

www.cibereduca.com



V Congreso Internacional Virtual de Educación
7-27 de Febrero de 2005

LA FORMACIÓN PRÁCTICA DEL INGENIERO ELECTRÓNICO EN EL LABORATORIO*

Juan Carlos Cruz Ardila

Ingeniero Electricista, profesor tiempo completo en la Universidad de San Buenaventura - Cali.

jccruz@usb.edu.co

José Fernando Valencia

Ingeniero Electricista, profesor tiempo completo en la Universidad de San Buenaventura - Cali.

jfvalenc@usb.edu.co

* Este Documento hace parte del trabajo de investigación en la Maestría en Educación de la Universidad de San Buenaventura Cali, el cual tiene como título: Lineamientos para la formulación de un Modelo Pedagógico que fundamente la formación del ingeniero electrónico en el actual contexto científico, tecnológico y social.

Resumen

La presente ponencia es una propuesta metodológica de trabajo en el laboratorio para la formación de ingenieros electrónicos. Se plantea la importancia de potenciar las habilidades prácticas y la creatividad en los estudiantes de ingeniería a través de trabajos de laboratorios dinámicos e interactivos con aplicación concreta del conocimiento donde se privilegie el razonamiento y el análisis por encima del trabajo mecánico. También se muestran los resultados de la evaluación de la propuesta metodológica por parte de estudiantes que cursaron las asignaturas de circuitos eléctricos y electrónicos donde se destacan elementos esenciales que propendan por trabajos de laboratorio que verdaderamente impacten el quehacer práctico de los estudiantes.

Palabras claves: Ingeniero, laboratorio, aprendizaje colaborativo, circuitos.

INTRODUCCIÓN

El papel de la ingeniería en la sociedad.

Desde sus inicios, la práctica de la ingeniería ha estado orientada a mejorar la sanidad y el bienestar de la sociedad en general a través de la aplicación ética de cada uno de los desarrollos de la ciencia. Hablar del papel de la ingeniería en la sociedad es remontarse a los inicios prehistóricos de la misma, ya que desde que el hombre era un ser nómada, se le presentaron diversas necesidades que se fueron resolviendo con el ingenio y la creatividad. De esta manera diversos autores han tratado de construir una definición de ingeniería que se ajuste a sus verdaderos desarrollos y al aporte que hace al mejoramiento de la calidad de vida, dándose por aceptada la que actualmente ofrece la ABET, organismo internacional que vela por la calidad de los programas de ingeniería en Estados Unidos, la cual manifiesta que “Ingeniería es la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y las ciencias naturales adquirido mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio afín de desarrollar modos en que se pueden utilizar, de manera óptima los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de restricciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales y culturales” (Mosquera,2003).

Gracias a los desarrollos obtenidos por medio de aplicación de la ingeniería se puede disponer, entre otros, de diversos medios de transporte con altos grados de seguridad, sistemas productivos acordes con las demandas de la creciente población mundial, equipos e instrumentos médicos de alta precisión utilizados en la realización de cirugías o para monitoreo y control de los signos vitales en los pacientes, sistemas que permiten una ágil comunicación ya sea a nivel empresarial o personal, dispositivos especialmente diseñados para lograr un máximo de entretenimiento, etc. Además, están surgiendo un conjunto de Nuevas Tecnologías genéricas que están en el corazón de la revolución científica y tecnológica de este nuevo siglo, donde el caso más sobresaliente es el de la nueva biología molecular, o biotecnología que están generando oportunidades de producción y de desarrollo en aplicaciones en el campo de la salud humana, del procesamiento de alimentos y del manejo de la biodiversidad, entre otros. Así mismo, estas tecnologías también plantean grandes desafíos, que van desde peligros de exclusión social en términos de una capacidad diferencial de acceso y uso de estas tecnologías, hasta problemas de impacto ambiental (desarrollo sostenible) y de dilemas éticos que las nuevas tecnologías pueden generar. (Chaparro, 1998).

En general y gracias a sus aportes, beneficios y desempeño, la ingeniería y los ingenieros han logrado alcanzar una excelente credibilidad y confianza por parte de la sociedad, aspectos que se convierten en factor esencial de desarrollo profesional que debe trascender el simple reconocimiento de las habilidades o el ascenso en competencias laborales, e insistir en la necesidad de formación de hombres y mujeres que, además de dominar las diversas expresiones de la técnica, puedan ser portadores del equilibrio, la justicia y la equidad en la sociedad como respaldo al desarrollo nacional (Cañon, 2003). De aquí que los ingenieros adquieren una gran responsabilidad en la disminución de la brecha social, la cual comienza por aceptar su deber de reconocerla y comprometer sus esfuerzos, tanto técnicos como políticos, para superarla.

De esta manera, la educación en ingeniería no debe estar solamente soportada en el aprendizaje basado en contenidos. El objetivo primario será propender por un fuerte conocimiento del cómo aprender continuando la generación de ingenieros competentes, bien fundamentados en matemática y ciencias de la ingeniería, y que tengan una comprensión de diseño en el contexto social. Se ha encontrado que el sector industrial espera que al momento de terminar sus estudios de pregrado, la formación del nuevo ingeniero sea bastante amplia no sólo para los desarrollos en ingeniería sino también en otras profesiones. Esto les

dará la flexibilidad para seguir sus intereses y oportunidades en otro campo - como medicina, derecho, y administración - en donde ellos puedan llevar sus perspectivas tecnológicas para utilizarlas de manera útil, así como para responder a las cambiantes condiciones del mercado para ingenieros.

