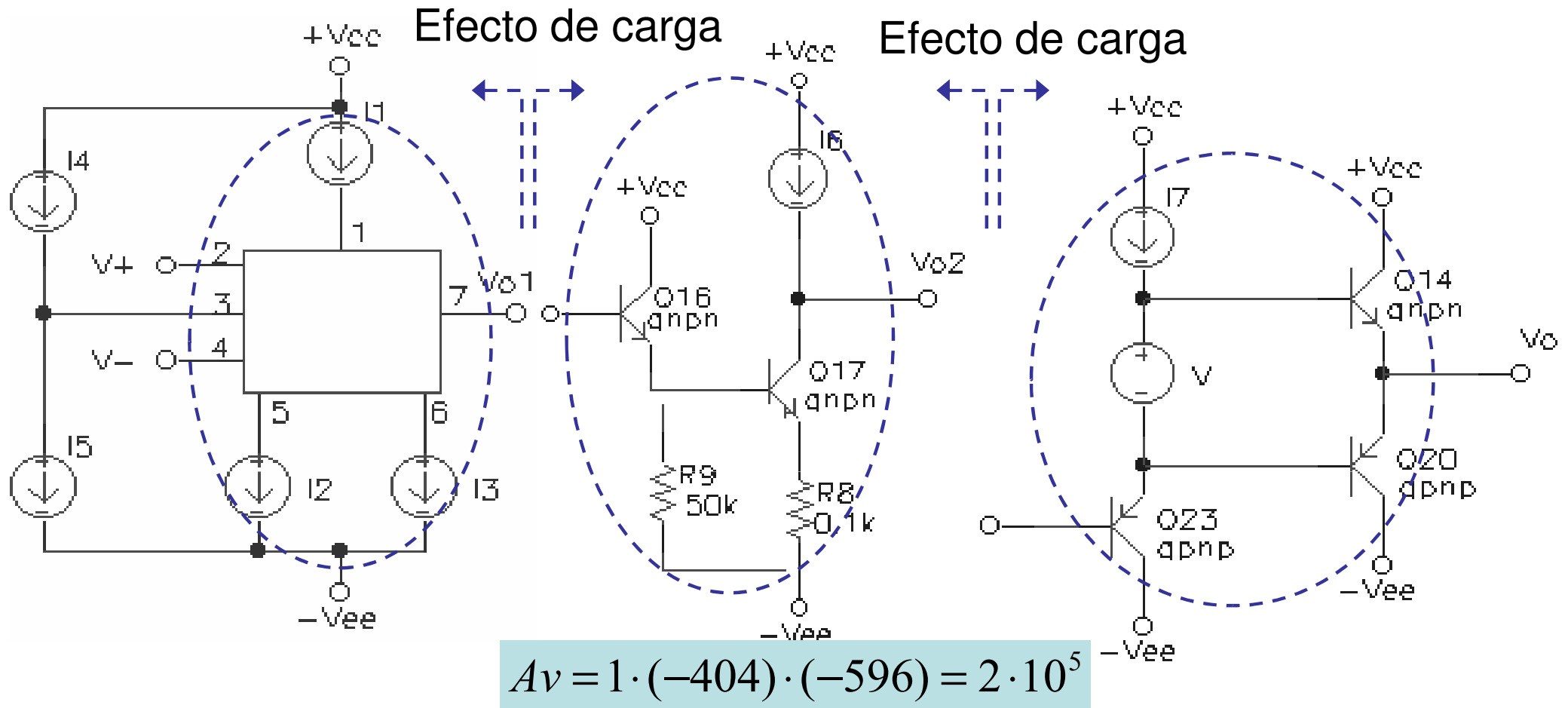


AO Real (Av)

