

Alternativa Metodológica para la Enseñanza de la Teoría de Control

José Carlos Chahuara*

Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú

Resumen— En el presente artículo se propone una metodología de enseñanza del curso de Teoría de Control que muestre no solo los conceptos del curso, sino siga una metodología científica de investigación. De esta manera, se ha logrado hacer la asignatura más atractiva, y permite desarrollar habilidades y competencias que, hasta ese momento, la gran mayoría no había podido lograr. Tales habilidades y capacidades científicas son de gran importancia para la formación de un profesional, pues permiten independizarlo en la búsqueda de conocimiento y encontrar gusto por la autocapacitación.

Abstract— This article proposes a methodology for the teaching of the Control Theory assignment that covers not only the assignment topics, but also follows a scientific research methodology. In this way, the assignment has become more attractive, and has allowed the students to develop abilities and competences that until then they couldn't develop. Such abilities and scientific capacities are very important for a professional, as long as they can let professionals become independent in the search for knowledge and find attractive the auto-training.

Palabras clave— Teoría de Control, Enseñanza, Metodología, Método Científico Cualitativo, Método Científico Cuantitativo.

I. INTRODUCCIÓN

El presente artículo tiene como objetivo describir la propuesta de un método alternativo para la enseñanza de cursos de teoría de control que se basa en la experiencia práctica del estudiante a través de la participación en clase, simulaciones, experimentos y proyectos que pongan a prueba los conceptos revisados en el curso de teoría, y permitan al estudiante adquirir competencias y habilidades científicas y profesionales que los preparen, de la mejor manera, para cumplir su rol en el mundo laboral una vez que egresen de la facultad. Esta metodología ha sido desarrollada y probada por el autor,

exitosamente, a lo largo del año académico 2007 en la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

II. ANTECEDENTES

El curso de Teoría de Control ha sido siempre catalogado por los estudiantes, como un curso extremadamente teórico en el cual los conceptos que se muestran son difíciles de apreciar en el mundo real. Por otro lado, la metodología actual no tiene una organización que conduzca al estudiante a mayor objetivo que el memorizar fórmulas, resolver problemas mecánicamente y olvidar lo aprendido al cabo de algunas semanas después de finalizado el curso. El objetivo de la teoría de control es diseñar y construir sistemas físicos reales para realizar tareas específicas; y para transmitirles esta idea y hacer que la transferencia de conocimientos sea más interesante, se han seguido dos métodos alternativos durante el mismo ciclo lectivo [1].

A. Método empírico

Este método se basa en la experiencia pasada y en la repetición sucesiva de experimentos (ensayo y error). Este proceso no es el que se suele utilizar actualmente en la universidad, pero es el que más desean los estudiantes, pues su desarrollo se basa en la práctica, más que en la teoría.

B. Método analítico

Este método de estudio de la teoría de control, generalmente, consiste en 4 pasos: 1) Modelamiento, 2) obtención de ecuaciones matemáticas, 3) análisis del sistema, y 4) diseño de controladores. Si usamos matemáticas sencillas, entonces el modelo debe ser también sencillo; pero si usamos matemáticas complejas, el modelo debe ser correspondientemente complejo también, pero más realista.

En la presente propuesta, se muestra una organización del curso y una metodología de

*José Carlos Chahuara Quispe, e-mail: jchahuarq@unmsm.edu.pe

evaluación que abarque tanto el método analítico de la teoría de control como el empírico, y se utilicen técnicas de investigación para evaluar resultados de ambos métodos.

III. CONTENIDO ACTUAL DEL CURSO

Cada uno de los cursos del programa de Teoría de Control de la FIEE-UNMSM, se basa en una estructura curricular enfocada en la enseñanza de conocimiento, los temas que se tocan en gran porcentaje son los mismos que en cualquier otra universidad y están contenidos en cualquier libro del curso. Desde el punto de vista del autor de este artículo, el programa curricular debería, más allá de mostrar conocimientos, formar aptitudes en los estudiantes, tanto para la investigación como para el manejo y gestión de proyectos, complementando el curso y formando más integralmente a los estudiantes.

IV. CONTENIDO PROPUESTO DEL CURSO

Se propone que los cursos de Teoría de Control incluyan los siguientes tópicos durante su desarrollo y de forma coordinada entre las clases de laboratorio y las clases de teoría y todas serán parte de una evaluación integral:

- 1) Fundamentos y conocimientos propios del curso.
- 2) Metodología de Investigación.

