

SISTEMAS DINÁMICOS

CAPITULO 4 – PROPIEDADES DE SISTEMAS. DIAGRAMAS DE BLOQUES – FLUJO

Ing. Gerardo Becerra. M.Sc.

Clase 14a

Contenido:

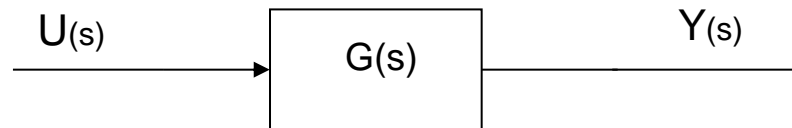
1. Evaluar funciones de transferencia de sistemas compuestos.
2. Analizar el sistema realimentado básico.

Diagrama de bloques

- Un sistema descrito por una función de transferencia :

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$$

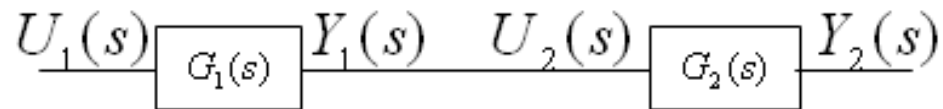
- Se puede representar por una caja negra o bloque:



- Se asume que las variables están bien definidas y que cualquier efecto de carga entre bloques está considerado en el modelo completo

Diagrama de bloques

- Conexión Cascada: la salida de un bloque se conecta directamente a la entrada del otro:



- Si $Y_1(s)$ es independiente de $U_2(s)$:

$$Y_1(s) = U_1(s)G_1(s)$$

- Si los rangos y unidades son compatibles:

$$U_2(s) = Y_1(s)$$

Diagrama de bloques

- Como las funciones son escalares:

$$Y_2(s) = G_2(s)U_2(s) = G_2(s)Y_1(s) = G_2(s)G_1(s)U_1(s)$$

- Sistemas conectados en cascada se representan por una función de transferencia igual al producto de las funciones individuales:

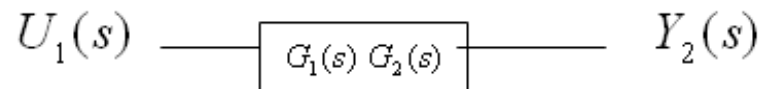


Diagrama de bloques

- Conexión Paralelo: la entrada externa $U(s)$ se aplica a todos los bloques y las salidas se suman:

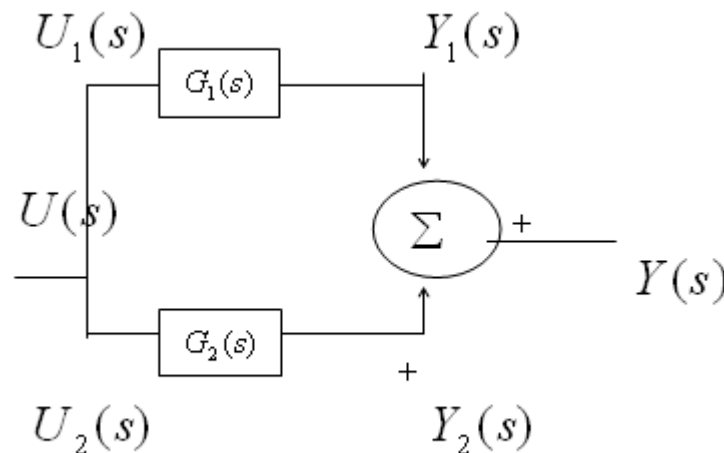


Diagrama de bloques

- Si la entrada puede excitar simultáneamente a los dos bloques:

$$Y_1(s) = G_1(s)U_1(s) = G_1(s)U(s)$$

- Si las dos salidas se pueden sumar :

$$Y_2(s) = G_2(s)U_2(s) = G_2(s)U(s)$$

- La función de transferencia es la suma de las funciones individuales:

$$Y(s) = Y_1(s) + Y_2(s) = (G_1(s) + G_2(s))U(s)$$

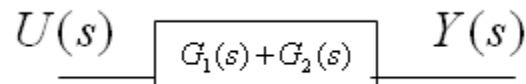
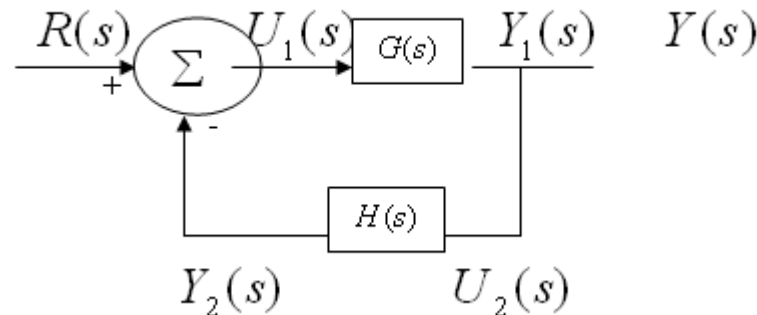


Diagrama de bloques

- Realimentación negativa:



- Bajo las suposiciones de compatibilidad de variables y capacidad de manejo:

$$Y(s) = \frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)} R(s)$$

Diagrama de bloques

$$U_1(s) = R(s) - Y_2(s)$$

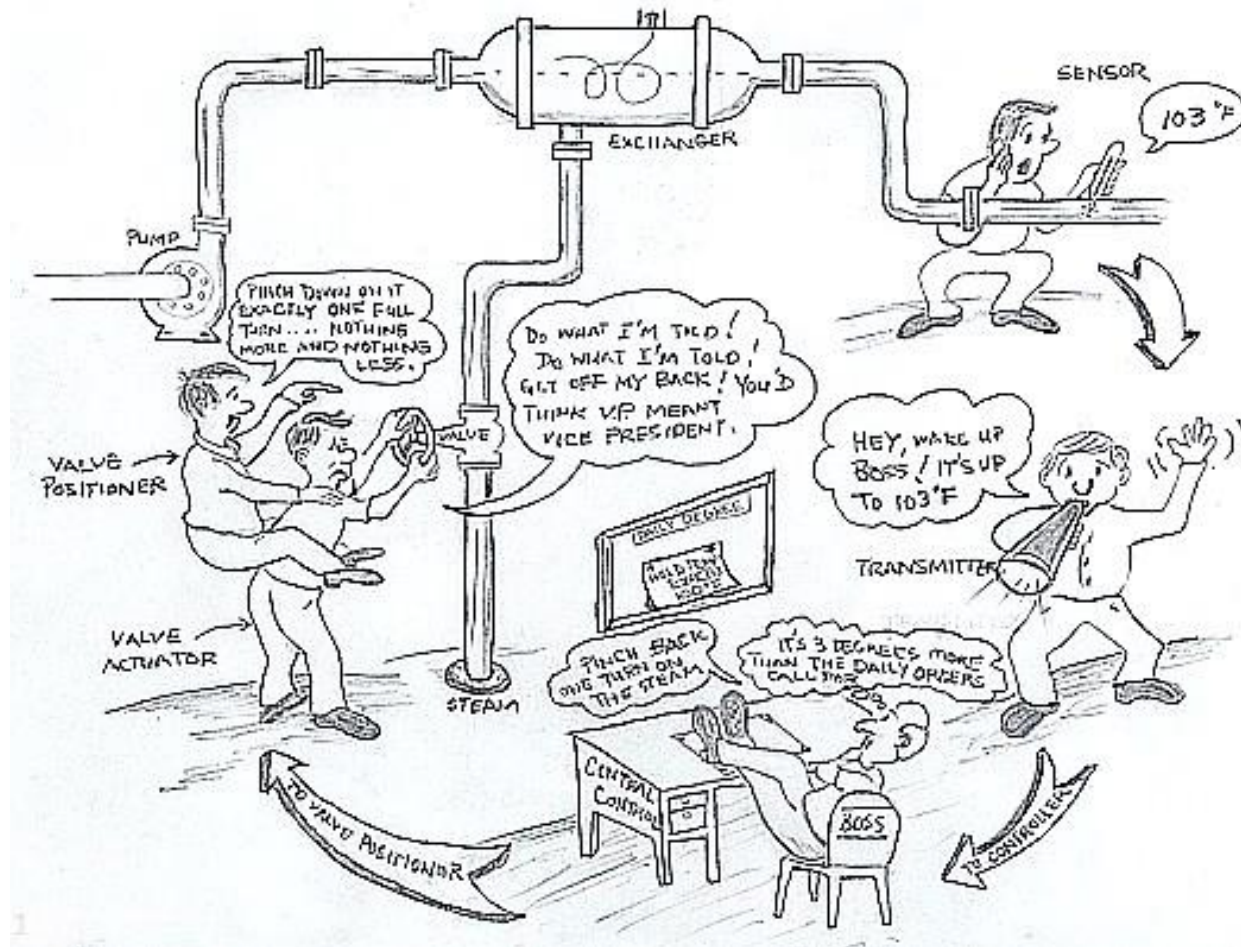
$$Y_1 = G(s)U_1(s)$$

$$\begin{aligned} Y_2(s) &= H(s)U_2(s) = H(s)Y_1(s) = H(s)G(s)[R(s) - Y_2(s)] \\ &= \frac{H(s)G(s)}{1 + H(s)G(s)} R(s) \end{aligned}$$

$$Y(s) = G(s) \left[R(s) - \frac{H(s)G(s)}{1 + H(s)G(s)} R(s) \right]$$

$$Y(s) = \frac{G(s)}{1 + H(s)G(s)} R(s)$$

Ejemplo 1

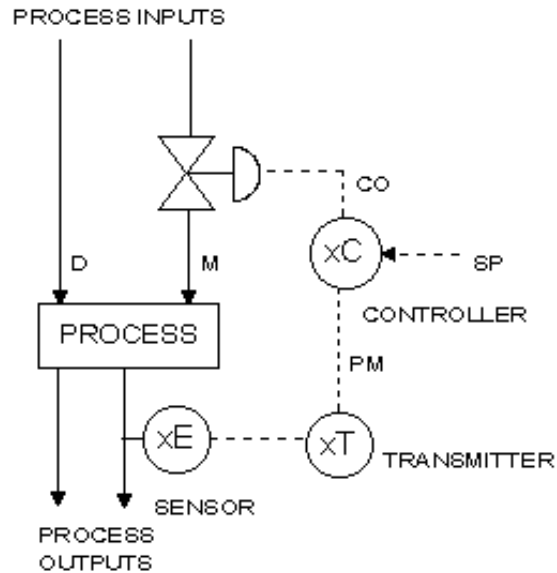


Instrumentation, Diagnostics, and Controls LLC

GJB-Abr-2016

Ejemplo 1

Obtener un diagrama de bloques:



Ejemplo 1

Obtener un diagrama de bloques:

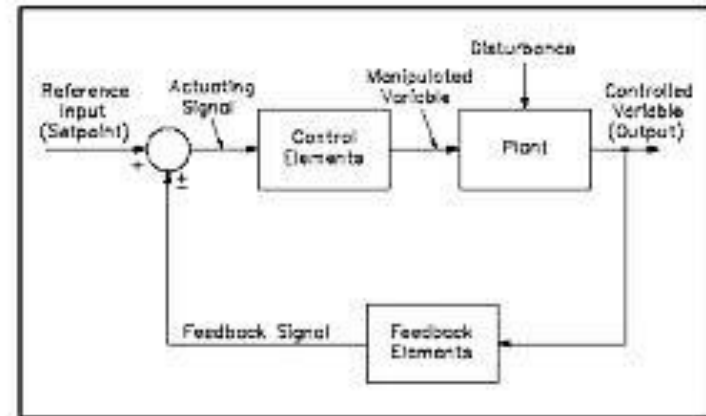
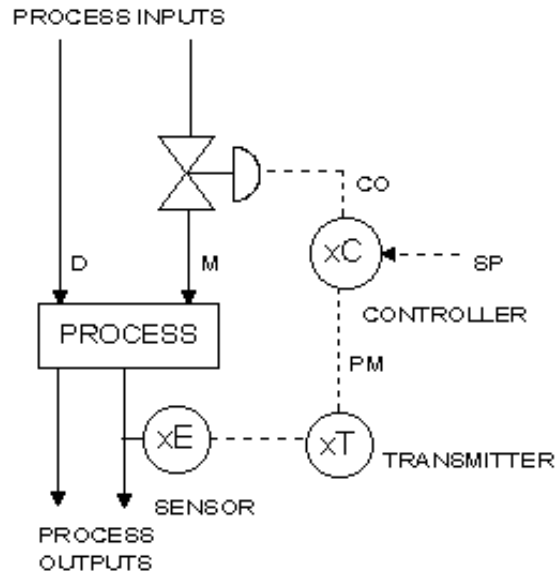
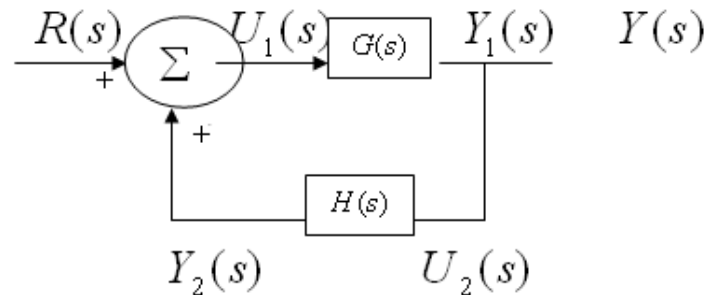


Figure 8 Feedback Control System Block Diagram

Diagrama de bloques

- Realimentación positiva



- El sumador de entrada:

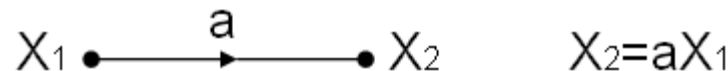
$$U_1(s) = R(s) + Y_2(s)$$

- La función de transferencia:

$$Y(s) = \frac{G(s)}{1 - H(s)G(s)} R(s)$$

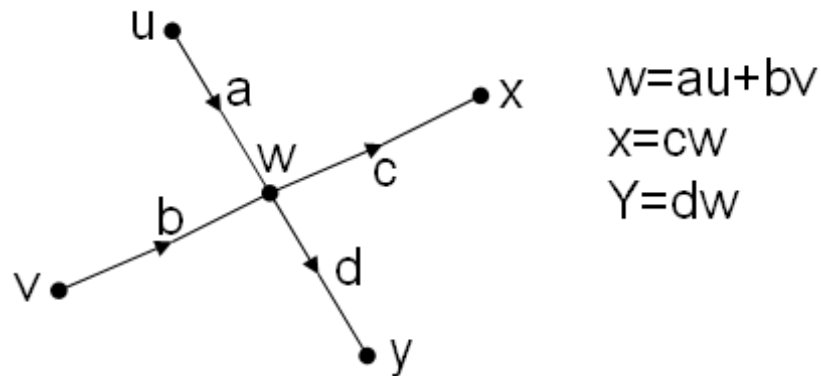
Diagramas de flujo

- Grafo: colección de NODOS conectados por RAMAS orientadas.
- NODOS representan variables
- RAMAS: multiplicadores de señal de una vía



Diagramas de flujo

- NODO:
 - Suma señales entrantes
 - Transmite la señal total a las ramas salientes



Diagramas de flujo

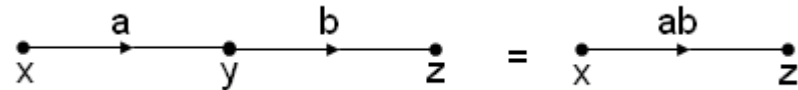
- NODOS:
 - Source (independiente): solo ramas salientes (U, V)
 - Sink (dependiente): solo ramas entrantes (X, Y)
 - Mixed (general): tienen ramas salientes y entrantes (W). Se pueden extender a nodo sink con una rama de ganancia 1.

Diagramas de flujo

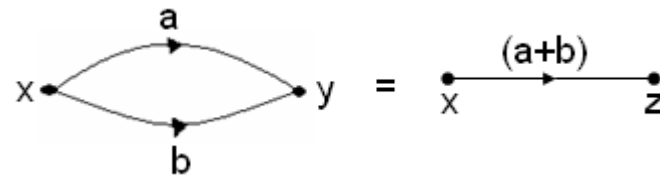
- TRAYECTORIA:
 - Trayectoria: Secuencia conectada de ramas con flechas en la misma dirección.
 - Trayectoria directa: trayectoria que sigue las flechas de las ramas y a lo largo de la cual un nodo aparece solo una vez (UWX).
 - Trayectoria cerrada: trayectoria directa que empieza y termina en el mismo nodo y a lo largo de la cual un nodo aparece solo una vez.

Diagramas de flujo

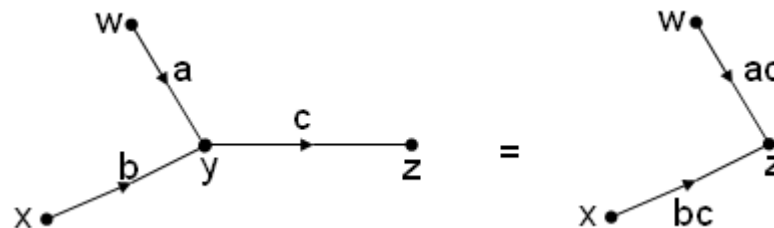
- Trayectoria serie (= cascada):



- Trayectoria paralelo:

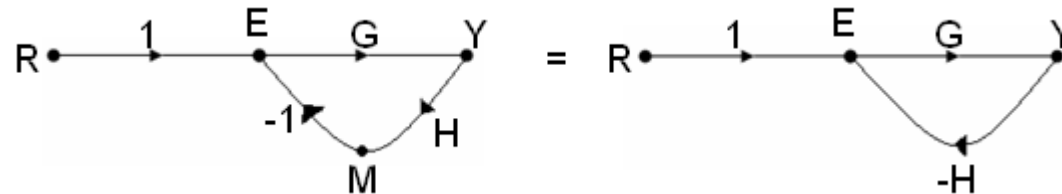


- Reducción de nodos.

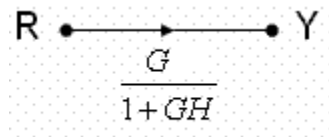


Diagramas de flujo

- Realimentación:



$$Y = GR - GHY = \frac{GR}{1+GH}$$



$$\frac{Y}{R} = \frac{G}{1+GH}$$

Regla de Mason

- Función de transferencia completa:

$$T = \frac{\sum_n T_n \Delta_n}{\Delta}$$

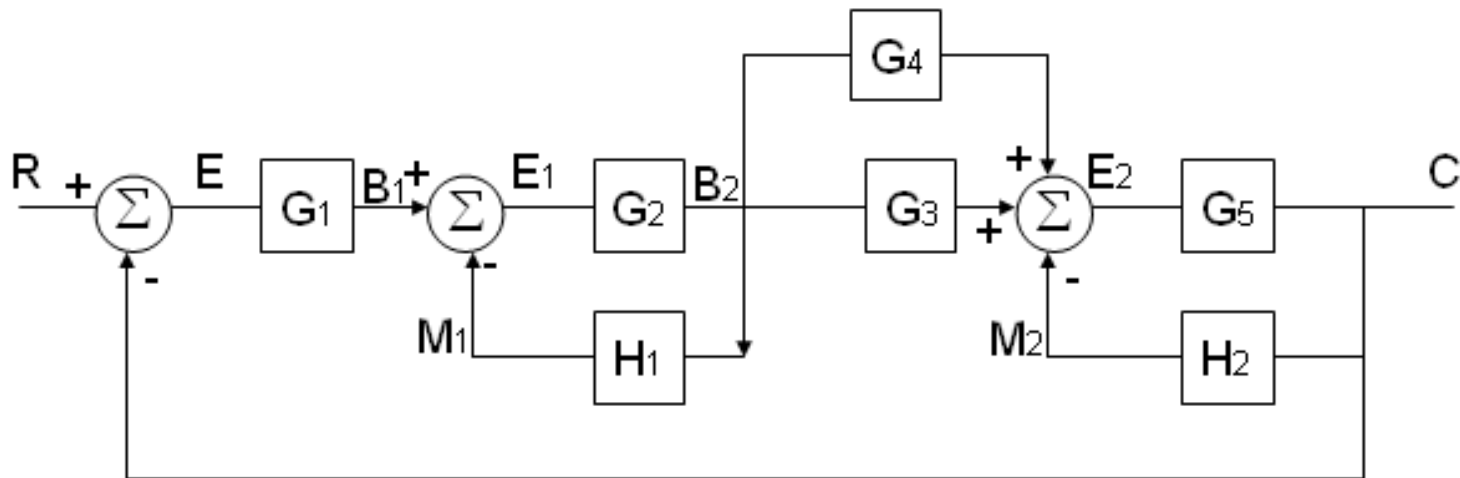
- n : Número de trayectorias directas entre la entrada y la salida..
- T_n : Ganancia de la n -ésima trayectoria directa.
- Δ : Determinante del grafo

Regla de Mason

- $\Delta = 1 - [\text{Suma de todas las ganancias de malla individuales}] + [\text{Suma de los productos de las ganancias de todas las posibles combinaciones de dos mallas que no se tocan}] - [\text{Suma de los productos de todas las posibles combinaciones de 3 mallas que no se tocan}] + \dots -$
- Δ_n Cofactor de la n-sima trayectoria directa y es el Δ evaluado sobre la trayectoria n, quitando todos los nodos de la trayectoria.

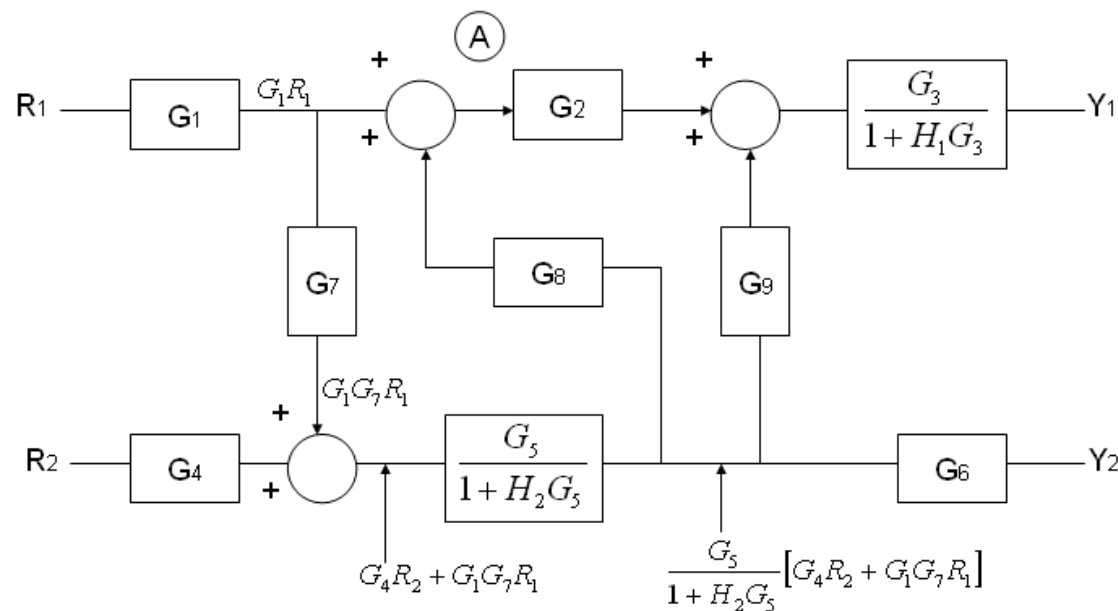
Ejemplo 2

- Obtener el diagrama de flujo.
- Obtener la función de transferencia empleando la regla de Mason



Ejemplo 3

- Obtener el diagrama de flujo.
- Obtener la función de transferencia empleando la regla de Mason



Referencias

1. CLOSE Charles, FREDERICK Dean and NEWELL Jonathan. Modeling and Analysis of Dynamic Systems. 3rd Edition. New York: John Wiley & Sons. 2002.
2. DORF Richard and BISHOP Robert. Modern Control Systems. 10th Edition. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall. 2005.
3. DORSEY John. Continuous and Discrete Control Systems. Boston: McGraw Hill. 2002.
4. FRANKLIN J.D; POWELL J.D, and ENAMI-NAEINI A. Feedback control of dynamic systems. 4th ed. Upper Saddle River, New Jersey : Prentice Hall, 2002.