

Modelo de aprendizaje experiencial de Kolb aplicado a laboratorios virtuales en Ingeniería en Electrónica

González, Mónica L., Marchueta, Julián, Vilche, Ernesto A.

UNITEC (Unidad de Investigación y Desarrollo para la Calidad de la Educación en Ingeniería con orientación al uso de TIC), Facultad de Ingeniería, U. N. L. P.

Cátedra de Dispositivos Electrónicos A y B, Facultad de Ingeniería, U. N. L. P.
dispos@ing.unlp.edu.ar, dispos08@gmail.com

Eje temático: Innovaciones tecnológicas relacionadas con la Educación

Tipo de comunicación: Informe de investigación

Abstract: En este trabajo se presenta una propuesta de metodología docente basada en el aprendizaje experiencial de Kolb, aplicado a la implementación de laboratorios virtuales en un curso de grado de la carrera de Ingeniería en Electrónica (UNLP). Se trata de utilizar el contexto de aprendizaje experiencial aplicado a prácticas de laboratorio de la asignatura Dispositivos Electrónicos A, complementando el laboratorio tradicional por un entorno apoyado en software de simulación, que permite realizar las experiencias de laboratorio en forma no presencial. Las simulaciones integradas en formas de laboratorio virtual son adecuadas para que el alumno pueda experimentar sin necesidad de estar en el espacio físico del laboratorio, constituyéndose así en modalidades semipresenciales de alto poder formativo. Por otra parte, se superan inconvenientes vinculados con falta de infraestructura e instrumentación, experiencias peligrosas y otros. Se comentan criterios para selección de software de simulación y propuestas de aplicación.

Palabras Clave: Aprendizaje experiencial, modelo de Kolb, formación en competencias, laboratorio virtual, LTspice IV

Objetivos

En este trabajo se presenta una propuesta de metodología docente basada en el aprendizaje experiencial de Kolb, aplicado a la utilización de entornos de laboratorio virtual como parte de la formación en un curso de grado de la carrera de Ingeniería en Electrónica de la Facultad de Ingeniería (UNLP).

La propuesta presenta como objetivo central trabajar en la generación de competencias y habilidades de desempeño en el alumno de ingeniería desde una etapa temprana de su formación académica. La incorporación de laboratorios virtuales pretende incentivar la capacidad de resolución de problemas cercanos a la vida profesional integrando saber, saber hacer y saber ser, a través de la promoción de la automotivación, toma de decisiones, comprensión, análisis y síntesis, el uso de estrategias adecuadas en la búsqueda de la solución más pertinente y el trabajo grupal colaborativo.

Fundamentos

El desarrollo de la capacidad de análisis crítico y de aplicación del conocimiento es de fundamental importancia en la formación del estudiante de ingeniería. Es necesario incorporar nuevas metodologías que ayuden a una formación en competencias y habilidades adaptadas a los nuevos entornos tecnológicos. La inclusión de tecnología, dentro y fuera del aula, permite incorporar otros mecanismos de enseñanza y aprendizaje para complementar o potenciar la enseñanza formal tradicional.

El aprendizaje experiencial se fundamenta en la idea que el conocimiento se produce a través de las acciones provocadas por una experiencia concreta, la cual se transforma en

una conceptualización abstracta y permite aplicarse a nuevas situaciones, formando un proceso continuo e interactivo que genera nuevos aprendizajes.

El aprendizaje experiencial se sustenta en las ideas de Dewey para quien la construcción de conocimiento a partir de una experiencia concreta se representa como un proceso cíclico de interrelación entre distintas fases: experiencia concreta, reflexión, conceptualización y aplicación. El aprendizaje es un proceso de relación mutua entre experiencia y teoría. No basta con una experiencia para producir conocimiento, es necesaria la modificación de las estrategias cognitivas del sujeto. La experiencia cobra sentido cuando se vincula con el conocimiento previo y se desarrollan andamiajes conceptuales que permitan aplicar el nuevo conocimiento a nuevas situaciones.

