

HERRAMIENTAS QUE REFUERZAN LA ENSEÑANZA DEL DISEÑO ELECTRÓNICO

TOOLS THAT STRENGTHEN THE TEACHING OF ELECTRONIC DESIGN

José Castillo Hernández

Universidad Nacional Autónoma de México, México
jose.castillo@icat.unam.mx

Juan Ricardo Damián Zamacona

Universidad Nacional Autónoma de México, México
ricardo.damian@icat.unam.mx

Sergio Quintana Thierry

Universidad Nacional Autónoma de México, México
sergio.quintana@icat.unam.mx

Alberto Caballero Ruiz

Universidad Nacional Autónoma de México, México
alberto.caballero@icat.unam.mx

Leopoldo Ruiz-Huerta

Universidad Nacional Autónoma de México, México
leopoldo.ruiz@icat.unam.mx

Recepción: 29/octubre/2020

Aceptación: 4/diciembre/2020

Resumen

En este documento, se habla de algunas herramientas que pueden apoyar las estrategias de enseñanza y que ayudan a reforzar los conocimientos que adquieren los estudiantes de ingeniería en el área de diseño electrónico. Este trabajo se apoya en tres herramientas que consideramos fundamentales: Notas de curso, programas de cómputo y memorias basadas en videos. Estos elementos, son parte de un proyecto que inició a principios de 2019 y aunque no ha concluido, se puso en práctica en la contingencia sanitaria del presente año. Si bien, el proyecto se planteó como un apoyo para algunos cursos curriculares en una carrera de Ingeniería Electrónica, en los resultados se describe el desempeño que se obtuvo por los estudiantes, ante la necesidad de dar uno de estos cursos a distancia, dando lugar

a una reflexión sobre la viabilidad y limitaciones de impartir cursos de ingeniería bajo un esquema de educación abierta.

Palabras Clave: Diseño electrónico, estrategia de enseñanza, educación a distancia, enseñanza virtual.

Abstract

In this document, we discuss some tools that can support teaching strategies for electronic design, which can help to reinforce the knowledge that engineering students acquire. This work is supported by three tools that we consider fundamental: Course notes, support computing programs and tutorials based on videos. These elements are part of a project that began in early 2019 and, although it has not been completed, it was put into practice during health contingency of this year. Although the project was proposed as a support for some curricular courses of Electronic Engineering, the results describe the performance obtained by the students because of the necessity of teaching these courses in remotely form, leading to a reflection on the feasibility and limitations of teaching engineering courses under an open education scheme.

Keywords: Distance education, electronic design, e-learning, teaching strategy.

1. Introducción

Antes de iniciar, nos gustaría mencionar que nuestra formación profesional no es docente y por tal razón el documento que a continuación ofrecemos no es por mucho una metodología pedagógica formal, sino más bien una propuesta apoyada en la experiencia y en la observación adquirida en nuestros cursos.

Los planes de estudios de las carreras de ingeniería consideran un número apreciable de cursos de carácter teórico-práctico, en donde el conocimiento de la materia lo transmite un profesor y quienes lo reciben son estudiantes, en un esquema donde la teoría se expone en un aula y se practica en un laboratorio. Generalmente los cursos se presentan bajo un enfoque de socialización didáctica, en donde destaca el modelo de enseñanza tradicional o de enseñanza logocéntrica. En este modelo, el profesor monopoliza el conocimiento y lo comparte a través del

lenguaje oral, apoyado en un pizarrón, para que los alumnos aprendan en bloque y bajo el ritmo que dicta. Esta forma de trabajo fue evolucionando, creando esquemas como el método basado en casos y el aprendizaje colaborativo, en los cuales el profesor deja de ser la fuente principal de conocimiento y se vuelve un guía para su adquisición [Kamradt, 1999], [Leinonnen, 2014]. Estas estrategias tienen por objetivo crear la madurez intelectual en los alumnos y fomentar el autoestudio. La asimilación del conocimiento es diferente en cada individuo y se ve afectada por diversos factores, que van desde sus intereses particulares, pasando por las estrategias de estudio, hasta sus horarios de trabajo [Alaneme, 2010], [Jusuf, 2016]. El abanico de casos es muy amplio, pero creemos que una buena parte de estos se pueden cubrir a partir de herramientas que apoyen en general las estrategias de enseñanza [Hoic-Bozic, 2009], [Peñalosa, 2013]. Por otra parte, el término CBTM (del inglés Computation Based Teach Method) considera el desarrollo de herramientas que apoyan la enseñanza con base en el uso de medios computacionales, en donde se pueden incluir simuladores, hojas de cálculo y cursos en línea. El éxito en el desarrollo de cursos apoyados en herramientas de cómputo, con su aplicación en circuitos integrados, microprocesadores y microcontroladores se menciona en [Rajendra, 2016]. La idea de crear material basado en computadoras para apoyar la enseñanza en ingeniería no es nueva. En [Hicks, 1995], se habla sobre ocho universidades que recibieron 1 millón de libras en el Reino Unido por EDEC (Electronic Design Education Consortium) para crear material de enseñanza en las áreas de diseño de circuitos electrónicos, diseño digital, diseño de sistemas de alto nivel y diseño de pruebas de desempeño. Otro ejemplo se menciona en [Overbye, 1995], en donde se presenta el desarrollo de un simulador de sistemas de energía eléctrica que apoya el aprendizaje de los estudiantes. Por el lado de uso de herramientas comerciales se puede mencionar que en [Choi, 2011] se trata el uso de Matlab y Simulink en un laboratorio de enseñanza para diseñar, probar y crear prototipos de electrónica de potencia. En [Beltran, 2014] se presenta los procedimientos, técnicas, métodos y ventajas de usar el software Altium Designer en la enseñanza de circuitos electrónicos, como parte de una educación basada en resultados y con el objetivo de ofrecer una

