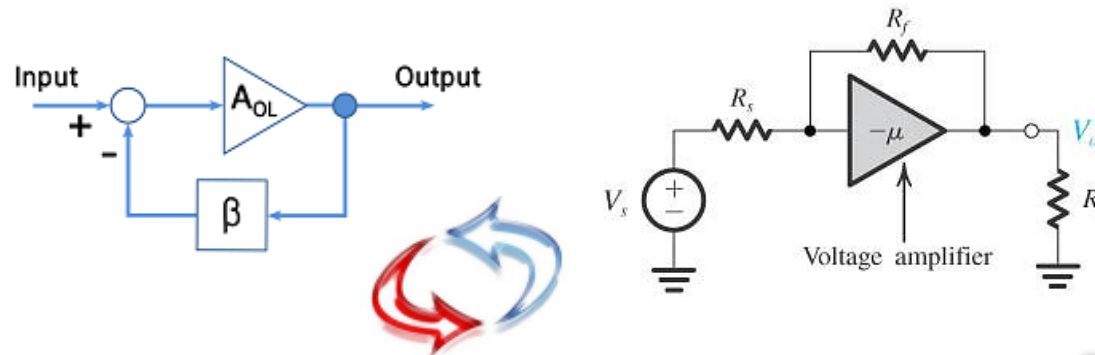




Electrónica Analógica

Capítulo 7: Realimentación. (2/2)

Realimentación con efectos de carga.





Índice general del Tema



1. Introducción.

1. Concepto. Realimentación en Amplificadores.

2. Teoría básica de realimentación

1. Fundamentos y definiciones

2. Ventajas de la realimentación negativa

3. Topologías de realimentación

3. Realimentación con efectos de carga

1. Influencia de los Efectos de carga.

2. Análisis de circuitos realimentados prácticos

3. Realimentación con efectos de carga

3.1 Efectos de carga: alteraciones de la teoría básica

3.2 Simplificación formal

3.2.1. Aproximaciones "razonables"

3.3 Resolución práctica

3.3.1. Estimación de los parámetros de β

3.3.2. Ejemplos genéricos de resolución

3.4. Análisis de amplificadores realimentados reales

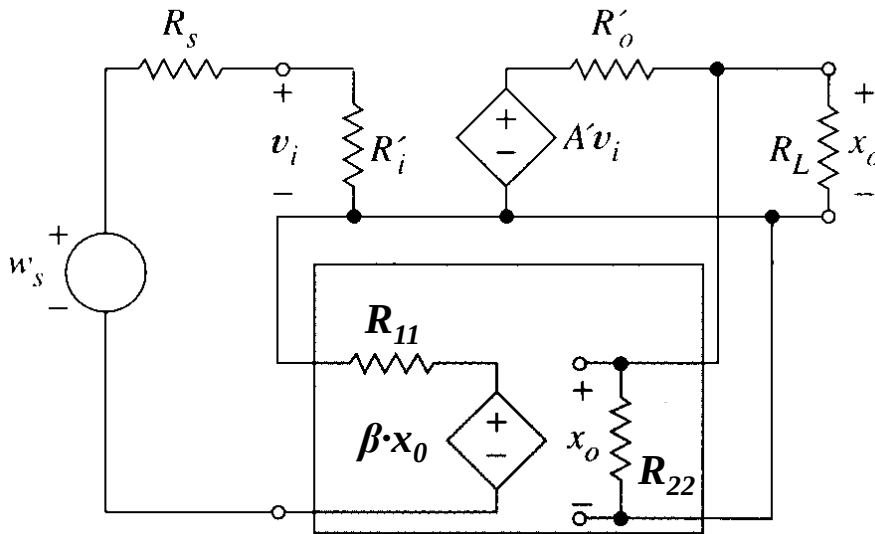
3.5. Ejercicios



3.1. Realimentación en amplificadores reales



- ❑ Los **efectos de carga modifican** las ganancias A y β .
 - Éstas dependen de $R_s, R_o, R_i, R_L \dots$
- ❑ **No se cumplen las condiciones idealizadas** con las que llegamos a la ecuación fundamental:



$$A_f = \frac{A}{1 + A\beta}$$

$$A? \rightarrow f(R_s, R_L, \dots)$$

$$\beta? \rightarrow f(R_s, R_L, \dots)$$

$$A_f = ?$$

- ❑ Caracterización formal del problema:
 - Mediante la teoría general de *cuadripolos*



