

TP Miniproyecto de Modelado Físico**Código: TP_MMF**

A-702 Control I

E-504 Dinámica de los Sistemas Físicos

1. Introducción

Este TP se realiza sobre sistemas físicos del **Laboratorio de Automatización y Control** (LAyC) del Departamento de Electrónica.

Objetivos Generales:

- Familiarización general con el equipamiento del LAyC, que seguirá siendo usado por las asignaturas correlativas posteriores del Area de Control.
- Apreciación de la integración de sistemas físicos en equipos didácticos de experimentación, automatizados a través de interfaces electrónicas e informáticas (sensores, actuadores, adquirentes de datos, PCs) (sistemas $\Sigma 1$ y $\Sigma 2$ de § 2.1 más abajo).
- Apreciación, sobre un equipo comercial de uso industrial (sistema $\Sigma 3$ de § 2.1 más abajo), de la integración de sistemas físicos en sistemas de control automático, con la presencia de sensores, actuadores, sistemas de microcomputo locales (controladores específicos) y remotos (PLC de mando a distancia).

Objetivos Específicos:

El objetivo principal es la práctica del proceso Modelado-Simulación-Validación, que forma el cuerpo central del análisis de la dinámica de un sistema. En este sentido este TP, que se realiza distribuido temporalmente a lo largo del cuatrimestre, tiene las características de un Miniproyecto Globalizador de los conocimientos impartidos en el curso.

La mayor parte de los problemas de modelado tratados a lo largo del curso consisten en la obtención de modelos matemáticos (MM) a partir de la descripción de un sistema bajo ciertas consideraciones e hipótesis simplificadoras en el marco de lo que denominamos un Sistema Físico Idealizado ($\Sigma\Phi I$). Las etapas previas del proceso de modelado, es decir, la delimitación del sistema y la obtención del $\Sigma\Phi I$ a partir del Sistema Físico Real ($\Sigma\Phi R$) han sido prácticamente obviadas hasta aquí.

El objetivo de este trabajo práctico es justamente el de completar las distintas etapas del proceso de modelado partiendo de un sistema real sobre el que se deberán realizar hipótesis adecuadas a los problemas a estudiar. De esta forma, se pretenderá arribar a un $\Sigma\Phi I$ como paso previo a la obtención de un modelo matemático y su posterior validación.

Si bien estas primeras etapas tienen como principal inconveniente la falta de herramientas sistemáticas y la necesidad de una dosis importante de intuición y experiencia con respecto al sistema a modelar, en nuestro caso trabajaremos con sistemas que pueden representarse mediante modelos que son de uso frecuente en el curso.

2. Desarrollo

El desarrollo de este Trabajo Práctico está previsto para ser realizado en dos etapas. En la primera se pretende realizar los pasos $\Sigma\Phi R \rightarrow \Sigma\Phi I \rightarrow MM$, mientras que en la segunda se buscará la parametrización y validación del modelo matemático antes obtenido.

2.1. Modelización

Esta etapa comenzará con la observación de los equipos del laboratorio de control. Los sistemas con los que se trabajará son los siguientes:

- $\Sigma 1$: Sistema traslacional masas-resortes.
- $\Sigma 2$: Sistema rotacional masas-resortes.
- $\Sigma 3$: Sistema motor-generator-carga.

Se deberá relevar cada uno de los sistemas y plantear esquemas que permitan analizar la dinámica de los mismos. En cada caso, se deberán listar las variables y parámetros que se consideren relevantes, suponiendo que lo que se pretende es construir modelos que reflejen la evolución de las posiciones y velocidades de los cuerpos y, en el caso del generador, de las corrientes y tensiones.

Además, se deberán enumerar los fenómenos que se consideran trascendentes, y en base a estos, se plantearán las relaciones estructurales y constitutivas que vinculan las variables antes mencionadas. Se pide también mencionar algunos fenómenos que se hayan obviado por no considerarlos relevantes.