educación de calidad y relevante para los estudiantes, como una respuesta a la globalización. Además de esto, se puede mencionar que, el uso de medios interactivos e-learning, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos, son posibles formas de mejorar la calidad de la educación [Bauer, 2003]. Por ejemplo, en [Ovinis, 2018] se presenta un estudio comparativo del uso o no de programas de apoyo o herramientas computacionales, específicamente de modelado y simulación. Como resultado, se observó una mejora cognitiva debido a que estas herramientas ayudaron a los estudiantes en la comprensión de los conceptos teóricos. En particular, en nuestro caso, en enero de 2019 dio inicio un proyecto en donde se propuso el desarrollo de herramientas que apoyen la enseñanza de estudiantes de nivel profesional. El planteamiento del proyecto considera, como casos de estudio, las bases de diseño electrónico que incluyen los cursos de dispositivos electrónicos y circuitos integrados analógicos; sin embargo, a raíz de la contingencia sanitaria, se puso en práctica el desarrollo de estas herramientas para concluir un curso de electrónica de potencia y apoyar la enseñanza a distancia.

2. Métodos

Son diversos los factores que determinan el éxito de una clase, entre los que se destaca la planeación apropiada del curso, el manejo de herramientas de apoyo, la disposición de bibliografía, el interés de los estudiantes y la habilidad del expositor entre otros. Por estas razones, no existe una estrategia universal que permita dar una clase; lo que si existe son herramientas que refuerzan el aprendizaje del conocimiento [Hervás, 2014]. Con base en nuestra experiencia hemos considerado tres herramientas que permiten reforzar los conocimientos adquiridos: notas de curso, programas de apoyo y memorias basadas en videos.

Notas de curso

Un punto fundamental en la preparación de un curso es la elección del material bibliográfico de los temas de la materia. Generalmente se usan diversos libros, artículos de revistas y artículos de congresos; sin embargo, en muchas ocasiones

se opta por elaborar notas de curso personales. En la figura 1, se presenta un extracto de las notas de reguladores de voltaje.

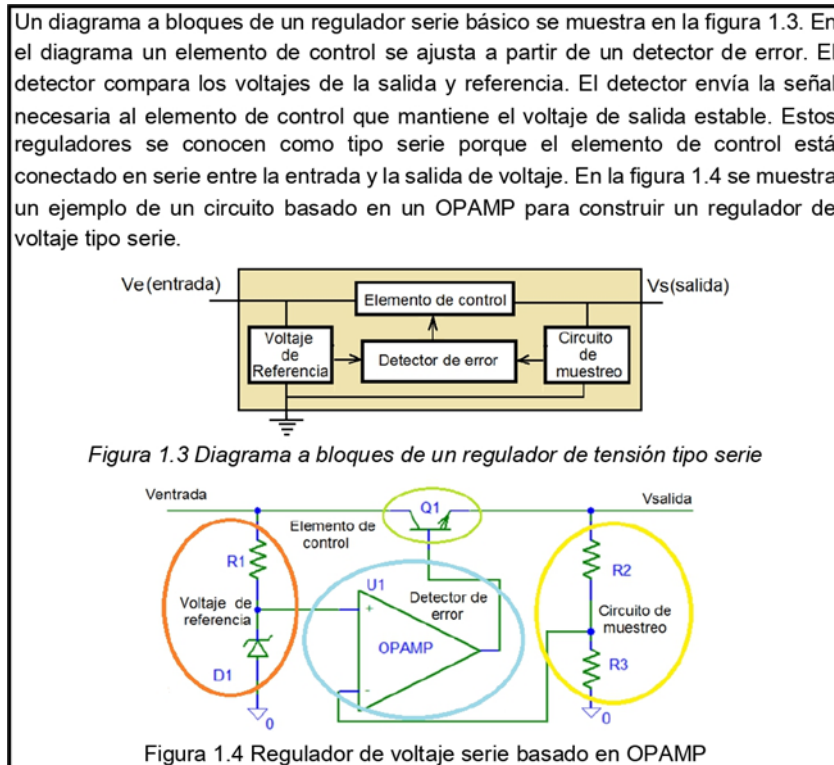


Figura 1 Extracto de las notas de reguladores de voltaje.

Sin importar cómo se lleva a cabo esto, creemos que es importante considerar algunos puntos. Las notas son una ayuda que concentra la información que deben adquirir los estudiantes. En comparación, los libros están dirigidos a un público diverso. Es importante tomar esto en cuenta, porque la información en un libro es extensa y el estudiante puede perder el enfoque principal de la lectura. Con esto, no deseamos expresar que preferimos unas modestas notas en lugar de un libro especializado; sin embargo, resulta atractivo iniciar un tema a través de un documento que resalta los conceptos más importantes. De esta forma, los estudiantes repasan lo expuesto en clase y cuenta con una memoria escrita.

Es recomendable que las imágenes sean de buena calidad y acorde con el tema en estudio. La información debe ser concisa, aunque puede estar sujeta a mejoras. Por esta razón, una redacción simple es lo más apropiado. Por otra parte, aunque es

usual incluir análisis y deducciones en el documento, es conveniente que los procedimientos completos no se ofrezcan y, en medida de lo posible, sólo se presente el planteamiento inicial y el resultado final. Esta práctica tiene por objetivo presionar al estudiante a realizar un trabajo extra que tiende a fortalecer su habilidad analítica, ver figura 2.

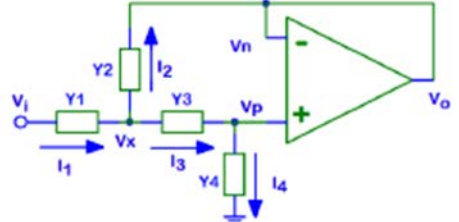


Figura 12. Configuración Sallen Key con base en admitancias.