3.2.1. Aproximaciones *razonables*

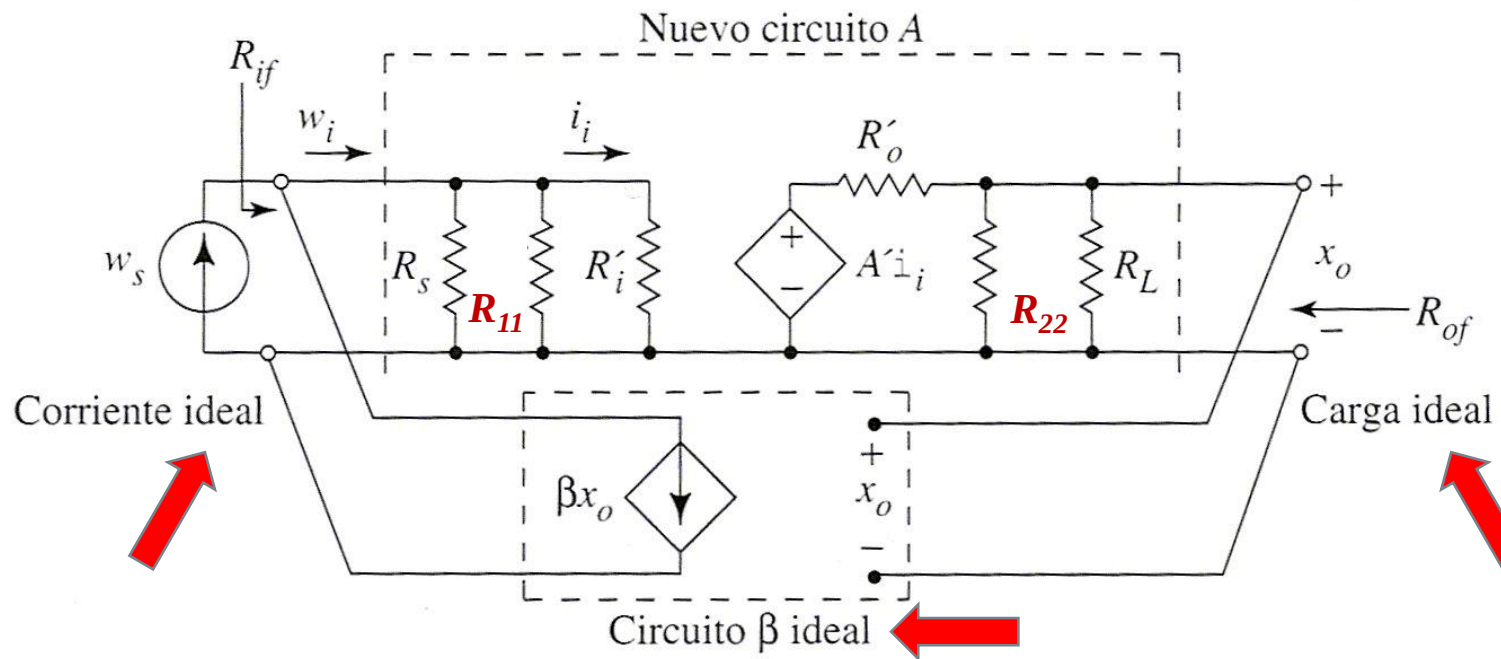


- ❑ En la *teoría general de cuadripolos* las redes se modelan:
 - Con **cuatro familias** de parámetros, en general:
 - Dos impedancias (*Ent. y Sal.*) y dos "transferencias" (*directa e inversa*)
 - **Trabajoso** de analizar (→ cálculo de parámetros; asociación, asignación...)
 - ❑ Pero en amplificación se tiene un problema **simplificable**...
 - Parámetros de un amplificador típico:
 - La **transferencia directa es grande en la red A** (amplificador)
 - El amplificador no tiene una transferencia inversa notable: $[E \leftarrow S]^A = 0$
 - De hecho, hemos modelado **A** con **solo tres parámetros**
 - La red β :
 - Es pasiva y bilateral (transfiere señal en los dos sentidos)
 - Pero en sentido directo **NO AMPLIFICA**, esto es: $[E \rightarrow S]^\beta \ll [E \rightarrow S]^A$
 - Y **solo consideramos la transferencia inversa debida a la red β**
- Estas aproximaciones (*razonables*) permiten simplificar mucho el análisis de un amplificador realimentado práctico.

3.2.2. Idealización del problema: ejemplo

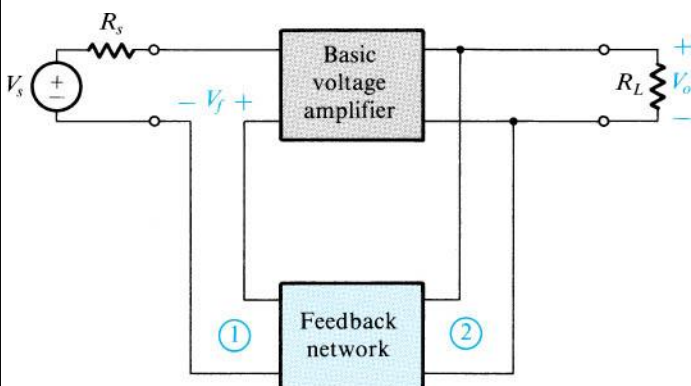


- ❑ Un ejemplo de idealización del problema: topología P-P.
 - Parametrizamos β : impedancias de carga y transferencia inversa.
 - Se **asignan** (mueven) al **A** **todas** las cargas existentes:
 - R del generador, de la carga y parámetros de impedancia de β
 - Obtenemos así un nuevo amplificador A , que llamaremos A'
 - Así: generador, carga y red β son las **ideales** para la topología dada





