

# **EL32C - Análisis de Redes II**

## **Trabajo de Laboratorio**

Profesor: Pablo Estévez

Profesor Auxiliar: Rodrigo Flores

Ayudantes de Laboratorio: Leonardo Causa, Víctor Castañeda.

Semestre: Primavera 2004

### **Introducción**

La carrera de ingeniería eléctrica se caracteriza por el constante desafío dado por los rápidos cambios tecnológicos. Por tanto, un buen ingeniero debe poseer sólidos conocimientos teóricos que le permitan absorber tales cambios. Por otra parte, siendo la electrónica una herramienta básica, es imprescindible que los estudiantes de ingeniería eléctrica complementen sus conocimientos teóricos adquiridos en clases, con aquél adquirido de experiencias prácticas de laboratorio.

Con el propósito de introducir a los estudiantes al diseño, montaje y prueba de circuitos electrónicos, se ha dispuesto que los estudiantes implementen un circuito electrónico durante el semestre. Para ello los alumnos podrán seleccionar uno de los proyectos de la lista que se adjunta, formando grupos de trabajo de 2 ó 3 personas según corresponda. Los alumnos pueden proponer sus propios proyectos si así lo desean, los que tendrán que ser validados por el profesor del curso y el encargado del laboratorio de proyectos electrónicos.

### **Objetivos**

- Aprender los aspectos técnicos involucrados en el diseño de circuitos electrónicos.
- Poner en práctica y complementar los conocimientos teóricos adquiridos.
- Familiarizarse con el manejo de los dispositivos electrónicos más comunes.
- Conocer la disponibilidad y precio de los elementos en el mercado nacional.
- Obtener las hojas de características de los distintos elementos.
- Contrastar el comportamiento teórico del circuito, apoyado en simulaciones en MULTISIM, con el resultado de la experiencia de laboratorio.

## Planificación

- 13/08: Introducción al trabajo de laboratorio y entrega de proyectos.
- 20/08: Plazo final para la definición de los grupos (prioridad en la elección de tema por orden de llegada).
- 27/08: Entrega del preinforme1
- 10/09: Entrega del preinforme2
- 24/09 y 22/10: Trabajo de laboratorio (G1)
- 01/10 y 29/10: Trabajo de laboratorio (G2)
- 08/10 y 05/11: Trabajo de laboratorio (G3)
- 19/11: Entrega informe final.

## Evaluación

La evaluación del trabajo de laboratorio considerará tres metas con distinta ponderación:

- Preinforme: Preinforme1, Preinforme2 (20%)
- Informe Final (40%)
- Trabajo en el Laboratorio (Asistencia Obligatoria y con interrogación oral) (40%)

**Nota:** La nota del laboratorio es personal, luego si un alumno falta o se ausenta al laboratorio sin justificación alguna, éste reprobará el ramo. Esto sin perjuicio de que el resto del grupo esté bien calificado.

## Preinforme

El preinforme es un documento preliminar que apunta a las acciones básicas a seguir durante el trabajo de laboratorio.

Estos apuntes son esenciales para mantener una metodología durante el trabajo, pues contempla toda la información necesaria, sirviendo entonces como guía.

El preinforme debe contener y detallar los aspectos teóricos involucrados en el diseño, y simulaciones en la aplicación MULTISIM, así como las hojas de características de los elementos principales. El programa MULTISIM se encuentra disponible en el Laboratorio de Electrónica en el Edificio de Electro-Tecnologías.

Una forma fácil de explicar cuál es el contenido necesario del preinforme es responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué se va a utilizar? : Una vez que se cuenta con un desarrollo teórico y las simulaciones correspondientes, se debe listar exactamente todos los elementos requeridos. Esto ayuda a transformar valores teóricos en reales pues, por ejemplo una resistencia de  $133K\Omega$  no existe. Se pide también especificar los precios de cada uno de estos elementos en el mercado local.
- ¿Cómo funciona el circuito? : Antes de proceder a implementar un circuito se debe comprender su funcionamiento. Primero se debe explicar el circuito a nivel de diagrama de bloques. Luego se debe simular el circuito completo en MULTISIM.
- ¿Cómo se conecta? : En general, cuando se implementa un diseño electrónico, muchos elementos corresponden a circuitos integrados, p.ej. el OpAmp. Por tanto se debe incluir un detallado diagrama de conexión, y en el caso de las pastillas, explicitando conexiones pin a pin. Importante es anexar las hojas de características, proporcionadas por los fabricantes, de tales chips.
- ¿Cómo y cuándo se hace? : Para evitar errores, se debe detallar todas las acciones a seguir incluyendo pruebas para la detección de errores. No se debe implementar todo el circuito de una vez pues lo más probable es que no funcione. En caso de no funcionar, resulta muy difícil reconocer que conexión está mal realizada o que elemento no está funcionando correctamente. Para evitar esto, se debe armar el circuito por partes, cuando se verifica el funcionamiento de una, se prosigue con la otra. En cada etapa se debe verificar el correcto funcionamiento de los elementos.
- ¿Qué se espera? : Para poder verificar las distintas etapas de implementación se debe contar con un resumen de acciones esperadas, detallando por ejemplo los valores y formas teóricas esperada de las curvas cuando se realizan ciertas mediciones (basándose para esto, en las simulaciones hechas en MULTISIM). Explicar por qué debe ocurrir lo esperado y, cuando corresponda y si se puede, hacer una reseña sobre bajo qué condiciones, tal curva o valor va a cambiar y por qué.
- Otros: Cualquier otra observación o punto que parezca importante al momento de estar implementando el proyecto (desde el punto de vista personal) debe ser explicitado. (Cometer un error que se había pensado que podría ocurrir, pero en el momento no se recordó, es lamentable.).

Aunque el preinforme no conforma parte integral de las fases de elaboración de un proyecto, para quien ejecuta un proyecto electrónico, la redacción de un documento de este tipo resulta una guía fundamental.

Siendo entonces este documento de gran utilidad, cada grupo de trabajo debe contar con el propio para que pueda guiar su experiencia. Además antes del día de laboratorio se debe presentar una copia que ha de ser entregada corregida al encargado de laboratorio.

El preinforme requerido para la realización de las experiencias de laboratorio ha sido

dividida en dos partes: preinforme1 y preinforme2, el detalle del contenido de cada uno de estos informes se detallan a continuación.

### **Contenido del Preinforme 1**

1. Introducción:
2. Marco teórico del proyecto: Funcionamiento general del proyecto a realizar y los principios de funcionamiento del circuito. Además debe presentarse el esquemático del circuito.
3. Diagrama de Bloques: El diseño de un circuito electrónico normalmente se hace por bloques, cada uno con una función específica. Especificar el diagrama de bloques. Explicar el funcionamiento de cada bloque y del circuito completo.
4. Elementos y sus precios: Identificar los elementos a utilizar y averiguar su precio en el mercado nacional. Si no se encuentra un elemento específico se debe buscar su reemplazo equivalente (cross references). En la página web del curso se publicarán enlaces de utilidad.
5. Data sheets: Adjuntar hojas de características de los elementos a utilizar. Identificar los parámetros de los elementos, máximos permitidos de voltaje y corriente.
6. Bibliografía: Indicar las diversas fuentes (libros, apuntes, revistas, internet) que se han usado para el desarrollo del preinforme. Señalar autor, título, fuente, volumen, páginas, año.

### **Contenido del preinforme 2**

1. Introducción:
2. Análisis teórico del circuito: Desarrollo y análisis matemático de los circuitos. Determinación de los puntos de operación y rango de valores de las variables de circuito.
3. Simulación: Simulación por bloque (puede ser realizado en PSPICE) y simulación del circuito completo (si es que es posible, en forma **obligatoria** en MULTISIM). Comparación con los resultados teóricos.
4. Diagrama esquemático con la conexión física de los elementos reales (conexión pin a pin).
5. Pasos a seguir en el laboratorio: Definir elementos e instrumentos a usar. Definir procedimiento de montaje del circuito. Método de comprobación de errores. Definir el procedimiento de medida de las variables de interés.
6. Conclusiones: En relación con el objetivo del preinforme que es saber qué debería hacer el circuito y cómo proceder para que su implementación sea exitosa. Otro aspecto a abordar es lo aprendido en forma personal y grupal con este preinforme.
7. Bibliografía: Indicar las diversas fuentes (libros, apuntes, revistas, internet) que se han usado para el desarrollo del preinforme. Señalar autor, título, fuente, volumen, páginas, año

8. Anexos: Incluir el preinforme1 corregido.

## **Trabajo de Laboratorio**

Para el desarrollo de un proyecto se requiere metodología y trabajo, pero especialmente constancia y por sobre todo orden.

Es muy importante la actitud que se presenta al momento de trabajar. El respeto a los compañeros es trascendental pues el laboratorio es compartido por muchas personas, y probablemente por alumnos de otros cursos. Un error o, peor aún, un accidente puede ocurrir si alguien por descuido se tropieza, empuja, derrama o enchufa donde no debía.

Se aconseja que antes de energizar cualquier circuito, se esté seguro de lo que se está haciendo. En caso contrario, siempre es mejor consultar al encargado de laboratorio para evitar que algún alumno salga lastimado o algún equipo quemado.

## **Informe final**

Al contrario del preinforme, el informe final no es de gran ayuda para el diseñador pero si lo es para los inversionistas, vendedores, usuarios e ingenieros que continúen con vuestro trabajo.

Este debe reportar el circuito al detalle, recalcando especialmente los factores más importantes al momento de diseño e implementación, además de un contraste entre éstos. Lo anterior debido a que muchas veces se utilizan más recursos en la implementación que los considerados en el diseño.

Se debe informar sobre las mediciones más importantes y los puntos de operación empíricos específicos del circuito implementado. Es decir por ejemplo, cuánta potencia consume el sistema, cuales son las impedancias de entrada y salida, cuales son las frecuencias de corte y central de cada filtro. Si se produce alteraciones inesperadas en la señal de salida (bajo que condiciones y, si se conoce, por qué).

La idea es que el informe incluya todos los valores y curvas que faciliten futuras instalaciones y aplicaciones. Importante es que ésta información no debe ser tanta que confunda al lector. Páginas y páginas de gráficos sin explicación sólo confunden al lector (Se debe tratar de incluir la mayor cantidad de información linealmente independiente y muy bien explicada)

En resumen, es apropiado que el cuerpo del documento incluya lo justo y necesario, con cada figura referenciada y explicada. Información extra, de utilidad para lectores que deseen profundizar sobre ecuaciones, más resultados o gráficos, debe ser anexada al final del documento.

Una tabla de contenidos apropiada para un reporte final es mostrada en el Anexo. En ésta se incluyen varios tópicos que pueden no ser aplicables para el informe del presente proyecto. Notar que es sólo un ejemplo, el autor es quien organiza su propio documento salvo por:

- El documento está dirigido para personas relacionadas al tema pero no necesariamente ingenieros eléctricos. La redacción debe ser breve y al punto. Un informe no es una obra

literaria, por el contrario, debe ser una herramienta para quienes quieran repetir la experiencia, comprar el producto o instalarlo.

- Todo lo que aparece en el reporte es empírico y por ende demostrable e implementable. Esto implica que la redacción es en tercera persona singular pasiva (se hizo, se intentó, se conectó, etc.) pues los fenómenos ocurren en general, no es alguien en particular que hizo que ocurrieran.
- Cualquier dato, comentario, implicancia, razonamiento personal, etc. que provenga del pensamiento particular del autor del documento, deben ser incluidas al final del documento en un acápite denominado para tales propósitos.
- Notar que las conclusiones caen dentro del conjunto anterior pues cualquier interpretación de los datos es producto propio, no son un hecho. Otra persona puede realizar la misma experiencia, obtener datos similares y concluir cosas diferentes.
- Debido a que es en las conclusiones donde se puede realmente desarrollar ideas, éste es el capítulo que efectivamente muestra la comprensión, aprovechamiento de la experiencia, además del dominio de conceptos teóricos por parte de él o los autores.

### **Anexo: Tabla de contenidos propuesta para el informe final**

1. Introducción
2. Descripción Técnica
  - a. Hardware
  - b. Software
3. Operación del Sistema
  - a. Implementación
  - b. Modo de Operación
4. Especificaciones Técnicas
5. Implementación del Circuito:
  - a. Correcciones al circuito
  - b. Reparación de errores o problemas que surgieron
  - c. Resultados experimentales
6. Conclusiones y Discusiones

- a. Con respecto a los objetivos planteados
- b. Alcances e Implicancias del Proyecto
- c. Diferencia diseño implementación
- d. Contrastar resultados experimentales con teóricos y simulados
- e. Comentarios Finales

## 7. Bibliografía

## 8. Anexos

- a. Anexo A: Hojas de datos
- b. Anexo B: Otros