INGENIERÍA DE CONTROL MODERNA

Sistemas de control automáticos

Un sistema de control puede tener varios componentes. Para mostrar las funciones de cada componente en la ingeniería de control, por lo general se usa una representación denominada ***diagrama de bloques.***

- **Diagramas de bloques.**

Un ***diagrama de bloques*** *de un sistema, es una representación* gráfica de las funciones que lleva a cabo cada componente y el flujo de señales. Tales diagramas muestran las relaciones existentes entre los diversos componentes.

En un ***diagrama de bloques*** todas las variables del sistema se enlazan unas con otras mediante bloques funcionales. El *bloque funcional o simplemente bloque es un símbolo para representar* la operación matemática que sobre la señal de entrada hace el bloque para producir la salida.

Señal de entrada

Señal de Salida

DIAGRAMA DE BLOQUES

Las ventajas de la representación mediante diagramas de bloques de un sistema estriban en que es fácil formar el diagrama de bloques general de todo el sistema con sólo conectar los bloques de los componentes de acuerdo con el flujo de señales y en que es posible evaluar la contribución de cada componente al desempeño general del sistema.

En general, la operación funcional del sistema se aprecia con más facilidad si se examina el diagrama de bloques que si se revisa el sistema físico mismo. Un diagrama de bloques contiene información relacionada con el comportamiento dinámico, pero no incluye información de la construcción física del sistema. En consecuencia, muchos sistemas diferentes y no relacionados pueden representarse mediante el mismo diagrama de bloques.

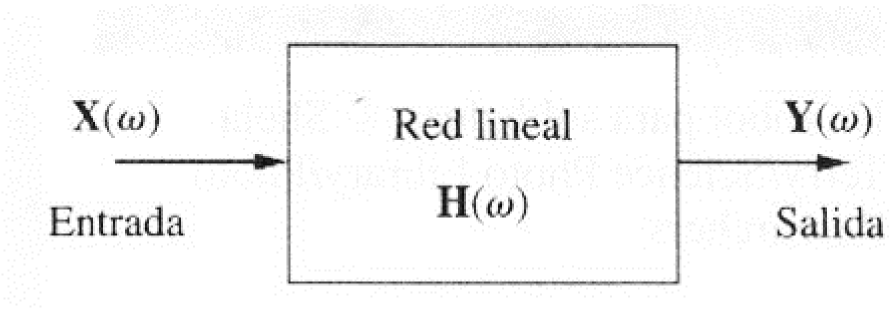
Debe señalarse que, en un diagrama de bloques, la principal fuente de energía no se muestra explícitamente y que el diagrama de bloques de un sistema determinado no es único. Es posible dibujar varios diagramas de bloques diferentes para un sistema, dependiendo del punto de vista del análisis.

RESPUESTA EN FRECUENCIA

- **Función de transferencia**

La *función de transferencia* de un circuito también llamada *función de red*, es una herramienta analítica útil para determinar la respuesta en frecuencia.

La ***función de transferencia*** de un circuito, es la relación de una salida ***fasorial*** (una tensión o corriente de un elemento) y una entrada ***fasorial*** (tensión o corriente de la fuente) en función de la frecuencia.



$$\mathbf{H}(\omega) = \frac{\mathbf{Y}(\omega)}{\mathbf{X}(\omega)}$$

RESPUESTA EN FRECUENCIA

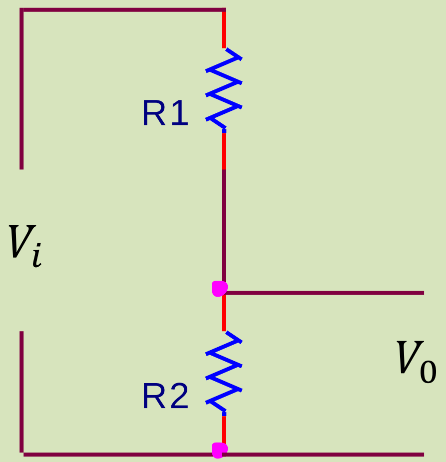
$$\mathbf{H}(\omega) = \text{Ganancia de voltaje} = \frac{\mathbf{V}_o(\omega)}{\mathbf{V}_i(\omega)}$$

$$\mathbf{H}(\omega) = \text{Ganancia de corriente} = \frac{\mathbf{I}_o(\omega)}{\mathbf{I}_i(\omega)}$$

$$\mathbf{H}(\omega) = \text{Transferencia de impedancia} = \frac{\mathbf{V}_o(\omega)}{\mathbf{I}_i(\omega)}$$

$$\mathbf{H}(\omega) = \text{Transferencia de admitancia} = \frac{\mathbf{I}_o(\omega)}{\mathbf{V}_i(\omega)}$$