Se observa que los programas de ingeniería se están esforzando para que los estudiantes se formen más conscientes de las complejas relaciones mutuas entre ingeniería y sociedad industrializada (incluyendo la dimensión ambiental), animándolos y preparándoles para asumir un rol más fuerte y visible como ingenieros responsables en la sociedad y como ciudadanos productivos. La tendencia es que los planes de estudios en cada institución integren los principios de ciencias naturales, ciencias de la ingeniería y matemática con una exposición temprana y amplia en los aspectos de la práctica de ingeniería, así como en el diseño creativo.

La importancia de la práctica en la Ingeniería Electrónica

La práctica en ingeniería es la mejor oportunidad para comprobar si los conceptos han sido bien enseñados y por ende comprendidos"...porque la práctica es algo mucho más complejo, mucho más dinámico. La práctica, es el contacto con la realidad, y la realidad de la ingeniería está por fuera de las aulas... El ingeniero en el mundo laboral aprende haciendo"(Sanchez, 1989). En esta dinámica es necesario que la universidad tome la iniciativa de crear un ambiente de aprendizaje donde la formación práctica adquiera un papel preponderante y no dejar dicha acción y responsabilidad a las empresas del sector productivo.

En el caso particular de la ingeniería electrónica se encuentran diversos aspectos que para ser comprendidos demandan una actividad práctica que refleje toda la teoría trabajada en el aula, pero esa actividad no es el estado simple de estructurar situaciones de comprobación de conocimientos que redunden en la repetición y repartición de labores que terminen agrupadas en un documento llamado informe; por el contrario, debe ser un espacio donde se ponga a prueba el sentido crítico, la observación del fenómeno, la capacidad de resolver problemas en el acto mismo, la posibilidad de escribir y redactar un informe con conclusiones que apunten a la construcción de conocimiento en su área específica de formación y, finalmente, es un espacio para fortalecer el trabajo cooperativo de los estudiantes.

En electrónica no sólo es importante desarrollar y reforzar las habilidades integrales de los estudiantes en cuanto a análisis y comprensión contextual de los problemas, sino que también deben ser expuestos a tecnologías de punta que les permita visualizar el acelerado cambio al que están sometidos, especialmente en la microelectrónica, los sistemas digitales, la automatización y los sistemas de radio comunicaciones. Posiblemente desde la universidad no puedan lograrlo porque "los programas de pregrado deben introducir las bases filosóficas de la práctica en ingeniería, inspirar los fundamentos que se encuentran dentro de la ciencia de la ingeniería, ofrecer estos elementos a una práctica adecuada de ingeniería a un nivel inicial o de admisión al de una escuela de graduados y dejar al profesional con el compromiso de realizar aprendizaje de por vida" (Blanco, 1997), pero le corresponde a la propia universidad crear los puentes necesarios con diversos sectores (productivo o investigativo) para que sus estudiantes a través de prácticas, pasantías, proyectos de investigación o de proyección social, puedan fortalecer sus estructuras cognitivas y prácticas por medio del contacto directo con su contexto real. Esto permite que los egresados no salgan de la universidad a especular ni a desmeritar el trabajo de formación realizado por cinco años.

PLANTEAMIENTO DE LA CUESTIÓN

Los programas de Ingeniería tienen establecidos unos espacios de tiempo para las "prácticas de laboratorio" que complementan a algunas de las asignaturas de su programa de formación. Cabe señalar que no todas las asignaturas tienen prácticas de laboratorio, ya sea porque no existe la infraestructura adecuada o porque se considera que la asignatura propiamente dicha no lo requiere. En ocasiones los Laboratorios conforman una materia en sí, independiente de la calificación de la clase teórica a la cual está asociada; en otros casos, es parte de la clase teórica y la evaluación de la materia incluye los resultados tanto de la teoría como de la práctica.

En este tipo de experiencias se suelen presentar problemas diversos que interrumpen o complican la formación del ingeniero. Uno que es muy típico está relacionado con los docentes que trabajan esas áreas, uno la parte teórica y otro la parte práctica. El de la teórica, se preocupa por cumplir cabalmente con el programa del curso asignado sin importar, en algunos casos, si está atrasado o adelantado con respecto a la labor que se esté realizando en el laboratorio; mientras que, el de la práctica al ver que en ocasiones sus estudiantes no poseen los conocimientos necesarios para desarrollar el trabajo en el

laboratorio, decide hacer una breve exposición del tema, creando confusión en los estudiantes porque el método empleado por dicho docente no coincide con el planteado por el profesor de la teoría. Esto genera un choque de fuerzas donde ninguno cede y los estudiantes terminan siendo los afectados.

Otro problema lo constituye las prácticas tradicionales en el laboratorio con guías lineales, donde no se propende por un trabajo analítico sino por el contrario por una repetición de eventos donde se piden innumerables datos que terminan siendo extraviados por los estudiantes y al final construyen su informe con los datos de otros compañeros. Las prácticas son perfectas, no fallan y si todos son aplicados, terminan en poco tiempo, debido a que no es necesario construir nada porque el docente previamente lo había hecho todo. El trabajo de grupo se convierte en una repartición al azar donde cada integrante se responsabiliza de cada práctica y solamente el que hace el informe tiene el conocimiento primario de lo que sucedió ese día en el laboratorio.

La propuesta que se plantea está orientada a dar solución al problema de las prácticas tradicionales, porque directamente se resuelve el primer problema planteado, es decir, la de falta de comunicación entre docente de teoría y de práctica, debido a que exige un diálogo permanente entre ellos para que el desempeño de los estudiantes en el espacio del laboratorio sea adecuado y productivo.

