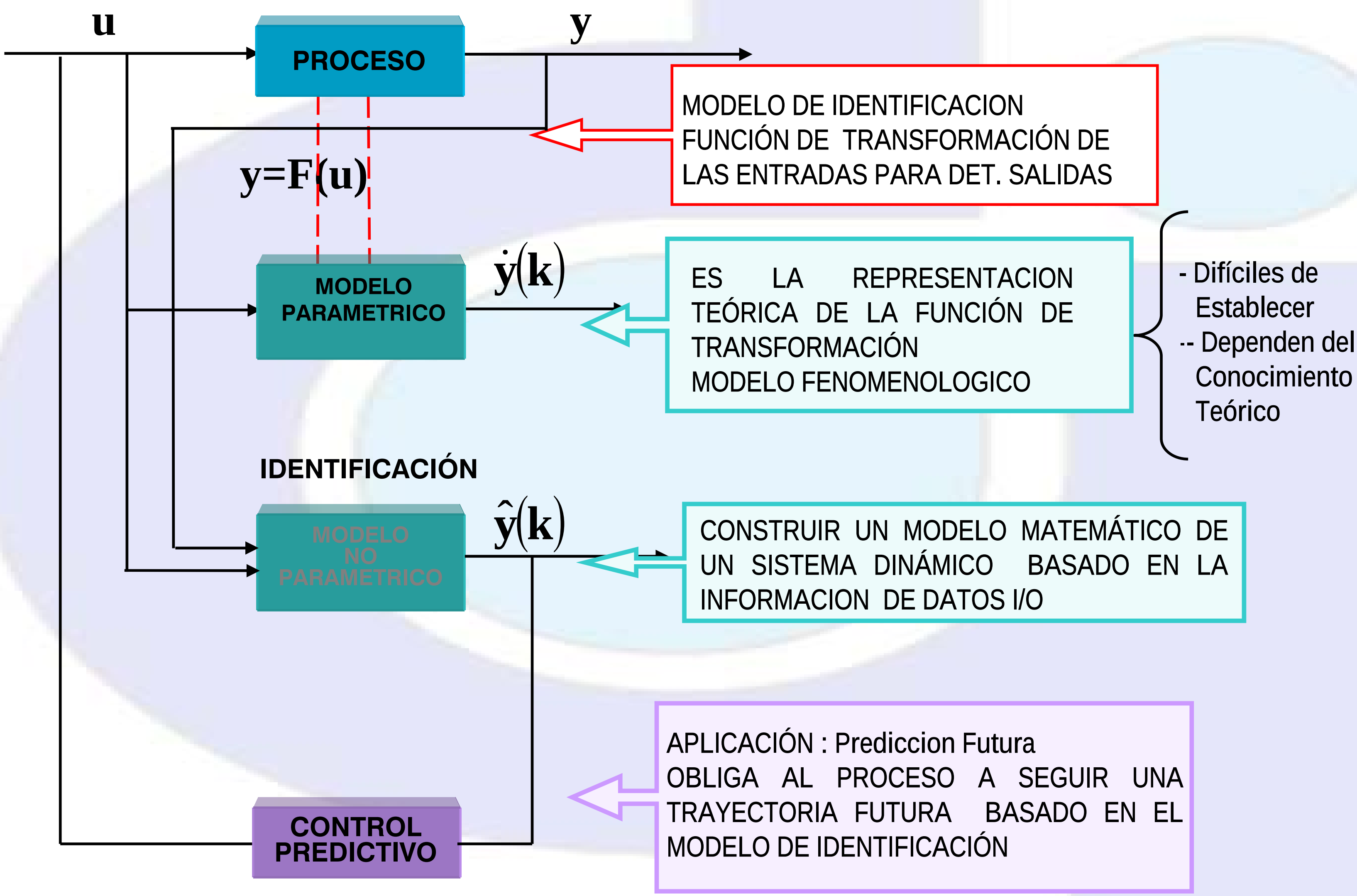
DINAMICA & CONTROL DE PROCESOS

IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS

Identificación de Procesos

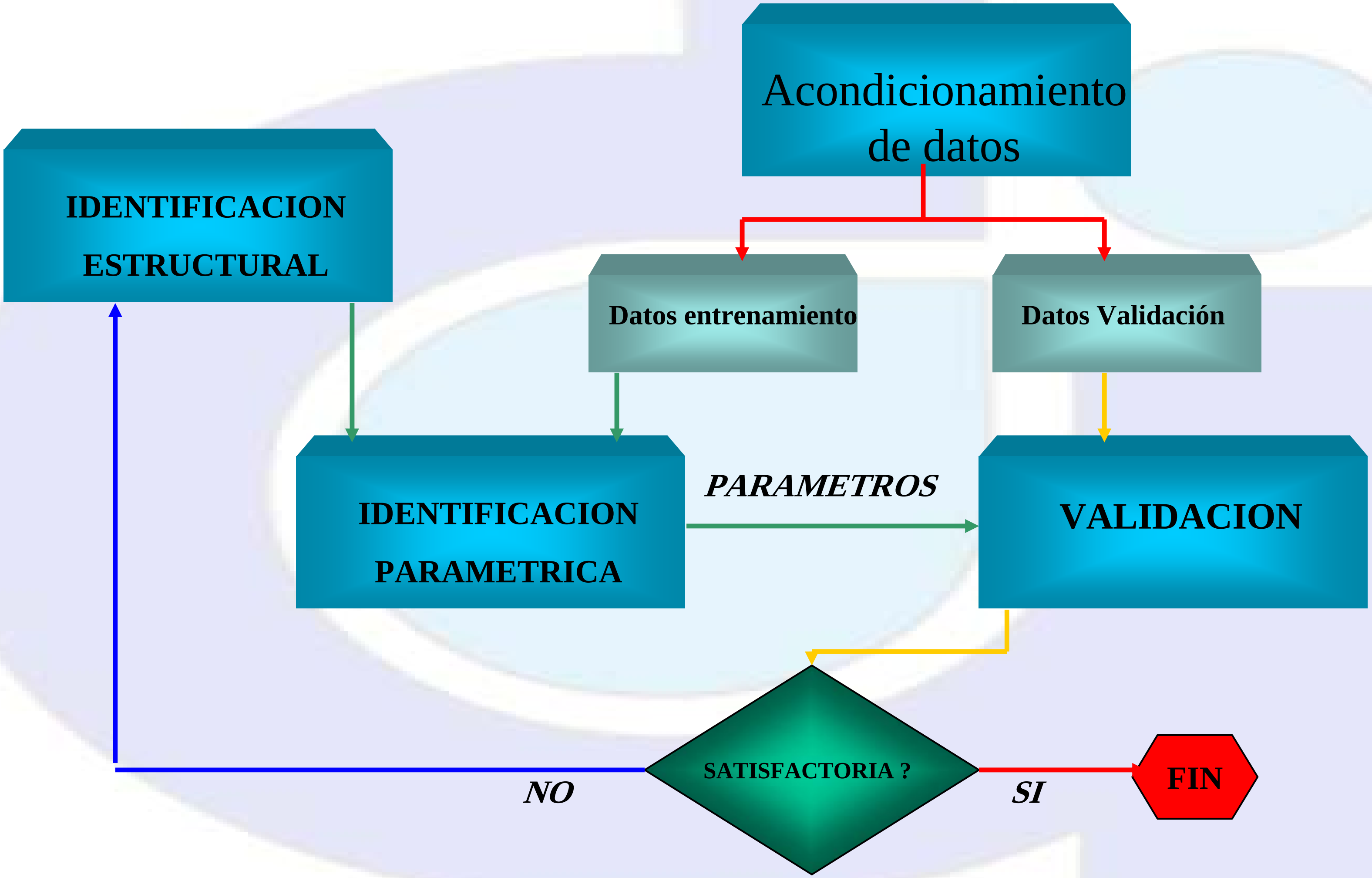
- Consiste en construir un modelo matemático no paramétrico de un sistema dinámico basado en la medición de datos de entradas y salidas.
- Esto se realiza a través de la determinación de la ***estructura*** y el ajuste de ciertos **parámetros** de la función mediante una optimización.
- En general, la función para la identificación de un proceso depende de datos de entrada y salida del mismo registrados en una secuencia de tiempos, generalmente discreta.

$$\hat{y}(k) = F[\, y(k-1), y(k-2), \ldots, y(k-n), u(k-1), u(k-2), \ldots, u(k-m)]$$


u
PROCESO
y
MODELO DE IDENTIFICACION
FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN DE
LAS ENTRADAS PARA DET. SALIDAS
y=F(u)
MODELO PARAMETRICO
$\dot{y}(k)$
ES LA REPRESENTACION TEÓRICA DE LA FUNCIÓN DE TRANSFORMACIÓN
MODELO FENOMENOLOGICO
- Difíciles de Establecer
-- Dependen del Conocimiento Teórico
IDENTIFICACIÓN
MODELO NO PARAMETRICO
$\hat{y}(k)$
CONSTRUIR UN MODELO MATEMÁTICO DE UN SISTEMA DINÁMICO BASADO EN LA INFORMACION DE DATOS I/O
CONTROL PREDICTIVO
APLICACIÓN : Prediccion Futura
OBLIGA AL PROCESO A SEGUIR UNA TRAYECTORIA FUTURA BASADO EN EL MODELO DE IDENTIFICACIÓN

PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN

- Obtener un conjunto de datos experimentales de entrada y salida del proceso a identificar.
- Examinar y perfeccionar los datos para seleccionar una porción útil de los datos originales. **Conjunto de Entrenamiento**
- Seleccionar y definir diferentes estructuras de modelos de identificación para el sistema.
- Computar la mejor estructura del modelo de identificación de acuerdo a un criterio de selección, en base a los datos de entrada y salida.
- Examinar las propiedades obtenidas del modelo a través de un **Conjunto de Validación**


Acondicionamiento de datos
IDENTIFICACION ESTRUCTURAL
Datos entrenamiento
Datos Validación
IDENTIFICACION PARAMETRICA
PARAMETROS
VALIDACION
SATISFACTORIA ?
NO
SI
FIN

Modelo Lineal ARX

Un ejemplo de modelo no paramétrico utilizado ampliamente en identificación es el modelo ARX (AutoRegressive eXogenous), cuya función de transformación no es más que una combinación lineal de entradas y salidas pasadas.

Ecuación del modelo lineal ARX:

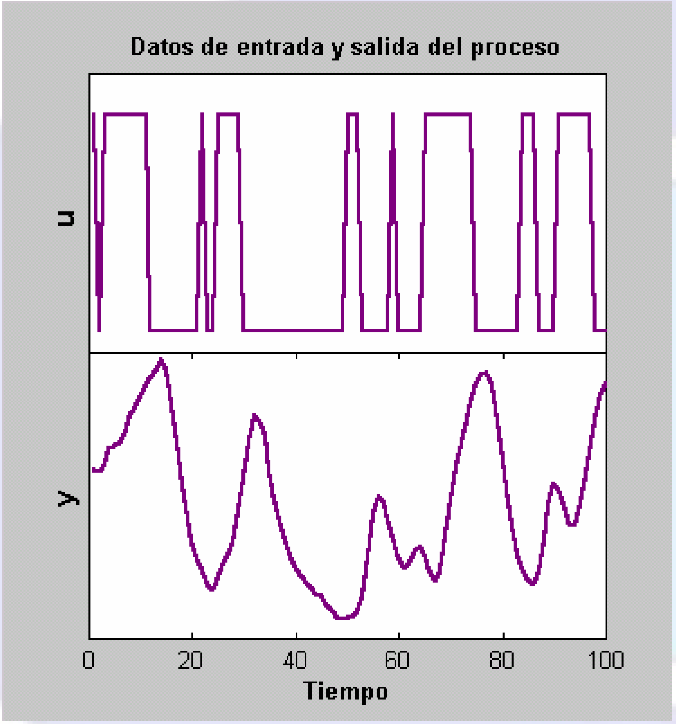
$$\hat{y}(k) = a_0 y(k-1) + a_1 y(k-2) + \ldots + a_n y(k-n) +$$

$$b_0 u(k-1) + b_1 u(k-2) + \ldots + b_m u(k-m)$$

Este modelo es equivalente a la F.T. genérica en el plano z

$$G(z) = \frac{\beta_m z^{m-n} + \beta_{m-1} z^{m-n-1} + \ldots + \beta_1 z^{-n}}{\alpha_n z^{-n} + \alpha_{n-1} z^{-n+1} + \ldots + \alpha_1 z^{-1} + 1}$$

- Para aplicar el modelo ARX a un proceso se registran datos para construir el conjunto de entrenamiento.