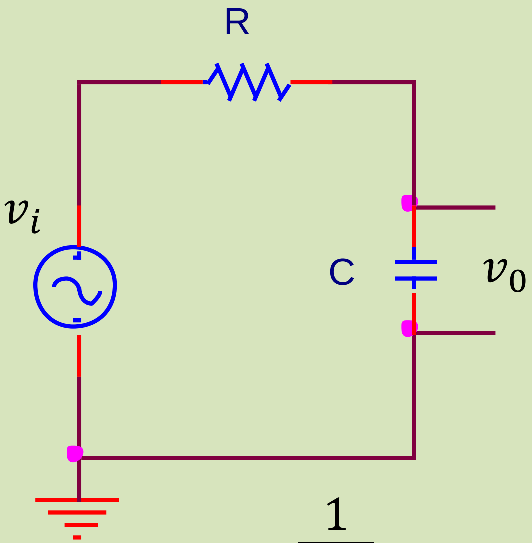
RESPUESTA EN FRECUENCIA



$$V_0 = V_i \frac{R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow \boxed{\frac{V_o}{V_i} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}}$$

$$\Downarrow$$

$$V_i \longrightarrow \boxed{\frac{R_2}{R_1 + R_2}} \longrightarrow V_0$$



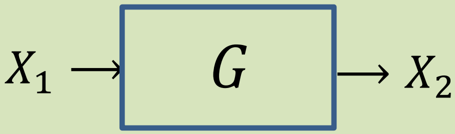
Función de transferencia

$$v_i \longrightarrow \boxed{\frac{1}{(1 + jwRc)}} \longrightarrow v_0$$

$$\Uparrow$$

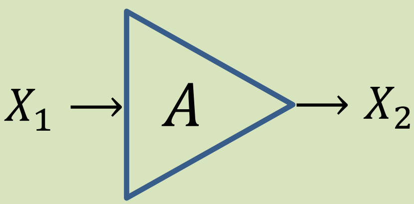
$$v_0 = v_i \frac{\frac{1}{jwc}}{R + \frac{1}{jwc}} = v_i \frac{\frac{1}{jwc}}{\frac{(1 + jwRc)}{jwc}} = v_i \frac{1}{(1 + jwRc)}$$

