

LIBROS Y MONOGRAFÍAS

En este número traemos a nuestra sección dos reseñas de libros de reciente aparición. El primero de ellos versa sobre la estabilidad de sistemas con retardos temporales y recoge y sintetiza tanto conceptos como técnicas que han sido publicados en los últimos años. La reseña de este libro ha sido realizada por Antonio Barreiro, de la Universidad de Vigo.

La segunda reseña corresponde a un libro de carácter más práctico sobre un tema de permanente actualidad como son los controladores PID, en el que los autores han publicado otros libros, consiguiendo llegar siempre a un público muy extenso. El libro pretende suministrar la base técnica para comprender el control PID y sacarle el máximo rendimiento. En este caso la reseña está firmada por Fernando Morilla, de la Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Animamos de nuevo a los lectores a enviar resúmenes de novedades, tanto de libros como de tesis doctorales recientes, y a solicitar reseñas de libros que consideren de interés para el área a través de la dirección de correo electrónico: bordons@esi.us.es.

RESEÑA

Stability of Time-Delay Systems

Keqin Gu, Vladimir L. Kharitonov, Jie Chen

Control Engineering Series, Birkhauser, Boston, 2003

ISBN: 0-8176-4212-9. 353 páginas.

Este libro es una monografía que presenta de manera autocontenida, rigurosa y muy bien organizada, conceptos y técnicas para abordar la estabilidad de sistemas con retardos temporales. En los últimos 15 ó 20 años ha habido una proliferación de resultados nuevos, y los tres autores son participantes activos y relevantes de esta hornada creativa. Hasta ahora el material estaba disperso en revistas y actas de congresos (en el texto se manejan unas 300 referencias bibliográficas) y los autores han realizado un excelente trabajo de síntesis y organización del material.

El texto está dirigido primordialmente al estudioso de sistemas con retardos. El enfoque planteado se centra especialmente en estabilidad robusta y en soluciones computacionales. El libro realiza un tratamiento sistemático, bajo los enfoques temporal y frecuencial, de los distintos tipos de retardo y de las diversas estructuras de la incertidumbre, abarcando de forma casi exhaustiva el problema lineal robusto. Una ventaja práctica es que los criterios de robustez son fácilmente programables de manera eficiente, y se basan normalmente en desigualdades lineales matriciales (LMIs). Al elegir el enfoque orientado a incertidumbre y computabilidad, se dejan inevitablemente de lado otros tópicos como estabilización, filtrado, etc. No obstante, para estos otros aspectos, los autores aportan recomendaciones bibliográficas.

A este texto se le puede dar en mi opinión tres tipos de uso, o hay tres tipos de lectores que pueden sacar provecho de él. En primer lugar está el lector estudioso interesado directamente en el tema. Para este lector, el libro aúna un énfasis didáctico puesto en conceptos y observaciones intuitivas, con un escrupuloso rigor matemático. Los resultados aparecen sistemáticamente clasificados y ordenados y, al mismo tiempo, los autores se esfuerzan continuamente en aportar conexiones y referencias cruzadas entre conceptos a primera vista no vinculados. El investigador interesado en ampliar el estudio se encuentra al final de cada capítulo una selección de referencias aconsejadas para profundizar en el tema. De este modo, la monografía es un texto imprescindible para la investigación en este campo.

Un segundo tipo de lector es el investigador no interesado directamente en sistemas con retardos, pero que necesita consultar puntualmente algún resultado para utilizarlo en sus trabajos. Este uso tangencial o

complementario del texto es, en mi opinión, viable la mayoría de las veces, y está además facilitado por la propia organización y estructura del libro. A este tipo de usuario le sugiero, tras una lectura rápida del índice y del primer capítulo, localizar su problema en el texto y hacer la consulta directa del apartado que le interese. La redacción del texto permite un seguimiento fácil de definiciones y criterios de estabilidad, saltándose las demostraciones y detalles técnicos. Esta es una cualidad importante del libro y permite optimizar el tiempo de este tipo de lector, más esporádico o puntual.

