

Asignatura: Sistemas de Control

Alumno/a:

Año: 7°

División:

Profesor: Alejandro Iurato



Diagrama de Bloques

Introducción

Un diagrama de bloque es una simplificación, una representación gráfica de un sistema físico que ilustra las relaciones funcionales entre los componentes del sistema. Este nos permite evaluar las contribuciones individuales de los componentes del sistema.

Elementos de un diagrama de bloques

1. Bloques

Es el elemento principal de un diagrama de bloques ya que representa los componentes del sistema. Es el elemento que contiene la relación entre la entrada y la salida del componente del sistema, ya sea con un nombre o directamente la función de transferencia del elemento. Próximamente definiremos en detalle a qué nos referimos cuando hablamos de la función de transferencia de un bloque.



$G(s)$: Función de transferencia de un bloque.

$U(s)$: Señal de entrada al bloque.

$Y(s)$: Señal de salida del bloque.

Nomenclatura: Las letras de las señales y en los bloques se escriben en mayúsculas porque representan la transformada de Laplace y la letra S hace referencia al dominio de la frecuencia.

2. Líneas

Son las que representan la trayectoria de las señales que transportan la información y energía. Dicho de otra manera indican la conexión de una variable entre diversos bloques. Se usan por lo general flechas para indicar el sentido de la señal.

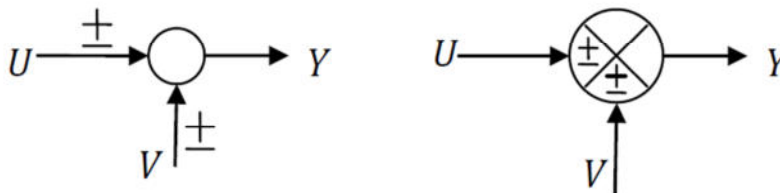


3. Punto de suma

Este se representa por un círculo e indica que la salida es igual a la suma de las dos señales que entran, o la resta en caso de que aparezca el signo negativo:

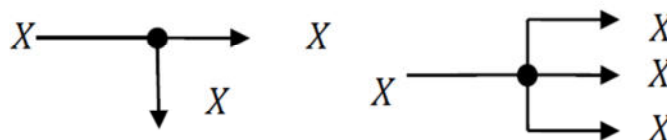
$$Z = X \pm Y$$

Existen dos nomenclaturas posibles, ya sea con los signos al exterior, en cuyo caso la ausencia de signo indica una suma, o separando el círculo en segmentos mediante una X y asignando el signo dentro del segmento correspondiente.



4. Punto de ramificación o de reparto

Es el lugar donde la señal se separa para seguir dos o más trayectorias. En otras palabras, indican que una variable se usará en varios bloques.



Ejemplos de diagrama de bloques

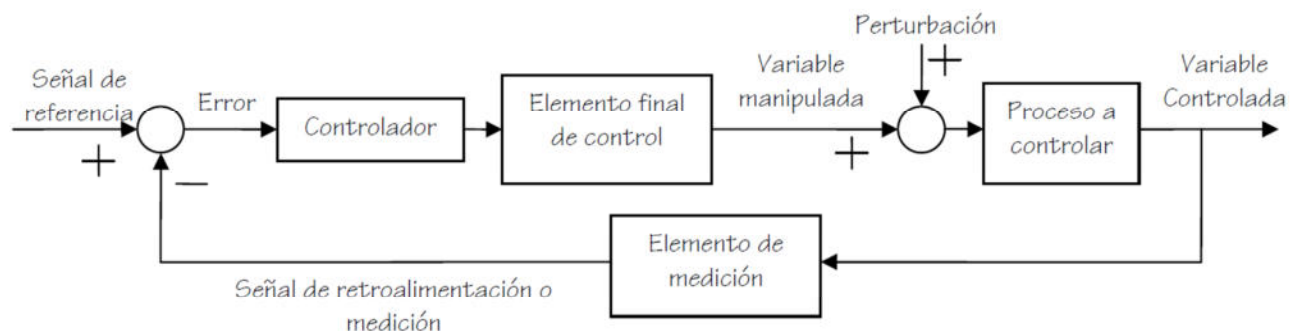


Diagrama de bloques típico de un sistema de control retroalimentado.