3.3.1. Serie-Paralelo.



❑ **Todas** las cargas $\rightarrow \mathbf{A}$

Anulamos
variable
común
en la salida

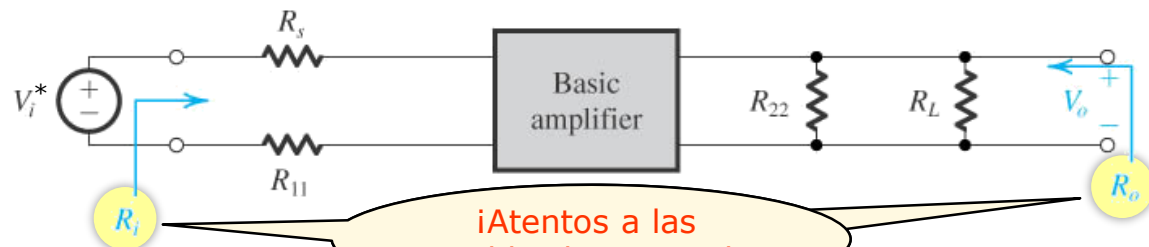
$$R_{11} = \left. \frac{v_1}{i_1} \right|_{v_2=0}$$

Anulamos
variable
común
en la entrada

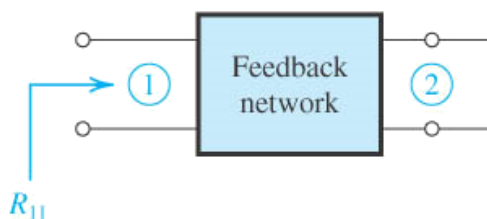
$$\beta_v = \left. \frac{v_f}{v_o} \right|_{i_1=0}$$

$$R_{22} = \left. \frac{v_2}{i_2} \right|_{i_1=0}$$

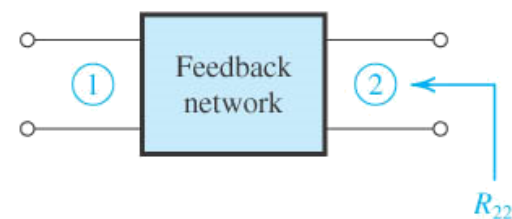
(a) The A' circuit is



where R_{11} is obtained from

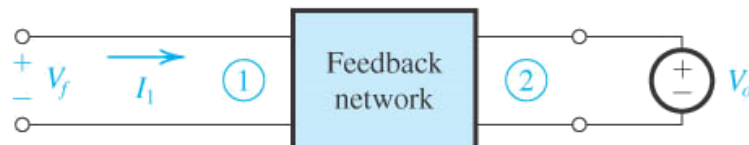


and R_{22} is obtained from

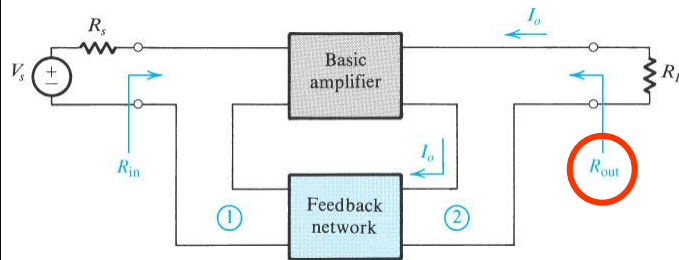


and the gain A is defined $A' \equiv \frac{V_o}{V_i^*}$

(b) β is obtained from



3.3.2. Serie-Serie.



❑ **Todas** las cargas $\rightarrow \mathbf{A}$

Anulamos
variable
común
en la salida

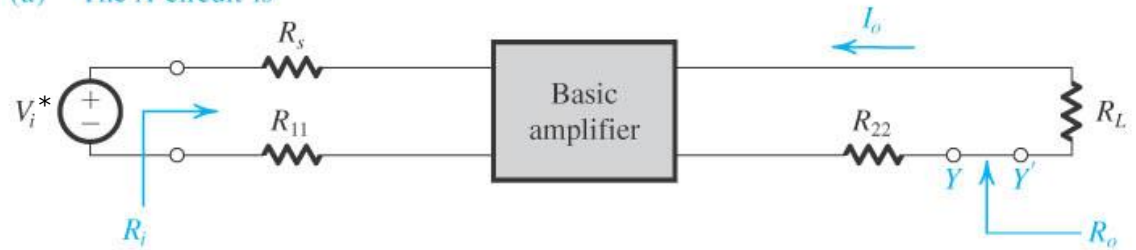
$$R_{11} = \left. \frac{v_1}{i_1} \right|_{i_2=0}$$

Anulamos
variable
común
en la entrada

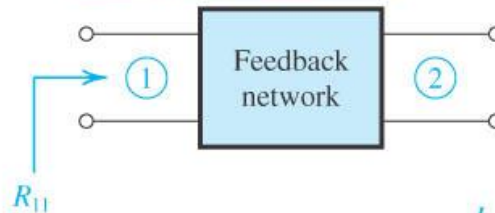
$$\beta_z = \left. \frac{v_f}{i_2} \right|_{i_1=0}$$

