



Universidad Ricardo Palma
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ELECTRONICA

PLAN DE ESTUDIOS 2006-II

SÍLABO

1. DATOS ADMINISTRATIVOS

- 1.1 Nombre del curso : **CONTROL II**
- 1.2. Código : CE 0804
- 1.3. Tipo de curso : Teórico, Práctico, Laboratorio
- 1.4. Área Académica : Control
- 1.5. Condición : Obligatorio
- 1.6. Nivel : VIII Ciclo
- 1.7. Créditos : 3
- 1.8. Horas semanales : Teoría: 1, Práctica: 2, Laboratorio: 2
- 1.9. Requisito : Control I (CE 0704)

- 1.10. Semestre Académico : 2010 - I
- 1.11. Profesores : Oscar Penny Cabrera

2. SUMILLA.

Naturaleza de la Asignatura

El curso Control II corresponde al Octavo semestre del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Electrónica. Es de naturaleza teórica práctica complementada con soluciones por computadora.

Objetivos de la Asignatura

El alumno al final del curso será capaz de sintetizar un modelo de planta o proceso discreto a ser controlado digitalmente, analizar su estabilidad y compensar el sistema sobre la base de requerimientos de diseño, utilizando variables de estado.

Resumen Unidades Temáticas

ESTABILIDAD DE LOS SISTEMAS EN EL DOMINIO DEL TIEMPO. VALORES CARACTERÍSTICOS DE SISTEMAS. (EIGENVALUE).

CONCEPTOS GENERALES DE COMPENSACIÓN. TIPOS DE COMPENSADORES. COMPENSACIÓN EN ADELANTO DE FASE. COMPENSACIÓN EN ATRASO DE FASE. CONSECUENCIAS DE LA COMPENSACIÓN EN EL DIAGRAMA DE NYQUIST Y EN EL LUGAR DE LAS RAÍCES (ROOT LOCI).

CONCEPTOS SOBRE VARIABLES DE ESTADO. REPRESENTACIÓN MEDIANTE VARIABLES DE ESTADO DE SISTEMAS DESCRITOS POR ECUACIONES DIFERENCIA-

LES LINEALES. APLICACIONES A SISTEMAS MULTI ENTRADA MULTI SALIDA. (SISTEMAS MIMO).

LA MATRIZ DE TRANSICIÓN Y LA SOLUCIÓN DE SISTEMAS POR VARIABLES DE ESTADO. APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE LAPLACE PARA LA SOLUCIÓN DE SISTEMAS POR VARIABLES DE ESTADO. ESTIMA DE LA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA DE PROCESOS EN BASE A LAS ECUACIONES DE ESTADO Y DE SISTEMA.

EL PROBLEMA DE LA CONTROLABILIDAD Y LA OBSERVABILIDAD. EJEMPLOS DE APLICACIONES A MODELOS ELÉCTRICOS, DINÁMICOS, HIDRÁULICOS ETC.

COMPENSACIÓN USANDO MÉTODOS ANALÍTICOS Y COMPUTACIONALES. DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL EN EL DOMINIO DEL TIEMPO. RETROALIMENTACIÓN DE VARIABLES DE ESTADO. CONTROL OPTIMO (MÉTODOS VARIOS ITEA, BESSEL ETC.).

NOCIONES SOBRE SISTEMAS DE CONTROL DIGITALES. LA TRANSFORMADA "Z" Y SU INVERSA. PROPIEDADES DE LA TRANSFORMADA "Z" Y SU APLICACIÓN EN SISTEMAS. EL CÍRCULO UNITARIO. SOLUCIÓN DE SISTEMAS DE SEGUNDO ORDEN DIGITALES. APLICACIÓN DE LA TRANSFORMADA "Z" A LOS SISTEMAS DE SEGUNDO ORDEN. COMPARACIÓN ENTRE SOLUCIONES CONTINUAS Y DISCRETAS DE SISTEMAS DE SEGUNDO ORDENCOMPENSACIÓN DIGITAL.

NOCIONES DE CONTROL ROBUSTO

3. COMPETENCIAS DE LA CARRERA

El curso aporta al logro de las siguientes competencias de la carrera:

- 3.1** Analizar, diseñar, especificar, modelar, seleccionar y probar circuitos, equipos y sistemas electrónicos analógicos y digitales, con criterio para la producción industrial y uso comercial.
- 3.2** Evaluar, desarrollar, adaptar aplicar y mantener tecnologías electrónicas, en telecomunicaciones, en automatización, en bioingeniería, resolviendo problemas que plantea la realidad nacional y mundial.
- 3.3** Desarrollar estrategias de autoaprendizaje y actualización para asimilar los cambios y avances de la profesión y continuar estudios de posgrado.

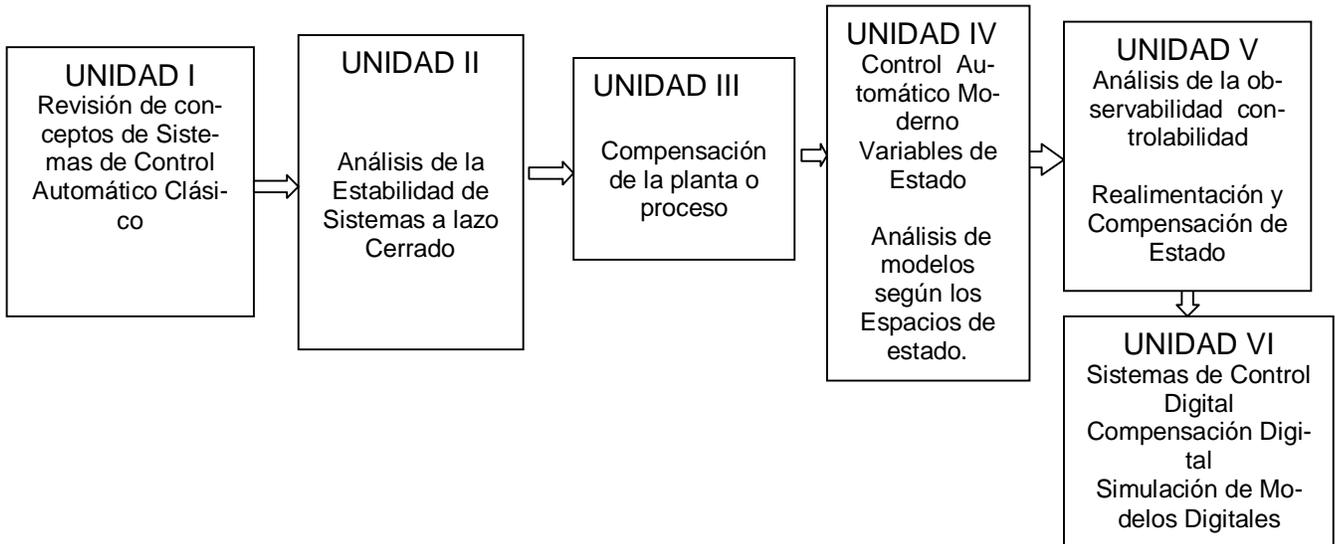
4. COMPETENCIAS DEL CURSO

- 4.1** Conocer los conceptos fundamentales de sistemas de control moderno a lazo abierto y luego realimentados y la fundamentación matemática básica para su análisis y diseño, comprendiendo que es la base necesaria del curso.
- 4.2** Formular modelos matemáticos de componentes y sistemas físicos en base al concepto de variables de estado, comprendiendo que es el paso fundamental para el entendimiento de control moderno.
- 4.3** Analizar y simular por computadora la respuesta transitoria y estacionaria, así como establecer las condiciones para la estabilidad de los sistemas de control, valorando los resultados en función del problema físico resuelto. Comprender los

principios de funcionamiento de los Sistemas de Control Moderno, con sus aplicaciones en la compensación análoga.

4.4 Conocer y aplicar los conceptos de Control Digital y aplicaciones de diseño de controladores digitales.

5. RED DE APRENDIZAJE



6. PROGRAMACIÓN SEMANAL DE LOS CONTENIDOS

UNIDAD TEMÁTICA N° 1 : Revisión de conceptos de Sistemas de Control Automático Clásico

Logro de la unidad:

Revisa los conceptos fundamentales de sistemas de control realimentados y la fundamentación matemática básica para su análisis y diseño, comprendiendo que es la base necesaria del curso de Control Automático Moderno.

N° de horas: 05

Semana	Contenidos	Actividades de aprendizaje
1	Introducción al concepto de Control Automático Clásico, mediante una revisión global de todas las herramientas que nos ofrece la teoría de los Sistemas de Control.	Exposición del profesor con aplicaciones. Participación de alumnos con preguntas. Introducción al Simulink de MATLAB.

UNIDAD TEMÁTICA N° 2 : Análisis de la Estabilidad de Sistemas a lazo Cerrado

Logro de la unidad:

Formula los conceptos para el análisis de la ganancia K crítica a lazo cerrado, a partir del cual, el sistema de estado se hace inestable.

Formula los conceptos para el análisis de la ganancia K para un error al estado estacionario dado para distintas formas de señal de ingreso.

Establece nuevas bases para el análisis de la estabilidad del sistema de estado a lazo cerrado haciendo uso de los distintos métodos de Nyquist, Bode, Evans etc.

N° de horas: 5

Semana	Contenidos	Actividades de aprendizaje
2	Análisis de estabilidad de Sistemas de Estado a lazo cerrado. Análisis del K crítico, a partir del cual, el sistema se hace inestable Análisis del K para un error al estado estacionario dado para distintas formas de señal de ingreso. Discusión sobre la estabilidad del sistema a lazo cerrado haciendo uso de los distintos métodos de Nyquist, Bode, Evans etc...	Exposición del profesor con aplicaciones. Discusión de problemas. Solución de Sistemas de Estado con MATLAB y el Simulink del Matlab Aplicaciones en MATHCAD.

UNIDAD TEMÁTICA N° 3 : Compensación de la planta o proceso**Logro de la unidad:**

Formular los conceptos para el entendimiento de los Compensadores PID, compensadores de Fase y Compensadores de Realimentación de Estado.

N° de horas: 5

Semana	Contenidos	Actividades de aprendizaje
3	Compensadores PID Compensación de Fase Diseño compensadores de Fase en Adelanto. Diseño compensadores de Fase en Atraso.	Exposición del profesor con aplicaciones. Discusión de problemas. Solución de Sistemas de Estado con MATLAB y el Simulink del Matlab Aplicaciones en MATHCAD.

UNIDAD TEMÁTICA N° 4 : Control Automático Moderno. Variables de Estado. Análisis de modelos según los Espacios de Estado.

Logro de la unidad: Formula modelos matemáticos de componentes y sistemas físicos en base al concepto de variables de estado, comprendiendo que es el primer paso para el análisis de sistemas de control moderno.

N° de horas: 10

Semana	Contenidos	Actividades de Aprendizaje
4	Concepto de las Variables de Estado y su empleo	Exposición del profesor con aplicaciones. Discusión de problemas. Solución de Sistemas de Estado con MATLAB y el Simulink del Matlab. Aplicaciones en MATHCAD.
5	Análisis de modelos según las variables de estado. Deducción de las ecuaciones de equilibrio electromecánico. Elección de las variables de estado en un modelo. Enunciado de las ecuaciones de estado indicando las matrices A y B. Enunciado de las ecuaciones de sistema (o de salida). , indicando las matrices C y D	Exposición del profesor con aplicaciones. Discusión de problemas. Solución de Sistemas de Estado con MATLAB y el Simulink del Matlab. Aplicaciones en MATHCAD.

UNIDAD TEMÁTICA N° 5 : Análisis de la observabilidad controlabilidad. Realimentación y Compensación de Estado

Logro de la unidad:

Formula los conceptos para el entendimiento de la base de control automático moderno que son los problemas planteados por KALMAN (observabilidad) y ACKERMANN (controlabilidad).

Formula los conceptos para hallar la función de transferencia de una planta correspondiente a modelos en base a variables de estado, el análisis de la ecuación característica y las raíces de un sistema a lazo abierto.

N° de horas: 15

Semana	Contenidos	Actividades de Aprendizaje
6	Análisis de la observabilidad y controlabilidad. Aplicación del grafo a un sistema a lazo abierto. Análisis de la observabilidad en un sistema Análisis de la controlabilidad en un sistema.	Exposición del profesor con aplicaciones. Discusión de problemas. Solución de Sistemas de Estado con MATLAB y el Simulink del Matlab. Aplicaciones en MATHCAD. Práctica calificada N° 2
7	Análisis de la planta mediante la Teoría de variables de Estado. Hallar la función de transferencia de una planta correspondiente a modelos en base a variables de estado Hallar la ecuación característica y las raíces de un sistema a lazo abierto.	Exposición del profesor con aplicaciones. Discusión de problemas. Solución de Sistemas de Estado con MATLAB y el Simulink del Matlab Aplicaciones en MATHCAD.
8		Examen Parcial.
9	Análisis de la compensación por realimentación de variables de estado de sistemas de control Diseño de un compensador haciendo uso de la realimentación de las variables de estado y haciendo uso de cualquier teoría para este fin. (ITEA y Batido Muerto). Realizar el esquema de control, a lazo cerrado, comprendiendo las realimentaciones de estado y el compensador correspondiente. Simulación del comportamiento de la compensación por realimentación de variables de estado haciendo uso del MATLAB	Exposición del profesor con aplicaciones. Discusión de problemas. Solución de Sistemas de Estado con MATLAB y el Simulink del Matlab Aplicaciones en MATHCAD.

10	Análisis de casos de compensación con ejemplos prácticos. Simulación en el Computador.	Exposición del profesor con aplicaciones. Discusión de problemas. Solución de Sistemas de Estado con MATLAB y el Simulink del Matlab Aplicaciones en MATHCAD.
----	---	--

UNIDAD TEMÁTICA N° 6 : Sistemas de Control Digital. Simulación de Modelos Digitales

Logro de la unidad:

Aplica la Transformada Z a Sistemas de Control permitiendo el análisis de los Sistemas de Control Digital.

Formula los conceptos para el Diseño de los Controladores Digitales haciendo uso de la Teoría de Controladores PID Fase y de Realimentación de Estados.

Semana	Contenidos	Actividades de Aprendizaje
11	Sistemas de Control Digital. La transformada Z y sus aplicaciones. Digitalización de un sistema a lazo cerrado	Exposición del profesor con aplicaciones. Discusión de problemas. Solución de Sistemas de Estado con MATLAB y el Simulink del Matlab Aplicaciones en MATHCAD. Práctica calificada N° 2
12	Transformación de Compensadores Análogos en Digitales. Método de las Diferencias. Método de la Respuesta Invariante al Impulso Unitario Método de la Transformada Bilineal o de Tustín.	Exposición del profesor con aplicaciones. Discusión de problemas. Solución de Sistemas de Estado con MATLAB y el Simulink del Matlab Aplicaciones en MATHCAD.
13	Simulación de un Sistema Digital compensado por realimentación de estado. Digitalización de un Compensador de Estado, haciendo uso de una frecuencia de muestreo dada. Realización de un esquema de simulación haciendo uso del MATLAB SIMULINK y mostrar el funcionamiento del compensador hallado.	Exposición del profesor con aplicaciones. Discusión de problemas. Solución de Sistemas de Estado con MATLAB y el Simulink del Matlab Aplicaciones en MATHCAD.

14	Simulación de un Sistema Digital Compensado por fase : Digitalización de un Compensador de fase, haciendo uso de los tres métodos clásicos, usando una frecuencia de muestreo seleccionada bajo criterios experimentales. Realización de un esquema de simulación haciendo uso del MATLAB SIMULINK y mostrar el funcionamiento del compensador hallado.	Exposición del profesor con aplicaciones. Discusión de problemas. Solución de Sistemas de Estado con MATLAB y el Simulink del Matlab Aplicaciones en MATHCAD.
15	Análisis de diseños y aplicaciones de Sistemas de Control Análogos y Digitales.	Exposición del profesor con aplicaciones. Discusión de problemas. Solución de Sistemas de Estado con MATLAB y el Simulink del Matlab Aplicaciones en MATHCAD.
16		Examen Final.
17		Examen Sustitutorio.

7. TÉCNICAS DIDÁCTICAS

La asignatura se desarrolla en tres modalidades didácticas:

- 7.1. Clases teóricas: Se desarrollan mediante exposición del profesor cumpliendo el calendario establecido. En estas clases se estimula la participación activa del estudiante, mediante preguntas, solución de problemas, discusión de casos, búsqueda de información bibliográfica y por Internet.
- 7.2. Clases prácticas: Se desarrollan con la finalidad de desarrollar las habilidades y actitudes descritas en las competencias. Se plantean ejercicios y casos a ser resueltos con los conocimientos adquiridos en las clases teóricas.
- 7.3. Clases de laboratorio: Se realizarán con el software adecuado que permita al alumno visualizar los aspectos más importantes del análisis de un sistema de control de tiempo continuo. Los casos a resolver se entregarán con anticipación para que los informes incluyan investigación, actualización y conocimiento profundo del mismo.

Los equipos como computador y proyector multimedia y los materiales como el texto, separatas, software y el aula virtual permitirán la mejor comprensión de los temas tratados.

8. EQUIPOS Y MATERIALES

8.1 Equipos e Instrumentos

Proyector multimedia
Computadora personal.

8.2 Materiales

Tizas. Plumones. Separatas del curso en el aula virtual.

9. EVALUACIÓN

9.1 Criterios

El sistema de evaluación es permanente. Comprende evaluaciones de los conocimientos, habilidades y actitudes.

Para evaluar los conocimientos se utilizan las prácticas calificadas y exámenes. Para evaluar las habilidades se utilizan adicionalmente a las anteriores las intervenciones orales, exposiciones y el trabajo de laboratorio.

Para evaluar las actitudes, se utiliza la observación del alumno, su comportamiento, responsabilidad, respeto, iniciativa y relaciones con el profesor y alumnos.

Igualmente, para la evaluación del rendimiento de los alumnos, será tomada en cuenta, la asistencia de los alumnos a clase y el ingreso al aula virtual del curso.

La redacción, orden y ortografía influyen en la calificación de las pruebas escritas.

En la calificación de los trabajos de laboratorio se tiene en cuenta la puntualidad, las exposiciones de los trabajos, intervenciones orales, comportamiento, responsabilidad e iniciativa.

Los instrumentos de evaluación del curso son :

1. Prácticas calificadas (P): Son dos.
2. Trabajos de laboratorio (L): Son ocho, no se elimina ninguna.
3. Exámenes (E): Son tres, examen parcial (EP), examen final (EF) y examen sustitutorio (ES).

9.2 Fórmula

La nota final se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$NF = \frac{(EP + EF + \left(\frac{P1 + P2}{2} \right) + \frac{(L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8)}{8})}{3}$$

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y OTRAS FUENTES

Dorf, R. – Bishop, R. , **Sistemas de Control Moderno** , 2005, 10ª edición , Pearson Educación S.A., Madrid, España, 888 páginas .

Ogata, K. , **Ingeniería de Control Moderna** , 2005, 4ª edición , Prentice Hall International , Madrid, España, 965 páginas.

Kuo, B. – Golnaraghi, F. **Automatic Control Systems** , 2003, 8ª edición , John Wiley & Sons, Inc, USA , 609 páginas.

Franklin, G. – Powell, J. – Emami-Naeini, A. , **Feedback Control of Dynamic Systems** , 2002, 4ª edición , Prentice Hall International , USA, 618 páginas.

REVISTAS

IEEE Transactions on Control Systems Technology.

IEEE Transactions on Control Systems Magazine.

IEEE Transactions on Automatic Control.

REFERENCIAS EN LA WEB

1. www.mathworks.com
2. www.control-automatico.net
3. www.prenhall.com/dorf