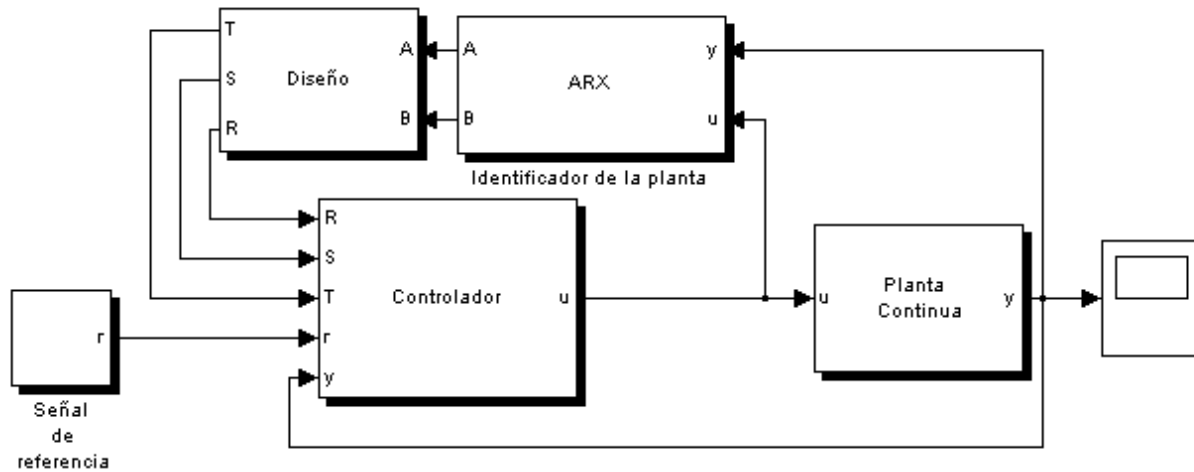
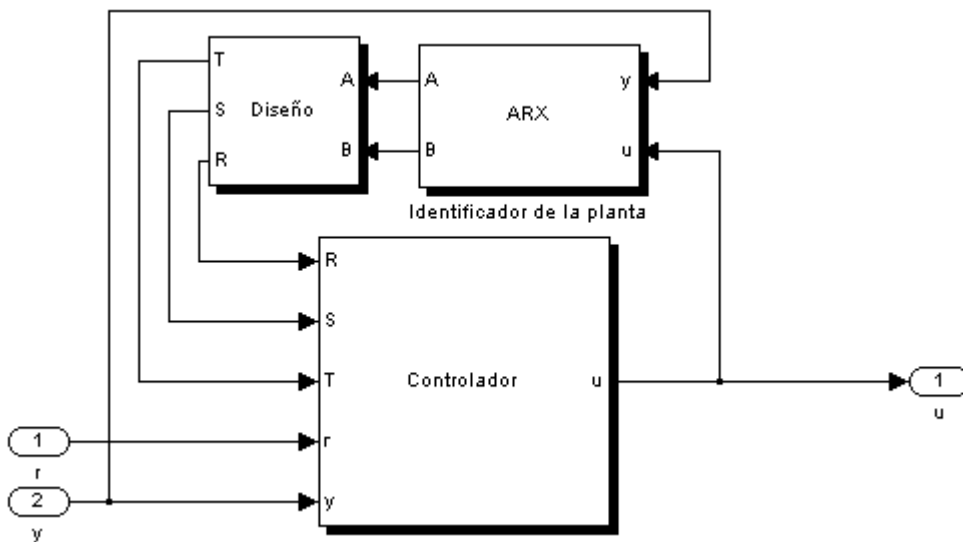
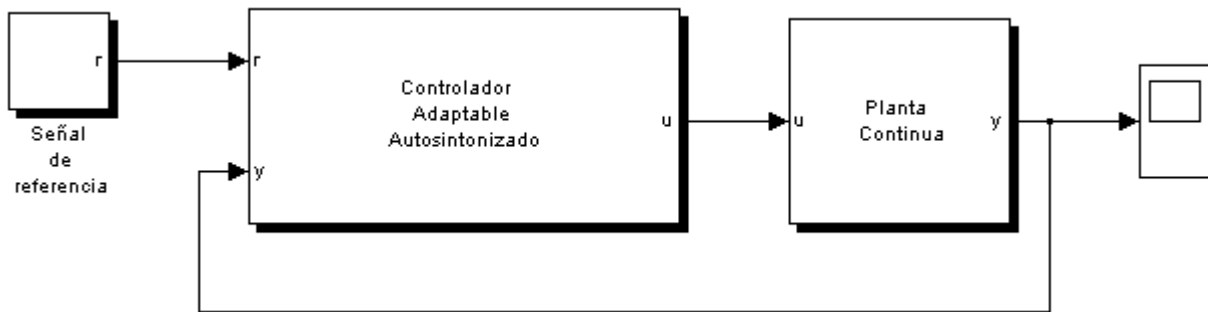