$$\boxed{\frac{v_o}{v_i} = \frac{1}{(1 + jwRc)} = f_{(w)}}$$



$$X_2 = G \cdot X_1$$

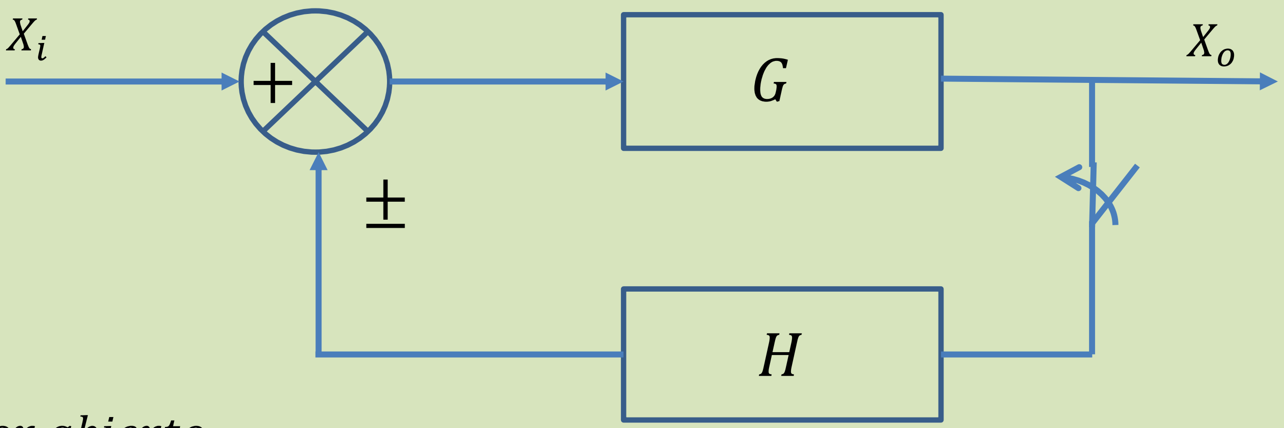
$$G < 1 \Rightarrow Atenuadores$$



$$X_2 = A \cdot X_1$$

$$A > 1 \Rightarrow Amplificadores$$

- *Realimentación*



- $Interruptor\ abierto$

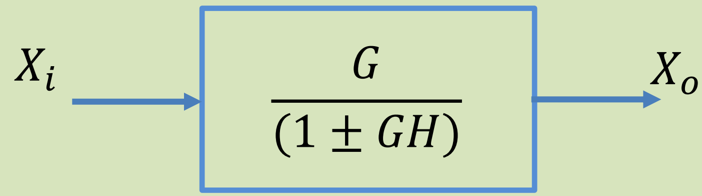
$$\boxed{X_o = G \cdot X_i}$$ $ganacia\ de\ lazo\ abierto$

- $Interruptor$ cerrado

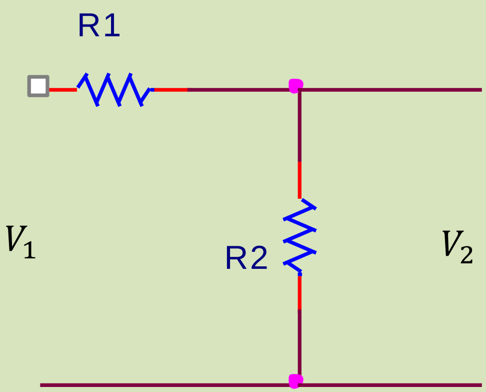
$$X_o = G(X_i \pm X_o H) \qquad X_o = GX_i \pm GX_oH \qquad X_o \pm GX_oH = GX_i$$

$$X_o(1 \pm GH) = GX_i \qquad \boxed{\frac{X_o}{X_i} = \frac{G}{(1 \pm GH)}}$$ $ganacia\ de\ lazo\ cerrado$

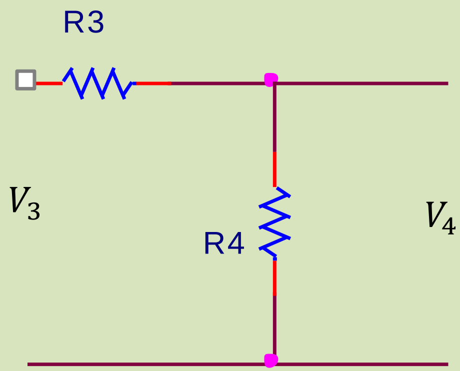
Cualquier sistema realimentado, por más complejo que sea, se lo puede Reducir a la siguiente forma.



