

Redes Resistivas y Tolerancias en una Materia Tecnológica Básica

Drudi, S. ^{#1}, Litvack, F. J. ^{#2}, Chesini, E. ^{#3}, Rodríguez, C. J. ^{#4}

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba

Córdoba, Argentina

¹ sudru2002@yahoo.com.ar

² federicolitvack@gmail.com

³ ezequielchesini@gmail.com

⁴ ing.cjrodriguez@gmail.com

Resumen— Se presenta una experiencia desarrollada en primer año de carreras de ingeniería en una materia de tecnología básica, a través de la cual los futuros ingenieros tienen vivencias que los aproximan a la profesión. Allí comienzan a comprender el funcionamiento de circuitos en los cuales se consideran los componentes producidos industrialmente, es decir, considerando sus tolerancias. Durante las clases se observa el interés de los estudiantes, quienes se involucran activamente en el aprendizaje de circuitos. De este modo se abren posibilidades de desarrollo de habilidades de pensamiento tales como observar, inferir, evaluar, entre otras. A partir de las experiencias sobre circuitos con componentes concretos y su vinculación con las representaciones simbólicas, se cimientan las bases para la construcción de conocimientos teóricos de mayor grado de abstracción. Una vez que el estudiante mide, interpreta, propone modelos alternativos, y contrasta los modelos con una configuración determinada, dispondrá de algunas herramientas conceptuales para abordar sistemas más complejos.

Palabras clave— aprendizaje activo, redes resistivas, tolerancias, experimentación, formación en ingeniería.

I. INTRODUCCIÓN

El trabajo que se presenta fue desarrollado en la materia “Taller y Laboratorio” en primer año de las carreras de Ingeniería Electrónica, Ingeniería Biomédica e Ingeniería en Computación.

Un importante reto para los docentes de la asignatura es conseguir que los estudiantes comprendan el funcionamiento de un circuito eléctrico real. Para ello se propone partir de conocimientos experienciales y luego vincularlos con conocimientos teóricos de mayor grado de abstracción. Al hacer las experiencias se trabaja con componentes producidos industrialmente, esto implica que tienen diversos márgenes de tolerancia. Tanto los cálculos como los diseños deberán tener en cuenta esta característica. Se presentan a los estudiantes las tolerancias de valor óhmico de resistores, potencia en resistores y corrientes en fusibles.

Se presentan dos experiencias: una que permite comprender las implicancias de la tolerancia en el valor óhmico de resistores en circuitos serie-paralelo. La otra experiencia permite advertir los efectos de la tolerancia en potencia, centrando la atención en la sobre-elevación de temperatura que se requiere para llevar a la destrucción total del componente. Se muestran por un lado resistores y los

márgenes de exceso de potencia que soportan y por otro lado se exhiben fusibles, para observar el margen de intensidad de corriente que soportan sobre su valor nominal.

II. UNA PRIMERA APROXIMACIÓN A LA PROFESIÓN

La ingeniería es una actividad profesional creativa que requiere contacto con las necesidades tecnológicas de la sociedad. [1] En el desempeño de esta profesión, se parte de un problema, se modeliza y con el sustento de conocimientos sobre funcionamientos y materiales se construye un sistema que da solución al problema. El diseñador ingenieril, que reúne elementos (bloques funcionales) en combinaciones nuevas, es capaz de integrar y manipular en su mente dispositivos y aparatos que todavía no existen. Por ello es importante comenzar desde el primer año a formar un conjunto de conocimientos firmes y accesibles para ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar. Estos conocimientos pueden ser en un comienzo cualitativos, obtenidos a través de los sentidos, para luego fortalecerlos con sustentos teóricos.

En la mayoría de los desarrollos que se hacen en ingeniería se diseñan dispositivos con características tales que puedan ser producidos en serie. Esto lleva al trabajo con tolerancias en cada componente, y en alguna medida, el tecnólogo siempre estará trabajando con una incertidumbre asociada a cada parte, asegurando la funcionalidad y confiabilidad de los dispositivos dentro de los márgenes que fijan las tolerancias.

En la materia Taller y Laboratorio se intenta dotar a los estudiantes de conocimientos experienciales sobre componentes comerciales así como conocimientos teórico-prácticos de algunos bloques funcionales. Los estudiantes quieren aprender sobre la profesión, por lo tanto, acercarlos a la realidad los motiva.

III. FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS

En el aprendizaje tradicional el docente y los libros son las fuentes del conocimiento y tanto en la elaboración como en el desarrollo de las clases no se tienen en cuenta ni las creencias ni la participación de los estudiantes. El laboratorio se usa simplemente para confirmar lo aprendido. Dependiendo del profesor, en las clases expositivas los estudiantes suelen perder rápidamente la atención.

