

Guía de Trabajo Práctico de Análisis de Circuitos 86.04

Marco del trabajo

El trabajo práctico es una instancia de aprendizaje que desarrolla el estudiante durante la cursada de la materia, y es condición necesaria tenerlo completo y aprobado, con firma del JTP, antes de presentarse a rendir el examen escrito al final del curso. El estudiante dispone de un tutor al cual podrá hacer consultas en los horarios establecidos, y eventualmente se harán consultas al tutor por correo electrónico.

Condiciones de entrega, aprobación y calificación del trabajo práctico

Para la aprobación del trabajo práctico se debe realizar el diseño del filtro de acuerdo a todas las especificaciones dadas, y se deben hacer todos los análisis posteriores que verifican el funcionamiento del circuito por simulación (obligatorio) y medición (optativo).

El trabajo práctico está aprobado cuando:

- El tutor asignado ha informado al estudiante y al JTP que el trabajo está completo, y
- El JTP ha firmado la aprobación en la “carátula oficial” del trabajo.

En caso de ser necesario, se autorizará al estudiante a presentarse a rendir examen escrito sin la firma del JTP en la carátula, pero aún será condición necesaria tener la “aprobación virtual” (por email) de parte del tutor y del JTP. En ese caso, el JTP firmará la carátula el mismo día del examen.

Entre los contenidos mínimos (más abajo) se indican entrega parciales al tutor. Estas entregas son hitos en el proceso de diseño, porque requieren una revisión y determinan los pasos a seguir (continuar o rediseñar alguna parte). Cualquier avance que se haga de los contenidos siguientes sin tener el visto bueno de la entrega parcial, podrá ser ignorado por el tutor hasta tanto se evalúe la entrega parcial.

En todos los casos, el tiempo mínimo entre la aprobación o “aprobación virtual” y la evaluación escrita a la cual se presenta el estudiante, es de 1 semana. Este plazo debe servir al estudiante para planificar su avance en el TP.

Cuando el trabajo práctico está finalizado, la calificación es “Aprobado”, y sólo en caso de armarse y medirse el circuito satisfactoriamente se califica al trabajo con calificación numérica. La calificación del trabajo práctico, al igual que las de los exámenes escritos, aporta a la calificación final de la materia, en la instancia de examen oral, con el Profesor responsable de la materia.

Software de cálculo y simulación

El programa a utilizar para la realización de cálculos, como así también para la confección del informe del diseño, es el Mathcad 2001 Enterprise (311). El programa a utilizar para la realización de simulaciones de circuitos es el Orcad 9.2.38.

El uso de cualquier otro programa debe ser pactado con el tutor asignado, antes de comenzar el TP.

En Mathcad, recomendamos usar nombres cortos para variables, reservando el uso de las variables "s" y "t" para las operaciones que involucran antitransformada simbólica de Laplace en la parte final del trabajo práctico. Asimismo se recomienda economizar el uso de recursos en Mathcad, para mantener la eficiencia de los cálculos y el tamaño de los archivos en niveles útiles. Esto significa,

evitar hacer definiciones de variables que no sean estrictamente necesarias, sólo importar imágenes en 16 colores o tonos de gris, hacer todas las definiciones en forma simbólica (sin usar puntos decimales).

Los únicos archivos de Orcad a entregar son aquellos con formato OPJ, DSN y SIM. Incluir otros archivos implica el envío de correos con tamaño excesivo.

Contenidos mínimos de la entrega del trabajo práctico

La entrega del informe en Mathcad incluye las siguientes etapas.

Interpretación de especificaciones y planteo del problema de diseño a resolver

1. Descripción de formas de onda de entrada y salida en dominio de tiempo discreto. *Ver tutorial “Escribiendo entrada y salida.mcd”.*
2. Exportación de archivo de texto con la forma de onda de entrada para futuras simulaciones en Orcad, y creación de un proyecto de simulación donde se visualice la señal exportada. *Ver video tutorial “Mathcad a Orcad.rar”.*
3. Análisis de régimen permanente basado en FFT (transformada rápida de Fourier). *Ver tutorial “Análisis de señales mediante FFT.mcd”.*
4. Análisis de otras especificaciones.

Propuesta de diseño

5. Justificación del tipo de transferencia propuesta para resolver el problema.
6. Propuesta de transferencia matemática $H(s)$, a partir de parámetros (Q , W_o , H , etc), utilizando tipos de filtro estudiados en la materia.
7. Filtrado de la señal de entrada con la transferencia $H(s)$ propuesta. *Ver tutorial “Filtrado de señal de entrada.mcd”.*
8. Verificación de especificaciones de la señal de salida. Consiste en una verificación cualitativa o gráfica (superponiendo forma de onda de salida obtenida con la referencia del enunciado), y verificaciones cuantitativas de la amplitud de la señal y sus armónicos, y del nivel de “ruido” o armónicos no deseados. Lograr un nivel de “ruido” inferior al objetivo, pero no inferior al 80% del objetivo. *Ver tutorial “Cálculo de ruido.mcd”.*
9. Entrega parcial al tutor.
10. Implementación circuital de las etapas de filtrado, calculando y eligiendo capacitores de la serie E12 y resistores de la serie E96. Propuesta de transferencia matemática $H_n(s)$, como función de los elementos de circuito comerciales (resistores y capacitores). *Ver tutorial “Infinite Gain Pasa Bandas.mcd”.*
11. Verificación del cumplimiento de las especificaciones de la señal de salida, con la transferencia a implementar $H_n(s)$.
12. Presentación de transferencia ideal $H(s)$ y transferencia real $H_n(s)$ con 3 decimales para localizar posibles diferencias y corrimientos.
13. Entrega parcial al tutor.
14. Implementación del circuito en Orcad con operacionales comerciales TL081, TL082 y/o TL084 (disponibles en biblioteca tex_inst.olb), con tensiones de alimentación de $\pm 5V$. *Ver video tutorial “Simulación dominio del tiempo.rar”.*
15. Importación de forma de onda de salida de Orcad a Mathcad para hacer una evaluación cualitativa y cuantitativa del cumplimiento de especificaciones. Gráfico superpuesto a la señal de salida de referencia, y cálculo de niveles de amplitud de componentes deseadas y no deseadas. *Ver video tutorial “Orcad a Mathcad.rar”.*
16. Entrega parcial al tutor.

Análisis del circuito diseñado

17. Presentación en Mathcad de diagramas de polos y ceros de la transferencia real $H_n(s)$.
18. Diagramas de Bode de módulo y fase, asintóticos y reales. Los diagramas asintóticos se realizan sólo en Mathcad, y los reales en Mathcad, a partir de la transferencia real $H_n(s)$, y en Orcad por simulación del circuito definitivo. Superposición de todos los diagramas. Ver tutorial “Diagramas asintóticos de Bode.mcd” y video tutorial “Simulación en frecuencia.rar”.
19. Puntos de -3dB alrededor de máximos locales de diagramas de módulo, por simulación en Orcad. Importación en forma de imágenes. Ver tutorial “Puntos de -3dB.rar”.
20. Respuesta temporal a diferentes excitaciones
 - Respuesta al impulso (sólo cálculo en Mathcad)
 - Respuesta al escalón (superponiendo gráfico de cálculo en Mathcad y simulación en Orcad)
 - Respuesta a onda cuadrada (superponiendo gráfico de cálculo en Mathcad y simulación en Orcad)
 - Respuesta a onda senoidal (superponiendo gráfico de cálculo en Mathcad y simulación en Orcad)
 - Las frecuencias y amplitudes de las excitaciones las elegirá el estudiante para mostrar la/s característica/s del filtro diseñado. Ver tutorial “Respuestas a excitaciones por Laplace.mcd”.

Implementación y medición del circuito diseñado (opcional)

- Diagrama esquemático del circuito armado
- Justificación de las diferencias con el circuito propuesto y analizado
- Justificación de la selección de componentes
- Fotos del circuito armado (lado cobre y lado componentes)
- Breve descripción de los métodos propuestos para la medición de las distintas características
- Verificación que muestre la obtención de la señal objetivo del enunciado (foto, captura de osciloscopio, etc)
- Verificación de la respuesta en frecuencia (módulo), en forma de tabla.
- Presentación gráfica de la respuesta en frecuencia (módulo), y comparación con las transferencias propuestas y simuladas en computadora

Conclusiones

21. Conclusiones del trabajo práctico

La entrega de los archivos de simulación en PC incluye **solamente**:

- Proyecto (opj)
- Esquemático (dsn)
- Perfil de simulación (sim)

Sobre el informe del trabajo

El informe no sólo comprende los cálculos que conducen a las soluciones propuestas, sino también

todos los razonamientos y pasos intermedios, ya que éstos demuestran el manejo de los conceptos involucrados y permiten que cualquier par (estudiante o docente) pueda acceder a la documentación del diseño. Es así que la evaluación del informe comprende también la claridad con que se presentan las ideas, resultados, etc.

Condicionantes y especificaciones adicionales, comunes a todos los temas de TP

- Tensiones de alimentación del circuito: $\pm 5V$
- Tolerancia en las amplitudes de la señal (y los armónicos que la componen): 1,5%
- Cantidad máxima de capacitores: 17
- Q de polos complejos conjugados: <15
- Utilización de resistores comerciales de la serie E96 (tolerancia 1%), de valores comprendidos entre 4,7KOhm y 2,2MOhm (*).
- Utilización de capacitores comerciales de polyester metalizado de la serie E12 (tolerancia 10%), de valores comprendidos entre 1nF y 470nF (*).
- Los requisitos de amplificación se deben contemplar simultáneamente con los de selectividad y atenuación de los filtros, no estando permitido corregir una falta o un exceso de ganancia del conjunto de filtros mediante una etapa que sólo amplifique o atenúe.

(*) En caso de requerirse resistores menores a 4,7KOhm, debe demostrarse mediante simulación que ello no genera corrientes mayores a 5mA en la salida de ningún amplificador operacional, para todos los rangos de tensión y frecuencia del proyecto. En caso de requerirse capacitores mayores a 470nF, la elección debe estar debidamente justificada, considerándose los costos y beneficios asociados.

Se recomienda analizar las implicancias de todos estos condicionantes previo a realizar cualquier propuesta o implementación circuital.