DESARROLLO

Inicialmente se hizo una revisión de las guías de laboratorio empleadas por los docentes; luego se analizaron los procedimientos empleados por los estudiantes para desarrollar el laboratorio y se revisaron los informes que entregaron como soporte del análisis de las prácticas. Con esta información y de acuerdo a los recursos técnicos y de infraestructura que ofrece el laboratorio, se procedió a construir prácticas de laboratorio que permitieran una participación más activa de cada uno de los estudiantes, con el propósito de integrarlos en un proceso colectivo de aprendizaje. Dichas prácticas se soportaron en guías que se aplicaron en los laboratorios de electricidad y electrónica donde se ejecutaron las prácticas propuestas. En total se realizaron dieciséis prácticas, ocho de electricidad y ocho de electrónica en un periodo de dieciséis semanas. Posteriormente, se aplicó una encuesta a cada uno de los estudiantes que participaron del proceso con el fin de conocer sus apreciaciones de la nueva metodología. Finalmente se elaboraron ajustes y se concluyó acerca del proceso desarrollado para mejorar las habilidades prácticas de los estudiantes de ingeniería electrónica.

Análisis de la guía tradicional.

Un ejemplo de guía tradicional se muestra en la figura 1a. En la primera parte de la guía se observan los elementos del marco teórico y las actividades a realizar. En la mayoría de los casos analizados, el marco teórico es extenso y explica cabalmente la teoría que enmarca la práctica. Esto pensado en forma beneficiosa por parte del docente, se ha convertido en una coartación de las capacidades indagativas del estudiante, porque ellos al ver dicha información en la guía, no buscan más y así dicho trabajo es omitido; solamente unos cuantos leen lo que el docente plantea en la guía, otros ni siquiera se informan de dicho material.

Otro aspecto a resaltar en las guías tradicionales es que detallan completamente las actividades que debe realizar el estudiante, convirtiéndose en una receta y como tal, la práctica termina siendo una mecanización de acciones. Esto hace que el discente no ponga a prueba su creatividad porque no es necesario, ya sabe que la actividad funciona, debido a que el profesor previamente la había construido y por tal razón da fe que funciona.

Finalmente, se observan en la figura 1b los elementos que el docente le propone al estudiante para que tome datos, las tablas, construidas con variables que él mismo considera que deben ser analizadas y que no da lugar al estudiante para que haga otro tipo de observación, primero porque no se le pide, y segundo, porque no genera un interés de hacerlo.

Figura 1b. Guía de práctica de laboratorio en esquema tradicional.

Al observar el desarrollo de cada una de las prácticas se notaron algunos aspectos importantes de destacar como:

- Existe un interés por montar los elementos y dispositivos de una manera rápida con el fin de observar el fenómeno y recoger los datos de la mejor forma.
- Algunos estudiantes se distraen demasiado lo cual puede ser debido a que los grupos se forman, por lo general, en un número de cuatro, donde uno o dos realizan el montaje y los otros esperan para apuntar los datos en las tablas previamente diseñadas.
- Cuando la práctica no está resultando como se tenía planeado, recurren al profesor para que revise el montaje y pueda auxiliarlos con el inconveniente presentado. Como el docente previamente había montado la práctica, de antemano conoce las posibles fallas y termina ayudando a los estudiantes para que puedan tomar los datos pedidos para el respectivo análisis.
- Uno a uno se va dictando los datos y estos son colocados en los lugares que corresponden; cambian de montaje y ejecutan cabalmente el procedimiento señalado.
- Todo lo hacen bien con el denuedo y dedicación que una práctica de laboratorio exige, pero sin la racionalidad que un estudiante de ingeniería debe tener. El proceso racional ha sido desplazado por el instrumental.
- Finalmente, se llevan la información para sus casas y después de varios días construyen el informe final, aunque realmente, en el setenta por ciento de los casos, lo redacta un solo estudiante de acuerdo a la información recogida en el laboratorio.

En cuanto a los informes entregados se nota un esmero por presentarlos de acuerdo a la norma ICONTEC y detallan muy bien los procedimientos e inconvenientes que se presentaron durante la práctica. Construyen tablas y gráficos pero son acompañados de un análisis superficial de la situación trabajada en el laboratorio. Las conclusiones abarcan definiciones dadas por los libros o que simplemente afirman o no el cumplimiento de los objetivos planteados en la práctica y la comprobación de la teoría recibida en el aula. No se observa en el informe propuestas de mejoras a cada uno de los montajes realizados y en un ochenta por ciento se refleja que la práctica fue un éxito. Por parte del docente se nota tranquilidad porque sus estudiantes cumplieron a cabalidad y esto se manifiesta en las notas académicas asignadas, que en una escala de 0 a 5, no son inferiores a cuatro punto cero (4.0).

Propuesta de guía para trabajar en el laboratorio

Pensando dar solución al escaso desarrollo en la creatividad y las habilidades prácticas de los estudiantes de ingeniería electrónica, se trabajó la posibilidad de cambiar el procedimiento para realizar las prácticas de laboratorio, porque se considera que la práctica en ingeniería es la mejor oportunidad para comprobar si los conceptos han sido bien diseñados y por ende comprendidos "...porque la práctica es algo mucho más complejo, mucho más dinámico. La práctica, es el contacto con la realidad, y la realidad de la ingeniería está por fuera de las aulas...El ingeniero en el mundo laboral aprende haciendo. Si la ingeniería se aprende haciendo, previas unas buenas bases, ¿por qué no empezamos a hacer ese aprendizaje de la ingeniería desde la facultad, en vez de dejarlo hasta cuando el estudiante, llega a la industria?...Nosotros tenemos que aprender el Arte de la Ingeniería y podríamos aprenderlo así: dediquemos un rato a las bases y otro rato, pero desde el principio, desde el primer semestre, a hacer ingeniería, a hacerla evidente y vivirla" (Sánchez, 1989). Es así como la ejecución práctica permite crear habilidades necesarias para adaptar o transformar una situación y comprenderla científica, técnica y humanamente.