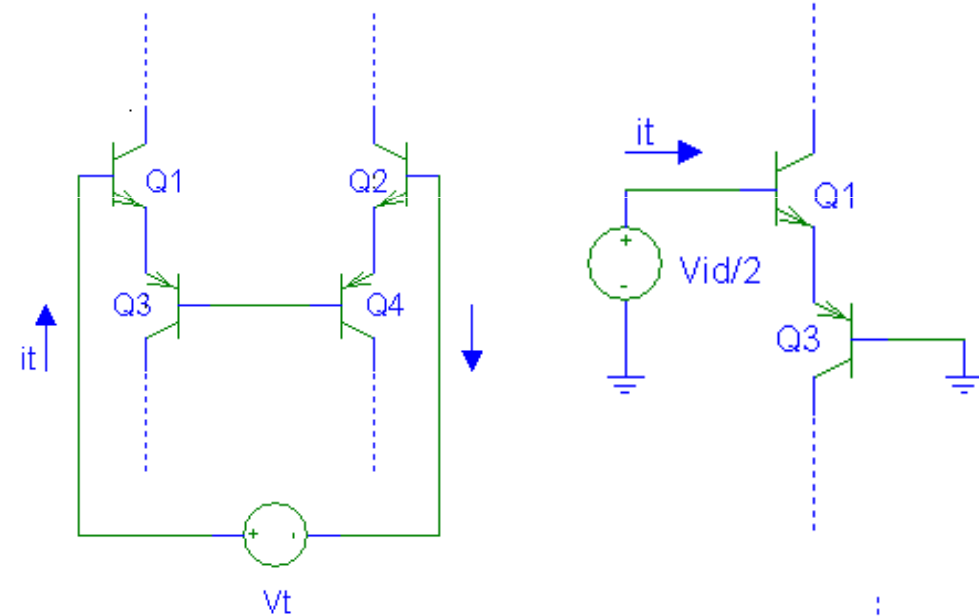
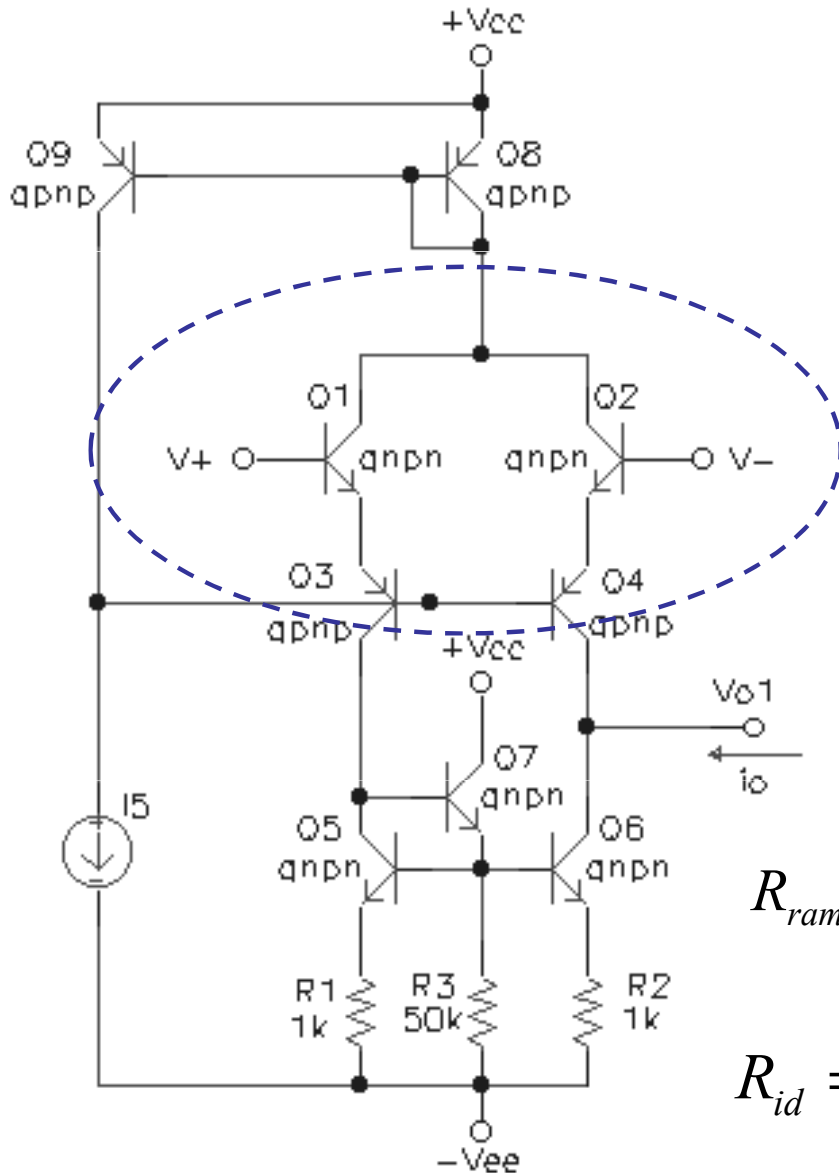
Diferencial