De este circuito se pueden derivar las expresiones (20) y (21) que describen el flujo de sus corrientes. En este punto es importante recordar que, al existir retroalimentación negativa, los voltajes de las terminales inversora y no inversora del amplificador operacional son iguales, y por tanto $V_n = V_p = V_o$.

$$(V_i - V_x)Y_1 = (V_x - V_o)Y_2 + (V_x - V_o)Y_3 \quad (20)$$

$$(V_x - V_o)Y_3 = V_oY_4 \quad (21)$$

Tomando en cuenta lo anterior, se obtiene la expresión $H_G = V_o/V_i$ que es la relación del voltaje de entrada al voltaje de salida y se indica en la ecuación (22).

$$H_G = \frac{Y_1Y_3}{Y_1Y_3 + Y_4(Y_1 + Y_2 + Y_3)} \quad (22)$$

Figura 2 Extracto de las notas de filtros Activos.

Una parte fundamental que no puede faltar son los ejercicios resueltos. La forma en la que se presenta su solución puede ser variada. Puede ser tan concisa como incluir únicamente la solución final, sin presentar el procedimiento para llegar a ésta. Otra opción, consiste en dar el procedimiento completo reescribiendo las ecuaciones con sus valores numéricos. Un punto intermedio, ofrece los valores calculados indicando las ecuaciones de donde se derivaron. De esta forma, el estudiante debe repasar las notas para recordar las ecuaciones, ver figura 3.

Por otro lado, también es conveniente incluir información de carácter práctico apoyadas con fotos que describan las ideas que se desean transmitir. Esto es útil

en el laboratorio, cuando los alumnos deben realizar prácticas y, como es usual, pueden tener dudas. Las notas también se pueden enriquecer con las experiencias personales que se derivan de una labor profesional, compartiendo de esta forma el conocimiento práctico, ver figura 4.

Ejercicio 1.

Diseñar un amplificador inversor con una ganancia de -50, que presente una carga de $4.7\text{k}\Omega$ a la fuente de señal. a) Calcule el valor exacto de los componentes, b) aproxímelos a valores comerciales e indique bajo esta condición el valor de la ganancia, y c) considerando componentes con tolerancia del 5% y usando hasta dos resistencias en serie, ajuste los componentes del diseño y calcule nuevamente la ganancia.

Solución.

a) Como la carga que requiere la fuente de señal es de $4.7\text{ k}\Omega$, esto nos define la impedancia de entrada de la configuración, y mediante la expresión (11) tenemos que la resistencia de entrada R_{ent} es de $4.7\text{ k}\Omega$, con base en este valor y la ganancia de -50, mediante la expresión (10) obtenemos $235\text{ k}\Omega$ para R_{sal} .

b) Aproximando a valores comerciales se tiene que $R_{\text{ent}} = 4.7\text{ k}\Omega$ y $R_{\text{sal}} = 220\text{ k}\Omega$, lo que da una ganancia A_v de -46.81

c) Utilizando los valores de R_{sal} de $220\text{ k}\Omega$ y $15\text{ k}\Omega$ en serie, obtenemos una ganancia total de $A_v = -50$.

Figura 3 Ejercicio incluido en las notas de amplificadores operacionales.

El tiempo empleado en armar un circuito es una inversión. Un armado limpio y ordenado, permite que la revisión y corrección sea sencilla. Se recomienda recortar las terminales de capacitores, resistencias y cables de conexión para reducir la inducción de ruido electromagnético. En la figura 29 se presenta la implementación de un filtro paso bajas de quinto orden siguiendo estas recomendaciones.

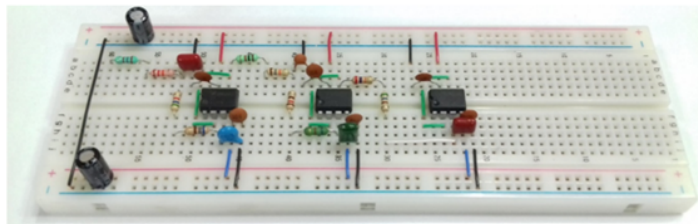


Figura 29 Implementación de un filtro de 5° orden.

Figura 4 Recomendación de carácter práctico en las notas.

Para terminar este apartado, se menciona que en ingeniería es usual hacer cálculos, simulación y análisis con el fin de resolver problemas enfocados al diseño. Algunos de estos procesos se pueden hacer de forma manual; sin embargo, existen programas de cómputo que apoyan estas actividades.

Programas de apoyo

Antes de continuar, es apropiado mencionar que el uso de herramientas computacionales no descalifica la actividad de resolver ejercicios de clase usando una calculadora científica. Es importante que los estudiantes comprendan y ejerciten los procedimientos de solución antes de usar herramientas más avanzadas. Cubierto esto, se puede mencionar que, existen diversos programas que se pueden usar para fortalecer el proceso de enseñanza dentro y fuera de un curso curricular en ingeniería. Por ejemplo, programas como *EXCEL* permiten crear hojas de cálculo que, con un poco de ingenio, facilitan las tareas de diseño, sobre todo cuando el análisis del problema para hallar una solución es reiterativo. También ofrece opciones para graficar y presentar la información, de tal forma que se pueda analizar los resultados; sin embargo, aunque es un programa poderoso, está enfocado más a tareas administrativas. *MATLAB* es otra opción interesante que permite crear además interfaces gráficas que son apreciadas en el área de control. Su mayor fortaleza se basa en un manejo matricial de información. Otro programa muy atractivo es el *SMath Studio* que se caracteriza porque el usuario puede editar las ecuaciones como las escribiría usualmente y el programa realiza su evaluación directa, aunque poco conocido, permite graficar los resultados, puede hacer operaciones matriciales, integración y derivación numérica, así como cálculo con números complejos entre otras opciones. Por otra parte, a diferencia de muchos, este programa es de uso libre en toda la extensión de la palabra y por tanto gratuito. *SMath Studio* tiene manejo simple y versatilidad que permite crear hojas de cálculo que son útiles en las tareas de diseño. Es una herramienta que permite crear notas de curso interactivas, en donde los alumnos pueden ajustar los parámetros de los ejercicios. Ejemplo de esto se presenta en la figura 5, en donde se usó el programa para desarrollar una hoja de cálculo de un convertidor Buck.