Itin (1999) propone un modelo que integra las fases de Dewey y en el cual el aprendizaje experiencial es un proceso formativo que implica al individuo físicamente, socialmente, intelectualmente, cognitiva y emocionalmente a través de una experiencia concreta que le ofrece un reto con un nivel de riesgo y fracaso. En este proceso el estudiante formula hipótesis, experimenta y aplica su creatividad para llegar a la solución desarrollando conocimiento.

Estos modelos de aprendizaje se contraponen con el modelo tradicional de aprendizaje que promueve un individuo pasivo, receptor de información que transformará en conocimiento a su debido tiempo. La propuesta de aprendizaje experiencial se adapta a las nuevas demandas profesionales vinculadas con la formación y desarrollo de competencias y habilidades. Sin embargo, la experiencia por sí misma no genera aprendizaje si no está enmarcada en un proceso reflexivo mediante el cual se construye conocimiento a partir de la experiencia realizada.

Dentro de las estrategias centradas en la generación de aprendizaje significativo en el marco del aprendizaje experiencial se encuentran:

- Solución de problemas reales (aplicación a situaciones de un ámbito de conocimiento donde la solución puede no ser única)
- Análisis de casos (promueven habilidades de aplicación e integración de conocimiento, toma de decisiones y solución de problemas)
- Aprendizaje basado en proyectos (el alumno aprende a través de una experiencia personal y activa orientada a la solución de problemas específicos)
- Trabajo en grupo
- Simulaciones de contextos reales (laboratorios virtuales)
- Aprendizajes mediados por TICs.

Kolb (1981) supone que el aprendizaje es un proceso que permite deducir conceptos y principios a partir de la experiencia para orientar la conducta a situaciones nuevas. Para este autor el aprendizaje es *“el proceso mediante el cual se crea conocimiento a través de la transformación de la experiencia”*.

Propone un modelo de aprendizaje formado por cuatro etapas que se relacionan:

- experiencia concreta
- observación reflexiva
- conceptualización abstracta
- experimentación activa

Para Kolb (1984), el aprendizaje cumple un ciclo donde se relaciona la experiencia con la reflexión para la formación de conceptos abstractos. En las cuatro fases del aprendizaje la “experiencia” es la base para la “observación y reflexión”. Luego las observaciones son asimiladas formando un nuevo grupo de “conceptos abstractos” y “generalizaciones” de la que se deducen nuevas implicaciones para la acción. La prueba de estas ideas crea situaciones nuevas que ofrecen otra experiencia concreta. De esta forma el ciclo se realiza varias veces y no necesariamente conservando el mismo orden.

Sobre la concepción práctica de aplicación de este modelo se pueden repensar las actividades curriculares con el objetivo de proponer un aprendizaje motivador y significativo usando herramientas provistas por las tecnologías. Esta es una perspectiva diferente que requiere de un posicionamiento no tradicional de la práctica docente. La incorporación de espacios virtuales de recreación de la realidad, como por ejemplo la simulación de

experiencias a través de laboratorios virtuales, permite el planteamiento de problemas más cercanos a la realidad y una formación para el desarrollo de la práctica profesional.

E. Litwin (1997) critica el sistema tradicional de la enseñanza cuando dice: *“Al analizar las prácticas de la enseñanza, otro de los problemas que distinguimos con frecuencia es el carácter no auténtico del discurso pedagógico... Por una parte, en que las preguntas que formula el profesor no son tales (en tanto sólo las plantea porque conoce las respuestas), y en que los problemas por resolver que plantea pueden considerarse como problemas de juguete. Esta última analogía se refiere al perfil de los problemas, que si bien en apariencia guardan relación de semejanza con problemas reales, no presentan ni la complejidad ni el juego de variables o determinaciones que pertenecen al mundo de la vida real.”*

La utilización de programas de simulación permite generar ambientes de aprendizaje basados en experimentos de laboratorio y resolución de problemas de ingeniería reales, fortaleciendo el desarrollo de competencias y desempeños necesarios para la práctica profesional del futuro ingeniero.

Aplicación al caso de prácticas de laboratorio virtual

El aprendizaje experiencial ofrece una muy buena oportunidad para conectar teoría y práctica y necesita de propuestas pedagógicas acordes. En este caso se trata de aplicar el contexto de aprendizaje experiencial aplicado a prácticas de laboratorio en ingeniería en electrónica, complementando el laboratorio tradicional presencial por un entorno apoyado en software de simulación, que permite realizar experiencias de laboratorio en forma no presencial, utilizando el concepto de laboratorio virtual.