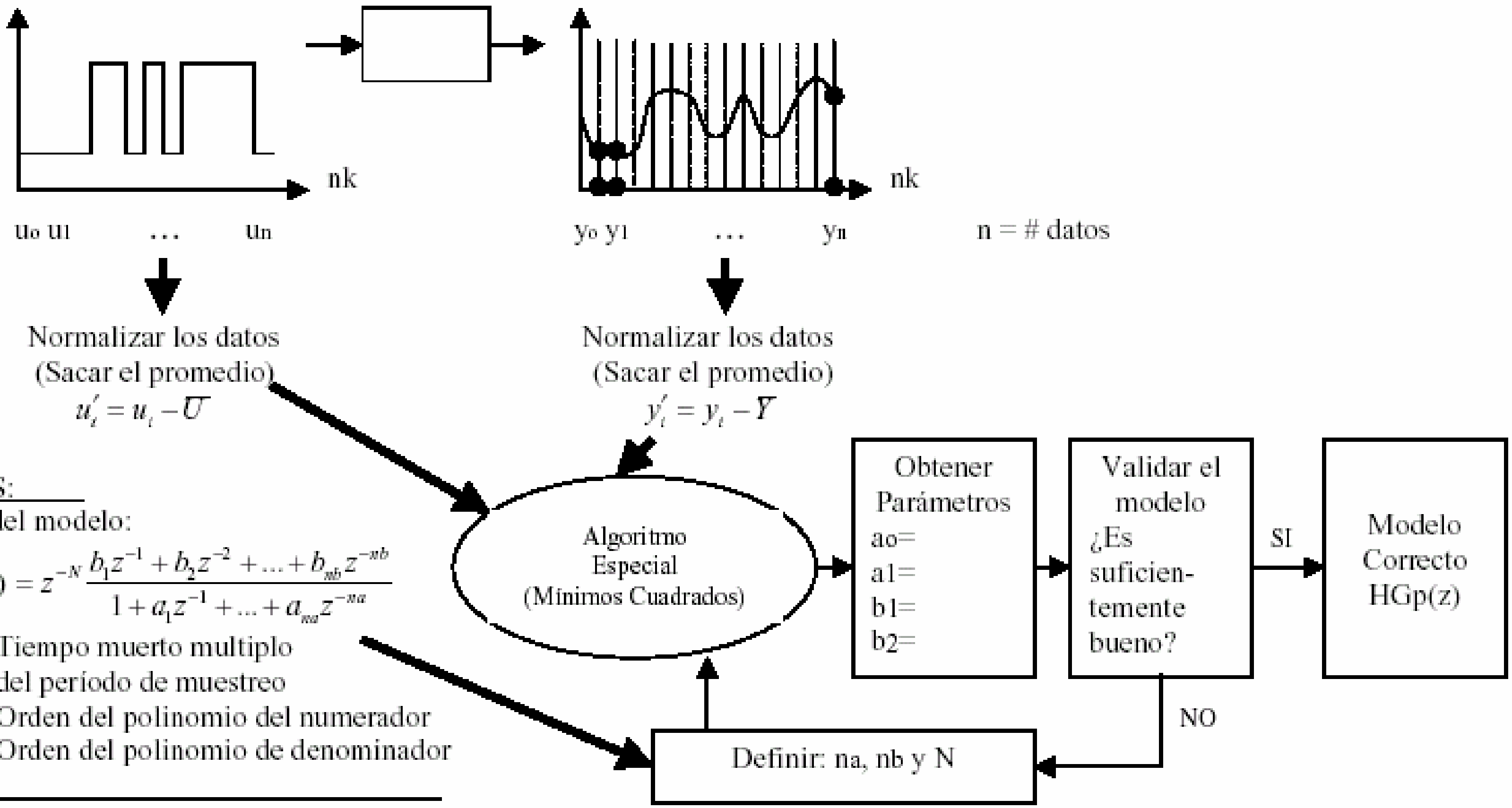


Tiempo	u	y
0	u(0)	y(0)
1	u(1)	y(1)
:	:	:
k-1	u(k-1)	y(k-1)
k	u(k)	y(k)
k+1	u(k+1)	y(k+1)
:	:	:
r	u(k+r)	y(k+r)

La tarea de identificación consiste en determinar el orden del modelo y los coeficientes lineales

Identificación Discreta

Diseñar la prueba ¿Tipo de señal a introducir?



DATOS:

Orden del modelo:

$$HGp(z) = z^{-N}\frac{b_1z^{-1} + b_2z^{-2} + \ldots + b_{nb}z^{-nb}}{1 + a_1z^{-1} + \ldots + a_{na}z^{-na}}$$

N = Tiempo muerto multiplo del período de muestreo

na = Orden del polinomio del numerador

nb = Orden del polinomio de denominador

Habitualmente la cantidad de datos es mayor que los incógnitas (parámetros), por lo que el problema se resuelve desde un enfoque de optimización.

$$\min_{a_i, b_i} \sum_{j=1}^{N} (y - \hat{y})_j^2 \qquad \min_{a_i, b_i} \sum_{j=1}^{N} (e_j)^2$$

Como el problema es lineal puede ser resuelto analíticamente

a partir de las ecuaciones $\dfrac{\partial e}{\partial a_i} = 0; \dfrac{\partial e}{\partial b_i} = 0$

Dando cono resultado las ecuaciones típicas de mínimos cuadrados

Otra forma equivalente es ordenar el problema matricialmente

$$\begin{bmatrix} y(k+1) \\ y(k+2) \\ \vdots \\ y(k+N) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -y(k) & -y(k-1) & \cdots & -y(k-n+1) & u(k+1-d) & u(k-d) & \cdots & u(k-m+1-d) \\ -y(k+1) & -y(k) & \cdots & -y(k-n+2) & u(k+2-d) & u(k+1-d) & \cdots & u(k-m+2-d) \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ -y(k+N-1) & -y(k+N-2) & \cdots & -y(k-n+N) & u(k+N-d) & u(k+N-1-d) & \cdots & u(k-p+N-d) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ \vdots \\ a_n \\ b_0 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix}$$

[Y]=[X]*[θ]

Y, vector de salidas, X matriz de entradas y θ vector de parámetros

Solucionando para obtener los parámetros da:

[θ] =[X'X]$^{-1}$[X]'*[Y]