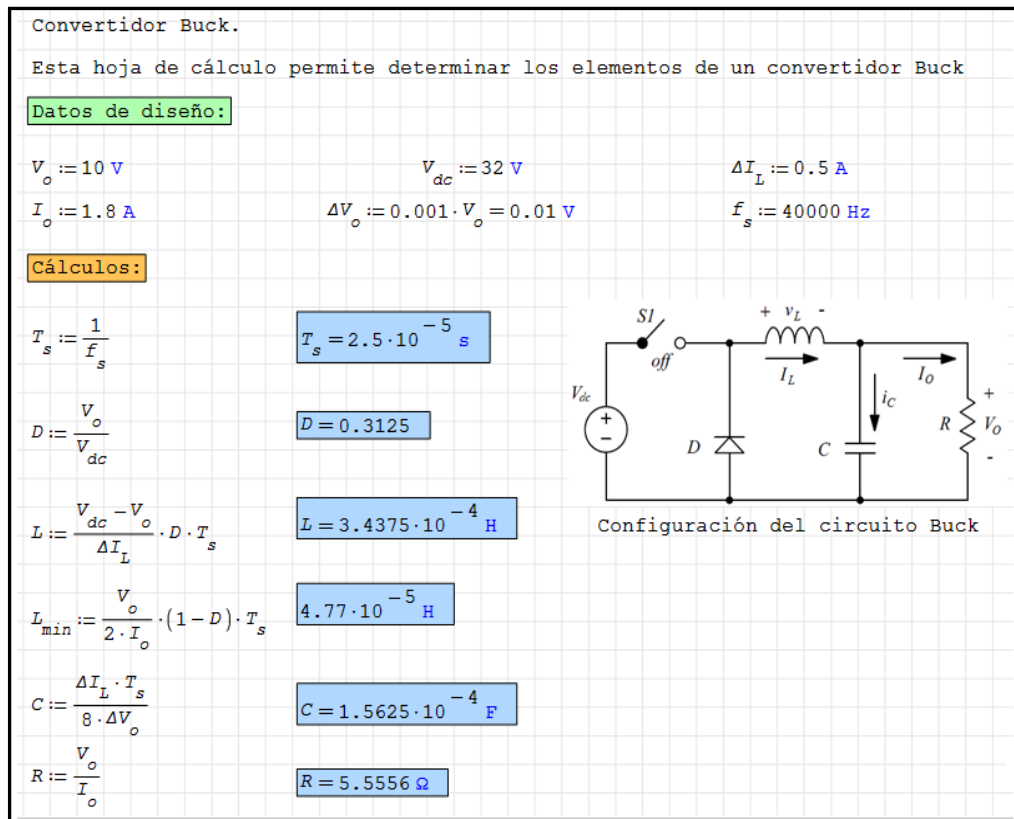


Figura 5 Hoja de cálculo creada con el programa SMATH Studio.

Además de los programas para realizar cálculos, también se pueden mencionar los simuladores de circuitos electrónicos. En este punto es prudente enfatizar que, aunque existen simuladores muy poderosos, estos programas son sólo una ayuda que no deben sustituir las pruebas físicas sobre un circuito real. El comportamiento debido a parámetros distribuidos, la interferencia electromagnética, la separación de tierras y lo que esto conlleva, son sólo algunos fenómenos que no siempre se pueden incluir en una simulación. Aun con todo esto, los simuladores son útiles siempre y cuando sus resultados se corroboren en el banco de pruebas. Desde un enfoque académico, son una excelente herramienta para entender el funcionamiento de configuraciones expuestas en los cursos de electrónica. Además de esto, permiten realizar y validar pruebas de concepto previas a su implementación. Ejemplos de estos programas son el *LTspice* desarrollado por *Linear Technology* y el *PSIM* de la compañía *PowerSim Inc.* El *LTspice* ofrece los modelos de circuitos desarrollados por *Linear Technology*, aunque permite agregar

nuevos componentes, aun y cuando no sean parte de su stock. En la figura 6 se muestra el ambiente de trabajo del simulador, en donde se aprecia un circuito esquemático y el despliegue de datos.

