

## Libros y Monografías

Es para mí un motivo de alegría y satisfacción presentar la sección de este número de la revista. La razón de ello es que el libro que presentamos ha sido escrito por el Director de nuestra revista, el profesor Pedro Albertos. Se trata de un trabajo que la comunidad del control llevaba varios años esperando y que por fin ha visto la luz en este año 2010, cumpliendo las más exigentes expectativas. El texto, *Feedback and Control for Everyone*, muestra los fundamentos del control y la realimentación desde un punto de vista novedoso y resulta de gran valor no sólo para la comunidad del mundo académico del control sino también para aquéllos que buscan un enfoque práctico. El profesor Sebastián Dormido Bencomo, de la Universidad Nacional de Educación a Distancia, (España) nos presenta una cuidadosa y detallada recensión de este libro.

Animamos de nuevo a los lectores a enviar resúmenes de novedades, tanto de libros como de tesis doctorales recientes, y a solicitar recensiones de libros que consideren de interés para el área a través de la dirección de correo electrónico que figura a continuación

Carlos Bordóns Alba

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Universidad de Sevilla

[bordons@esi.us.es](mailto:bordons@esi.us.es)

### RECENSIÓN

#### *Feedback and Control for Everyone*

Pedro Albertos, Iven Mareels

Springer Verlag, 2010. 350 páginas

ISBN: 978-3-642-03445-9.

### Introducción

Como estoy convencido que el libro que tengo entre mis manos es un texto “singular”, lo primero que debo hacer es reproducir, para conocimiento general, las diferentes acepciones que del vocablo “singular” acepta el Diccionario de la Lengua Española.

**Singular.** (Del lat. *singularis*). 1. adj. solo, único en su especie. 2. adj. Extraordinario, raro o excelente. 3. m. *Gram.* número singular.

Trataré de explicar, desde mi punto de vista, el conjunto de las características poco usuales que convierten a este texto en un objeto tan singular que satisface plenamente las dos primeras acepciones del Diccionario de la RAE.

El libro que nos ocupa ha sido escrito por los profesores Pedro Albertos y Yven Mareels, catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática en la Universidad Politécnica de Valencia el primero y catedrático del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en la Universidad de Melbourne el segundo. Cuentan ambos con una dilatada y brillante trayectoria universitaria tanto como profesores como investigadores de reconocido prestigio. El resultado de esta fructífera colaboración ha sido un texto excelente escrito en un lenguaje directo y claro, de lectura fácil y amena que atrapa al lector entre sus páginas mostrándole un cuadro completo de los fundamentos del control y de la realimentación. Consta de 12 capítulos en los que se mezclan en diferentes proporciones, según los temas, aspectos formativos e informativos.

A través de un conjunto de ejemplos que se analizan desde diferentes perspectivas el texto nos sumerge de forma gradual en el apasionante mundo del control y de la realimentación. Con un título muy sugerente “*Feedback and Control for Everyone*” (Realimentación y Control para todo el mundo) trata de ser efectivamente una ventana de entrada para aquellos que quieran entender cuál es el papel que el control y la realimentación juegan en nuestra sociedad actual. Control y realimentación impregnan cada cosa que nos encontramos en nuestro entorno ya sea éste natural o construido.

Las ideas y conceptos que se exponen no presuponen ningún conocimiento matemático por parte del lector más allá de lo que se enseña a nivel de bachillerato. Un dato significativo en esta línea es que en ocho de los doce capítulos que constituyen el texto no se utilizan ni una sola ecuación o fórmula. Y en los cuatro restantes las que se emplean se reducen al mínimo y

siempre como soporte de una explicación textual asociada. Mediante ejemplos y apelando a la intuición los autores consiguen componer un cuadro con los ingredientes esenciales para describir, analizar y sintetizar sistemas de control realimentados.

Las viñetas que sirven de lanzamiento de cada capítulo son una invitación a la reflexión sobre los conceptos e ideas que se tratan de mostrar. Cada capítulo finaliza con secciones de comentarios y referencias que permiten explorar los temas expuestos a un mayor nivel de profundidad. “*Feedback and Control for Everyone*” se ha escrito con los siguientes objetivos en mente por parte de sus autores:

- Comprender los conceptos básicos sobre dinámica de sistemas y control.
- Proporcionar evidencias de la fuerte conexión existente entre los sistemas dinámicos de naturaleza técnica y los sistemas dinámicos de naturaleza humana/social.
- Motivar para un estudio en mayor profundidad de los sistemas de control.
- Mostrar la potencialidad de la abstracción para inferir propiedades de sistemas complejos basándose en el uso de modelos matemáticos simplificados.
- Poner de relieve la interconexión existente entre los sistemas de comunicación, los computadores y el control en esta era digital
- Establecer puentes entre la tecnología y diferentes campos científicos tales como ingeniería, física, biología, bioquímica o dinámica de sistemas.

### **Contenido del libro**

En el Capítulo 1 los autores introducen de una forma muy intuitiva y amena las ideas principales que se van a abordar posteriormente a lo largo del libro. Un tema de capital importancia es el concepto de realimentación que se toma como punto de partida para todo el desarrollo posterior.