En el campo disciplinar de la Ingeniería en Electrónica, las prácticas realizadas en un entorno de laboratorio real constituyen actividades que permiten a los alumnos consolidar conocimientos a través de la experimentación con la realidad, la manipulación de equipos y datos, instrumentos y circuitos eléctricos. Varios problemas están asociados con la realización de estas prácticas. La falta de una infraestructura de equipamiento adecuada limita el número de las prácticas de laboratorio posibles. Otro problema es la posibilidad que las experiencias a realizar presenten riesgos personales para los participantes o para los instrumentos a utilizar. Un inconveniente adicional es la dificultad que se impone al número de experimentos o a la naturaleza de las modificaciones si los cambios y las correspondientes mediciones deben hacerse operando sobre un circuito real. Por ello, el uso de la simulación de experiencias de laboratorio resulta una opción atractiva como instancia superadora de los inconvenientes anteriores. Las simulaciones integradas en formas de laboratorio virtual permiten que el alumno pueda experimentar sin necesidad de estar en el espacio físico del laboratorio, constituyéndose así en modalidades semipresenciales de alto poder formativo. La posibilidad de acceder a la realización de estas actividades prácticas de forma no presencial, posibilitaría superar algunos de los inconvenientes mencionados del laboratorio tradicional: problemas espaciales y temporales, flexibilización de horarios de realización y manejo de instrumentos caros o peligrosos.

Un laboratorio virtual para electrónica es un sistema basado en el uso de la computadora y software específico de aplicación que aproxima el ambiente de trabajo al de un laboratorio tradicional. Se realizan experiencias similares a las del laboratorio real utilizando aplicaciones informáticas que incluyen el armado esquemático del circuito, manipulación de instrumentos, visualización de animaciones, obtención numérica y gráfica de resultados, incluyendo en algunos casos el almacenado digital para procesamiento posterior con programas de graficación más complejos y bases de datos. En el campo de los programas de simulación de circuitos eléctricos existen muchas aplicaciones recomendables que recrean en un ambiente de simulación el propio del laboratorio real. Basado en estos conceptos se plantea la posibilidad de generar metodologías de enseñanza y aprendizaje que incorporen la realización no presencial de laboratorios virtuales. Estas experiencias centran al alumno como sujeto de su propio aprendizaje enfrentándolo con la resolución de problemas abiertos de ingeniería, fortaleciendo la formación en competencias: aprendizaje basado en proyectos, solución de problemas, trabajo colaborativo, etc.

Para que el uso del laboratorio virtual resulte en una experiencia motivadora para el alumno debe ser acompañada por una estrategia de planificación docente que cumpla con objetivos específicos, es decir que el diseño instruccional debe ser apropiado. Por lo tanto, el diseño de la propuesta pedagógica usando laboratorios virtuales no debe estar enfocada hacia el aprendizaje de la herramienta de simulación, sino que debe ser adecuadamente formulada para mejorar los procesos de aprendizaje de los alumnos. La construcción del conocimiento es un proceso complejo que depende del modo de apropiación de la información y los criterios cognitivos puestos en juego: los modelos de aprendizaje del alumno.

Basado en estos conceptos, es posible reorientar las metodologías de enseñanza y aprendizaje incorporando la realización de prácticas en estos entornos virtuales diseñadas según el modelo de aprendizaje de Kolb.

El modelo de aprendizaje experiencial de Kolb (1981), relaciona los estilos de aprendizaje con los procesos de actividad cognitiva desarrollada en una experiencia concreta; se crea conocimiento a través de la transformación provocada por la experiencia.

La experiencia activa el conocimiento de modo que se recoge, almacena, trata y analiza la información. Luego se generalizan conceptos madurando conocimientos y habilidades. Por último, el aprendizaje se contrasta en otras situaciones o experiencias, generando nuevos aprendizajes. Se completa un ciclo de acciones para lograr un aprendizaje: experiencia, observación, abstracción, y comprobación en situaciones nuevas.