Una alternativa es plantear actividades prácticas donde el

estudiante se involucre con el problema a resolver. Cuando el diseño de estas actividades desafía al estudiante a proponer una solución y el resultado no coincide con lo esperado, se ponen en evidencia errores conceptuales. Esta situación interpela al estudiante de modo que éste se involucra con su propio aprendizaje. Se denomina aprendizaje activo a aquel que guía a los estudiantes en la construcción de su conocimiento a través de la observación directa de fenómenos [2]-[7]. Dentro de este marco, el laboratorio se usa para aprender conceptos. Se puede suponer que la realización de actividades prácticas facilita el mantenimiento de la atención. Además, el docente, al observar el desarrollo de las actividades obtiene indicios de la comprensión de los temas abordados, y puede utilizar esta información como insumo para reforzar contenidos pobremente asimilados antes de cerrar la clase. Además, se produce un cambio notable en el rol docente, que prioriza su función como facilitador que guía el aprendizaje [2]-[7]. La materia también toma en cuenta el enfoque de enseñanza para la comprensión [8] y [9], de manera que al evaluar el desempeño de un estudiante, se percibe la apropiación de los contenidos enseñados. Cuando la nueva información modifica la estructura cognitiva del estudiante, el aprendizaje logrado es más sólido [8] y [9]. Además, en el diseño de las actividades para el aula tienen en cuenta las diferentes habilidades de pensamiento. [10]

En el Documento Curricular para el Ciclo General de Conocimientos Básicos en Ingeniería, se establece que “la formación de un ingeniero para el siglo XXI debería contemplar una formación inicial que le brinde sólidos conocimientos básicos integrados en competencias, a través de la relación dialéctica entre teoría y práctica que posibilita el desarrollo de las competencias mediante sucesivas aproximaciones a las problemáticas que requieren el uso de herramientas conceptuales y procedimentales de las ciencias básicas. De este modo, la teoría apropiada se transforma y se consolida a partir de su instrumentación en la práctica y la actuación en la práctica se enriquece y modifica por el aporte de referentes teóricos, contribuyendo así a una sólida formación teórico-práctica” [11].

Estudios recientes [2]-[7] demuestran que ha mejorado el desempeño de los estudiantes cuando se utilizan metodologías que fomentan el aprendizaje activo.

IV. DESARROLLO

Algunos objetivos de la cátedra Taller y Laboratorio, en cuanto al aprendizaje, son: motivar a los alumnos con actividades relacionadas con la práctica profesional, aportar a nivelar la diversidad de conocimientos y capacidades prácticas con que ingresan e iniciarlos en prácticas de taller y laboratorio de electrónica, relacionadas con la construcción y medición de sistemas electrónicos elementales [12]. En este sentido, incentivar a los alumnos a utilizar cajas negras, resulta una forma eficiente de incorporar a la práctica el uso de una nueva herramienta, poniendo al estudiante frente a situaciones que implican trabajar con incertezas.

Para muchos estudiantes esta materia es el primer contacto

con instrumentos y conceptos de electrónica. También la primera oportunidad de armar algún dispositivo electrónico usando componentes comerciales. Anteriormente los planes de estudio incorporaban este tipo de prácticas recién en cuarto año, lo cual implicaba demorar la formación integral del ingeniero. No es lo mismo formar un científico, cuyo objetivo estará puesto en la producción de conocimientos, que un tecnólogo, que se abocará a producir artefactos y el “know how” asociado.



Fig. 1. Experimentación con cajas negras en mesa de trabajo.

Los estudiantes que cursan esta materia tienen los conocimientos básicos que han aprendido en las escuelas secundarias de las que provienen, las cuales son de diversas orientaciones. En el momento en que cursan “Taller y Laboratorio” no han cursado Análisis Matemático ni Física. La materia se desarrolla en un aula-taller, donde hay una parte de bancos con pupitres y un pizarrón, rodeado de mesas de trabajo con tomacorrientes aptas para la conexión de varios instrumentos. Figura 1.

A. La primera experiencia: implicancias de la tolerancia en el valor óhmico de resistores en circuitos serie-paralelo.

Se abordan las conexiones serie-paralelo de redes resistivas que se encuentran dentro de cajas de plástico negras accesibles desde el exterior a través de dos puntos de medición. Intencionalmente se eligió montar los componentes dentro de cajas de color negro, cerradas, con dos terminales para crear un puente cognitivo con el modelo de “caja negra”, simbolismo utilizado en el abordaje de sistemas. Se comienza midiendo con multímetro en los puntos accesibles de las cajas negras, luego se dibujan posibles configuraciones teniendo en cuenta la tolerancia de los resistores, se calcula la resistencia equivalente de cada configuración para determinar cuál es la alternativa más probable y finalmente se comprueba el resultado abriendo las cajas negras.