## Apéndice Simulink

En la figura 1 se observa un modelo de Simulink de una estructura de control adaptable autosintonizado y en la figura 2 el modelo equivalente de la figura 1.



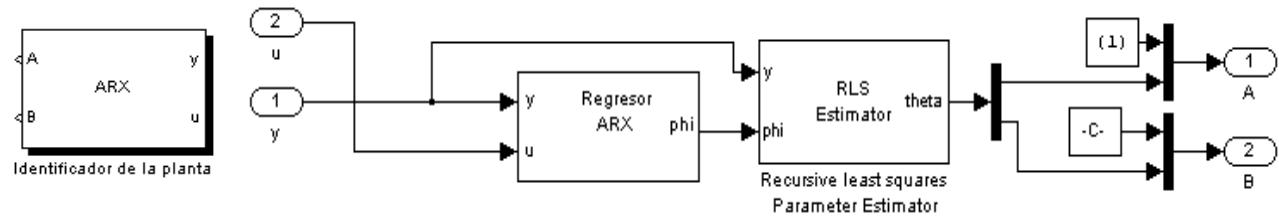
**Figura 1: Estructura de control adaptable autosintonizado**



**Figura 2: Modelo equivalente**

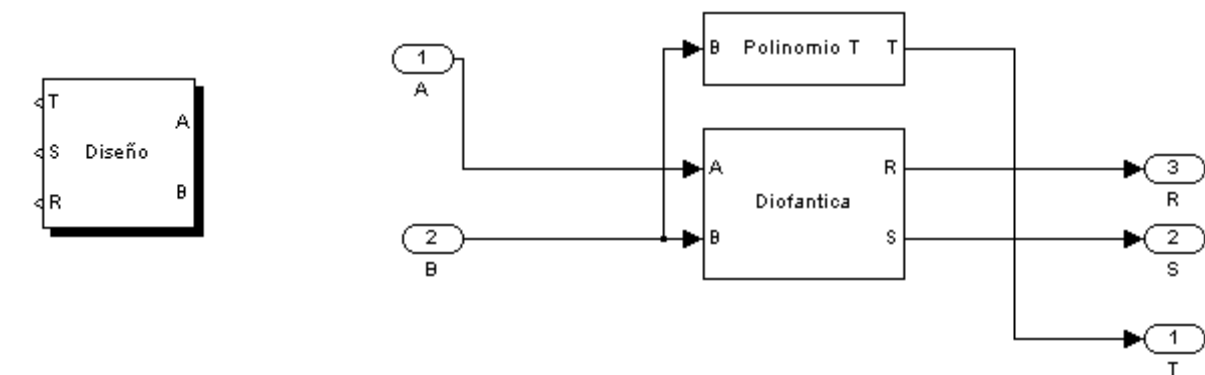
Básicamente el controlador esta formado por tres bloques: Identificador, Diseño y Controlador.

**Bloque Identificador:** Se emplean los bloques identificadores ARX y ARMAX desarrollado en la práctica de identificación recursiva.



De manera similar para el ARMAX.

**Bloque Diseño:** Este bloque calcula los polinomios R, S y T del controlador a partir de los polinomios identificados de la planta A y B. Se le debe suministrar como parámetros los polinomios Am y Ao (Ac=AmAo). El bloque de diseño consta de dos bloques uno denominado Polinomio T y otro denominado Diofantica.