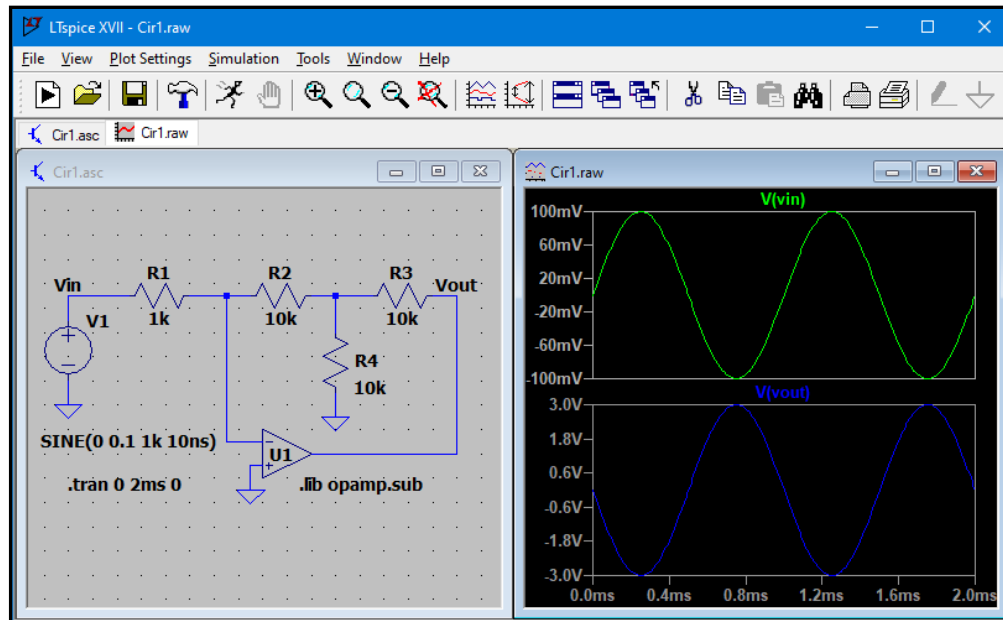


Figura 6 Ambiente de trabajo del simulador *LTspice*.

Se puede descargar de su página, no requiere de licencia para su uso y constantemente el desarrollador ofrece actualizaciones. Tiene un buen desempeño, aunque su interfaz gráfica es bastante sencilla (no tiene instrumentos virtuales). Es un programa sencillo de usar que tiene diversos tutoriales en la internet. Por otra parte, para analizar sistemas conmutados de potencia, es interesante observar que, aunque los modelos tratan de reproducir el comportamiento transitorio real, esto puede ser contradictorio desde un punto de vista académico por el tiempo necesario que se requiere para concluir una simulación. También es interesante mencionar que los interruptores electrónicos requieren de circuitos de activación también conocidos como impulsores. Estos pueden ser tan simples como un transistor o tan elaborados como un circuito integrado. El punto es que también consumen tiempo en la simulación. En particular, *PSIM* es un programa desarrollado para el análisis de circuitos de potencia. Su uso requiere de licencia, sin embargo, su desarrollador ofrece una versión de demostración que permite hasta 34 elementos que para fines

didácticos es bastante apropiado. Su plataforma es simple y de fácil manejo, la cual incluye componentes orientados a la electrónica de potencia, ver figura 7.

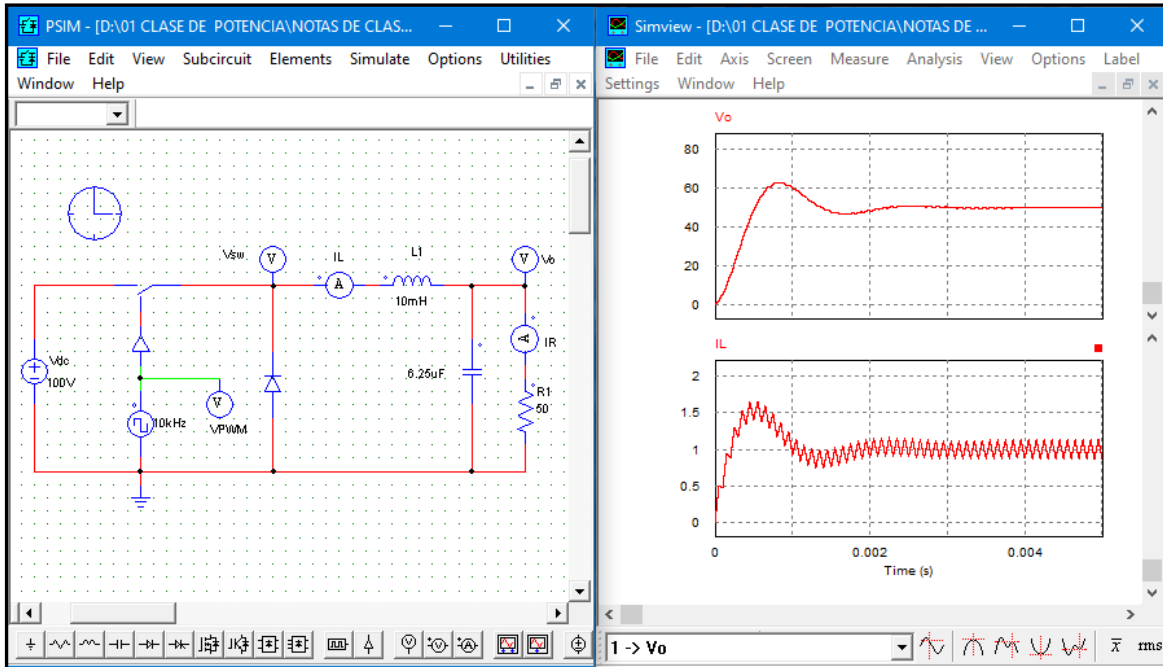


Figura 7 Ambiente de trabajo del simulador *PSIM*.

Es un programa optimizado, en donde el comportamiento transitorio de los subcircuitos (impulsores) se omite y se da preferencia a los elementos más importantes (conmutadores principales). Aunque sus modelos no son de dispositivos comerciales, *PSIM* permite el ajuste de sus parámetros más usuales. Esta herramienta puede llegar a ser un gran apoyo en cursos enfocados a la electrónica de potencia porque ofrece un marco de trabajo en donde los estudiantes pueden complementar sus conocimientos de la materia y visualizar el comportamiento de los circuitos.