El diagrama de bloques anterior también podría presentar la siguiente forma:

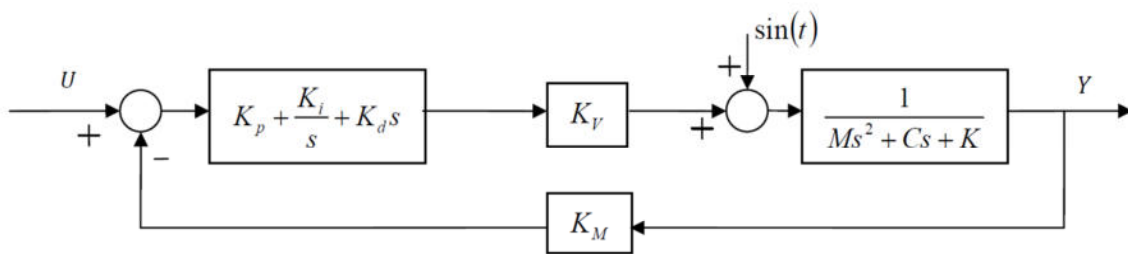
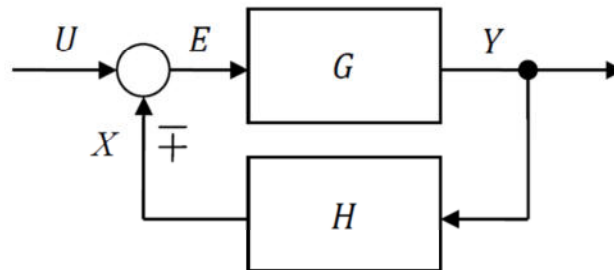


Diagrama de bloques típico de un sistema de control retroalimentado para un sistema mecánico.

Forma canónica de un sistema de control retroalimentado

En este diagrama se puede definir lo siguiente:



G: Función de transferencia directa.

$\frac{X}{U}$: Razón de realimentación primaria.

H: Función de transferencia de realimentación.

$\frac{Y}{U}$: Función de transferencia de lazo cerrado.

GH: Función de transferencia de lazo abierto.

$\frac{E}{U}$: Razón o señal impulsora, o razón de error.

En este caso la función de transferencia se puede obtener como sigue:

$$Y = E G \quad (1)$$

$$X = Y H \quad (2)$$

$$E = U \mp X \quad (3)$$

Sustituyendo (3) en (1)

$$Y = (U \mp X) G \quad (4)$$

Sustituyendo (2) en (4)

$$Y = (U \mp Y H) G$$

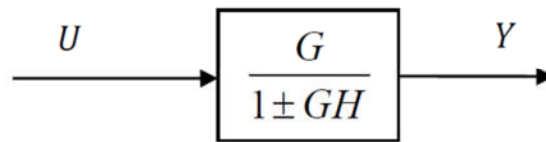
$$Y = U G \mp Y G H$$

$$Y \pm Y G H = U G$$

$$Y (1 \pm G H) = U G$$

$$\frac{Y}{U} = \frac{G}{1 \pm GH}$$

Entonces, el diagrama de bloque de éste sistema puede transformarse en:



Álgebra de bloques

Los diagramas de bloques de sistemas de control complicados se pueden simplificar usando una serie de teoremas de transformación, las cuales se obtienen fácilmente por deducción del significado de los elementos.

Para el enunciado de estos teoremas de transformación se utiliza la notación siguiente:

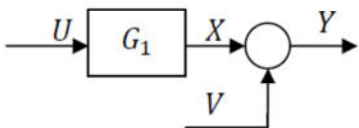
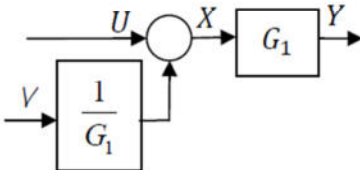
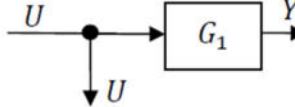
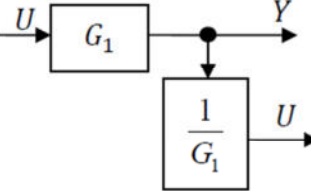
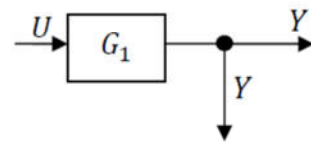
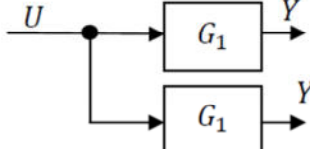
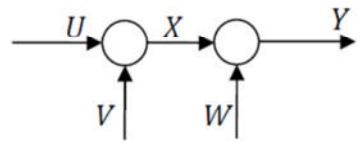
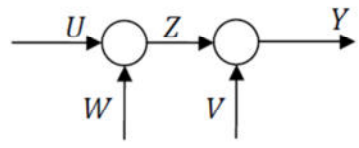
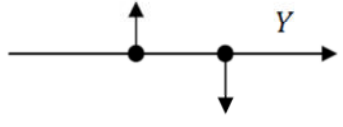
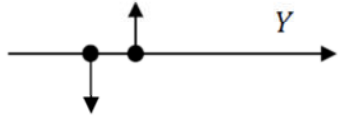
G_i : Función de transferencia de un bloque cualquiera. Y : Salida del sistema.