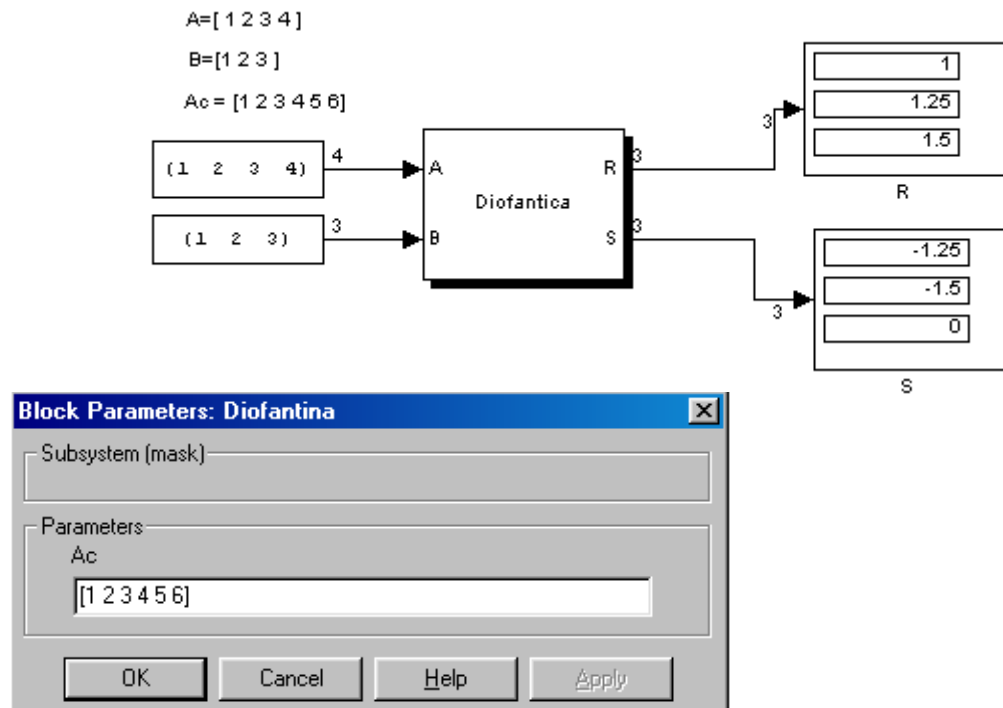
**Bloque Polinomio T:** Este bloque permite calcula el polinomio T del controlador mediante la ecuación

$$T = A_0 \frac{A_m(1)}{B_m(1)}$$

Las señales que ingresan a bloque son los polinomios A y B y la salida es el polinomio T. Los parámetros que se introducen en el box de diálogo son los polinomios Am y Ao (Ac=AmAo).

**Bloque Diofántica:** Este bloque permite resolver en línea la ecuación diofantina

$$AR + BS = A_c$$



Las señales que ingresan a bloque son los polinomios A y B y las salidas son los polinomios R y S. Los parámetros que se introducen en el box de diálogo son los polinomios Am y Ao ( $A_c = A_m A_o$ ).

El bloque invoca a la función :  $[R, S] = \text{diofantina}[A, B, A_c]$

Condiciones para un funcionamiento correcto:

- a) A y  $A_c$  mónicos
- b) Los grados de R y S deben ser tales que  $\text{grad}(AR) > \text{grad}(BS)$
- c)  $\text{grad}(A_c) \geq \text{grad}(A) + \text{grad}(B)$

La función devuelve

- a) R mónico  $\text{grad}(R) = \text{grad}(A_c) - \text{grad}(A)$
- b)  $\text{grad}(S) = \text{grad}(A) - 1$

**Bloque Controlador:** Este bloque calcula la acción de control  $u(t)$

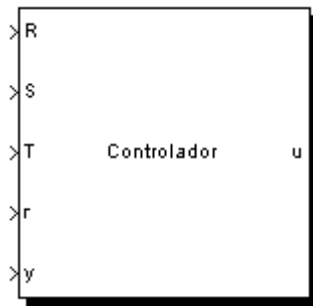
$$u(t) = \frac{T(q)}{R(q)} r(t) - \frac{S(q)}{R(q)} y(t)$$

$$R = 1 + r_1 q^{-1} + r_2 q^{-2} + \dots + r_{nr} q^{-nr}$$

$$S = s_0 + s_1 q^{-1} + s_2 q^{-2} + \dots + s_{ns} q^{-ns}$$

$$T = t_0 + t_1 q^{-1} + t_2 q^{-2} + \dots + t_{nt} q^{-nt}$$

a partir de las señales de referencia y salida del proceso. También son entradas a este bloque los polinomios R, S y T suministrados por el bloque de diseño. Los parámetros de este bloque son los ordenes de los polinomios R, S y T.