Memorias basadas en videos

El uso de la internet ha cambiado la forma en la que percibimos y adquirimos información de nuestro entorno. Este medio es una herramienta extraordinaria que ofrece diferentes fuentes de consulta, entre los que se destacan los audiovisuales, que tienen un fuerte impacto en los estudiantes. En particular, los videos en la

enseñanza son fuentes de conocimiento que se pueden consultar un número ilimitado de veces y permiten al alumno tomar notas para clarificar sus dudas a un ritmo que marca su entendimiento. Por esta razón, es común que los alumnos busquen información de temas académicos con el fin de profundizar los tópicos vistos en clase, así como tutoriales que los apoyen para aprender a usar algún programa nuevo. El desarrollo de videos por parte de académicos para apoyar las materias que imparten también es usual. En este caso, aunque otros profesores pueden usar prestado este material para impartir sus cursos, los videos no siempre cubren las expectativas en cada caso y por esta razón es recomendable elaborar videos propios. Algunos factores que se pueden tomar en cuenta son los siguientes. Es recomendable que los videos sean de una duración menor de 15 minutos para no perder la atención de los jóvenes. Los videos son útiles para explicar procedimientos, demostraciones cortas, para dar ejemplos y solución de problemas de forma gráfica. Son excelentes para demostrar el uso de programas nuevos. En nuestro caso, el objetivo que perseguimos en la elaboración de videos fue crear memorias de consulta que exponga los puntos más importantes de algún tema. Si los videos se usan para exponer las notas del curso, recomendamos buscar un equilibrio entre el texto e imágenes. En la figura 8, se muestra la toma de uno de los videos que se elaboraron para el tema de convertidores de corriente directa.

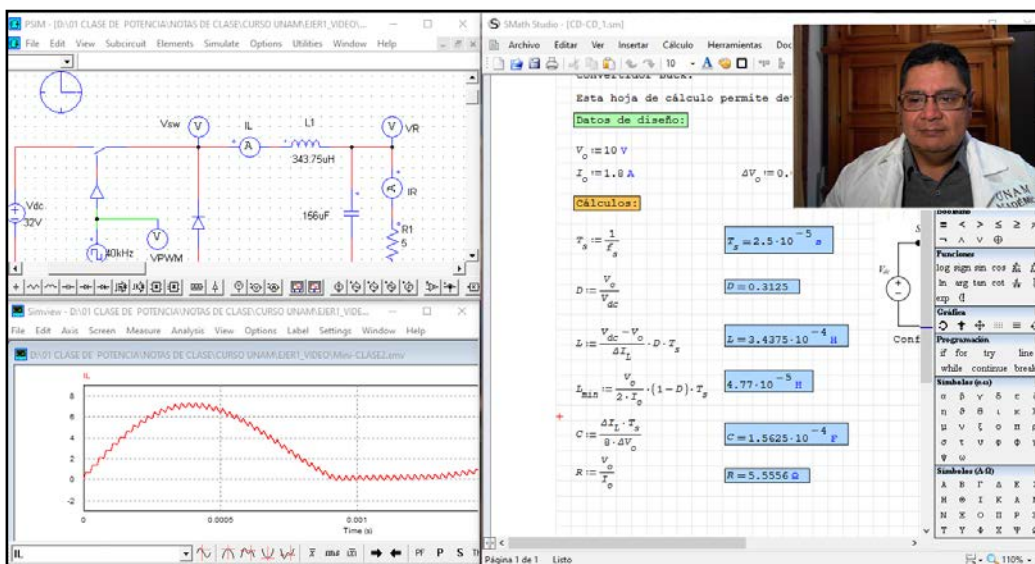


Figura 8 Toma de uno de los videos.

Existen diversos programas que permiten grabar la pantalla de la computadora o usar una webcam. Algunos de estos son *Camtasia Studio*, *Action*, *SMRecorder*, *ApowerRec*, los cuales requieren de licencia, aunque también ofrecen versiones de prueba.

3. Resultados

Se elaboró el material para continuar impartiendo un curso de Electrónica de Potencia a un grupo de 27 estudiantes, ver figura 9, bajo una modalidad de educación a distancia. Después de evaluar ejercicios, simulaciones, trabajos escritos y exámenes, los estudiantes obtuvieron una calificación aprobatoria que tuvo una media por arriba del 8. Al término del curso, se pidió a los estudiantes contestar una encuesta con una escala de 1 a 10, siendo 10 la puntuación más alta. Las preguntas y resultados se presentan en las figuras 10 a 12.



Figura 9 Estudiantes que continuaron su curso en una modalidad a distancia.

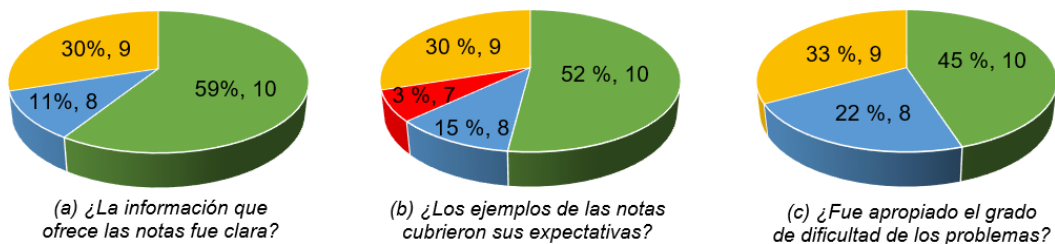


Figura 10 Resultados de la encuesta sobre las notas del curso.

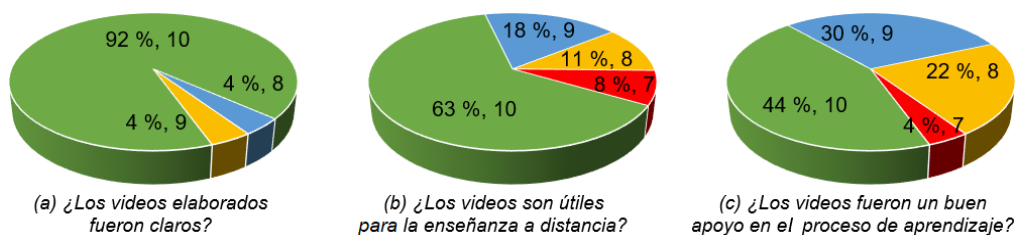


Figura 11 Resultados de la encuesta sobre los videos del curso.