$$R_{22} = \left. \frac{v_2}{i_2} \right|_{i_1=0}$$

(a) The A' circuit is

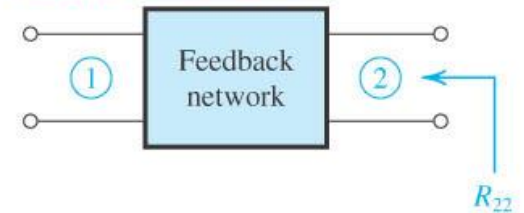


where R_{11} is obtained from

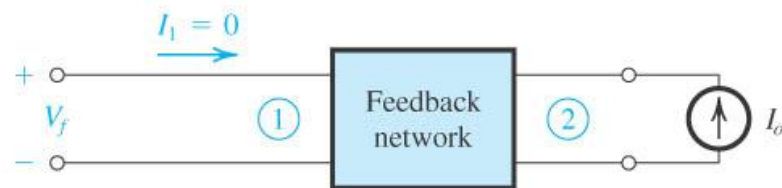


and the gain A' is defined $A' \equiv \frac{I_o}{V_i^*}$

and R_{22} is obtained from

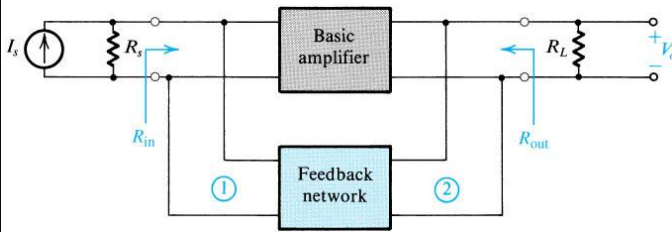


(b) β is obtained from





3.3.2. Paralelo-Paralelo.



**Anulamos
variable
común
en la salida**

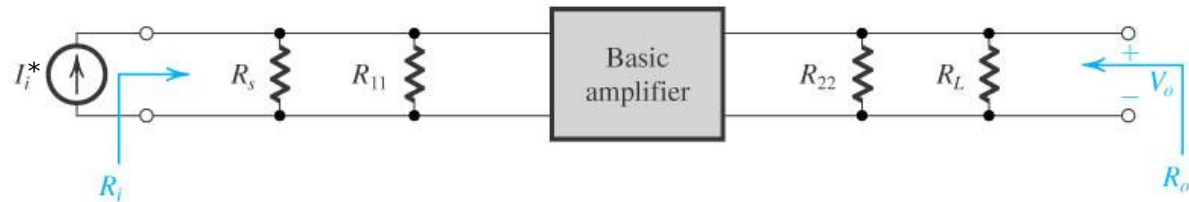
$$R_{11} = \left. \frac{v_1}{i_1} \right|_{v_2=0}$$

**Anulamos
variable
común
en la entrada**

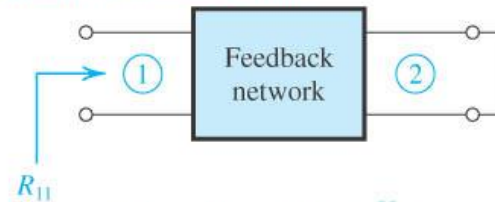
$$\beta_y = \left. \frac{i_f}{v_o} \right|_{v_1=0}$$

$$R_{22} = \left. \frac{v_2}{i_2} \right|_{v_1=0}$$

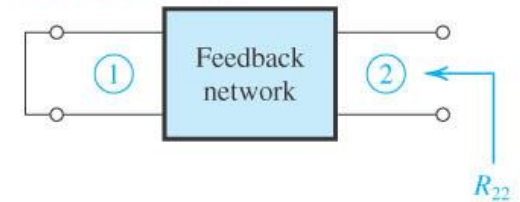
(a) The A' circuit is



where R_{11} is obtained from

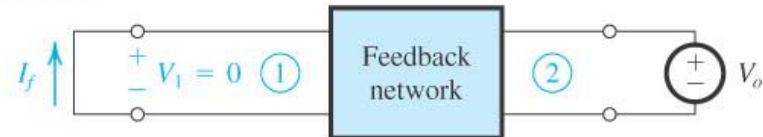


and R_{22} is obtained from

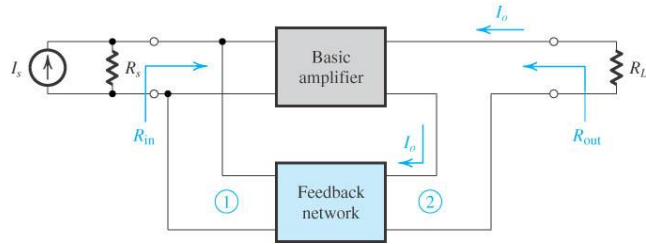


and the gain A' is defined $A' \equiv \frac{V_o}{I_i^*}$

(b) β is obtained from



3.3.2. Paralelo-Serie.



**Anulamos
variable
común
en la salida**

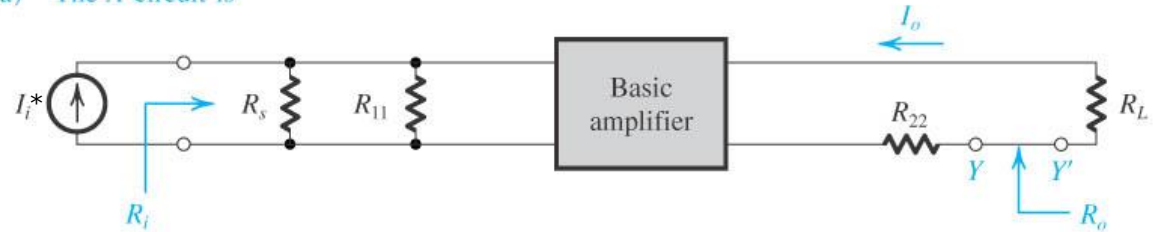
$$R_{11} = \left. \frac{v_1}{i_1} \right|_{i_2=0}$$