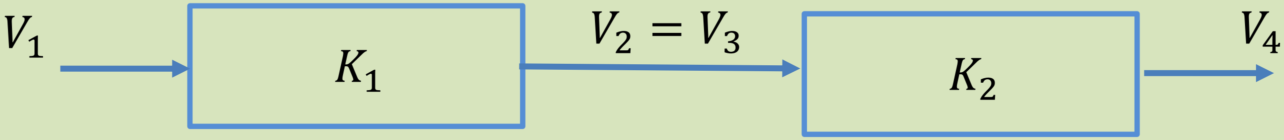
- *Observación*



$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = K_1$$

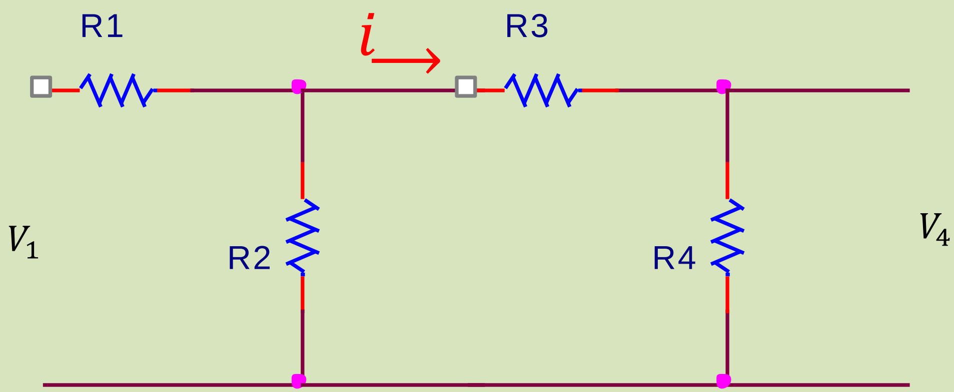


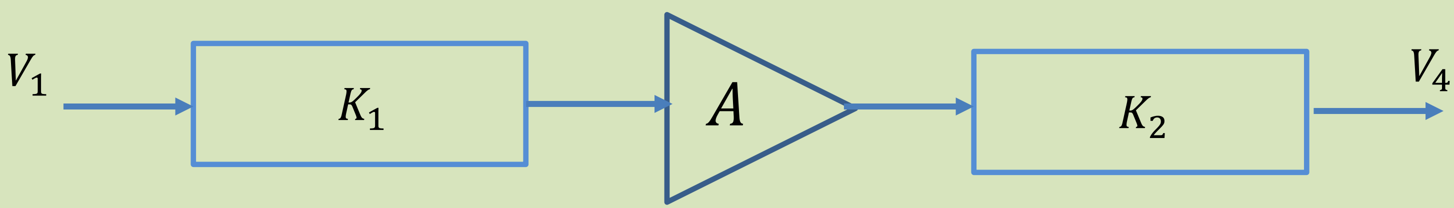
$$\frac{V_4}{V_3} = \frac{R_3}{R_3 + R_4} = K_2$$