Las actividades de aplicación de los conocimientos se plantean desde una problemática o una necesidad específica que puede ser desarrollada en un ambiente virtual o real. El ambiente virtual busca destacar la importancia de la simulación como estrategia didáctica y de comprensión directa, donde la interacción con los elementos no es destructiva sino constructiva, mientras que, la práctica de laboratorio real, está asociada con la implementación de situaciones concretas susceptibles de alteraciones externas no incluidas en el modelo teórico previamente planteado por el docente en el aula y que pueden causar daños directos a equipos e individuos. Un ejemplo de un montaje virtual del laboratorio se muestra en la figura 2.

Este tipo de prácticas son apropiadas para que el estudiante se aproxime, en forma segura, al funcionamiento de cada uno de los dispositivos analizados teóricamente en el aula. Aquí no existe la posibilidad de daños materiales, por el contrario se pueden generar adrede posibles fallas para observar lo que podría suceder en el modelo práctico implementado, situación que es imposible (o poco viable) de realizar directamente en el laboratorio real. Además, la interacción que se tiene con cada uno de los instrumentos permite ampliar la visión analítica porque dispone de toda la información de equipos funcionando sincrónicamente y no, de información secuencial como si suele suceder en un caso real debido a que no se puede contar con muchos instrumentos funcionando a la vez.

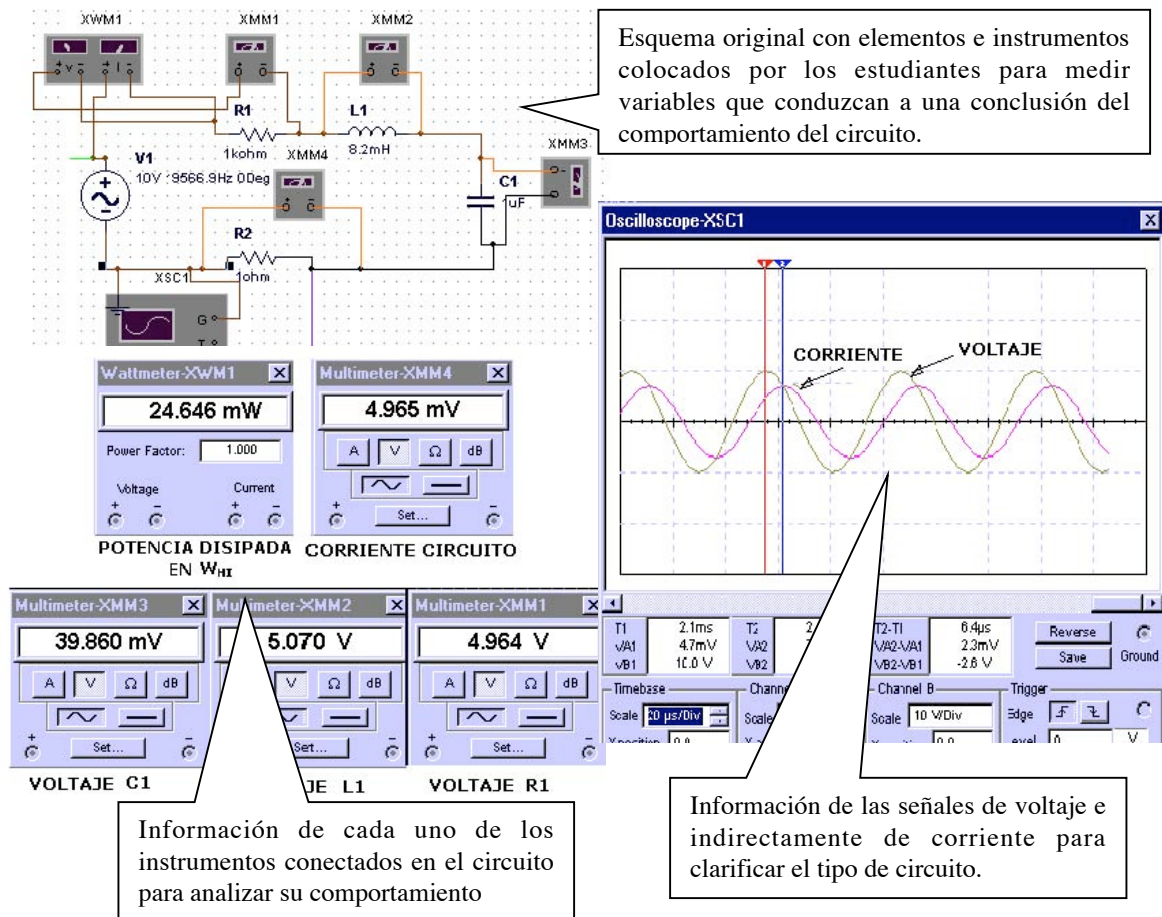


Figura 2. Desarrollo de una práctica de laboratorio por medio de un software de simulación.

Con el fin de propiciar un ambiente de aprendizaje acorde con las circunstancias y las exigencias de formación del actual ingeniero, donde pueda desarrollar su habilidad creativa, propositiva e interpretativa a través del contacto con los dispositivos eléctricos y electrónicos, se pensó en un cambio en el trabajo de laboratorio de manera que sea más dinámico, riguroso y flexible en el momento de realizar las prácticas. Para ello, se construyeron prácticas donde se combina la teoría, la simulación y la ejecución de proyectos con diseños propios de los estudiantes pero con la temática dirigida por el docente.