El modelo de Kolb, describe cuatro tipos básicos de estilos de aprendizaje: convergente, divergente, acomodador y asimilador o analítico. Los mismos dependen de los modos de percepción, tratamiento y procesamiento de la información recibida por los sujetos que aprenden.

El *estilo convergente* pone énfasis en la conceptualización abstracta y en la experimentación activa. Los alumnos con estilo de aprendizaje de este tipo son capaces de llevar a cabo mediante la experimentación activa las aplicaciones prácticas de sus ideas. No son muy influenciados emocionalmente, pero son hábiles en la resolución de problemas y la toma de decisiones.

El *estilo divergente* presenta alumnos con gran capacidad imaginativa y creativa. Perciben mediante la experiencia y procesan mediante la experimentación activa, utilizan su capacidad para analizar situaciones concretas desde muchas perspectivas diferentes a través de la reflexión.

El *estilo asimilador* o *analítico* se corresponde con personas que perciben por la conceptualización abstracta y procesan por la observación reflexiva. No ponen demasiado énfasis en la aplicación práctica de modelos teóricos. Utilizan el razonamiento inductivo, realizando análisis y planificando.

El *estilo acomodador* utiliza la experiencia concreta y la experimentación activa pero utiliza técnicas de ensayo y error. Suelen realizar proyectos arriesgados y son proclives a trabajar en equipo.

Desde la experiencia docente se percibe que si bien estos estilos de aprendizaje se encuentran en diferentes grados en los alumnos de ingeniería, predominan los estilos convergente y acomodador. Según esta perspectiva estos estilos son adecuados para realizar una propuesta metodológica de utilización de laboratorio virtual para experimentación.

La figura 1 resume las características principales del modelo desarrollado por Kolb incluyendo los estilos de aprendizaje.

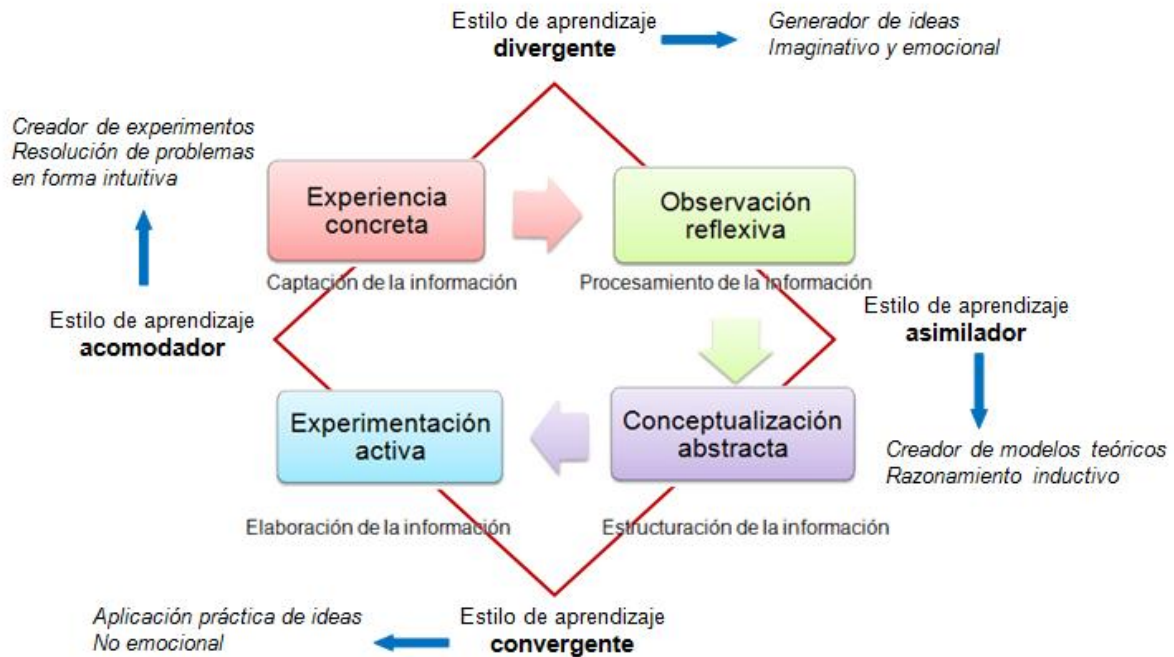


Figura 1

Tomando como referencia el modelo propuesto por Kolb, el fin de esta propuesta es rediseñar algunos de los trabajos prácticos de la asignatura Dispositivos Electrónicos A, adaptándolos hacia la realización de experiencias de laboratorios virtuales.