**Anulamos
variable
común
en la entrada**

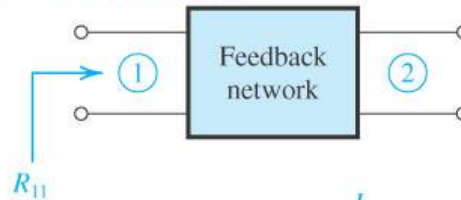
$$\beta_i = \left. \frac{i_f}{i_o} \right|_{v_1=0}$$

$$R_{22} = \left. \frac{v_2}{i_2} \right|_{v_1=0}$$

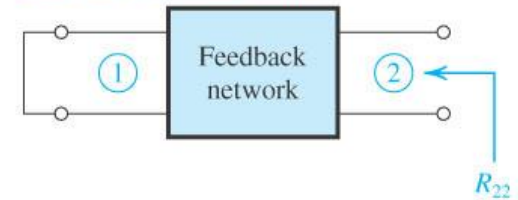
(a) The A' circuit is



where R_{11} is obtained from

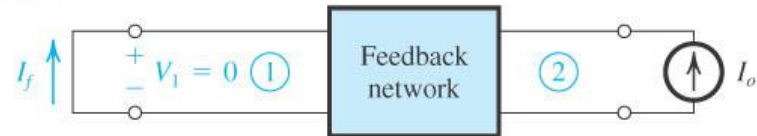


and R_{22} is obtained from



and the gain A' is defined as $A' \equiv \frac{I_o}{I_i^*}$

(b) β is obtained from





3.3.2. Resumen: análisis en ctos. prácticos



- ❑ **Identificar** la topología:
 - Ella impone los tipos de ganancias A y β correspondientes, y
 - la asignación en serie o paralelo de los efectos de carga sobre A
- ❑ **Idealizar** la estructura:
 - Convertir todo, salvo A , en **ideal**. Para ello...
 - Asignar las impedancias de fuente y carga a A .
 - Obtener el efecto de carga β sobre A en la entrada (R_{11})
 - *Anular la variable común a la salida en la red β*
 - Efecto de carga en la salida (R_{22}) y valor de β
 - *Anular la variable común a la entrada en la red β*
 - El nuevo amplificador resultante será: **A'**
- ❑ **Aplicar** la teoría general de realimentación sobre A' y β ideal
 - Comprobar que $A \cdot \beta$ es **adimensional** y **positivo**
- ❑ **Interpretar** los resultados sobre el circuito original



3.3.2. Resumen: análisis en ctos. prácticos



- ❑ Siempre necesitaremos determinar la topología:
 - En análisis, para poder reconocer las redes A y β
 - En diseño, según nuestro objetivo
- ❑ Para reconocer la topología hay que **buscar**:
 - Un *restador* de señales a la entrada (variables que se suman...)
 - Un *muestreador* de señales a la salida (variable común)
- ❑ La topología **fuerza** las condiciones concretas del análisis:
 - Tipo de parámetros, tipo de ganancias, etc.
 - Esto puede exigir *transformar* el cto. original en un *equivalente*
[Nota: no se necesitan conocimientos formales de la teoría de cuadripolos]
 - En consecuencia, los datos buscados *pueden no ser los mismos que los obtenidos en el análisis idealizado*.
 - Por ello, si se necesitan saber datos sobre las redes originales →
¡hay que identificar los datos requeridos sobre ellas!



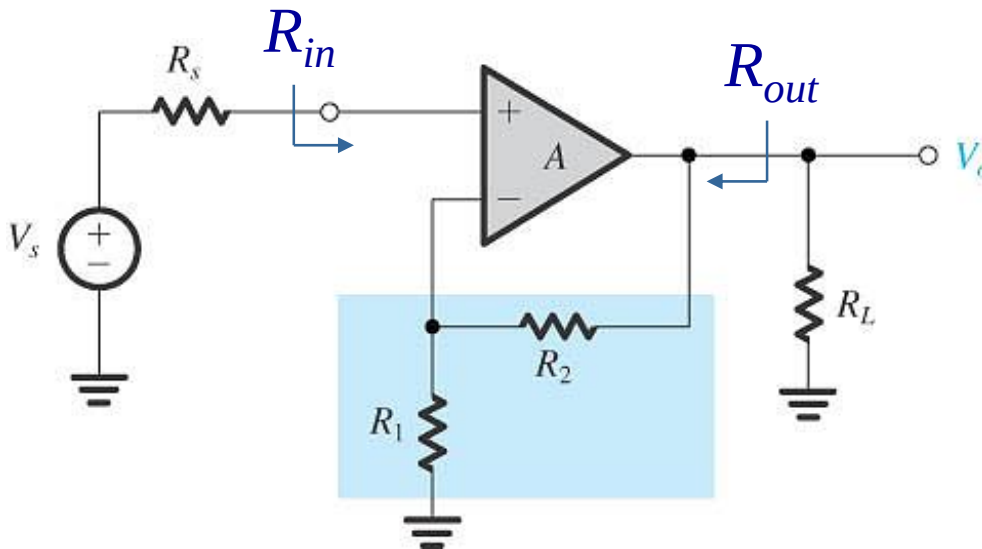
3.4. Análisis de amps. realimentados reales.