Por último, se deberá realizar un modelo (Diagrama de Bloques) de cada uno de los sistemas en base a las hipótesis antes realizadas. Una vez obtenido el modelo, se deberán plantear consideraciones sobre los límites de validez del mismo en función de las hipótesis simplificadoras antes realizadas.

Algunas consideraciones particulares:

- En el sistema traslacional masas-resortes el actuador es un motor "paso a paso" que se controla desde la PC conectada al equipo. Si bien este motor no es una fuente ideal de fuerza, la configuración del equipo permite realizar esta simplificación y suponer que dicho motor impone una fuerza independiente de lo que ocurre en el resto del sistema.
- Similarmente, en el sistema rotacional masas-resortes puede considerarse que el actuador es una fuente ideal de torque.
- En el caso del generador de continua, encontramos que este está impulsado por un motor de inducción controlado por un variador. Dado que el modelado de este motor con su sistema de control excede los objetivos de este curso, se podrá también asumir que dicho motor actúa como una fuente de torque. Si La hipótesis es plausible ya que el variador que controla al motor tiene la posibilidad de brindar una estimación del torque entregado. Así, es posible "cortar" el modelo dejando afuera el motor y considerando sólo el torque que este entrega al generador.

2.2. Parametrización.

En esta segunda etapa el objetivo es el de obtener valores para los parámetros de los modelos obtenidos en el punto anterior. Para esto se deberán diseñar experimentos que permitan, a través de distintas mediciones, calcular los mencionados parámetros. El diseño de los experimentos deberá realizarse como trabajo previo a la asistencia al laboratorio.

Consideraciones para los distintos sistemas:

- En el sistema traslacional masas-resortes es posible modificar la configuración dejando solamente una masa y un resorte de manera de simplificar la obtención de los parámetros correspondientes. Como ya se mencionó, la fuerza aplicada no proviene de una fuente ideal y además el modelo realizado implica la aceptación de ciertas hipótesis que no se cumplirán necesariamente al experimentar con el sistema. Por este motivo, es importante repetir los experimentos bajo diferentes condiciones de manera de obtener distintas estimaciones de los parámetros en cuestión. Se sugiere además trabajar utilizando como herramienta principal la respuesta a escalones de fuerza.
- En el sistema rotacional valen las mismas consideraciones del punto anterior.
- En el sistema motor-generador-carga ya mencionamos que se considerará al motor como una fuente de torque. Esto implica que en los experimentos en los que se necesite conocer dicha entrada, se deberá medir la estimación del torque brindada por el variador que controla al motor. Para la realización de los experimentos se podrá contar con distintas fuentes (generador de continua, generador de señal), y con un multímetro y un osciloscopio, ambos digitales. Se sugiere diseñar algunos experimentos en los que se manifiesten exclusivamente los fenómenos eléctricos de modo de poder estimar los mismos independientemente de los parámetros mecánicos y electromecánicos. Para la estimación de los parámetros mecánicos, en tanto, puede aprovecharse el hecho que el variador introduce una rampa de velocidad durante el arranque.

En todos los casos, además de los experimentos realizados para obtener los parámetros, se deberán efectuar varios ensayos bajo distintas condiciones cuyos datos deberán ser utilizados posteriormente para validar los modelos obtenidos.

2.3. Validación.

En esta última etapa se deberán utilizar los datos experimentales de los ensayos para contrastarlos con resultados de simulación del modelo parametrizado.

En primer lugar se deberá intentar ajustar los parámetros para que los resultados de simulación se correspondan tanto como sea posible con los resultados de los ensayos. Luego, para mejorar este ajuste, se propondrá revisar algunas de las hipótesis simplificadoras realizadas inicialmente (linealidad de ciertos fenómenos por ejemplo).

Finalmente, se deberán analizar las diferencias encontradas entre la respuesta del sistema y el comportamiento del modelo, intentando formular algunas hipótesis sobre las causas de las mismas.