Una vez seleccionadas las experiencias a realizar, se debe elegir el programa de simulación que mejor permita reproducir el ambiente de laboratorio. Para ello, deberá ejecutarse un análisis crítico y una evaluación de las herramientas de simulación disponibles. Existe en el mercado una amplia variedad de programas de simulación cuyas características son compatibles para ser usados en entornos de simulación de circuitos eléctricos y dispositivos electrónicos. Desde un punto de vista crítico, el primer criterio para la selección fue la necesidad de contar con modelos de calidad y fiables para representar los componentes circuitales. En este caso se evaluaron herramientas de simulación desarrollados bajo el estándar conocido como SPICE (**S**imulation **P**rogram with **I**ntegrated **C**ircuit **E**mphasis), desarrollado inicialmente en la Universidad de Berkeley en la década de 1970, como un programa de código abierto. Actualmente, varias empresas presentan distintos software, en general comerciales con licencia, desarrollados a partir del SPICE original.

Por ello, otro de los criterios adoptados para la selección fue la disponibilidad de versiones libres. Existen muy pocos de estos programas sin licencia, ya que la mayoría no son desarrollados para su uso desde un punto de vista educativo. Son programas profesionales que se adaptan a fines educativos. Muchos de ellos cuentan con versiones demostrativas de calidad aceptable para los fines propuestos y están desarrollados, principalmente, para operar en sistema operativo Windows.

De los programas evaluados se decidió trabajar con LTspice IV de Linear Thechnology, por ser este un programa completo sin licencia y adaptable al uso propuesto.

Análisis y evaluación de la herramienta de simulación: LTspiceIV

LTspice IV es un simulador Spice de alto rendimiento en el que pueden armarse diagramas esquemáticos de los circuitos para luego simular su funcionamiento en diferentes condiciones de operación.

Este software de simulación es distribuido por el fabricante de componentes electrónicos Linear Technology y se descarga de la página web del fabricante (<http://www.linear.com/>).

Corre bajo sistema operativo Windows. Como una ventaja sustancial LTspice IV es un software de descarga gratuita sin costo de licencia, que se presenta como una herramienta muy valiosa para el diseñador electrónico.

LTspice IV posee un visor en tiempo real de la forma de onda del circuito bajo ensayo. Este instrumento virtual similar a un osciloscopio muestra los resultados obtenidos de la simulación.

Es de fácil instalación y no posee limitaciones respecto al número de componentes o nodos de un circuito, como sucede con otras versiones de programas similares en versiones demostrativas o estudiantiles.

La figura 2 muestra la pantalla principal con los iconos típicos.

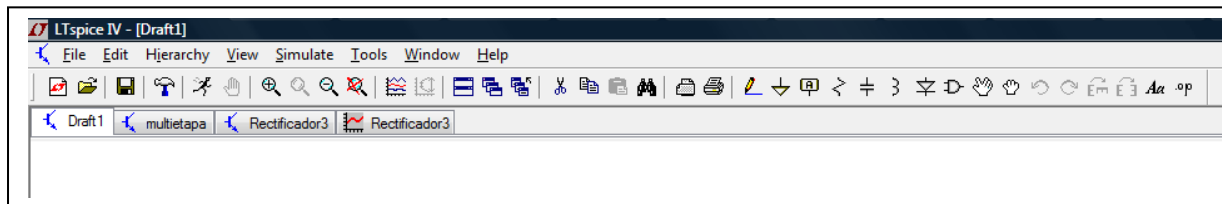


Figura 2

La interfaz gráfica de usuario presenta una barra de herramientas simple, con botones que permiten acceder rápidamente a las opciones más usadas del programa. Los iconos se corresponden con las acciones comunes típicas de un entorno Windows. Esta característica permite hacer accesible el programa a nivel del alumno menos experimentado.