- Aplicación de las técnicas estudiadas.

Ejemplo:

- Obtener el valor de la R_{in} y R_{out} del amplificador no-inversor



- Amplificador realimentado en serie-paralelo (tensión-tensión)

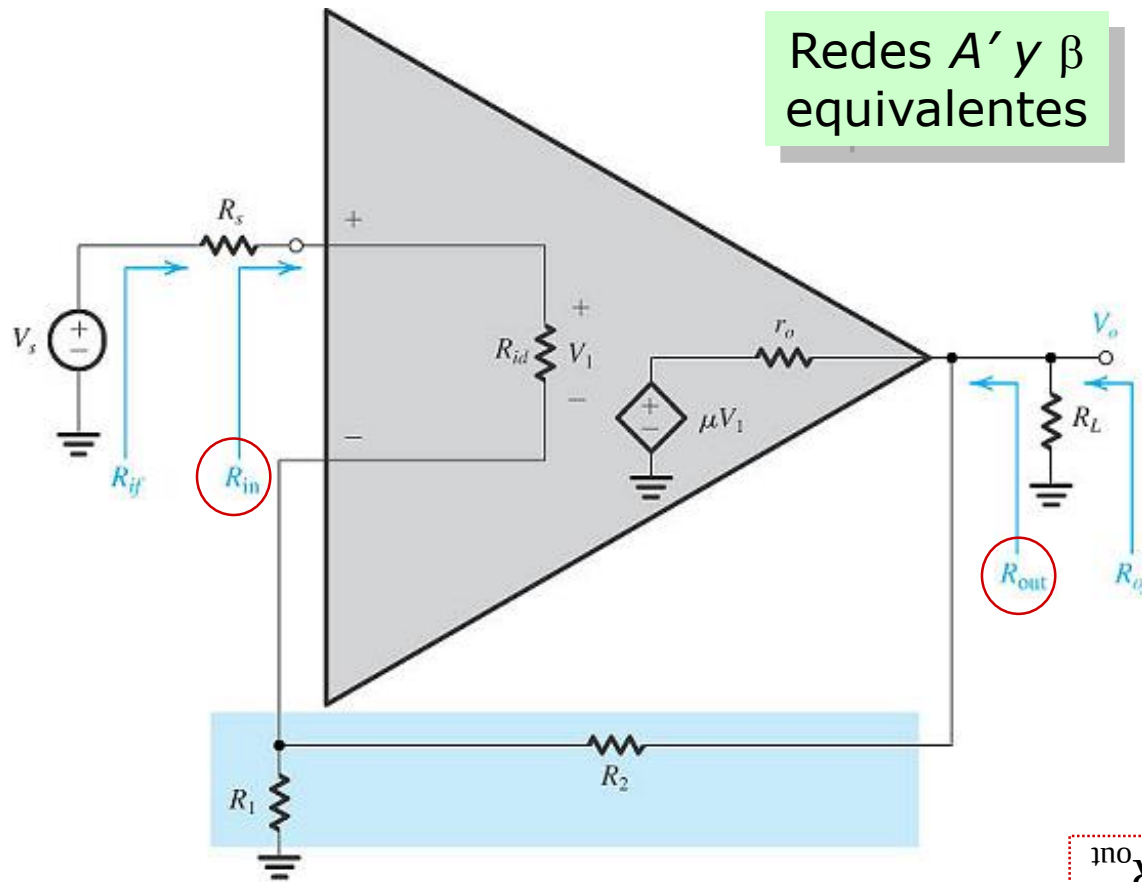
- Aplicaremos la teoría de realimentación a este problema



3.4. Análisis de amps. realimentados reales.



- Hay que transformar el problema original según la topología:
 - Analizamos y obtenemos las R_{if} y R_{of} del amplificador idealizado



¡Ojo! Las R que se quieren saber no son R_{if} ni R_{of} ...

$$R_{if} = R_{iSR} \cdot (1 + A'_V \cdot \beta_V)$$

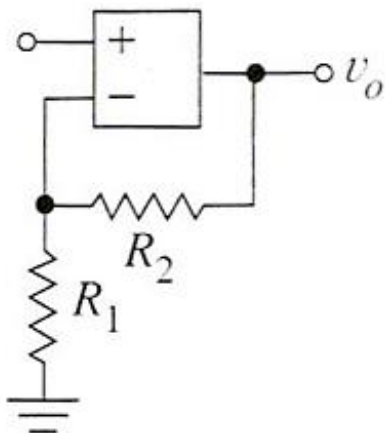
$$R_{of} = \frac{R_{oSR}}{1 + A'_V \cdot \beta_V}$$

$$\text{Soluciones: } R_{if} = R_s + R_{in} \quad R_{of} = R_L || R_{out}$$

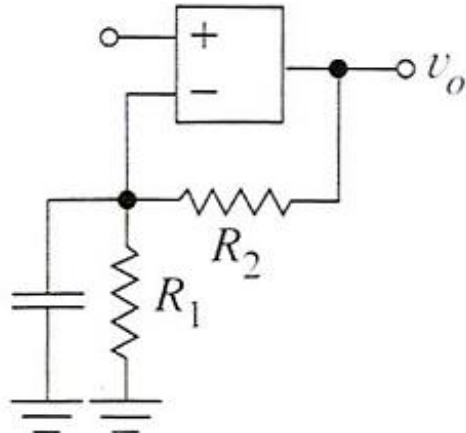
3.4. Realimentación en DC, en AC o mixta



