

CAPÍTULO 3

JUSTIFICACIÓN DE LA HERRAMIENTA.

3.1.- Objetivo del capítulo.

En este capítulo se pretende aproximar al lector poco avanzado al método teórico que justificará la herramienta informática que se ha desarrollado en este documento. Esto consistirá en una descripción breve del método de descomposición conocido como LFMD (Left Fraction Matriz Description).

La idea fundamental que justifica esta sección debe ser entender cómo se realiza la factorización LFMD y los elementos que son necesarios para poder alcanzar la misma.

3.2.- Introducción al problema.

Un sistema multivariable puede describirse de muchas maneras, una de estas es mediante una representación del mismo obtenida a través de la factorización LFMD que nos ocupa.

La necesidad de obtener esta factorización se justifica en el programa que se emplea en la instalación para la implantación del control. Dicho programa es conocido por OPTIMAX e internamente utiliza un algoritmo de control predictivo multivariable muy extendido y conocido como Control Predictivo Generalizado (GPC). Este

algoritmo emplea una descripción del modelo de tipo CARIMA (Controlled AutoRegresive Integrated Moving Average) para predecir la salida del proceso, el modelo se representa de forma general como:

$$A(z^{-1})y(t) = z^{-d}B(z^{-1})u(t-1) + \frac{1}{\Delta}C(z^{-1})e(t)$$

Donde: $u(t)$ es la señal de control que se aplica instantáneamente al sistema.

$y(t)$ se corresponde con la señal de salida del proceso.

$e(t)$ es un ruido blanco de media nula.

Δ se define como $1 - z^{-1}$

A , B y C son matrices en el operador de desplazamiento hacia atrás z^{-1} para el caso de control multivariable.

$$A(z^{-1}) = I_{NxN} + A_1 z^{-1} + A_2 z^{-2} + \dots + A_{N_a} z^{-N_a}$$

$$B(z^{-1}) = B_0 + B_1 z^{-1} + B_2 z^{-2} + \dots + B_{N_b} z^{-N_b}$$

$$C(z^{-1}) = I_{NxN} + C_1 z^{-1} + C_2 z^{-2} + \dots + C_{N_c} z^{-N_c}$$

La obtención de las matrices A , B y C a partir de la matriz de funciones de transferencia discretas puede ser más o menos engorrosa al calcularlas de forma manual, de ahí la necesidad de implementar una herramienta que nos permita determinar estas matrices de forma sencilla y directa.

Como todos los métodos predictivos de control basados en el modelo, como es el caso del GPC, es necesario disponer de una descripción inicial del sistema, que en nuestro caso vendrá representado por un modelo en forma de matriz de funciones de transferencia. En el caso de sistemas MIMO (Multiple Input and Multiple Output) el modelo de la planta queda en forma de una matriz que posee tantas filas como salidas tenga el sistema y tantas columnas como entradas.

$$G(s) = \begin{bmatrix} G_{11}(s) & G_{12}(s) \\ G_{21}(s) & G_{22}(s) \end{bmatrix}$$

Figura 3.1 Matriz de funciones de transferencia.

En esta matriz cada elemento es una submatriz $G_{i,j}$ que representa los coeficientes de la respuesta i -ésima del sistema en bucle abierto frente a un escalón en la entrada j -ésima, esto es, reflejan cómo se ven alteradas las salidas al dar un escalón de entrada en una de las entradas.

En nuestro caso particular hemos decidido aproximar las dinámicas del sistema mediante modelos de primer orden en el espacio continuo. Podemos decir entonces que estaremos linealizando el comportamiento del sistema entorno a los puntos de trabajo (SP) en los que esperamos que se mueva normalmente la planta.

$$G_{i,j}(s) = \lambda^{-(\tau_d \cdot s)} \cdot \frac{K}{1 + \tau \cdot s}$$

Figura 3.2 Sistema primer orden.

El paso inicial consiste entonces en disponer de un modelo multivariable para el sistema que se pretenda identificar. Esta representación podrá obtenerse mediante ensayo directo o, puesto que sólo pretendemos implementar una herramienta que sea capaz de proporcionar datos en el formato adecuado a OPTIMAX, mediante una serie de datos obtenidos con Matlab. Gran parte de los sistemas que se han empleado para el desarrollo de esta herramienta, y consecuentemente identificados con anterioridad, han sido “tomados prestados” del libro “Model Predictive Control” de los autores C. Bordóns-E.F. Camacho. ([4])

Si bien la herramienta se ha desarrollado fundamentalmente para la obtención de una factorización LFMD a partir de una matriz de funciones de transferencia en el espacio continuo, ésta incluye otras aplicaciones como son la manipulación de datos de ensayos en la planta solar directamente adquiridos por el sistema SCADA y la obtención de modelos basados en estos datos. Por todo esto, la herramienta implementada será muy útil para alcanzar el objetivo final de ensayar diversas técnicas de control multivariable, a partir de modelos sólidos, sobre la planta solar.

Sólo un paso no se ha dado de forma definitiva en este proyecto, entendiendo este con la idea general de llegar a implementar en su totalidad una herramienta capaz de adquirir los datos del sistema y proporcionar a OPTIMAX un archivo que pueda emplearse directamente para el control, y es precisamente la configuración final de este

archivo que debe incluir parámetros característicos del control multivariable como son los horizontes de control, esfuerzos de control...etc.

En este documento se incluye información sobre una herramienta conocida como MIMO-GPCIT .La principal característica de esta herramienta es que emplea exclusivamente las características dinámicas continuas del sistema que deducimos directamente de los ensayos que hemos descrito en apartados anteriores. Esto permite que el lector interesado interactúe con el programa en un marco mucho más familiar al mismo como es el de las funciones de transferencia. El lector puede estudiar distintas configuraciones del sistema mediante un procedimiento causa-efecto, es decir, la variación de algún parámetro o elemento gráfico del sistema se ve correspondida con la actualización del resto del sistema de manera inmediata. Aspectos de gran interés en sistemas multivariables que pueden ser analizados con la herramienta son:

- Relación de los parámetros de control con las escalas de tiempo relativas de las distintas salidas del sistema.
- Análisis del efecto que tiene relajar restricciones impuestas a determinadas variables del sistema para evitar problemas de fiabilidad provocados por la violación de una restricción por parte de una variable.
- La representación de los polos y ceros de la matriz de transferencia del sistema multivariable, permite observar posibles comportamientos del sistema que no son visibles a priori, tales como comportamientos de fase no mínima.

El uso de esta herramienta puede, a nuestro entender, aproximarnos a los valores que deberían tomar los parámetros característicos del archivo proporcionado a OPTIMAX para un control adecuado de la planta solar. Para cualquier tipo de consulta acerca del programa se remite al lector a la bibliografía ([5]) y a la consulta del apéndice C.