El procedimiento que se llevó a cabo fue el siguiente:

1. Se elaboraron las guías de laboratorio tanto de Circuitos Eléctricos como de Electrónicos y los aspectos que se tuvieron en cuenta fueron los siguientes:

a) Tema de la práctica

Está relacionada con la teoría vista durante la semana que precede a la práctica. El estudiante emplea el tema para apropiarse de los conceptos y así conocer a fondo qué es lo que va a trabajar en el laboratorio.

b) Objetivos

Básicamente son los logros que el docente plantea y que deben ser alcanzados por los estudiantes cuando terminen su trabajo.

c) Equipos a utilizar

Es un listado de equipos que los estudiantes deben emplear para tomar la información necesaria en el transcurso de su práctica. Es bueno aclarar que sólo se señalan los equipos y no se especifican los valores de los elementos que conforman el circuito, ni se indica para qué serán utilizados los equipos.

d) **Procedimiento descriptivo** de la práctica que se debe implementar.

Es un pequeño procedimiento sugerido para desarrollar la práctica, sin embargo, debe ser completado por los estudiantes debido a que en la guía se omiten situaciones y eventualidades que sólo son identificadas por el discente cuando construye su trabajo de laboratorio.

e) **Preguntas teóricas** relacionadas con el tema de la práctica.

Se trata de fomentar en el estudiante su actitud investigativa y observativa, debido a que algunas preguntas son orientadas a buscar información que complementen su conocimiento del tema de la práctica y, las otras, para que se contesten directamente durante el desarrollo del trabajo en el laboratorio.

En La figura 3 se muestra una guía de laboratorio de circuitos eléctricos, donde se destacan los elementos señalados anteriormente.

Se puede observar en la guía que el docente explicita el circuito que se debe construir, pero en ningún momento se entregan los valores de los elementos¹. Esto se hace con el fin de propiciar en los estudiantes un análisis constructivo de lo que puede ser la implementación de dicho circuito de acuerdo a valores en los elementos predeterminados por ellos. En muchas ocasiones encuentran que dichos valores no son factibles porque una variable de corriente, de voltaje o de potencia se lo impide o porque simplemente el elemento que entrega la energía no soporta la exigencia de carga por parte del circuito.

Universidad de San Buenaventura - Cali
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Laboratorio de Circuitos Eléctricos I
Práctica No. 3
Leyes de Kirchoff

Objetivos

1. Comprobar experimentalmente las leyes de Kirchoff
2. Encontrar en forma práctica, la resistencia equivalente de un circuito de resistencias conectadas en serie y otras conectadas en paralelo.
3. Verificar la funcionalidad de un circuito equivalente.

Equipos a Utilizar

- Multímetro digital y análogo
- Fuente de voltaje
- Protoboard
- Cables de Conexión
- Pinzas

Procedimiento

1. El grupo debe implementar un circuito serie como se muestra en la figura 1

Figura 1. Circuito serie

2. Se debe tomar lectura de los voltajes en cada elemento, la corriente del circuito y elaborar una tabla donde se muestren los valores medidos con los calculados y los simulados. Explicar de qué manera se comprueba la L.V.K.

3. Implementar un circuito serie y paralelo como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Circuito combinación serie y paralelo

4. Tomar lectura del voltaje y la corriente en cada elemento. Elaborar una tabla donde comparen los datos medidos, calculados y simulados. Explicar de qué manera se comprueba la L.V.K.

5. Encontrar el circuito equivalente de los circuitos mostrados en la Fig. 1 y 2. Explicar por qué esos circuitos obtenidos son los equivalentes de los indicados en cada figura.

Preguntas Teóricas

1. ¿Cómo se construye en la práctica una fuente de corriente D.C.?
2. ¿Cuáles son las especificaciones técnicas de las fuentes duales que se usan en el laboratorio?
- ¿Cómo se construye una fuente de voltaje variable de A.C.?

Preguntas para resolver en el laboratorio

¿Qué diferencias existen entre el circuito equivalente y el circuito principal construido por el grupo?
Con ayuda de un transformador reductor de voltaje, alimentar el circuito de la figura 1 y comprobar la L.V.K. ¿Qué resultados obtiene?

No se le da los valores de los elementos que deben utilizar.

Se le entrega al estudiante una configuración circuital que sirva de guía para construir la propia

Las preguntas son de dos tipos: unas, motivan al estudiante a consultar para ampliar conocimientos y las otras, para determinar el grado de comprensión de la práctica.

Figura 3. Guía de laboratorio de Circuitos Eléctricos.

¹ Las guías pueden o no contener los circuitos explícitos y las estructuras pueden variar ligeramente en cada práctica, dependiendo principalmente de la temática a trabajar y de las habilidades y competencias desarrolladas en los estudiantes.

Para la presentación del informe los estudiantes tienen que reunir unos elementos que permiten configurar totalmente su trabajo práctico. Este informe se elabora en dos momentos: uno anticipativo, que corresponde a una semana antes de la práctica donde el estudiante debe diseñar, construir y hacer la simulación de los circuitos que va a implementar en el laboratorio; un segundo momento práctico, donde el estudiante asiste al laboratorio y ejecuta todo lo que tiene planeado, aquí debe tomar información y verificar si su diseño y análisis simulado coincide con el desarrollo real. En este momento el estudiante se expone a múltiples situaciones adversas tales como: el mal funcionamiento de un dispositivo, de un equipo o mal uso de la teoría que él acepta como válida dentro de su construcción cognitiva. Aquí la participación del docente es apropiada para dar solución a los múltiples interrogantes que aparecen y para dilucidar aquellos conceptos que considere que están confusos.

El trabajo que deben realizar los estudiantes se compone de los siguientes elementos:

A. Un trabajo escrito previo con los siguientes elementos:

- Portada de presentación.
- Tema y objetivos de la práctica.
- Listado de equipos, materiales y dispositivos utilizados.
- Procedimiento detallado de la práctica a desarrollar.
- Esquema del circuito que van a implementar en el laboratorio.
- Cálculos de cada uno de los elementos.
- Simulación de la práctica a través de software.
- Solución teórica de las preguntas hechas en la guía de laboratorio.