Se trabaja en grupos de cuatro o cinco estudiantes, que

disponen de un multímetro (tester) y una caja negra con dos terminales accesibles.

Todas las cajas tienen cuatro resistores de: 10 Ohm, 100 Ohm, 1 kOhm y 10 kOhm, con tolerancia del 5%, soldadas en diferentes configuraciones. (No hay valores repetidos en una misma caja).



Fig. 2. Cajas negras con dos terminales accesibles.

La consigna es medir la resistencia total equivalente entre los dos terminales accesibles sin abrir la caja negra. Luego, cada grupo debe dibujar al menos 3 configuraciones diferentes posibles para ese valor medido (teniendo en cuenta la tolerancia).

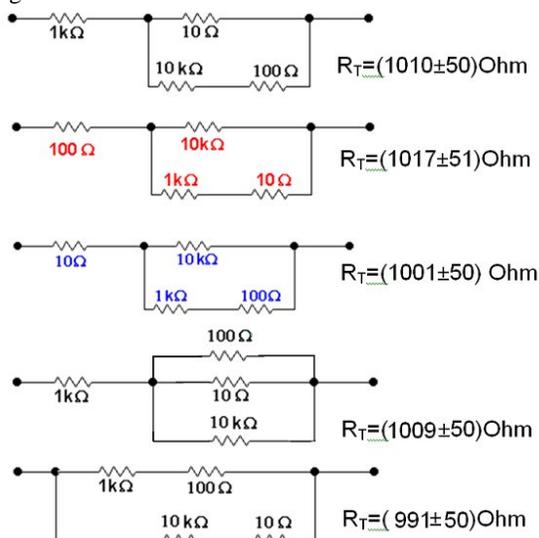
A continuación deben estimar cuál es la más probable, y abrir la caja para comparar las configuraciones dibujadas con el circuito (que deberán relevar e interpretar).



Fig. 3. Interior de la caja negra.

Ejemplo:

En una caja se mide un valor de 1000 Ohm. Algunas configuraciones probables pueden ser las siguientes:



B. La segunda experiencia: Tolerancia en potencia

1) Observación de resistores comerciales.

A los mismos grupos se les reparten resistores comerciales. Los resistores son de ¼ W de 10 Ohm, 47 Ohm y 100 Ohm. Se pide a los estudiantes que conecten los tres resistores en serie y alimenten el circuito con una fuente de tensión variable que comienza con 5V y aumenta progresivamente la tensión. Se les solicita que estimen qué resistor se sobrecalentará. Se realiza la misma pregunta pero ahora con los tres resistores conectados en paralelo. Se insta a los estudiantes a argumentar sus respuestas calculando las potencias disipadas en cada componente y en cada conexión.

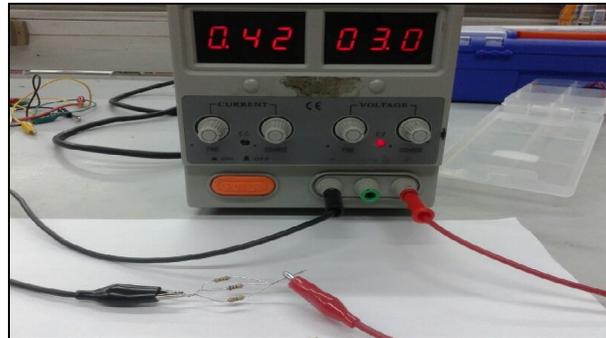


Fig. 4. Circuito con resistores conectados en paralelo.

Una vez que han dibujado los circuitos, han debatido y acordado una respuesta para cada conexión, se les solicita que armen los circuitos con componentes reales y conecten instrumentos a fin de medir la tensión y la intensidad de corriente en el componente que suponen que comenzará a sobrecalentarse. Se sugiere que tomen varios pares de valores para diferentes tensiones de alimentación del circuito y que observen si se producen cambios y los registren. Primero sensando la temperatura, luego observando si se produce un cambio de color en el esmalte del componente, y finalmente observando el humo y la destrucción total.



Fig. 5. Destrucción total de un resistor por sobre elevación de temperatura.

2) Observación de fusibles comerciales

Se distribuyen a los grupos fusibles en cápsulas de vidrio de 30 mm y 1 Ampére.