Finalmente, y relacionado con lo anterior, un tercer tipo de uso posible de esta referencia es como libro de texto en cursos de doctorado. Quizá no sería muy razonable plantear un curso de doctorado cuyo contenido coincida con el del libro, tanto por ser un tema muy especializado como por la excesiva profundidad técnica de algunos capítulos. No obstante, sí sería posible, en mi opinión, usarlo como bibliografía complementaria parcial en un curso de doctorado de tema más general (control robusto, estabilidad, etc.) Una sugerencia en esta línea sería utilizar solamente el material de los capítulos 1 (introducción), 2 (análisis frecuencial) y 5 (análisis temporal).

Para finalizar la reseña, presentaré un pequeño resumen del contenido del libro. El texto se organiza como sigue:

- Capítulo .1. Introducción a los sistemas con retardos
- Parte I. Enfoque en el dominio de la frecuencia
 - Capítulo 2. Sistemas con retardos conmensurables
 - Capítulo 3. Sistemas con retardos inconmensurables
 - Capítulo 4. Análisis de estabilidad robusta
- Parte II. Enfoque en el dominio del tiempo
 - Capítulo 5. Sistemas con retardo simple
 - Capítulo 6. Análisis de estabilidad robusta
 - Capítulo 7. Sistemas con retardos múltiples y distribuidos
- Parte III. Enfoque de entrada-salida
 - Capítulo 8. Estabilidad de entrada-salida
- Apéndices. A. Resultados sobre matrices
 - B. Desigualdades lineales matriciales y cuadrático-integrales

El primer capítulo es una introducción panorámica a los temas tratados en el libro. Presenta algunos procesos industriales con retardos, analiza en detalle un ejemplo elemental escalar y, a partir de él, generaliza didácticamente los conceptos de estabilidad y análisis frecuencial y temporal. La exposición no es completamente autocontenida (a veces se remite a referencias) pero, quizá gracias a ello, el resultado es un capítulo de fácil lectura, clarificador y motivador.

La parte I consta de tres capítulos en los que se aborda el análisis frecuencial. En el capítulo 2 se tratan sistemas con un retardo simple o varios retardos conmensurables, lo que conduce a un cuasi-polinomio característico en dos variables $p(s,z)$. Se revisan las técnicas para detectar las frecuencias de cruce por cero, todas ellas basadas en eliminación de variables, lo cual restringe su aplicación a sistemas de orden reducido. Al final del capítulo se presentan técnicas computacionalmente eficientes para superar este escollo.

El capítulo 3 se dedica al caso de retardos múltiples no conmensurables racionalmente. Esta situación complica radicalmente el problema, que sólo puede abordarse, conservadoramente, mediante pequeña ganancia. El capítulo incluye una presentación muy completa del valor singular estructurado y su caracterización como NP-duro. Este apartado, quizá fuera de línea argumental y relegable a un apéndice, está no obstante cuidadosamente tratado. El capítulo 4 estudia familias de cuasi-polinomios inciertos cuyos coeficientes varían en ciertos conjuntos, presentando una serie de criterios de robustez basados en las aristas, y a veces en los vértices, de la familia. Este capítulo tiene un valor especial al provenir de un autor como Kharitonov, el descubridor del famoso teorema de los cuatro polinomios.

La parte II consta de otros tres capítulos sobre análisis temporal, basado en técnicas de Lyapunov. El capítulo 5 aborda sólo el caso de un retardo simple, pero de manera exhaustiva. Se introducen tanto el funcional de Lyapunov-Krasovskii (LK), que depende de la función de estado en todo el tramo temporal $[t-r, t]$, como el criterio de Razumikhin, que evita el funcional usando una función típica de Lyapunov $V(x(t))$, a la que se exige decrecimiento, $dV/dt < 0$, sólo cuando $V(t)$ alcanza en $t=t$ su máximo para todo $[t-r, t]$. De esta manera se deducen criterios formulados con LMIs para estabilidad independiente del retardo (para todo r) y dependiente (para $0 < r < r_{max}$). El capítulo culmina con un funcional integral LK completo que genera las condiciones exactas (necesarias y suficientes) de estabilidad, y con una técnica de discretización para su realización informática.