B. Debe cumplir al menos con el cálculo teórico y la simulación del trabajo que se va a implementar para que el docente le permita la realización de la práctica.

C. Para dar por terminada la práctica, ésta debe ser sustentada por los integrantes del grupo e inmediatamente presentar el informe, el cual debe contener los siguientes elementos:

- Trabajo previo (punto A).
- Datos medidos.
- Comparación y análisis de lo teórico y simulado con lo práctico.
- Conclusiones y observaciones de la práctica realizada.

2. Se ejecutaron las prácticas y se hizo seguimiento de cada una de las actividades realizadas por los estudiantes.

Se observó que las funciones se repartieron pro activamente desde el mismo momento en que se comenzó a desarrollar el diseño de la práctica (antes de asistir al laboratorio). Algunos construyeron marcos teóricos extensos, otros simplemente cumplieron con lo básico apoyándose en que la teoría ya había sido trabajada en el salón de clase; cuidadosamente organizaron las simulaciones hechas en el software adecuado y también implementaron tablas para asentar los datos que consideraban necesarios y; finalmente se notaron aquellos que estaban interesados por pedir los materiales y equipos para comenzar a ejecutar la práctica.

Debido a que los estudiantes ya habían trabajado el método tradicional, se observó la tendencia de repartirse las labores durante el trabajo en el laboratorio pero, cuando los resultados no empezaron a coincidir fue importante la participación de todos; el que hizo los cálculos teóricos, porque posiblemente estaban mal hechos o porque los valores de los elementos no eran los mismos utilizados en la práctica; también entró a opinar el que hizo la simulación porque el procedimiento ejecutado fue muy parecido al que se tenía que implementar en el laboratorio real y finalmente el trabajo realizado

por los que montaron la práctica fue necesario revisarlo porque quizá se omitió una conexión o se falló en la utilización de los elementos de medición.

La toma de datos se hizo más conscientemente porque se contó con unos resultados previos que tienen que coincidir, en un alto porcentaje, con los de la práctica real. Igualmente las observaciones fueron apareciendo en la medida que se ejecutaba cada acción y además se logró una mayor atención de cada actividad ejecutada para no cometer errores que conllevaran a una falla de la práctica que previamente se había planeado. A pesar, de observarse una alta participación de los estudiantes, se notó cierta apatía de unos cuantos, posiblemente por el hábito que existía de hacer las cosas de una determinada forma, lo cual, al ser cambiada, los afectó en su quehacer de estudiante.

Algo importante que se tuvo en cuenta, fue el tiempo para ejecutar la práctica. En una primera instancia se notó que era poco tiempo en el laboratorio (tres horas) para realizar el análisis concienzudo de cada una de las situaciones. Por lo tanto, se decidió ajustar los contenidos de las prácticas siguientes para que no se presentaran los mismos problemas. Siempre prima el interés por una práctica razonada y creativa para que los estudiantes interactúen con el conocimiento de una manera amena y no en forma acuciosa que redunde en análisis de baja calidad por parte de ellos.

Evaluación de la propuesta

Para la evaluación de la propuesta se contó con las apreciaciones de los estudiantes de circuitos eléctricos y de circuitos electrónicos que vivieron el cambio en la metodología de trabajo en el Laboratorio. Son estudiantes que cuando estaban en circuitos eléctricos I (o en electrónica I) realizaron prácticas con la metodología tradicional y un semestre después, en circuitos eléctricos II (o electrónica II) aplicaron la nueva metodología propuesta. Además se cuenta con la experiencia de los profesores encargados de dirigir las prácticas en el Laboratorio quienes también fueron testigos del cambio de metodología.

A los estudiantes se les aplicó una encuesta que buscaba medir la aceptación de la nueva propuesta de trabajo, si ella era adecuada y llenaba sus expectativas o si por el contrario estaba alejada de los objetivos reales de una práctica de laboratorio. Adicionalmente les pedía que hicieran sugerencias u observaciones que permitieran mejorar el trabajo planteado. A continuación se presentan las observaciones y resultados obtenidos de la encuesta, analizados en distintos tópicos:

1. Dinámica de trabajo

En un comienzo la metodología no fue muy bien aceptada por los estudiantes, quienes veían cómo se cambiaba el paradigma existente en la realización de las prácticas de laboratorio y en la presentación de los informes. En las primeras sesiones fue necesario realizar correcciones y hacer muchas exigencias a los estudiantes para que cumplieran con la presentación de los preinformes de la manera en que se había especificado, y para que se animaran a llevar la iniciativa del trabajo práctico en el laboratorio, sin tener que esperar a que fuera el profesor quien dirigiera esas labores. Posteriormente, los estudiantes aceptan que se encuentran a gusto con la metodología planteada, y reconocen que ésta ha permitido que el trabajo en el laboratorio sea más agradable y productivo para el grupo.

Consideran que es muy pertinente la confrontación que se lleva a cabo entre los desarrollos teóricos, la simulación de los circuitos y la realización de la práctica en sí, lo cual les permite verificar de distintas maneras los conocimientos adquiridos en clase.

También manifiestan que es muy satisfactorio el hecho de que son ellos mismos quienes deben diseñar su propio circuito y no el profesor como solía ser antes. De esta manera están desarrollando habilidades y están ganado confianza en su quehacer como ingenieros.