Los modelos de los componentes electrónicos resultan del estudio de la física de estos dispositivos, con adecuaciones matemáticas para facilitar el cálculo numérico necesario para resolver las ecuaciones de los circuitos. El usuario puede intervenir cambiando los valores de los parámetros de los modelos. Para el caso particular de LTspiceIV el fabricante genera sus propios modelos pero respetando el estándar SPICE lo cual genera confiabilidad en los resultados numéricos obtenidos como efecto de la simulación.

La opción de variación de parámetros constituye una característica muy importante para que el alumno pueda realizar autoaprendizaje.

El software analizado posee un completo conjunto de herramientas de visualización para presentar datos en la interfaz de usuario. Se permite la reconfiguración de muchos atributos de la presentación de los datos tales como: color, tipo y tamaño de fuente, zoom, cambio de ejes, aplicación de funciones matemáticas, etc.

El circuito a simular se genera a partir del editor de esquemas, que es muy intuitivo y presenta una interfaz gráfica basada en los símbolos de los componentes, seleccionados de bibliotecas de modelos básicos de componentes electrónicos. Una vez finalizado el dibujo del esquema del circuito se puede realizar un chequeo de las conexiones y colocar "puntas de prueba" para visualizar formas de onda de corrientes y tensiones en puntos elegidos del circuito. Los resultados de la simulación se visualizan con una excelente resolución gráfica similar a la observación a través de un instrumento de medida, osciloscopio en este caso.

Ejemplos de aplicación

Se eligen dos trabajos para realizar como laboratorio virtual: Fuente de alimentación con circuito rectificador puente y Amplificador a transistor bipolar multietapa. Los mismos también son analizados en forma analítica a través de modelos matemáticos durante el desarrollo de los trabajos prácticos de la materia Dispositivos Electrónicos A. Las figuras 3 y 4 muestran las pantallas correspondientes al dibujo del esquemático de cada circuito y los resultados de la simulación que corresponden a la visualización de las formas de onda en varios puntos determinados de cada circuito.