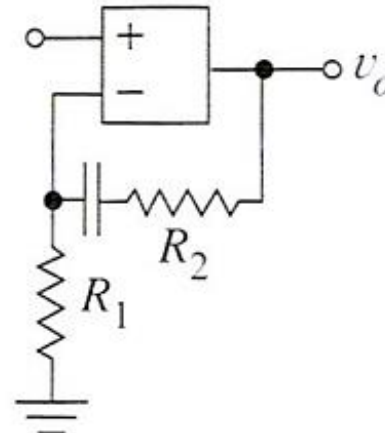
- ❑ Una red β pasiva puede incluir elementos C o L
 - En este caso β , esto es la realimentación, es $f(\omega)$
 - Dependiendo de la aplicación, se realimenta sólo en continua (**DC**, $\omega \rightarrow 0$), sólo en señal (**AC**, $\omega \gg$) o con una cierta respuesta en ω .
 - Ejemplos: supuesto $C \gg$, identifique la realimentación DC, AC o mixta en los casos siguientes.



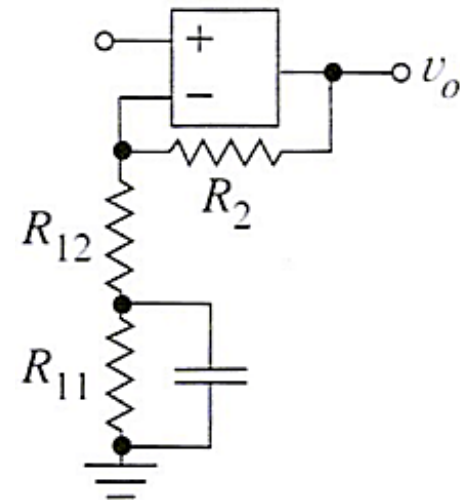
(a)



(b)



(c)



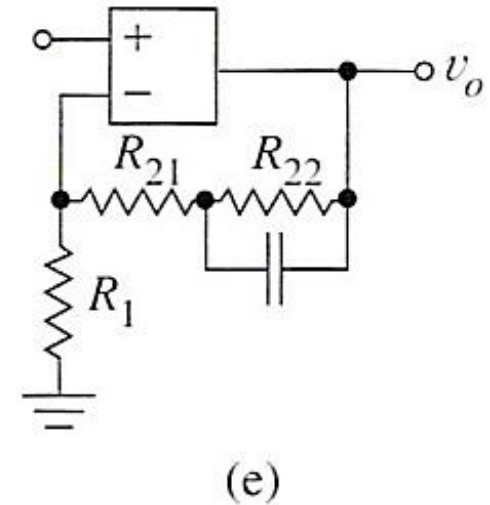
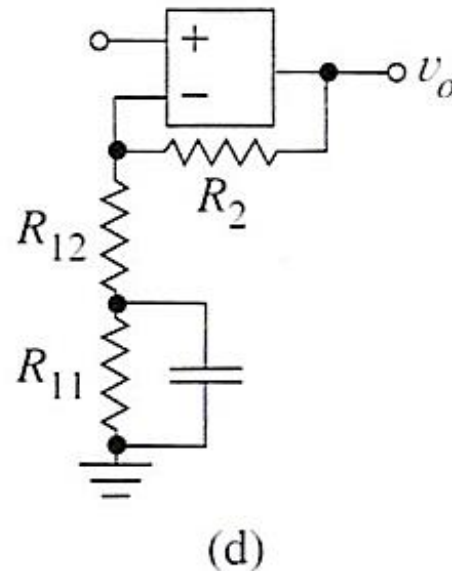
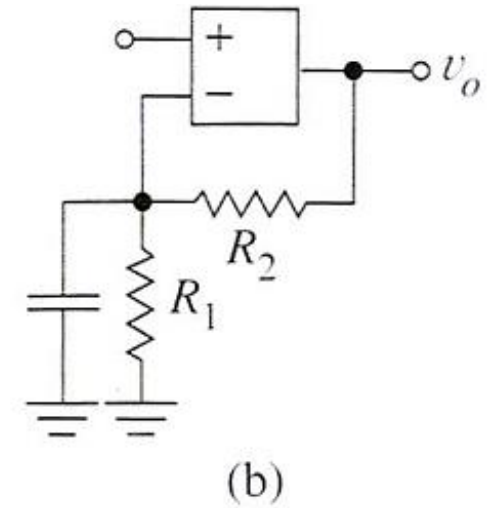
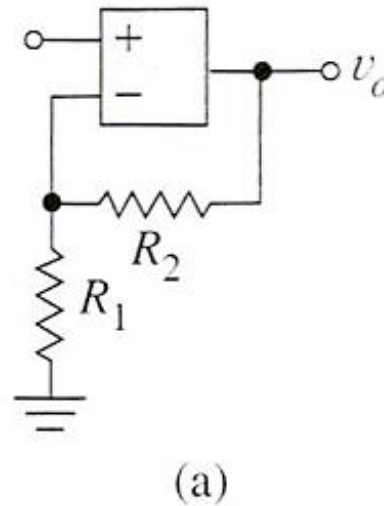
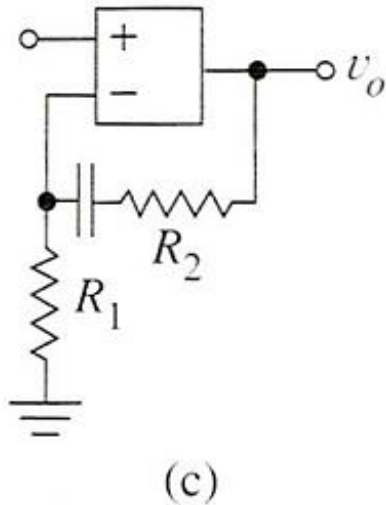
(d)