Intermedia

Salida

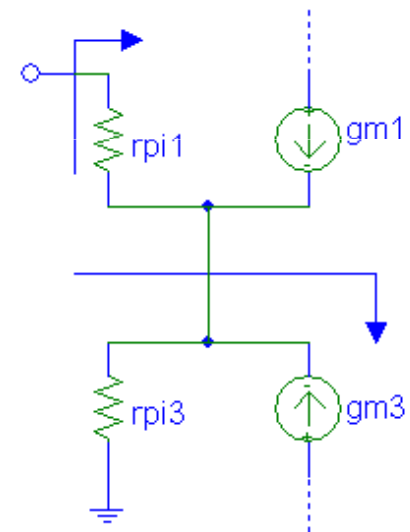


AO Real (Ri)

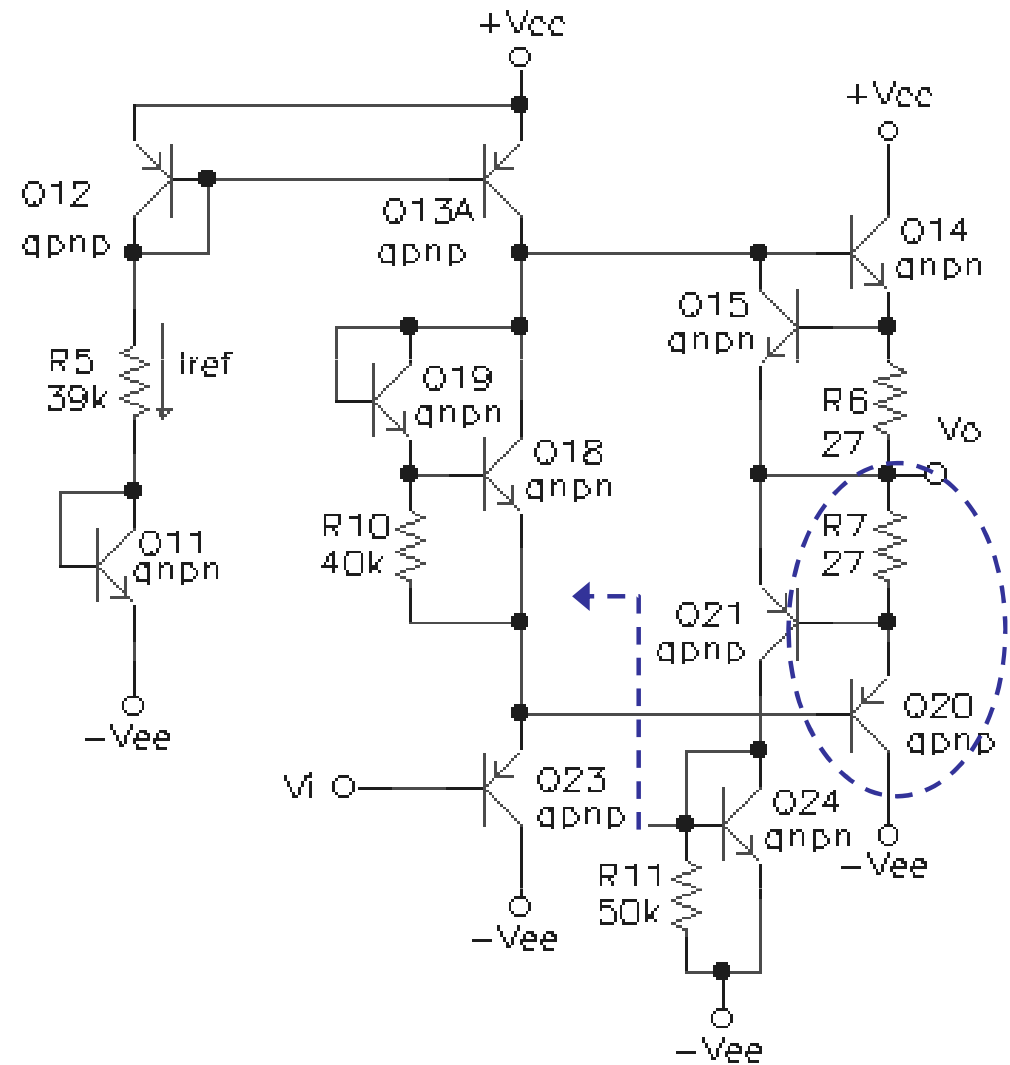
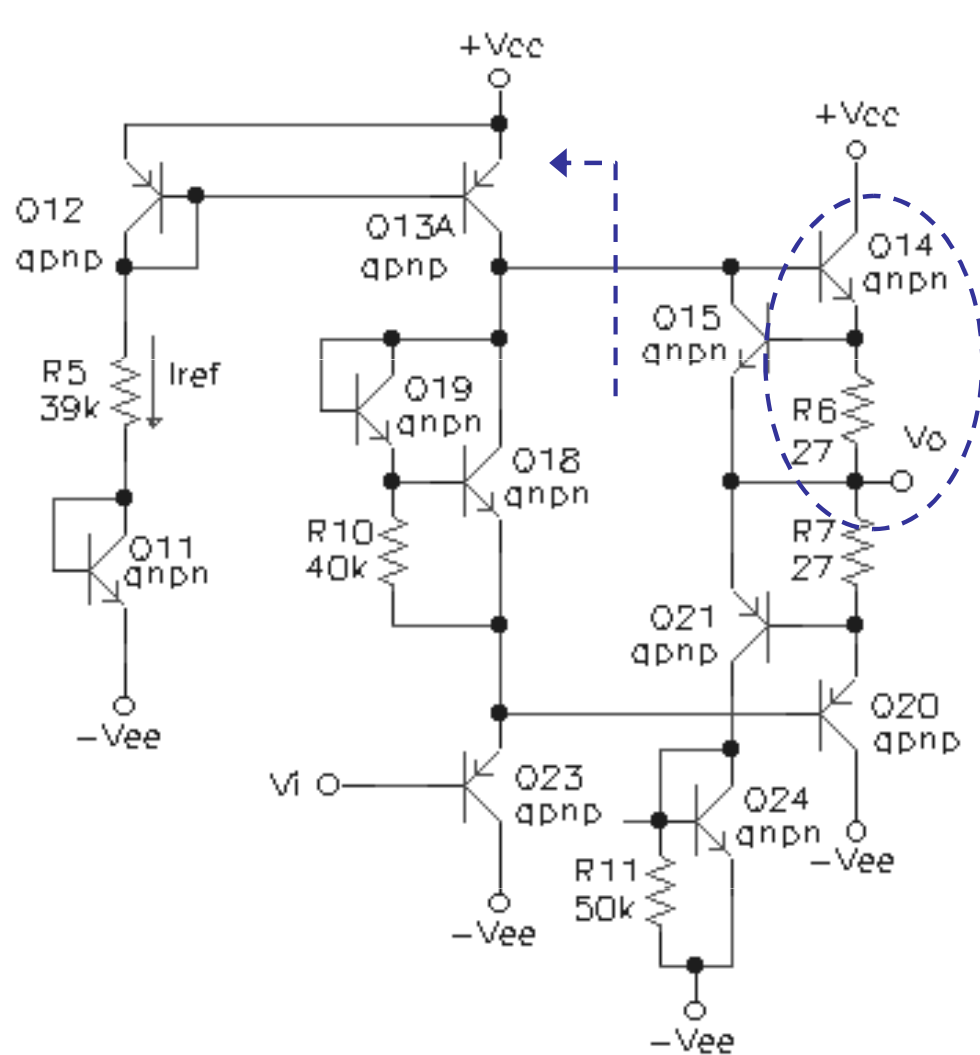


