Control Planta Generalizada: caso general multivariable, repr. interna

Antonio Sala

Universitat Politècnica de València

Video-presentación disponible en:

http://personales.upv.es/asala/YT/V/**pgposs**.html

Introducción

Motivación:

- Muchos problemas de control "clásico" (prealimentación, cascada, ...) pueden expresarse de una forma unificada.

Objetivos:

- Plantear un problema de control multivariable generalizado en representación interna.

Contenido:

- El problema generalizado. Representación en variables de estado del mismo.

Tipos de entradas en problemas de control

[a] Entradas **Exógenas**:

- Perturbaciones: cambian por razones usualmente desconocidas.
  - Ruido de proceso: Perturbación que afecta a la energía almacenada en elementos del proceso a controlar (potencia “alta”)
  - Ruido de medida: Afecta las lecturas de sensores pero no afecta a las variables del proceso controlado.
- Referencias: son valores a las que otras variables deben tender. Son, usualmente, únicamente *entradas a controladores*.

[b] Entradas **manipuladas** (**acciones de control**): pueden cambiar a voluntad del usuario.

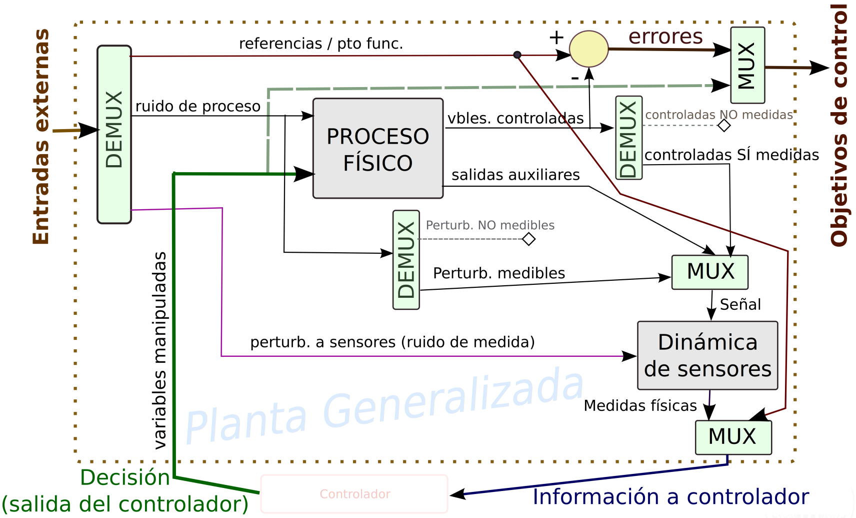
Tipos de Salidas

- Variables controladas: Los objetivos de control estan asociados a estas variables.
  - Errores: Diferencia entre una variable controlada y su referencia (o pto. func. si no cambia).
  - Valores de actuadores: No saturar, no excitar frecuencias más allá de un cierto ancho de banda.

- Medidas físicas:
  - valores de variables controladas
  - de salidas auxiliares (sin referencia para ellas)
  - de algunas de las perturbaciones (para prealimentación)

  con un cierto **ruido de medida**.

Caso general multivariable: diagrama de bloques



Representación interna de la planta generalizada

Notación: w ruido de proceso, u vbles. manipuladas, z vbles controladas, y vbles medidas, v ruido medida, r referencias.

Supongamos que el proceso físico tiene ecuaciones:

$$\frac{dx}{dt} = Ax + \begin{pmatrix} B_w & B_u \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w \\ u \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} z \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_z \\ C_y \end{pmatrix} x + \begin{pmatrix} D_{zw} & D_{zu} \\ D_{yw} & D_{yu} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w \\ u \end{pmatrix}$$

*1: Por simplicidad, supondremos que no hay dinámica de sensores (si la hubiera, debería ampliarse la ecuación de estado con dicha dinámica).

*2: Las variables a la vez *controladas* y *medidas* darían lugar a *filas repetidas* en las ecs. de salida.

Definición de entradas y salidas generalizadas

Denotando w_f a los componentes de w medibles, v_y al ruido de medida de y, v_m al ruido de medida de w_m. De las salidas medidas, las "controladas" las pondremos en los primeros lugares. Las entradas y salidas a la planta generalizada serán:

$$u_{GEN} := \begin{pmatrix} r \\ w \\ v \\ \hline u \end{pmatrix} \quad y_{GEN} := \begin{pmatrix} e := z - r \\ u \\ \hline y_m := y + v_y \\ w_m := w_f + v_m \\ r \end{pmatrix} \quad y_{GEN,1GL} := \begin{pmatrix} e \\ u \\ \hline e_m := y + v_y - \begin{bmatrix} r \\ 0 \end{bmatrix} \\ w_m \end{pmatrix}$$

* El vector $y_{GEN,1GL}$ correspondería a una estrategia de *1 grado de libertad* donde el controlador conoce sólo el "error". El vector y_{GEN} sería el caso más general (2GL) donde referencia y error entran separadamente.

Ecuaciones de estado y salida de planta generalizada

Suponemos $w = [w_f \;\; w_{\bar{f}}]$, $v = [v_y \;\; v_m]$

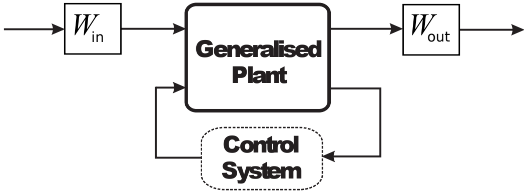
$$\frac{dx}{dt} = Ax + \begin{pmatrix} 0 & B_w & 0 & | B_u \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r \\ w \\ v \\ \hline u \end{pmatrix}$$

$$y_{GEN} := \begin{pmatrix} e \\ u \\ \hline y_m \\ w_m \\ r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_z \\ 0 \\ \hline C_y \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} x + \left(\begin{array}{ccc|c} -I & D_{zw} & 0 & D_{zu} \\ 0 & 0 & 0 & I \\ \hline 0 & D_{yw} & [I \;\; 0] & D_{yu} \\ 0 & [I \;\; 0] & [0 \;\; I] & 0 \\ I & 0 & 0 & 0 \end{array}\right) \cdot \begin{pmatrix} r \\ w \\ v \\ \hline u \end{pmatrix}$$

*El caso 1GL sería eliminar de D_{GEN} la quinta fila y sustituir la cuarta por $[- \begin{bmatrix} I \\ 0 \end{bmatrix} \;\; D_{yw} \;\; [I \;\; 0] \;\; D_{yu}]$.

Planta generalizada ponderada

Las entradas generalizadas tienen una amplitud o power spectral density función de la frecuencia, y los errores/acciones de control tienen objetivos diferentes en función de la frecuencia.



Eso da lugar a filtros en la planta generalizada ponderada. Estos filtros podrán también incluirse la dinámica en las ecs. de estado; efectivamente, es lo que hace Matlab al operar:

- Estados de dinámica de los filtros de entrada, W_{in}, serán **no controlables** por u.
- Estados de dinámica de los filtros de salida, W_{out}, serán **no observables** por y_m.

Conclusiones

- Problema generalizado unifica muchos problemas de control "clásico".
- Ante un problema de control, se debe generar un modelo de la planta generalizada, y luego ponderarlo/escalarlo adecuadamente.
- En representación interna, la "física" del proceso está en la matriz A, que no sufre cambios, y pasar de modelo de "planta" usual a "planta generalizada" requiere cambios en las matrices B, C, y D.
- La dinámica adicional de los filtros (planta ponderada) modifica la física del proceso (A) con estados *no controlables* o *no observables* desde bloque inferior (info a/desde controlador) de la planta generalizada.