3.4. Realimentación en DC, en AC o mixta



■ Ejemplos:

- Supuesto C», identifique la realimentación DC, AC o mixta en los casos siguientes:

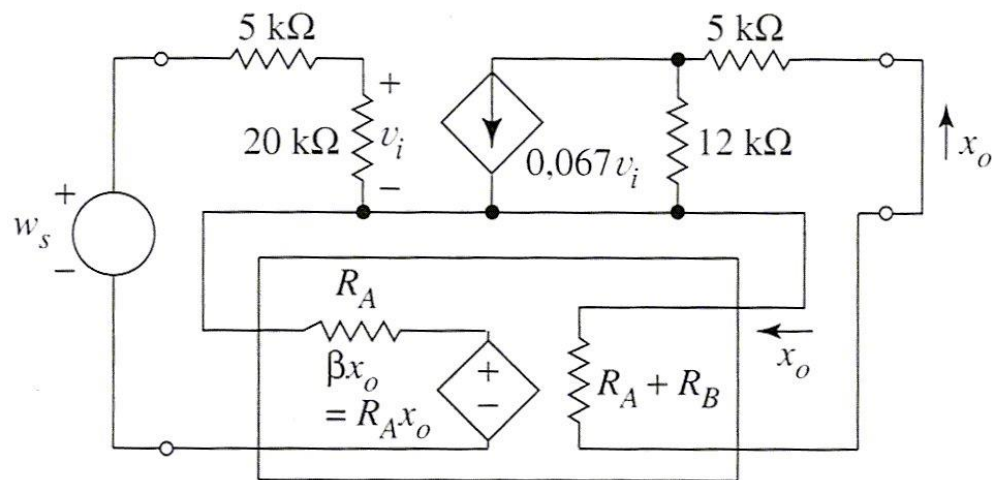
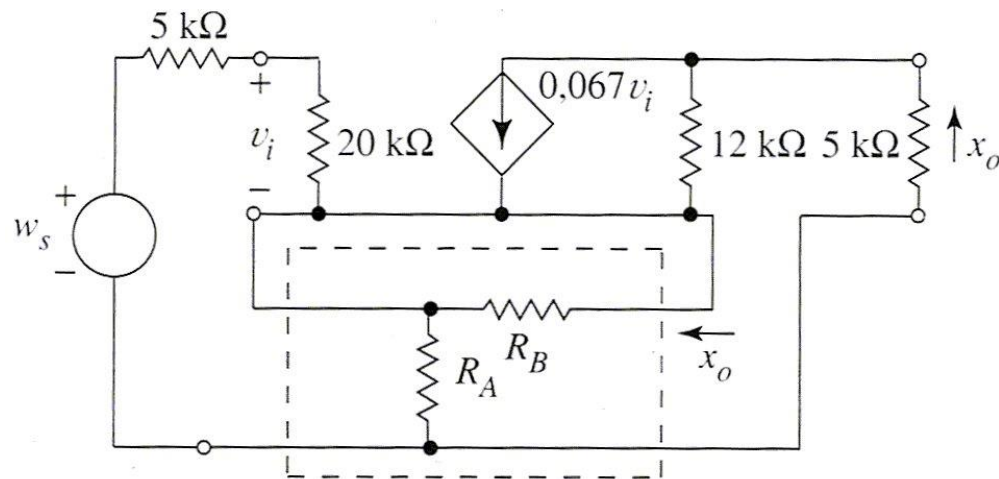




3.5. Ejercicios:



- ❑ Malik:
ejemplo 9.6





❑ Material de estudio:

■ Malik,

- *capítulo 9, secciones 9.1 a 9.6. Teoría y ejercicios.*

■ Sedra-Smith

- *capítulo 8, secciones 8.1 a 8.7. Estimación de los efectos de carga.*

❑ Material complementario

■ Hambley,

- *capítulo 8, secciones 8.1 y 8.2; capítulo 1, sección 1.10*

❑ Otros:

■ Gráficas extraídas de los textos detallados.

■ Trabajos de documentación y elaboración de materiales:

- *Profesores del Dpto. de Electrónica de la UAH.*

- *En colaboración con profesores del CEAN de la UPM.*



Control de revisiones



- 2016-10-25: versión inicial.