U, V, W : Entradas del sistema.

X, Z : Otras señales o variables del sistema.

Teoremas de transformación

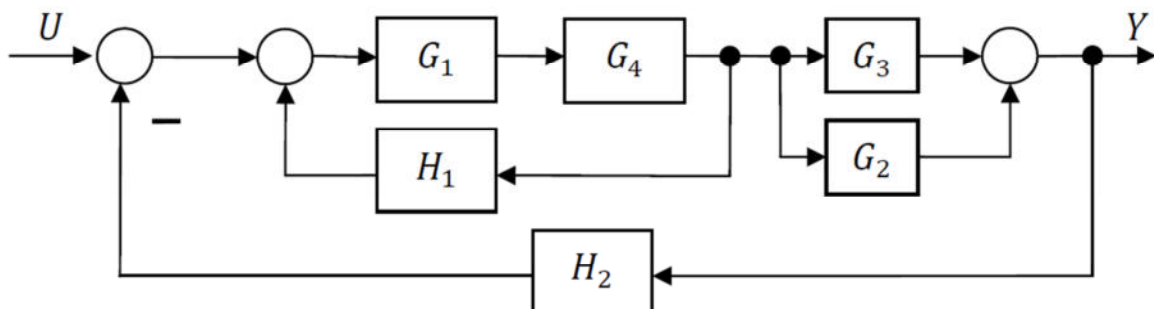
Diagrama de Bloque	Diagrama de bloque equivalente	Ecuación
1	Combinación de bloques en cascada	
		$V = G_1 U; \quad Y = G_2 V$ $Y = (G_1 G_2) U$
2	Combinación de bloques en paralelo	
		$V = G_1 U; \quad W = G_2 U$ $Y = V \pm W$ $Y = (G_1 \pm G_2) U$
3	Retroalimentación negativa	
		$Z = G_2 Y; \quad Y = G_1 X$ $X = U - Z$ $Y = \frac{G_1}{1 + G_1 G_2} U$
4	Retroalimentación positiva	
		$Z = G_2 Y; \quad Y = G_1 X$ $X = U + Z$ $Y = \frac{G_1}{1 - G_1 G_2} U$
5	Movimiento de un punto de suma después de un bloque	
		$X = G_1 U; \quad Z = G_1 V$ $Y = G_1 (U + V)$

6	Movimiento de un punto de suma antes de un bloque			
				$X = G_1 U$ $Y = G_1 U + V$
7	Movimiento de un punto de ramificación después de un bloque			
				$Y = G_1 U$ $U = \frac{1}{G_1} Y$
8	Movimiento de un punto de ramificación antes de un bloque			
				$Y = G_1 U$
9	Redistribución de puntos de suma			
				$X = U + V; \quad Z = U + W$ $Y = X + W = Z + V$ $Y = U + V + W = U + W + V$
10	Redistribución de puntos de ramificación			
				

Simplificación de diagramas de bloque

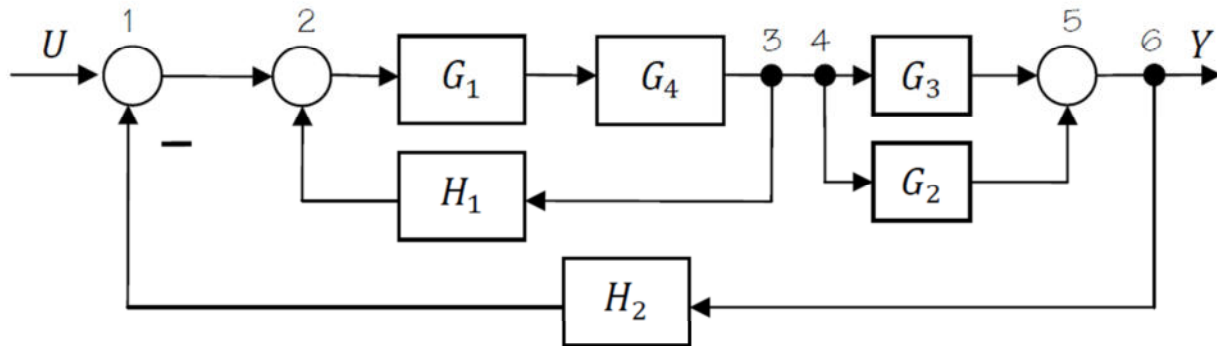
El objetivo es la reducción de un diagrama de bloques complejo a uno más sencillo.