$$\frac{V_4}{V_1} = K_1 \cdot K_2$$

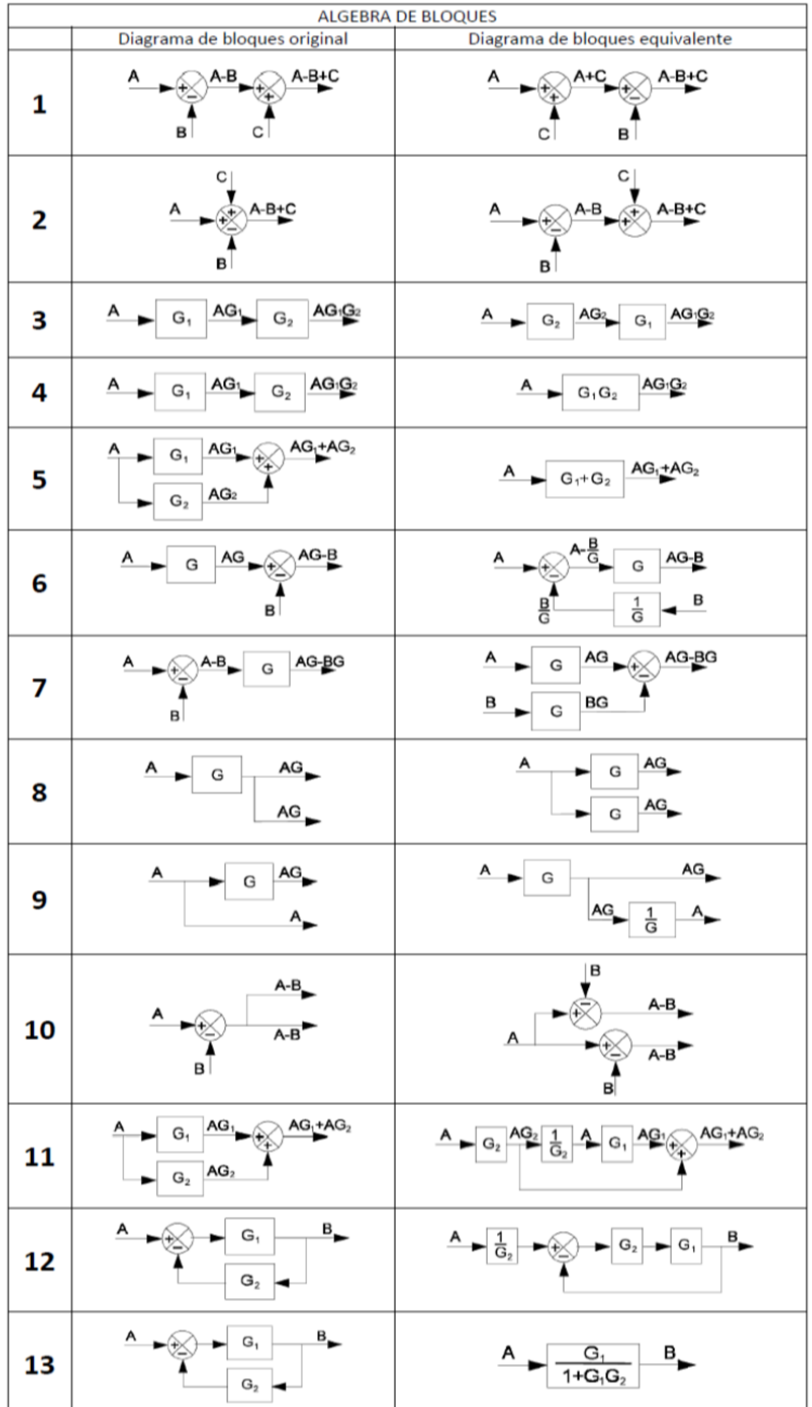
Falso, porque un bloque carga al otro





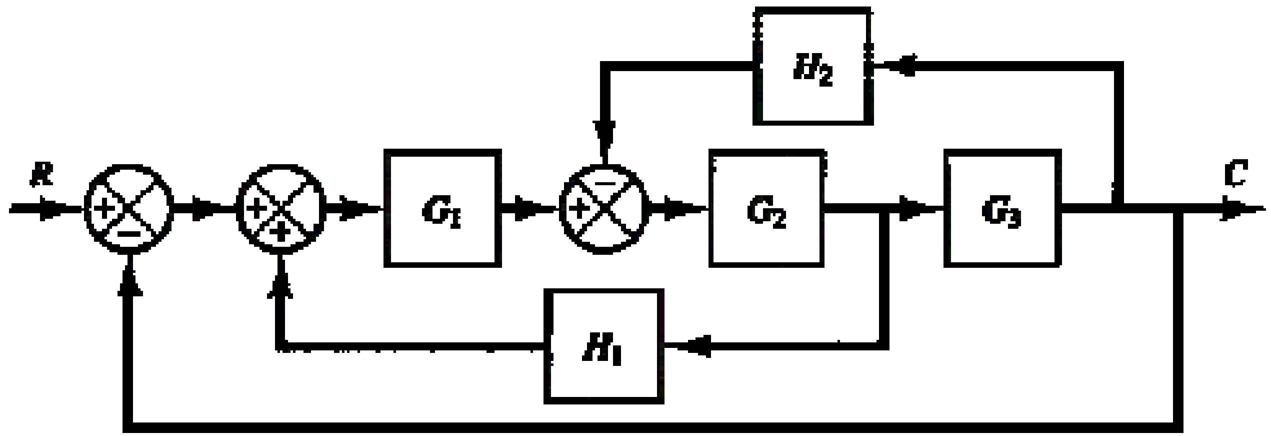
$$\frac{V_4}{V_1} = A \cdot K_1 \cdot K_2$$