Además, la metodología permite descubrir y corregir sus propios errores al contar con dos filtros antes de la práctica: el desarrollo teórico y la simulación de los circuitos. Un preinforme bien desarrollado exige que el estudiante verifique por medio de la simulación los circuitos que montará en el Laboratorio, lo cual da la posibilidad de detectar y corregir algún problema de diseño o de modificar algún concepto que no haya sido interpretado correctamente.

2. Formación como ingeniero

Los estudiantes manifiestan que la nueva metodología potencia diferentes habilidades propias de los ingenieros, como pensamiento divergente y convergente, trabajo en equipo y serendipia, que serán muy importantes en su formación profesional.

Principalmente se adquieren habilidades para diseñar e implementar diferentes tipos de circuitos eléctricos y electrónicos, esto debido a que en cada guía de laboratorio el profesor deja los diseños a cargo de los estudiantes. También se adquieren habilidades en el manejo, operación y cuidado de distintos equipos de medición.

Por otro parte, consideran que el hecho de realizar diseño, práctica y simulación es un trabajo que se acerca más a la realidad que deberá vivir como ingenieros electrónicos. De esta manera obtienen una estrategia de trabajo donde el diseño teórico y la simulación preceden a la implementación física de cualquier diseño eléctrico o electrónico, garantizando en gran porcentaje el éxito del proyecto.

Finalmente, también se propende por el desarrollo de habilidades en la presentación de informes y análisis de resultados.

3. Pertinencia de las prácticas con la teoría

Este tópico quería verificar la coherencia entre los temas trabajados en las clases teóricas y las prácticas implementadas en los Laboratorios.

Al respecto, los estudiantes manifestaron que en general, los temas y trabajos de laboratorio están fuertemente ligados con los conceptos trabajados en clase, de manera que lograban cumplir con los objetivos de aplicar y verificar lo visto en la teoría con lo experimentado en las prácticas.

Sin embargo, resaltan que algunos temas de la clase no son implementados en las prácticas y son estos los que generalmente no quedan bien fundamentados en su mundo de conocimientos.

Además, critican que en ocasiones se genera un desfase temporal entre la realización de la teoría y la práctica, de forma que cuando están realizando el laboratorio este corresponde a un tema de clase visto hace tres o más semanas de tiempo atrás.

4. Observaciones generales

En relación con las observaciones que los estudiantes y profesores tienen sobre el método de trabajo en el laboratorio se mencionan las siguientes:

- Es conveniente que el profesor, antes de iniciar la práctica, resuelva las dudas que surgieron en los estudiantes al realizar el trabajo previo.
- Los grupos de trabajo en el laboratorio deben ser pequeños, ideal de dos o tres personas.
- El personal del laboratorio debe garantizar el buen estado de los equipos y elementos de trabajo, así como de disponer de las cantidades necesarias para el desarrollo de las prácticas. También debería buscar métodos que agilice la entrega de los materiales y equipos a los grupos de trabajo.
- Buscar que los diseños propuestos en los laboratorios correspondan con aplicaciones más prácticas que motiven aún más a los estudiantes.
- Garantizar la entrega de las guías de laboratorio con una semana de anticipación, para que los estudiantes dispongan del tiempo suficiente en la realización del preinforme.
- Los profesores deben desarrollar metodologías durante el trabajo en el laboratorio para garantizar la evaluación de cada uno de los integrantes del grupo, de acuerdo con su desempeño en la práctica y no solamente por el documento escrito que entregan.

Cada uno de los aspectos señalados en la evaluación sirvieron para ajustar el trabajo práctico en el laboratorio y propiciar una dinámica participativa de todos los actores involucrados en el proceso: El docente, para estar atento de los temas y así mismo garantizar que las prácticas servirán de complemento de aprendizaje y la adquisición de habilidades propias de los ingenieros; el encargado del laboratorio, para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos y dispositivos y; los estudiantes, en comprometerse con la realización razonada, pro activa y colectiva de las actividades propuestas.

¿Qué se pretende con esta propuesta?

La propuesta que se presenta para el trabajo en el Laboratorio contiene varias pretensiones relacionadas con el desarrollo de habilidades prácticas en los estudiantes, de manera que los acerque apropiadamente a su desarrollo como profesionales en ingeniería.

Por un lado, se pretende cambiar los esquemas tradicionales a los que vienen acostumbrados cuando realizan las prácticas de laboratorio, para que éstas dejen de estar determinadas por procesos repetitivos a los que se ven expuestos los estudiantes, y se conviertan en algo mucho más que un escenario para tomar datos, verificar funcionamiento y comprobar una teoría que ha sido validada cientos de veces.

Por otra parte, se busca que todos los estudiantes lleguen al laboratorio con una visión clara de la práctica que van a realizar, logrando obtener un mayor provecho de ella. Esto se logra con la ejecución del momento anticipativo, mencionado anteriormente, el cual exige que los estudiantes hayan realizado previamente los desarrollos teóricos y la simulación de los circuitos diseñados por ellos mismos.

También, se desea que el estudiante comprenda que cuenta con diferentes herramientas (teóricas, de simulación y prácticas) y que puede interactuar con ellas para conceptuar, comprobar, diseñar e implementar circuitos o dispositivos electrónicos según sus preferencias durante el aprendizaje. Que su mente esté abierta a los nuevos desarrollos que día a día se generan en los ambientes tecnológicos incluidas las NTIC (Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación).

Finalmente, se quiere que el informe de la práctica del Laboratorio se entregue al final de la misma y no como ocurre tradicionalmente, donde se entrega en la fecha del próximo laboratorio o algunos días después de finalizada la práctica. De esta manera se puede garantizar que los datos y conclusiones que se colocan en el informe son realmente aportados por el grupo en sí y no por uno solo de los integrantes asignado para entregar el informe posteriormente.