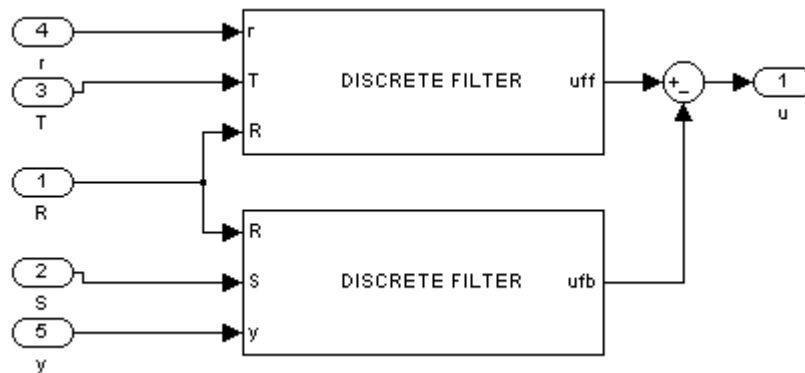
Obsérvese que el controlador posee dos grados de libertad, esto es, está constituido por parte de precompensación  $u_{ff}$  (la ff por feedforward) y una parte de realimentación de la salida  $u_{fb}$  (la fb por feedback)

$$u(t) = \frac{T(q)}{R(q)} r(t) - \frac{S(q)}{R(q)} y(t) = u_{ff}(t) + u_{fb}(t)$$

$$u_{ff}(t) = \frac{T(q)}{R(q)} r(t)$$

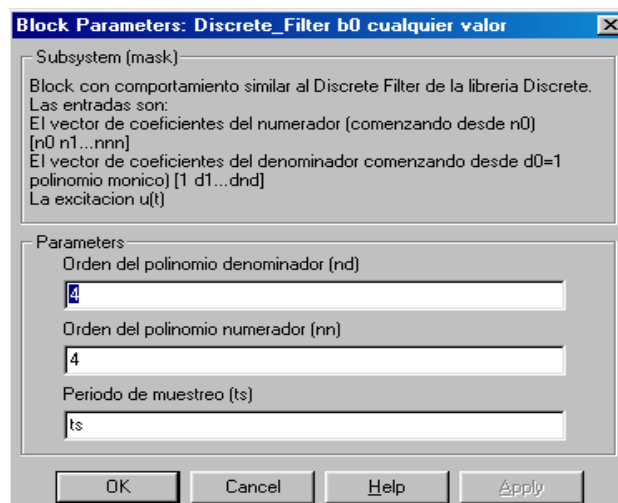
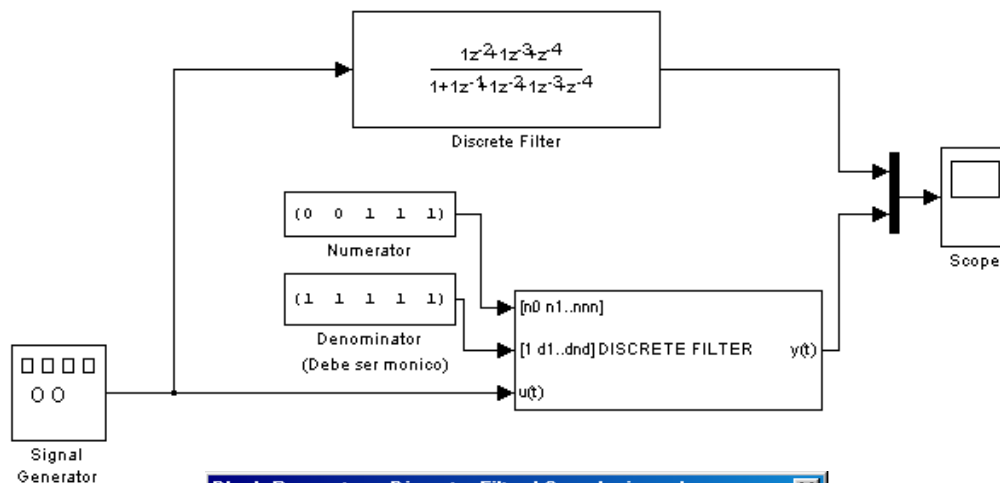
$$u_{fb}(t) = -\frac{S(q)}{R(q)} y(t)$$

Esta ley de control se implementa mediante dos filtros discretos como se muestra en la figura



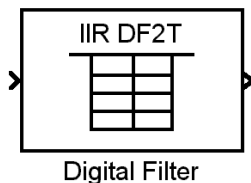
## Bloque Discrete Filter

El bloque Discrete Filter implementa la misma función que el bloque homónimo de la librería Discrete de Simulink (ver figura). La diferencia es que permite cambiar los parámetros en línea, esto es, permite simular sistemas lineales variantes en el tiempo (en ingles linear time-varying systems o LPV systems por lineal de parámetros variables). Los parámetros que se introducen en el box de diálogo son los órdenes de los polinomios denominador y numerador (nd y nn respectivamente) y el período de muestreo.