La utilización de analogías es un recurso muy utilizado en la educación en ciencias e ingeniería. Se trata que el alumno refuerce las similitudes entre sistemas a través de la observación. El punto de vista adoptado es considerar que dos sistemas son análogos cuando las señales que se observan externamente de ambos son, salvo cambio de escala, o muy similares o indistinguibles. Este concepto se desarrolla en el Capítulo 2 tanto para señales como para sistemas. En realidad como muy bien señalan los autores la idea de analogía no es ni mucho menos exclusiva del ámbito de la teoría de sistemas y suele emplearse con éxito en campos como la psicología y las ciencias sociales donde aporta una metodología que permite generalizar de una forma progresiva conceptos desde un esquema sencillo a estructuras más complejas aunque en escenarios en cierto sentido análogos.

El Capítulo 3 es en realidad un capítulo de motivación donde se describen algunos ejemplos muy ilustrativos de diferentes procesos donde la realimentación y el control son fundamentales para su correcto funcionamiento. La variedad de los ejemplos permite que el lector pueda darse cuenta de la universalidad del concepto analizando en cada caso concreto qué es lo que se observa (medir), cómo se emplea esta información para decidir qué hacer (razonar), cómo se ejecutan estas políticas de acción (calcular) y cómo se modifica la conducta futura del sistema (actuar). Si todas estas acciones se hacen sin la intervención directa de un operador humano diremos que estamos tratando con un sistema de control automático. Los ejemplos tratados van desde diferentes campos de la ingeniería a sistemas naturales que incluyen la realimentación como mecanismo básico de su funcionamiento. En este sentido son paradigmáticos los ejemplos de los diferentes lazos de realimentación que incorpora todo ser humano.

El Capítulo 4 se centra en el estudio de las señales. ¿Qué es una señal?, ¿Qué propiedades tiene?, ¿Cómo las representamos?, ¿Cómo las clasificamos?, ¿Cómo las procesamos? Todas las señales se obtienen de la observación a lo largo del tiempo del mundo físico que nos rodea utilizando un sensor o sistema de medida. También se introduce de forma concisa en el capítulo, la idea fundamental de procesamiento de señal (cómo extraer información de una señal).

El objetivo del Capítulo 5 es presentar el concepto de modelo que es básico en teoría de sistemas y en realimentación. Un modelo es una representación adecuada de un proceso real. En el capítulo se consideran ejemplos sencillos que ilustran la potencia del modelado y se muestran las propiedades estructurales de los modelos. También se describen sus mecanismos de interconexión como forma de tratar el modelado de sistemas complejos.

En el Capítulo 6 se analizan de forma breve algunas propiedades básicas en el estudio de los sistemas realimentados como son la estabilidad, la sensibilidad y la robustez. En primer lugar se presentan algunos ejemplos sencillos que ilustran las ideas básicas que están detrás de estos conceptos. La noción de estabilidad se introduce a partir de sus orígenes mecánicos para sistemas autónomos (sin entradas). Estos sistemas tienen relativamente poco interés desde el punto de vista de los sistemas de

control, pero es un buen punto de partida para comenzar el estudio de la estabilidad. La idea se concreta más en el caso de los sistemas lineales y se generaliza desde la perspectiva de un sistema dinámico general. Los conceptos de robustez y sensibilidad surgen de forma natural dentro de este contexto.

El Capítulo 7 se dedica al tema central del libro: realimentación, que es la característica más importante en cualquier sistema controlado. El término realimentación se utiliza para referirse a una situación en la cual dos o más sistemas dinámicos están conectados entre sí de forma tal que cada sistema influye sobre los otros de manera que sus dinámicas están fuertemente acopladas. Un razonamiento de tipo causal en relación con un sistema realimentado es difícil porque el primer sistema influye sobre el segundo y el segundo influye sobre el primero lo que nos lleva a un argumento de tipo circular. Por esa razón los sistemas que presentan realimentación deben estudiarse en su globalidad y no considerando cada subsistema independientemente. Una consecuencia de esto es que con cierta frecuencia la conducta de los sistemas realimentados es contra intuitiva y su estudio requiere recurrir a métodos formales que permiten comprender su funcionamiento. Al llegar a este capítulo el lector ya ha sido expuesto a la mayor parte de las ideas relacionadas con la realimentación que puede utilizarse con grandes ventajas para cambiar de forma espectacular la conducta de los sistemas a pesar del hecho de que también impone restricciones y limitaciones que deben comprenderse y evaluarse cuidadosamente.

El subsistema de control y las posibles estructuras para interactuar con el control son los temas que se abordan en el Capítulo 8. Los autores exponen las diferentes alternativas que hay para que el subsistema de control pueda comunicarse con un proceso. Se concluye que el mejor comportamiento se puede lograr cuando se consideran juntos, desde una óptica de diseño integrado, proceso y control.