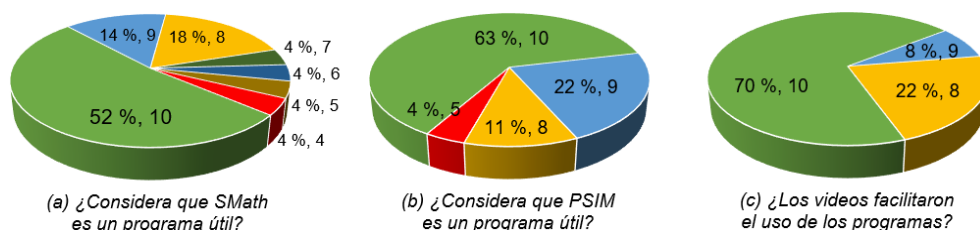


Figura 12 Resultados de la encuesta sobre los programas de apoyo.

También se pidió responder algunas preguntas de forma abierta, en donde expusieron su punto de vista sobre las herramientas del curso y su repercusión en el esquema de educación a distancia. A continuación, se presentan las preguntas con los puntos más relevantes que se recabaron de las respuestas:

- **¿Qué opinión tiene sobre los videos que se ofrecieron para el curso?**
En general, los alumnos opinan que los videos son una herramienta muy útil debido a que son claros, concisos y brindan la posibilidad de repetirlos tantas veces como sea necesario para terminar de entender el tema. Sin embargo, algunos alumnos aclaran que los videos deben de ser sólo una herramienta de apoyo que no impidan la retroalimentación y la consulta de dudas.
- **¿Cuántas veces tuvo que revisar los videos? Explique el motivo.** Los alumnos tuvieron que ver los videos en un promedio de 3 veces o, en su defecto, una sola vez, pero pausándolo constantemente y regresándose algunos segundos. Las principales razones fueron: para tomar nota, para clarificar detalles o por problemas con el software.
- **¿Es útil el uso de videos para la enseñanza a distancia?** Los alumnos consideran que los videos son muy útiles para impartir el curso a distancia. Sobre todo, porque brinda la posibilidad de explicar en un corto periodo de

tiempo algo que sería muy extenso por medios escritos. También porque facilita el entendimiento del uso de software y porque se puede repetir tanto como sea necesario para comprender debidamente el tema. Sin embargo, una parte de los alumnos insiste en la necesidad de una vía de comunicación directa con el profesor.

- **¿Considera que las notas de curso pueden sustituir un libro especializado?** Los alumnos concuerdan en que las notas son una buena herramienta de apoyo a los libros especializados, pues sintetizan, digieren y clarifican su contenido. Sin embargo, muchos no creen que sea correcto usarlos como un sustituto, ya que los libros especializados tienen anotaciones importantes que no se mencionan en las notas, así como una mayor cantidad de ejercicios de ejemplo.
- **¿Considera que el material que recibió le permitió mejorar su aprendizaje?** Todos los alumnos opinan que el material proporcionado fue de gran ayuda. Sobre todo, por el uso de los simuladores y hojas de cálculo como herramientas de apoyo. Aclaran que las notas y los videos fueron claros y concisos. Aunque algunos mencionan que tuvieron que consultar libros para terminar de entender los detalles de ciertos temas.

4. Discusión

En Ingeniería, nos enfrentamos a una situación en donde el conocimiento que se transmite sólo es tangible cuando se lleva a un nivel práctico. Tal es el caso del diseño electrónico, en donde la comprensión de los fenómenos físicos y la toma de decisiones son fundamentales. Por otra parte, es importante comprender que cada individuo tiene capacidades y habilidades diferentes. Por esta razón, durante los cursos de diseño, nos enfrentamos a una comunidad en donde cada individuo aprende y comprende a su ritmo. En este contexto, el apoyo de métodos audiovisuales y memorias escritas de un curso, se vuelven opciones interesantes que, en conjunto, permiten al expositor presentar casos en donde se aprecia de forma práctica los conceptos de la materia y, al estudiante un medio que puede revisar las veces que considere apropiado. Además de esto, el uso de simuladores

es una opción interesante que, refuerza las habilidades de diseño del alumno, en donde puede observar las consecuencias al aplicar sus conocimientos en un entorno controlado. Sin embargo, es importante puntualizar que, el contacto directo con los fenómenos físicos reales no se puede sustituir.

En lo general, el uso de las herramientas que se mencionan en este documento no es nuevo, pero se intensificó durante la contingencia sanitaria, donde fue necesario suspender las clases presenciales en todos los niveles de enseñanza. En estas condiciones, se hicieron esfuerzos para continuar impartiendo las clases a distancia. Por esta razón se crearon foros de apoyo en donde se difundió el uso de plataformas como Office y Google que cuentan con herramientas para crear aulas virtuales y videoconferencias. Muchos profesores se enfrentaron a la necesidad de adaptar sus cursos presenciales a una modalidad a distancia en donde el manejo de videos, notas y programas de apoyo es atractivo. Por otra parte, durante la elaboración de este documento y desde un enfoque de enseñanza a distancia en lo general, se hizo el siguiente cuestionamiento: ¿Es mejor utilizar estas herramientas o el sistema presencial? Como la pregunta lo indica, los elementos mencionados en el trabajo son herramientas que refuerzan a un sistema de enseñanza, sin importar si es presencial, en línea o a distancia. Las notas, los videos y programas de apoyo no son capaces de brindar la experiencia que un docente adquiere con el paso de los años y sus vivencias. En este contexto, la retroalimentación bidireccional es un proceso fundamental que enriquece ambas partes en un proceso de enseñanza-aprendizaje. Además de esto, las notas y los videos se pueden consultar de forma ilimitada, sin embargo, la información que ofrecen tiene caducidad en el concepto estricto de información, lo cual no ocurre en una relación estudiante-docente porque siempre hay algo que aprender y algo que enseñar.