Se pide a los estudiantes que utilicen las fuentes de alimentación que tengan control e indicación de corriente, y

que sigan los pasos indicados. (Deben bajar el control de tensión y la corriente de la fuente a cero, conectar el fusible a la fuente, aumentar la tensión al máximo, a fin de configurarla como fuente de corriente). A partir de este momento, se comienza a aumentar la intensidad de corriente paulatinamente y deben registrar los pares de valores tensión – corriente. Se sugiere que presten especial atención a partir de superar un Ampére que es el valor nominal del fusible.

Análisis de registros

1) Observación de resistores comerciales

La observación más relevante es que la resistencia de mayor valor óhmico es la que aumenta más su temperatura en el circuito serie, y la de menor valor óhmico en el circuito paralelo.

En relación a los valores, en general, se observa variación del color del esmalte cuando la potencia ha superado aproximadamente 20 veces el valor nominal (para una temperatura ambiente de unos 20°C). Aún en esta condición, si se mide el valor óhmico, no cambia significativamente. Luego se continúa aumentando la tensión de alimentación hasta la destrucción total, la cual ocurre aproximadamente para una disipación de potencia de unas 30 veces su valor nominal.

2) Observación de fusibles comerciales

A partir de los valores medidos se puede apreciar que los fusibles funden por encima del valor nominal, a lo sumo podría llegar al doble de la corriente nominal.

De las actividades con tolerancias en potencia y corriente se deduce que en el caso de la tolerancia en potencia, el fabricante asegura que un resistor no cambiará su valor óhmico mientras no se supere la potencia nominal. Sin embargo, el margen en este caso es muy amplio (superior a 20 veces su valor nominal). En cambio en el caso de los fusibles, donde el objetivo funcional es muy diferente, la tolerancia está a lo sumo en el doble del valor nominal. De esta manera el fabricante asegura que la corriente de fusión no es muy superior a la nominal.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo se plantea una clase teórico práctica en la que las actividades tienen en cuenta y hacen explícito el manejo de tolerancias, incertidumbres, así como los errores en las mediciones que son propios del trabajo profesional.

Con estas actividades se busca que los estudiantes de ingeniería desarrollen habilidades relacionadas con la formulación de preguntas y diferentes alternativas al momento de solucionar un problema, así como el desarrollo de criterios para definir caminos de acción y dar argumentos basados en conocimientos científicos. Además, facilitan la comprensión de las conexiones serie – paralelo y familiarizan al estudiante con la interpretación de circuitos que no están accesibles, para en el futuro resolver situaciones de fallas. También estimulan habilidades de pensamiento creativo.

Si bien estas clases requieren más tiempo que las clases expositivas, la motivación lograda que predispone al aprendizaje, las prácticas que facilitan la comprensión más profunda y la retención de conocimiento, junto con el desarrollo de la capacidad de razonamiento y de transferencia a nuevas situaciones, hacen de esta estrategia una propuesta superadora.

Referencias

- [1] Robert McGinn, “Science, technology, and society” Edit. Prentice Hall, 1991.
- [2] D. R. Sokoloff And R. K. Thornton, “ Using interactive lecture demonstration to create an active learning environment” The Physics Teacher, 1997, ch.36: 6, p. 340
- [3] D. R. Sokoloff And R. K. Thornton, “Interactive lecture demonstration”, Hoboken, N. J. Wiley, 2004.
- [4] D.R. Sokoloff, R. K. Thornton And P. W. Laws, “Real Times Physics”, module 3: Electric Circuits, Hoboken, N. J. Wiley, 2004.
- [5] R.M. Felder & R. Brent, “Learning by Doing.” Chem. Engr. Education, 2003, 37(4), p.p. 282–283.
- [6] P. W. Laws, “Calculus-based physics without lectures,” Physics today, 1991, cap. 44:12, p.p. 24-31
- [7] P. W. Laws, “Workshop Activity Physics Guide”, Hoboken, N J Wiley, 1997.
- [8] Perkins, David “Un aula para pensar: aprender y enseñar en una cultura de pensamiento” Edición 3ª ed. Aique, 1998.
- [9] Perkins, David “El marco conceptual de la enseñanza para la comprensión” En La enseñanza para la comprensión: guía para el docente. Paidós, 1999.
- [10] L.E. Raths et al, “Cómo enseñar a pensar”, 1997 Paidós. Bs. As.
- [11] Documento Curricular Ciclo General de Conocimientos Básicos en Ingeniería. (CGCB). Red de Facultades de Ingeniería:
- [12] Programa de la asignatura Taller y Laboratorio