Reglas del algebra de bloques

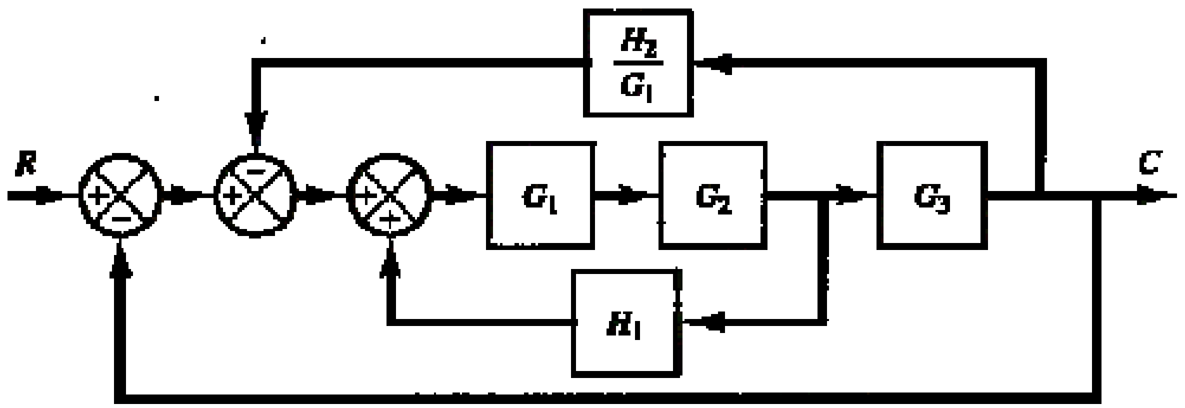


Ejemplo 1

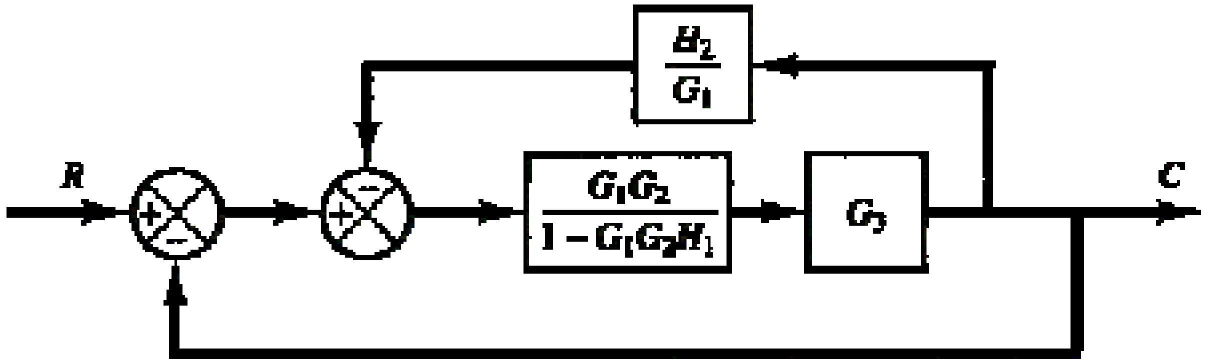
(a)



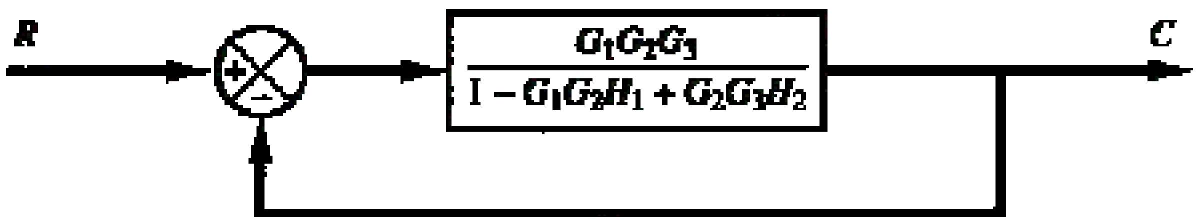
(b)

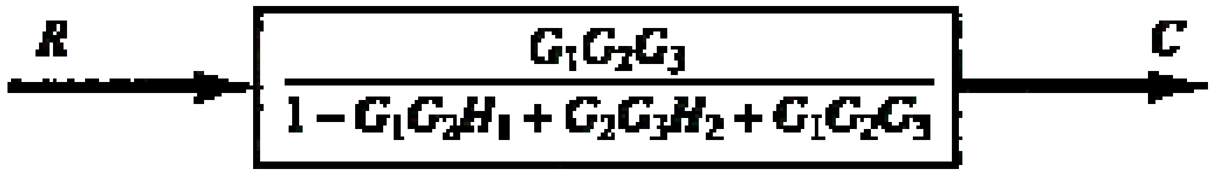


(c)


R
$\frac{H_2}{G_1}$
$\frac{G_1G_2}{1-G_1G_2H_1}$
G_3
C

(d)


R
$\frac{G_1G_2G_3}{1-G_1G_2H_1+G_2G_3H_2}$
C


R
$\frac{G_1G_2G_3}{1-G_1G_2H_1+G_2G_3H_2+G_1G_2G_3}$
C