5. Conclusiones

La manera de impartir clase ha ido evolucionando y el modelo de enseñanza tradicional o de enseñanza logocéntrica, aunque vigente se ha ido reforzando con diferentes medios y herramientas que han mejorado el proceso de enseñanza-aprendizaje. Con el avance tecnológico, los estudiantes tienen acceso

a otras fuentes de información con las que no se contaba hace tres décadas y, por tanto, la forma en la que perciben y entienden su entorno es diferente. No debemos esperar que aprendan como muchos lo hicimos, si al final de cuentas sus antecedentes no son los mismos. Por esta razón, en la medida de lo posible, es importante adaptarnos a los nuevos entornos y aprender a manejarlos.

El material que se menciona en el artículo es un refuerzo que permite cubrir la parte teórica y su interpretación en un curso de diseño electrónico. Los recursos tuvieron una amplia aceptación por los estudiantes, pero es importante tener una retroalimentación por ambas partes. Estas herramientas pueden ofrecer una mejor planeación del curso y la recopilación de información. En el caso de los programas de apoyo, son un medio para que los estudiantes comprueben sus resultados y teorías, antes de llevar a cabo alguna implementación. Algunas de estas herramientas se pueden continuar usando en la etapa profesional. Su correcto uso, crea en el estudiante una disciplina de trabajo fomentando la investigación, el análisis y la implementación.

Finalmente, si bien es viable en diferentes grados impartir a distancia algunos cursos de las carreras de ingeniería, la principal limitante es el uso de laboratorios especializados, en donde la infraestructura es costosa. Por esta razón, tal vez un esquema híbrido, en donde los estudiantes toman clase en casa y asistan a las instituciones para reforzar su conocimiento práctico, es una propuesta interesante y seguramente en un futuro cercano este esquema de trabajo se deba adoptar.

Agradecimientos

Agradecemos a la DGAPA por los recursos otorgados para el desarrollo del proyecto PAPIME *PE104819 Videos para reforzar el desarrollo práctico de la enseñanza del diseño electrónico dirigido a los alumnos de Ingeniería Eléctrica Electrónica.*

6. Bibliografía y Referencias

- [1] Alaneme, G. C., Olayiwola, P. O. and Reju, C. O. Combining traditional learning and the e-learning methods in higher distance education: Assessing

- learners' preference. 4th International Conference on Distance Learning and Education, San Juan, PR. DOI:10.1109/ICDLE.2010.5606008, pp. 187-190, 2010.
- [2] Bauer P. Teaching Power Electronics in the 21st Century. *EPE Journal*. 13. 10.1080/09398368.2003.11463546, 2003.
- [3] Beltran Jr. Angelo., Hiwatig Cayetano., Laguna-Agustin Nelor., Villanueva Marjorie. Teaching Electronic Circuits Using Altium Designer. *International Journal of Scientific Engineering and Technology*. 3, pp. 1239-1243, 2014.
- [4] Choi, S., Saeedifard, M., Shenoy, R., A Modern Education Power Electronics Laboratory to Enhance Hands-on Active Learning Paper presented at 2011 ASEE Annual Conference & Exposition, Vancouver, BC. 10.18260/1-2—17349, 2011.
- [5] Hervás, A. Buendía, García F. and García, Penalvo, F. A method of assessing academic learning experiences in virtual learning environments. *IEEE Latin America Transactions*. DOI: 10.1109/TLA.2014.6749541. Vol. 12, no. 2, pp. 219-226, March 2014.
- [6] Hicks, P. J. and Noakes, P. D. Electronic Design Education Consortium, IEE Colloquium on Computer Based Learning in Electronic Education, London, UK, pp. 1/1-1/4, doi: 10.1049/ic:19950623, 1995.
- [7] Hoic-Bozic, N. Mornar, V. and Boticki, I. A Blended Learning Approach to Course Design and Implementation. *IEEE Transactions on Education*. DOI: 10.1109/TE.2007.914945. Vol. 52, no. 1, pages. 19-30, febrero, 2009.
- [8] Jusuf, H., Azimah, A and Firdaus, R. (2016). E-learning for facilitating learning. *International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, Mataram. DOI: 10.1109/IAC.2016.7905695, pp. 90-93, 2016.
- [9] Kamradt, T.F., Kamradt, E. J. Structured design for attitudinal instruction. In Reigeluth, C.M. (Ed.), *Instructional-design theories and models: a new paradigm of instructional theory*: Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishing. Vol. II, pp. 563 – 590, 1999.
- [10] Peñalosa, E. *Estrategias docentes con tecnologías: Guía práctica*. Primera ed. Pearson. México, 2013.

- [11] Leinonnen, T., Durall, E. Pensamiento de diseño y aprendizaje colaborativo. *Revista Científica de Comunicación*. Vol. XXI, No. 42, pp. 107-116. Enero, 2014.
- [12] Rajendra Prasad M., Krishna Reddy D. Computer Based Teaching Methodology for Outcome-Based Engineering Education, *Advanced Computing (IACC) 2016 IEEE 6th International Conference on*, pp. 809-814, 2016.
- [13] Ovinis Mark, Karuppanan Saravanan, Anwar Sulaiman Shaharin, Sri Melor Puteri, Zulhilmi Paiz Mohd, Urquia Alfonso, Abdul Karim S.A., Zainuddin N., Yusof M.H., Sa'ad N. A Comparative Analysis of Attainment of Program Outcomes for Courses with and without the Use of Modern Tools, *MATEC Web of Conferences*, vol. 225, pp. 06022, 2018.
- [14] Overbye, T. J., Sauer P. W., Marzinik C. M. and Gross G. A user-friendly simulation program for teaching power system operations, in *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 10, no. 4, pp. 1725-1733, Nov. doi: 10.1109/59.476035, 1995.