Ejemplo 1:

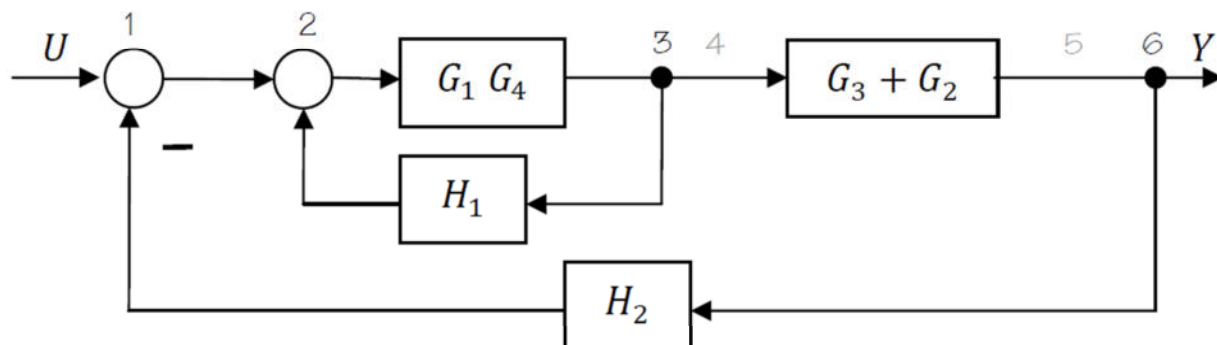


Para reducir el diagrama se pueden seguir los siguientes pasos:

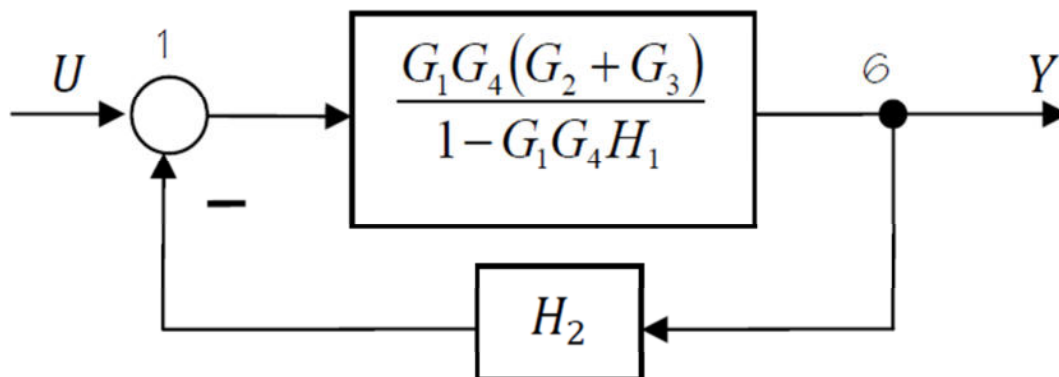
1. Numerar todos los puntos de suma y ramificación:



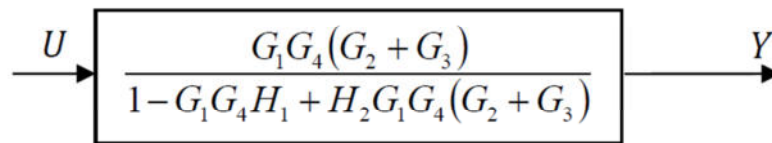
2. Reducir desde lo más interno, por ejemplo entre 2 y 3, y entre 4 y 5:



3. Llevar el diagrama a la forma canónica de un sistema de control retroalimentado:



4. Simplificar finalmente el diagrama hasta llegar a un sistema de lazo abierto:

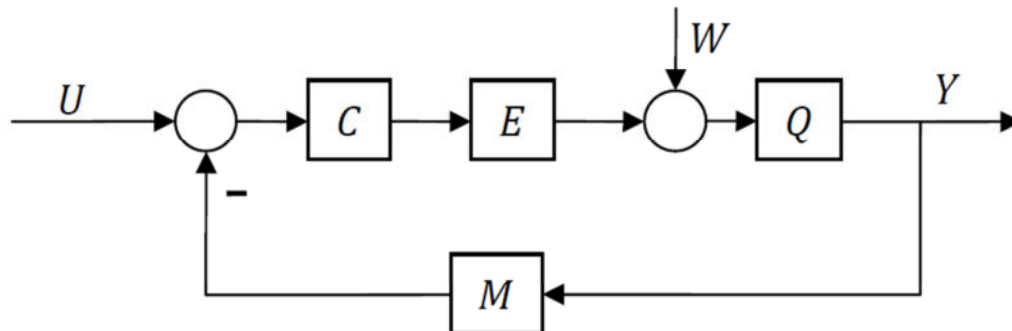


Diagramas de bloque de varias entradas

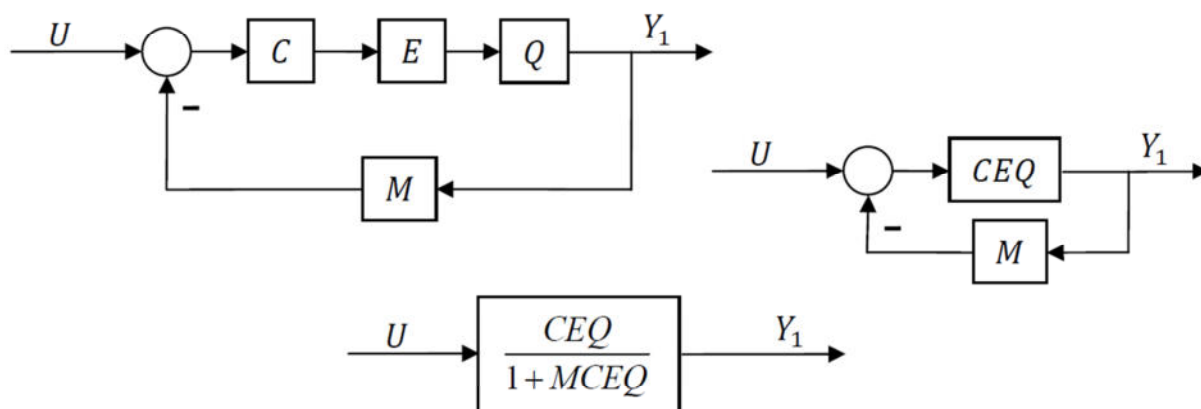
Cuando hay varias entradas se trata cada una de ellas en forma independiente de las otras y se procede según el siguiente procedimiento:

1. Igualar todas las entradas a cero excepto una.
2. Transformar el diagrama de bloque hasta obtenerlo en lazo abierto.
3. Calcular la respuesta debido a la entrada actuando sola.
4. Repetir los pasos 1, 2 y 3 para cada una de las entradas restantes.
5. La salida total es la suma de todas las entradas individuales.

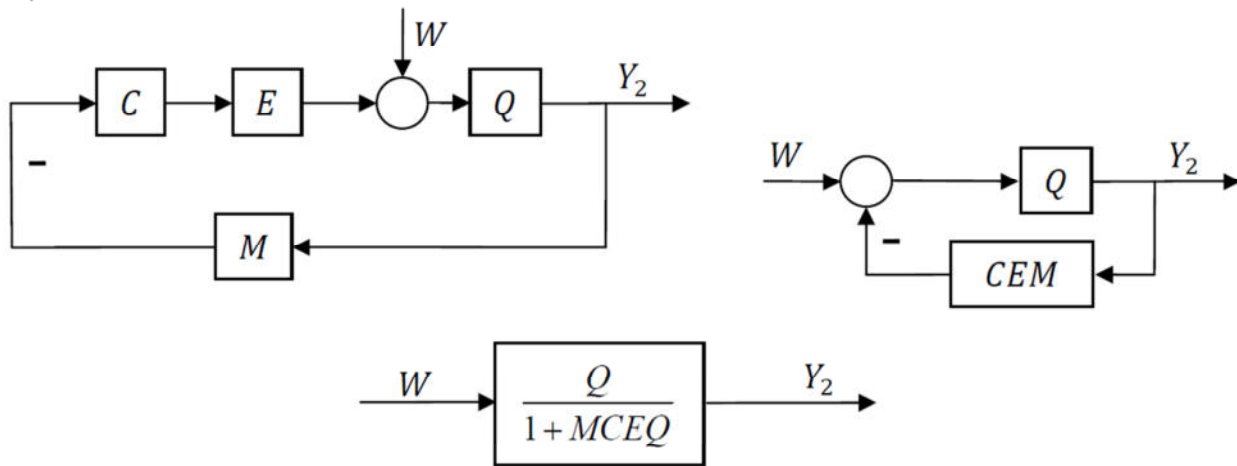
Ejemplo 2:



Primero igualamos $W = 0$ y reducimos el diagrama resultante:



Luego, igualamos $U = 0$ y reducimos el diagrama resultante:



Finalmente el diagrama resultante será la suma de los dos diagramas obtenidos:

