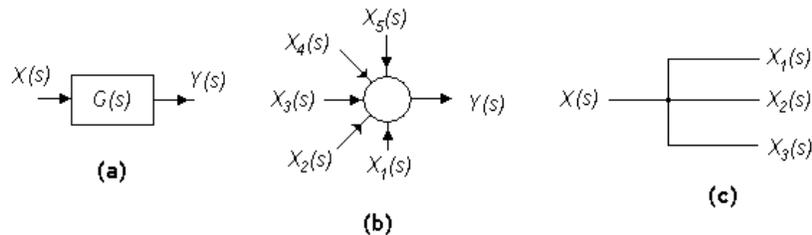


Capítulo 2

Diagrama a bloques

Un sistema de control puede tener varios componentes que muestren las funciones que cada uno de ellos realiza en un sistemas de control. Debido a que se puede calcular la respuesta de una función de transferencia, es deseable representar otros sistemas más complicados por la interconexión de numerosos subsistemas como una sola función de transferencia. En esta sección se analizará las técnicas para convertir cada representación en una sola función de transferencia.

Los diagramas a bloques son usados para describir las partes que conforman a un sistema. Un *bloque* es usado para indicar una relación entre las señales de entrada y de salida de un sistema. Un *sumador* es usado para mostrar la adicción y sustracción de señales. Un sumador puede tener una infinidad de señales de entrada, pero una única salida. Una *unión* indica que una señal se distribuye en varios caminos.

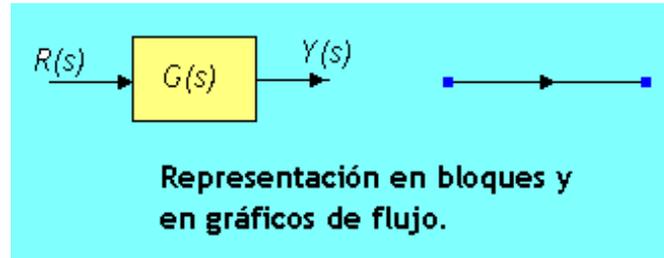


(a) Diagrama a bloques, (b) Punto suma, (c) Punto de derivación

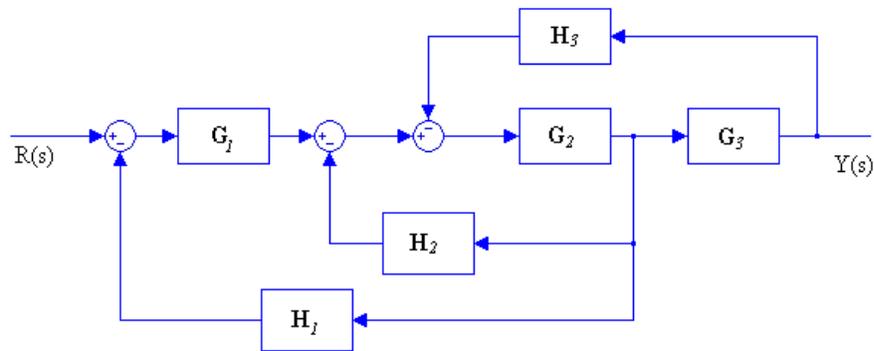
2.1. Gráfica de flujo de señales

Las gráficas del flujo de señales son una alternativa a los diagramas de bloques. A diferencia de ellos que están formados por bloques, señales, puntos suma y puntos de derivación, una gráfica de flujo de señales está formada solo por ramas y nodos que representan sistemas y señales respectivamente. Un sistema está representado por una línea con una flecha que muestra la dirección del flu-

jo de las señales en el sistema. Adyacente a la línea escribimos la función de transferencia.



Example 24 Obtenga la representación en gráfico de flujo del siguiente diagrama a bloques



Regla de Mason

La regla de Mason para reducir una gráfica de flujo de señales a una sola función de transferencia requiere la aplicación de una fórmula. La fórmula de Mason tiene varios componentes que deben evaluarse, para lo cuál se estudian algunas definiciones básicas y después de esto, se expresa la fórmula de Mason y algunos ejemplos.

Definition 25 *Trayecto directo.* Trayecto que va de un nodo de entrada a un nodo de salida sin pasar por ningún otro nodo más de una vez, y siguiendo la dirección del flujo de señales

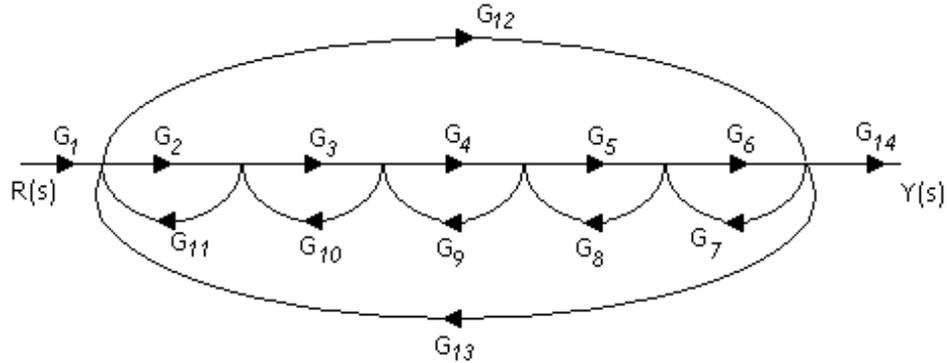
Definition 26 *Ganancia de trayecto directo.* Es el producto de ganancias de las ramas encontradas al recorrer el trayecto directo

Definition 27 *Malla o lazo.* Trayecto que inicia en un nodo y termina en el mismo nodo sin pasar por ningún otro nodo más de una vez, y siguiendo la dirección del flujo de señales

Definition 28 *Ganancia de malla.* Es el producto de ganancias de las ramas encontradas al recorrer la malla o lazo

Definition 29 *Mallas o lazos que no se tocan.* Son lazos que no tienen nodos en común.

Example 30 *Determine el número de trayectos directos, la ganancia del trayecto directo, los lazos, lazos disjuntos de dos en dos, lazos disjuntos de tres en tres, etc., así como las ganancias correspondientes del siguiente diagrama*



La función de transferencia $\frac{Y(s)}{R(s)}$ de un sistema sistema representado por una gráfica de flujo de señales es

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{\sum_k T_k \Delta_k}{\Delta} \quad (2.1)$$

Donde:

- k = Número de trayectos directos
- T_k = k -ésima ganancia del trayecto directo
- Δ_k = Cofactor del k -ésimo trayecto directo
- $\Delta = 1 - \sum l_a + \sum l_{bc} - \sum l_{def} + \dots$
- $\sum l_a$ = Ganancias de malla simple
- $\sum l_{bc}$ = Ganancias de malla dobles
- $\sum l_{def}$ = Ganancias de malla triples

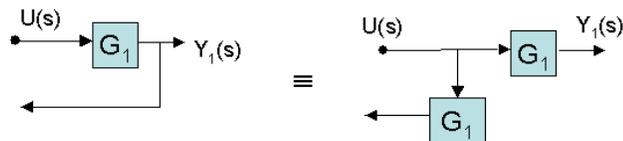
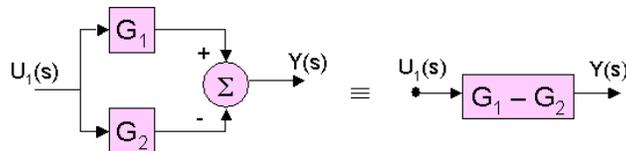
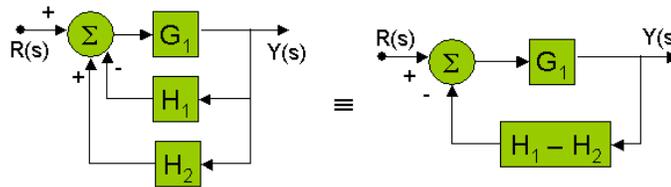
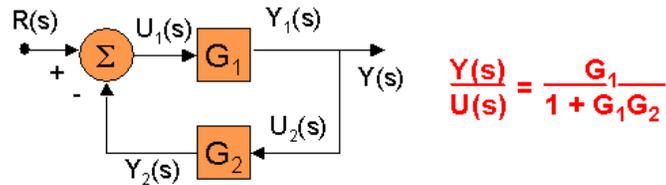
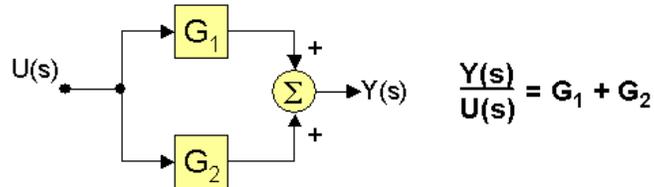
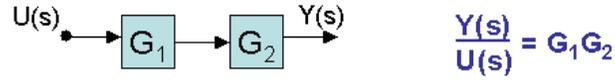
Nótese los signos alternados para los componentes de Δ .

Exercise 31 *Obtenga la función de transferencia del ejemplo 24*

2.2. Algebra de Bloques

Un sistema se representa como un bloque con una entrada, una salida y una función de transferencia. Diversos sistemas están compuestos de subsistemas

múltiples. A continuación analizaremos algunas formas de interconexión y deducción de representaciones únicas de la función de transferencia que servirán como base para convertir sistemas más complicados en un solo bloque



Exercise 32 *Determine la función de transferencia de lazo cerrado del diagrama a bloques del ejemplo 24*