$$R_{rama} = \left[r_{\pi 1} + (1 + \beta_o) \frac{r_{\pi 3}}{(1 + \beta_o)} \right]$$

$$R_{id} = 2R_{rama} = 4r_{\pi} = 2,69M\Omega$$



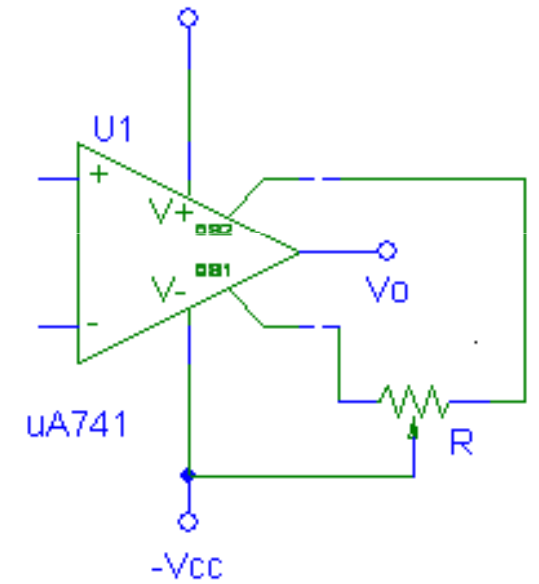
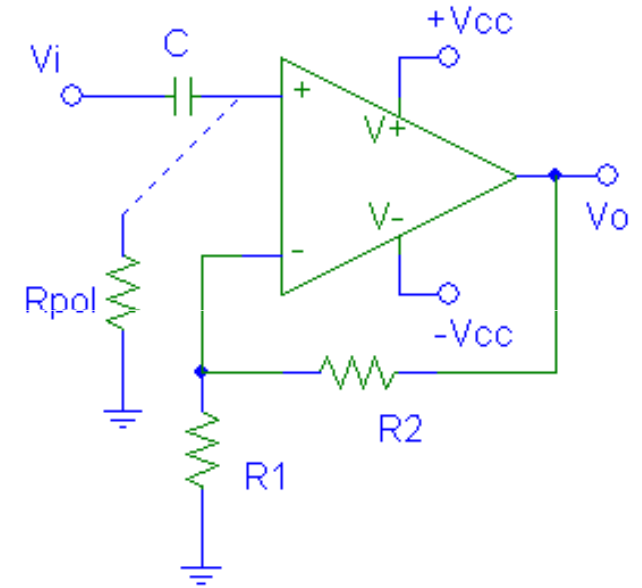
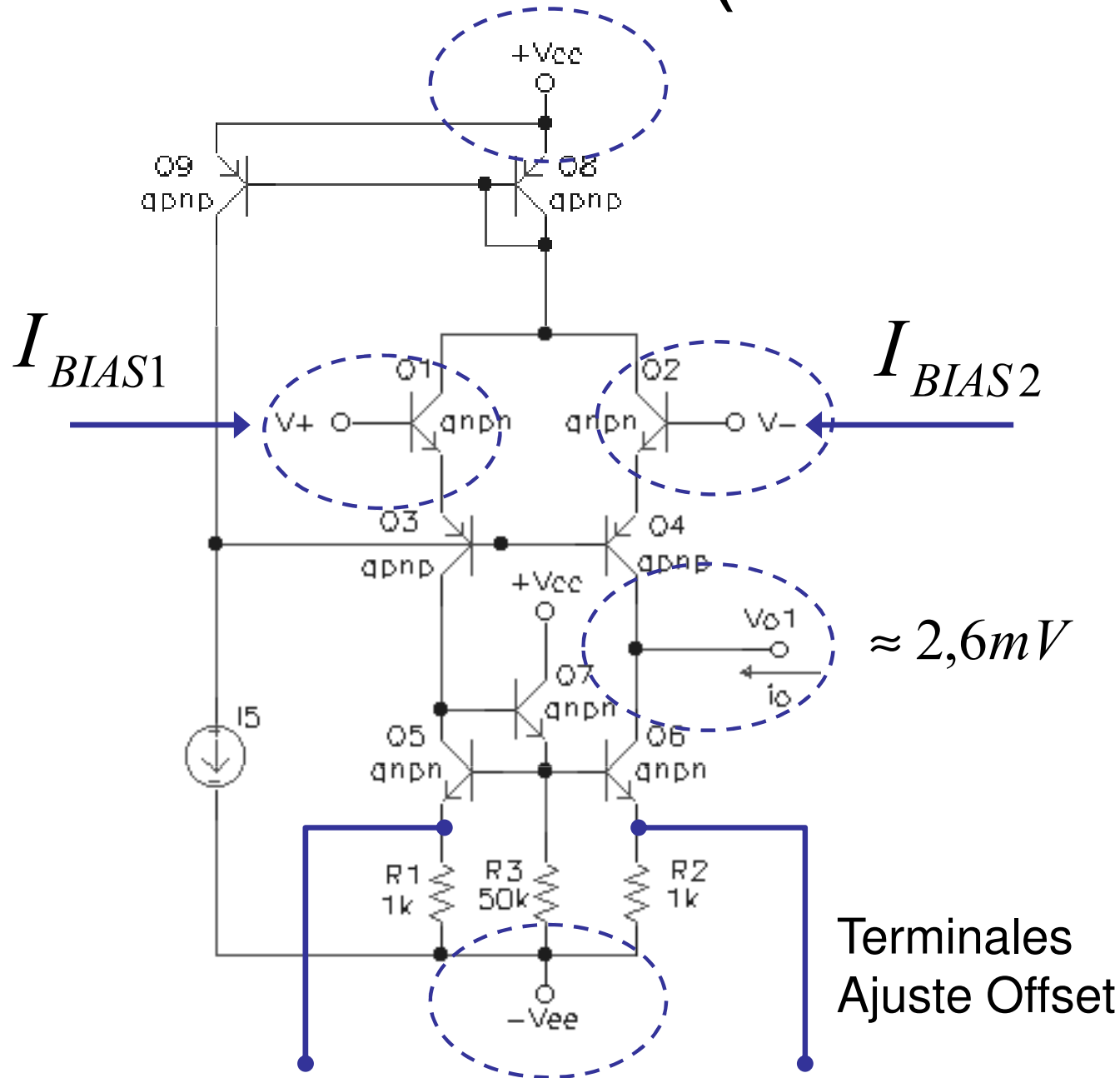
AO Real (Ro)