CONCLUSIONES

Llegar a una propuesta de este tipo fue el resultado de un análisis del contexto del ingeniero, de ciertas teorías pedagógicas y del concurso de algunos estudiantes interesados en mejorar su actividad académica. Pero se necesita de un apoyo decidido por parte de todos los actores para que se cumplan cabalmente las pretensiones señaladas, desde equipos de laboratorio modernos y en buen funcionamiento hasta el convencimiento por parte de los estudiantes de que es un ambiente de aprendizaje propicio para desarrollar las habilidades que actualmente se demandan de un ingeniero.

La actitud del profesor de laboratorio es importante y su participación pro activa en el mismo le exige una mayor preparación porque va estar expuesto a gran cantidad de interrogantes y posiblemente no podrá dar respuesta a alguno de ellos, pero debe estar en la capacidad de poder sugerir alternativas que al ser implementadas den un resultado positivo al grupo de trabajo. No deberá ser autoritario ni incidir en las decisiones que tomen los estudiantes porque puede caer en la coartación de actividades creativas que diluciden de mejor forma los conocimientos aprendidos por los discentes en el aula.

A pesar que la propuesta pretende hacer un cambio de paradigma en los estudiantes con respecto a la ejecución de prácticas de laboratorio, se observa que debido a que no está ligada con una propuesta pedagógica coherente con dicho trabajo, muchos elementos formativos propuestos se pierden cuando se enfrentan a un sistema tradicional y asignaturista que les exige resultados de tipo numérico y no productivo.

Con esta experiencia se demuestra que es posible desarrollar e implementar, sin altos costos, metodologías de enseñanza acordes con las tendencias de la educación, de manera que se potencien las competencias que la sociedad exige a los ingenieros para su desarrollo profesional. Si ha de existir factores que retracen estos procesos, hay que buscarlos en las instituciones y en los docentes, porque se observó que los estudiantes se adaptan con cierta facilidad a las nuevas propuestas siempre y cuando estas sean coherentes y productivas.

BIBLIOGRAFÍA

1. BLANCO R. Luis Ernesto. La Calidad como Factor de Competitividad en la Educación Superior. Conferencia mundial sobre educación en Ingeniería y líderes de la industria. ACOFI. 1997.

2. CAÑÓN Rodríguez, Julio Cesar. “Ingeniería y Sociedad: La Vigencia del mito. Epimeteo, Prometeo y Hermes”. XXIII Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería. Septiembre de 2003.
3. CASTELLANOS Álvarez Juan, LARA Díaz. Lidia y otros. Diseño conceptual para la formación holística del ingeniero mecánico. Anuario científico de la Universidad de Cien Fuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. 2002. Tomado del sitio web
<http://www.ucf.edu.cu/publicaciones/anuario2002/pedagogia/articulo12.pdf>
4. CONTRERAS Jaime Salazar. Actualización y modernización curricular en los programas de ingeniería en Colombia. Conferencia Mundial sobre educación en ingeniería y líderes de la industria. ACOFI. Pág.154-159. Mayo de 1997.
5. CHAPARRO, Fernando. Haciendo de Colombia una Sociedad del Conocimiento. Conocimiento, Innovación y Construcción de Sociedad: Una agenda para la Colombia del Siglo XXI. COLCIENCIAS. Bogotá. Agosto 15 de 1998.
6. GÓMEZ Rodríguez Víctor G., CARRERAS Martínez Vladimir y DELGADO Álvarez Noemí. Calidad en la enseñanza de la ingeniería: una mirada al problema desde la óptica del profesor universitario. Anuario científico de la Universidad de Cien Fuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. 2002. Tomado del sitio web
<http://pluton.ucf.edu.cu/publicaciones/anuario2002/pedagogia/articulo18.pdf>
7. GRECH, Pablo. “Introducción a la ingeniería: un enfoque a través del diseño”. Pearson. Primera edición. Bogotá D.C. 2001.
8. JACOBSON, I.D. Un nuevo enfoque a la educación en ingeniería. Conferencia Mundial sobre educación en ingeniería y líderes de la industria. ACOFI. Pág.17-25. Mayo de 1997.
9. LÓPEZ Parra Javier F. Desarrollo de competencias en la formación de ingenieros de sistemas. Revista ACIS. Edición No.84. Enero - mayo de 2003
10. MARCHISIO Susana, RONCO Jorge y VON Pamel Oscar. El trabajo colaborativo por proyectos en ambientes virtuales como estrategia formativa profesional en ingeniería. Tomado del sitio web <http://www.edudistan.com/ponencias/Susana%20Marchisio1.htm>
11. MOSQUERA Benítez, Héctor Damián. “Introducción a la Ingeniería: Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una Visión Humanística de la Ingeniería”. XXIII Reunión Nacional de Facultades de Ingeniería. Septiembre de 2003.
12. PRADOS, W. John y Proctor, Stanley. “What will it take to reform engineering education”. Chemical Engineering Progress. New York. Marzo de 2000.
13. SANCHEZ G. Jorge. Elementos propios de la profesión en los currículos de ingeniería. Ciclo de conferencias de la Facultad de Ingenierías U. Nacional. 1989.
14. SCHÖN Donald A. La formación de profesionales reflexivos. Paidós. 1987.
15. VALENCIA Giraldo Asdrúbal. La magia y el arte de la ingeniería. Revista de Ingeniería Universidad de Antioquia .No. 14. Agosto de 1997

©CiberEduca.com 2005

La reproducción total o parcial de este documento está prohibida sin el consentimiento expreso de/los autor/autores.

CiberEduca.com tiene el derecho de publicar en CD-ROM y en la WEB de CiberEduca el contenido de esta ponencia.

® CiberEduca.com es una marca registrada.

©™ CiberEduca.com es un nombre comercial registrado