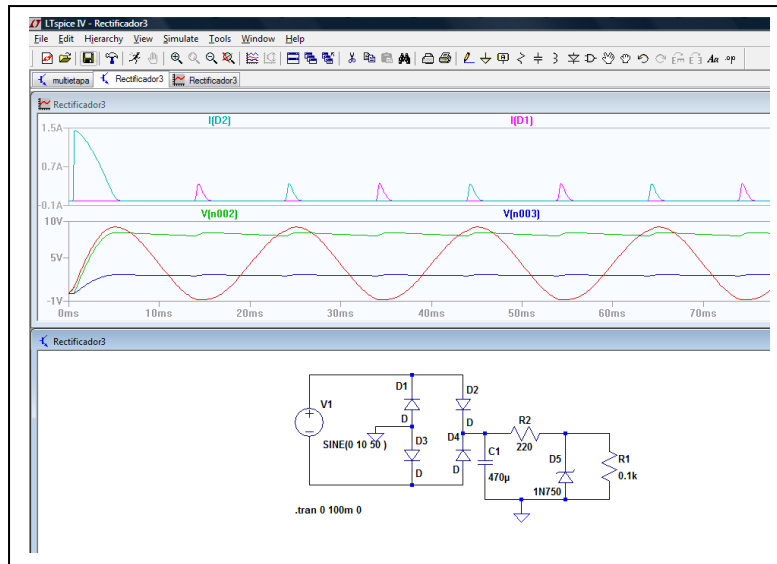


Figura 3: Fuente de alimentación regulada

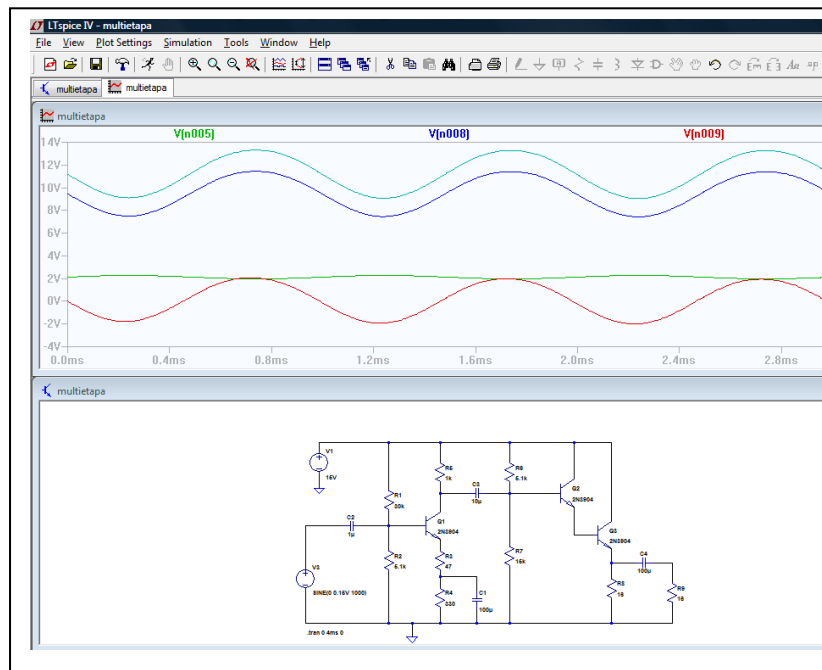


Figura 4: Amplificador a transistor bipolar multietapa

A través de la realización de las actividades propuestas y como resultado del uso de las herramientas de simulación el alumno será capaz de:

- Analizar fenómenos y probar modelos en distintas condiciones de operación (análisis en tiempo y frecuencia, efectos de la temperatura, variación de los parámetros de los dispositivos, etc.).
- Diseñar métodos de prueba para interactuar fácilmente con el sistema.
- Construir jerarquías conceptuales a partir de la interrelación del objeto en estudio con sus conocimientos previos.
- Reproducir condiciones del ambiente y del entorno similares a las reales, incluyendo aquellas peligrosas o costosas.
- Participar en actividades centradas en el autoaprendizaje
- Documentar adecuadamente los resultados de la experimentación

Conclusiones

A partir de las condiciones de aprendizaje desarrolladas en el modelo de Kolb, el objetivo primordial de esta propuesta es rediseñar una parte de los trabajos prácticos de la asignatura Dispositivos Electrónicos A, adaptándolas hacia la utilización de software de simulación en laboratorios virtuales.

Se considera que la utilización de software de simulación en la realización de laboratorios virtuales constituye una poderosa herramienta para la formación de los alumnos de ingeniería en la resolución de problemas reales y aprendizaje basado en proyectos. Como actividad extendida al trabajo en el aula, es posible generar propuestas de educación a distancia, semipresencial o mixta, abriendo nuevas perspectivas para la experimentación, sin límites espaciales y temporales, proporcionando además una optimización de recursos y costos. El diseño adecuado de estas experiencias permitirá fortalecer el desarrollo de competencias y desempeños necesarios para la práctica profesional del futuro ingeniero electrónico.

Esta investigación está en proceso de realización por lo que no pueden determinarse aun resultados cuantitativos.

Bibliografía

Díaz Barriga, F., (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo, Revista electrónica de investigación educativa, Vol. 5, Numero 002, Universidad Autónoma de Baja California, México.

Itin, C. (1999). Reasserting the Philosophy of Experiential Education as a Vehicle for Change in the 21st Century. *Journal of Experiential Education*, 22(2)

Kolb D. (1981), Learning styles and disciplinary differences, extraído de:
<http://learningfromexperience.com/media/2010/08/Learning-styles-and-disciplinary-difference.pdf>

Kolb A.- Kolb D., Experiential Learning Theory: A Dynamic, Holistic Approach to Management Learning, Education and Development, extraído de:
<http://learningfromexperience.com/media/2010/08/ELT-Hbk-MLED-LFE-website-2-10-08.pdf>

Linear Technology: <http://www.linear.com/>

Litwin E. (1997), Las configuraciones didácticas. Una nueva agenda para la enseñanza superior. Paidós