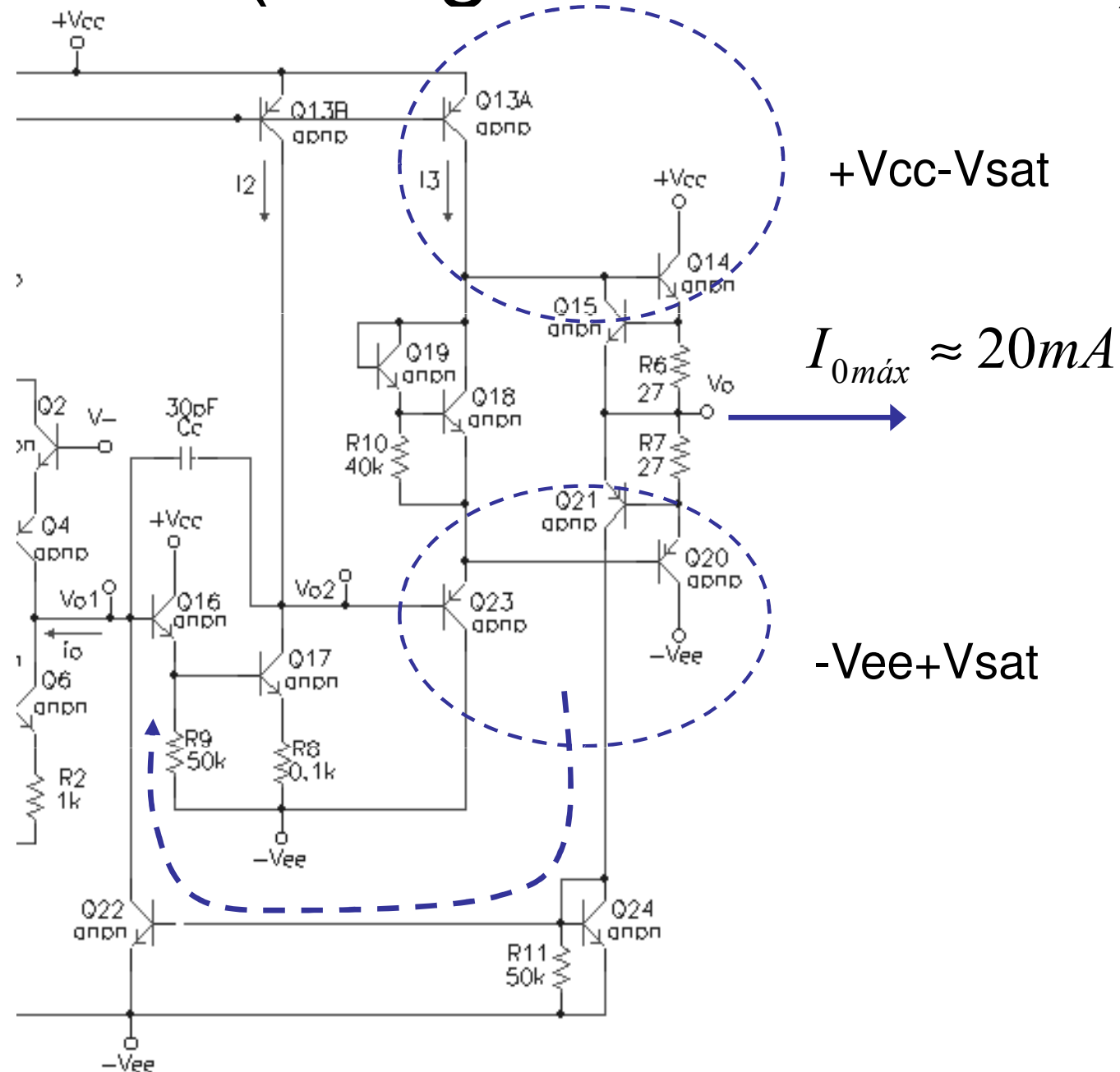
$$R_{O_{conduce-Q14}} = R_6 + \frac{r_{\pi 14} + R_A}{(1 + \beta_o)} = 38\Omega$$

$$R_{O_{conduce-Q20}} = R_7 + \frac{r_{\pi 20} + R_A}{(1 + \beta_o)} = 66\Omega$$

AO Real (Polarización)



AO Real (Márgenes de salida)



Condensador de compensación (BW y SR)