## Observación

En realidad lo anterior se diseñó para las versiones de Simulink anteriores al Matlab 6.0 que no disponían de un filtro adaptable incorporado en sus librerías. En el Simulink 5 (R13) de Matlab 6.5 ya se cuenta en **DSP Blockset/Filtering/Filter Designs**, el bloque Digital Filter.



**Block Parameters: Digital Filter** [X]

Digital Filter (mask) (link)

Independently filter each channel of the input over time using a specified digital filter implementation. Filter coefficients can be specified using either tunable mask dialog parameters or separate input ports (useful for time-varying coefficients).

Time-varying coefficients are supported at one of two possible rates of coefficient update in frame-based processing. The coefficients can update at a rate of one filter per frame (i.e. they stay constant for the duration of an input frame and change for the next frame). Or, the coefficients can update at a rate of one filter per sample (i.e. they change with every sample in the input frame).

Parameters

Transfer function type: IIR (poles & zeros)

Filter structure: Direct form II transposed

Coefficient source: Specify via dialog

Numerator coefficients:  
[1 2]

Denominator coefficients:  
[1 0.1]

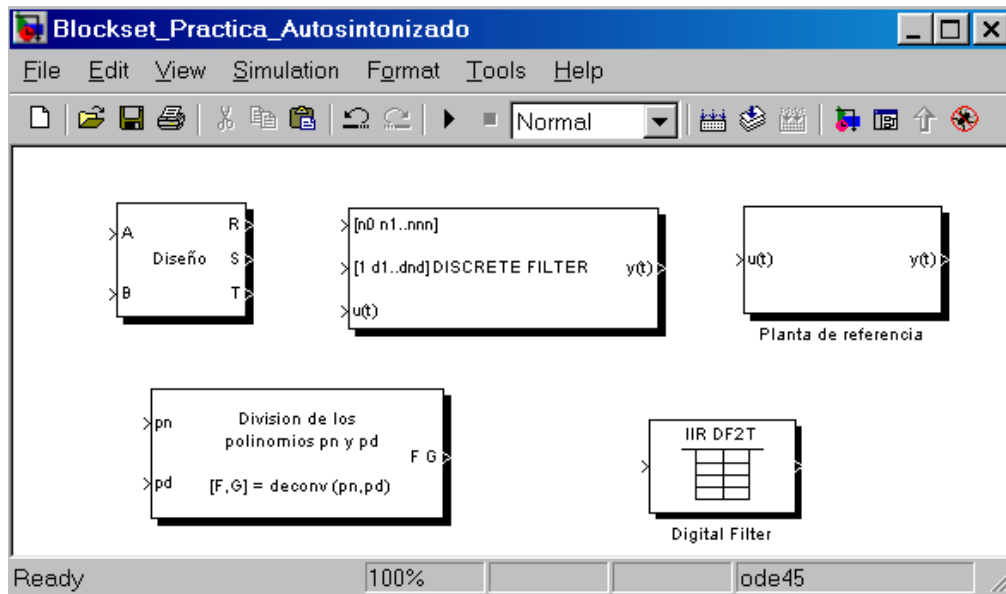
☒ First denominator coefficient = 1, remove 1/a0 term in the structure

Coefficient update rate: One filter per frame

Initial conditions:  
0

OK Cancel Help Apply

Se suministra la librería **Blockset\_Practica\_Autosintonizado.mdl** para facilitar el desarrollo de la práctica. La misma posee los bloques Diseño, Discrete Filter y deconvolución.



El bloque deconvolución facilitar el diseño del controlador de mínima varianza y mínima varianza generalizado. Este bloque realiza la división de los polinomios pn y pd que ingresan al bloque y devuelve el polinomio resultante de la división F y el polinomio resto G.