A. Fundamentos y conocimientos propios del curso

El programa de teoría de control debe cubrir tanto sus ramas clásica como moderna. El contenido temático actual de la asignatura no debe ser modificado; sino reorganizado modificando el orden de los temas de la siguiente manera:

- 1) Modelamiento de sistemas (Clásico y Moderno).
- 2) Análisis de Sistemas.
- 3) Diseño de compensadores (Métodos Clásicos y Modernos).
- 4) Selección de componentes para la implementación.

Con esta nueva organización de los temas, se logrará que los estudiantes no pierdan el foco del objetivo del curso y serán capaces de relacionar, más fácilmente, los conceptos que se estudian, alcanzando competencias en los fundamentos de la teoría de control clásica y moderna; y haciéndolos capaces de aplicarlos para resolver cualquier problema al que se puedan enfrentar.

B. Metodología de Investigación

El conocimiento adquirido mediante los fundamentos y conocimientos es inútil si el estudiante no sabe utilizarlos de forma ordenada. El

tener nociones de metodología de investigación permitirá que los estudiantes conozcan métodos que les serán útiles a lo largo de su carrera profesional.

La metodología de investigación no se tocará como tema de los cursos de Teoría de control, sino que será explicada en un seminario y se facilitará bibliografía para guiar al estudiante. Su aplicación en el curso se realizará a través de tareas y problemas de diseño de controladores. Las metodologías a seguir serán la cualitativa y la cuantitativa:

1) Enfoque Cuantitativo

Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar hipótesis [2]. Siguiendo este método, el estudiante será capaz de enfrentarse a un problema concreto, fundamentarse en el marco teórico estudiado durante las clases, hacer experimentos, recolectar datos y sacar conclusiones de los mismos. Su aplicación se logrará a través del desarrollo de un proyecto de diseño de un controlador. En la experiencia seguida durante el año académico 2007, se propuso a los estudiantes el problema de que la variación del tamaño de la cinta de un cassette conforme es reproducido no ocasiona que la calidad de la música sea perjudicada. La hipótesis que desarrollaron fue que existía una forma de control que permitía la reproducción normal de los cassettes, a pesar de que la variación del tamaño de la cinta varía conforme la música se reproduce. Los estudiantes buscaron información teórica y realizaron el experimento mediante simulaciones y probaron que, efectivamente, se podía diseñar un controlador que logre mantener la calidad de la música.

2) Enfoque Cualitativo

El enfoque cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación [2]. Siguiendo este método, el estudiante recolectará datos, realizará entrevistas, revisará documentos e interactuará con la comunidad, para contestar problemas relacionados con el control y la automatización en la sociedad. Durante la experiencia del año académico 2007, se dejó a los estudiantes escoger un tema entre: Control aplicado a la agricultura, control aplicado al software, control aplicado a las ciencias administrativas, inteligencia artificial y control, entre otras, para que el estudiante pueda seleccionar uno de los temas de su interés y encontrar relaciones entre lo que se estudia en otros países y lo que se puede aplicar localmente en nuestro país.

C. Gestión de Proyectos

La gestión de proyectos reúne un conjunto de metodologías que permiten que un profesional pueda desarrollar un proyecto de forma ordenada, utilizando eficientemente los recursos y alcanzando los objetivos en los tiempos establecidos [3]. Este pilar permitirá al estudiante conocer una forma ordenada de realizar proyectos, y al igual que en el pilar de investigación, no se dedicarán horas del curso para explicar el tema, sino que se hará a través de un seminario y el acceso a bibliografía especializada. Desde luego, durante el curso, se realizará un proyecto que deberá ser gestionado con métodos de PM (Project Management).

V. ORGANIZACIÓN DEL CURSO

El curso de 16 semanas, se organizará alrededor de los fundamentos teóricos del mismo, y estará ordenado de la siguiente manera:

- 1) Modelamiento de sistemas (5 semanas)
- 2) Análisis de sistemas (4 semanas)
- 3) Diseño de compensadores (4 semanas)
- 4) Selección de componentes para la implementación (3 semanas)

El desarrollo del curso incluirá un proyecto de implementación en coordinación con el laboratorio, que será desarrollado en forma grupal y será gestionado con metodologías de PM.

Además, se incluirán dos proyectos de investigación: uno a desarrollar con técnicas cuantitativas y el otro con técnicas cualitativas. Por ejemplo, el de técnicas cuantitativas partiría de una hipótesis tal como: "Un controlador PD es el más adecuado para controlar procesos de tipo pendulares como el de una grúa", y se basaría en un desarrollo matemático y simulaciones para recolectar datos y probar la veracidad o falsedad de la hipótesis. En el caso de la investigación cualitativa, los estudiantes analizarían, por ejemplo, las implicancias de la automatización del transporte de cargas en el empleo de trabajadores portuarios o la automatización del proceso de cosecha en la agroindustria, a través de revisión de documentos y entrevistas.

VI. CALIFICACIÓN DEL CURSO

La calificación que se realiza en este curso debe ser integral, y tomará en cuenta tanto los trabajos de investigación como los exámenes y la participación en clase, con el objetivo de realizar una evaluación permanente del desempeño del estudiante durante el ciclo. La calificación se realiza de la siguiente manera:

A. Prácticas dirigidas en cada clase

El desarrollo de la clase se divide en una hora teórica, en la cual se transmiten los conceptos que permitirán al estudiante resolver problemas. La segunda hora de todas las clases es totalmente práctica y se deja a los estudiantes un grupo de problemas para

que los resuelvan grupalmente con el soporte y la guía del profesor. Cabe resaltar que no es el profesor el que resuelve los problemas, son los mismos estudiantes.

B. Trabajo inicial de revisión de conceptos

Al empezar el ciclo, muchos estudiantes no recuerdan los conceptos de los cursos anteriores; por lo cual, inmediatamente iniciado el ciclo tienen un trabajo inicial en el cual ordenan, a través de un árbol esquemático, los conceptos que recuerden de la teoría de control.

C. Tareas domiciliarias

Además del desarrollo de problemas en clase, el estudiante tiene 5 tareas de resolución de problemas a lo largo del ciclo; son 20 problemas por tarea, y se presentan a lo largo del ciclo.

D. Trabajo de investigación cuantitativa mediante simulaciones en Matlab

Es un experimento mediante el cual se probará una hipótesis para la solución de un problema discutido en clase.

E. Trabajo de investigación cualitativa

Es una investigación, principalmente bibliográfica, que permitirá al estudiante relacionar la teoría de control con su área profesional de interés y relacionar lo estudiado previamente por otros investigadores con su propio entorno de desarrollo profesional.

F. Proyecto

Aunque no se ha probado en el ciclo, la idea es desarrollar un proyecto siguiendo métodos ordenados de gestión de proyectos.

G. Exámenes

De acuerdo a lo exigido por la facultad, todos los ítems serían de dificultad media, pues no es el objetivo abrumar a los estudiantes, sino ampliar su campo de visión acerca de la teoría de control y su aplicación mediante métodos científicos.

VII. CONCLUSIONES

La metodología de enseñanza de Teoría de Control utilizada hasta el momento no ha logrado transmitir a los estudiantes los fundamentos del curso ni las competencias profesionales y científicas que deben tener para asegurar un desarrollo profesional adecuado. Por el contrario, es común que los estudiantes pasen a los cursos siguientes olvidando mucho de lo que debieron aprender. El método que se propone en este artículo ha logrado generar interés en los estudiantes y mostrarles técnicas de desarrollo de problemas que no conocían y que pueden aplicar en sus trabajos y en su vida profesional. La respuesta de los estudiantes ha sido buena también para la calificación integral, lo cual ha asegurado que aquellos que se esfuerzan a lo largo

del ciclo tengan más oportunidades de aprobar que aquellos que estudian solo unas semanas antes del examen. Desde el punto de vista del autor, no es el desinterés del estudiante el que lo lleva a fracasar en un curso, sino que son las metodologías las que no son las adecuadas, la organización de los temas y la relación entre ellos, y, efectivamente, el resultado obtenido tanto en la cantidad de estudiantes que aprobaron el curso como el nivel de conocimiento que han mantenido durante los cursos posteriores, ha sido muy satisfactorio.

Incluso la realimentación obtenida ha permitido conocer lo satisfechos que se sienten los estudiantes al sentir que sus habilidades y competencias se han incrementado, y que adquieren conocimientos que les son y les serán útiles durante su vida profesional.

Como un segundo paso para mejorar la metodología de enseñanza de este curso en la facultad, durante el año 2008, se relacionará mucho más el curso de teoría con el de laboratorio, pues existe el problema de que ambos están demasiado desligados.

REFERENCIAS

- [1] Chi - Tsong Chen. *Analog & Digital Control Systems Design*. Saunders College Publishing.
- [2] Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández-Collado, Pilar Baptista Lucio. *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill, 2006.
- [3] Michael C. Thomsett. *The little black book of project management*. Amacom, 2nd Edition, 2002.
- [4] Armando Rugarcía Torres. *Hacia el mejoramiento de la Educación Universitaria*. Universidad Iberoamericana, 1994.