En el Capítulo 9 se presentan los diferentes componentes que constituyen el subsistema de control: sensores, comunicación, filtros, actuadores, computadores y su software asociado. Se introducen de forma esquemática algunas de las opciones hardware/software que tenemos a nuestra disposición para implementar el control. Es un capítulo que muestra los aspectos tecnológicos de los sistemas de control y desde esta consideración es el que más erosión sufrirá con el transcurso del tiempo.

El Capítulo 10 está dedicado a mostrar algunas alternativas para el diseño del sistema de control. La diversidad de modelos, objetivos, restricciones y señales que intervienen en el diseño del control hacen manifiestamente imposible la enumeración de todas las opciones. El diseño de un sistema de control requiere mucha creatividad y como muy bien se argumenta en el texto no hay una única receta para garantizar el éxito. Muchas de las ideas que se exponen se ilustran utilizando las aplicaciones que se introdujeron en el Capítulo 3.

En el Capítulo 11 se exponen algunos de los beneficios que la realimentación y el control ofrecen a la sociedad. Es posible que a esta altura del texto el lector interesado pueda identificar muchos otros beneficios. En realidad se puede decir que el objetivo final del libro es mostrarnos cuanto se puede obtener por medio de un uso adecuado de la realimentación y del control y cuanto se ha logrado hasta la fecha. Para mostrar el cuadro en su total completitud también se apuntan algunos de los riesgos asociados con un mal uso de la realimentación.

Finalmente en el Capítulo 12 se abre una ventana, con mirada inquisidora, para explorar el futuro que se nos avecina. El futuro está por construir y desde esta perspectiva abierta los autores invitan al lector a unirse a la excitante aventura de contribuir a ampliar los horizontes y aplicaciones de la realimentación.

### **A quién va dirigido este libro**

*Feedback and Control for Everyone* es un libro que va dirigido a una audiencia potencial muy amplia que va desde el mundo académico hasta el que trabaja en la industria pasando por el lector simplemente ávido por conocer la problemática del control y de la realimentación. El tratamiento del libro es sorprendentemente equilibrado y accesible a una gran diversidad de lectores. Por lo tanto para esta notable variedad de audiencias el libro tiene objetivos diferentes.

Uno de los objetivos que los autores han procurado cumplir con un cuidado exquisito ha sido mantener la legibilidad del texto de forma que pueda ser usado sin excesiva dificultad por personas con diferentes niveles de formación. Predomina el estilo narrativo sobre el uso excesivo de ecuaciones y fórmulas que se dosifican de una manera admirable. Se ha prestado una atención especial a la transmisión de ideas, conceptos, motivaciones e importancia del control y la realimentación en muchos campos y actividades. Es sorprendente el gran número y diversidad de ejemplos que los autores han seleccionado para transmitir muchas de las ideas que se exponen.

Desde mi punto de vista se pueden considerar los siguientes escenarios de utilización de este texto:

1. El libro se puede utilizar como texto de lectura complementaria en cursos tradicionales de introducción al control en escuelas de ingeniería y facultades de ciencias. El esquema que los profesores podrían usar en este caso sería el de proponer a los alumnos una lectura previa de determinados capítulos del libro (particularmente los más conceptuales) antes de mostrarles los aspectos más formales y matemáticos de la materia que se suelen dar en un curso convencional.
2. También se puede emplear como texto de introducción al control y realimentación en estudios donde empiezan a incorporarse materias de esta naturaleza en los nuevos currícula (biología, economía, ciencias sociales, psicología, etc.). Por su estilo creo que sería bien recibido por estudiantes de estas carreras que tengan interés en la problemática del control.
3. Como libro de lectura para personas interesadas en los temas de control. Muy particularmente por aquéllas que trabajan desde un punto de vista práctico en la industria, este texto les proporcionará una visión alternativa y auto-contenida a un amplio rango de tópicos y principios fundamentales del control. El formato del libro facilita este tipo de lectura y acercamiento si se me permite la expresión un tanto informal y descriptiva.
4. En cursos de entrenamiento y de formación (dados por personas del mundo académico) en empresas puede servir perfectamente como texto de lectura complementaria.
5. Como libro de referencia general

### Conclusión

El libro de Albertos y Mareels es un texto notablemente claro, accesible, y actualizado que representa una aportación metodológicamente original por la que sus autores deben ser felicitados por su extraordinario esfuerzo y admirable tarea. En estos momentos, al menos en mi conocimiento, no existe un texto de características similares que tenga la misma amplitud y completitud. Los autores han mantenido un difícil equilibrio al dosificar los contenidos formativos con los meramente ilustrativos e informativos dentro de unos límites razonables de extensión. La fuerza del libro está en su enfoque sistemático para estructurar los problemas del control dentro de las corrientes e ideas que se emplean en la actualidad por la comunidad académica del control.

*Feedback and Control for Everyone* es un libro delicioso que resultará de gran valor no sólo para la comunidad del mundo académico del control y sus alumnos sino también para los practicantes. Sentí un gran placer cuando lo leí y estoy seguro que cualquier lector que se acerque a este texto con una inquietud por los problemas del control y de la realimentación compartirá conmigo estos sentimientos.

Sebastián Dormido Bencomo  
Dpto. de Informática y Automática  
Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)  
sdormido@dia.uned.es