Todo esto sienta las bases para los capítulos 6 y 7 donde se presentan las extensiones a sistemas con incertidumbres sin memoria y con retardos no conmensurables, que permiten tratar sistemas no lineales y variantes en el tiempo. Finalmente, la parte III consta de un capítulo único donde se considera el caso de

incertidumbre con dinámica. Para ello se usan técnicas de entrada-salida y como criterio básico se usa pequeña ganancia, lo que permite generar condiciones de estabilidad y diversas aproximaciones o encapsulamientos dinámicos de las diferentes clases de retardo.

Antonio Barreiro Blas

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática
E.T.S.I.I. Campus Universitario, 36200-Vigo
abarreiro@uvigo.es

Advanced PID Control

Karl J. Aström and Tore Hägglund

ISA- The Instrumentation, Systems and Automation Society, 2005.
460 p. ISBN: 1-55617-942-1

Como comentan los autores de este libro, se puede decir que el controlador PID es el pan y la mantequilla de la ingeniería de control, es un componente importante en cualquier herramienta del ingeniero de control. Está presente en los sistemas de control distribuidos, en los sistemas de control de propósito general, en el nivel inferior de las más complejas estrategias de control. Ha sobrevivido a muchos cambios tecnológicos. Ha salido fortalecido con los avances en microelectrónica y está jugando un importante papel en aplicaciones de nanotecnología.

El control PID es la solución más habitual en los problemas de control. De ahí que los ingenieros de instrumentación y de control de procesos estén familiarizados con él. A pesar de ello no siempre se hace un uso adecuado y hay un gran potencial de mejora en los lazos de control. El conocimiento específico del proceso y del controlador PID son elementos claves para estas mejoras, que están claramente incentivadas en los estándares de calidad como la norma ISO 9000. El libro pretende suministrar la base técnica para comprender el control PID y sacarle el máximo rendimiento.

El ajuste y diseño de controladores PID se ha basado tradicionalmente en técnicas muy específicas. Los autores del libro se han propuesto y han conseguido adaptar otros conceptos de la teoría de control robusto a estos menesteres. Esta es la principal diferencia entre este libro y los dos anteriores; el de 1988 con el título "Automatic Tuning of PID Controllers" y el de 1995 con el título "PID Controllers: Theory, Design, and Tuning". Con los que los autores consiguieron llegar a un gran número de lectores y a agotar sus ediciones.

El libro consta de 13 capítulos. El capítulo 1 sirve de introducción histórica y de presentación de contenidos. El capítulo 2 presenta conceptos muy importantes para describir el comportamiento dinámico de los procesos. El capítulo 3 estudia en profundidad el controlador PID. El capítulo 4 aborda el diseño de controladores en general con especial atención a los aspectos relevantes para el control PID. El capítulo 5 trata el control feedforward, complemento perfecto del control realimentado, y cómo utilizar el peso sobre el punto de consigna. El capítulo 6 recoge los más importantes métodos para el diseño de controladores PID, junto con el novedoso método MIGO (M constrained Integral Gain Optimization) de los autores. El capítulo 7 presenta las fórmulas de sintonía propuestas por los autores como una aproximación de su método MIGO. El capítulo 8 trata el control predictivo y propone un tipo especial de predictor de Smith conocido como controlador PPI. El capítulo 9 está dedicado a la autosintonía de controladores PID. El capítulo 10 aborda la puesta en marcha de los lazos de control, así como su supervisión y diagnosis. El capítulo 11 estudia el control PID de procesos con dos entradas y dos salidas. El capítulo 12 muestra cómo los problemas complejos se pueden resolver combinando soluciones más simples. El capítulo 3 está dedicado a la implementación de controladores PID.

Los autores, que son profesores con gran experiencia docente en el Department of Automatic Control en el Lund Institute of Technology, son investigadores de reconocido prestigio y han tenido frecuentes colaboraciones con empresas en asuntos relativos al control PID. Para más información sobre ellos pueden consultar sus páginas personales en: <http://www.control.lth.se/>.

El libro se va a completar próximamente con una serie de módulos interactivos, desarrollados en Sysquake, en los que están colaborando los profesores S. Dormido de la UNED y J. L. Guzmán de la Universidad de Almería.

Fernando Morilla García

Departamento de Informática y Automática
UNED.
fmorilla@dia.uned.es