

Herramientas de programación de alto nivel para la resolución de problemas y proyectos de ingeniería eléctrica.

Pablo García Triviño*, Luís Fernández Ramírez, Carlos A. García Vázquez, Antonio Gil Mena, Francisco Llorens Iborra, Raúl Sarrias Mena.

*Departamento de Ingeniería Eléctrica, Escuela Politécnica Superior de Algeciras

pablo.garcia@uca.es

RESUMEN: Hoy en día son muchos los programas informáticos de corte comercial que ayudan a los alumnos a la realización de proyectos de ingeniería eléctrica y a la resolución de distintos tipos de problemas. No obstante en muchos de estos casos los alumnos se limitan a saber utilizar dichos programas y obvian su base de cálculo de ingeniería eléctrica. Con este Proyecto de Innovación y Mejora Docente los alumnos han implementado distintos programas informáticos que les han servido de utilidad para la realización de proyectos y resolución de problemas de ingeniería eléctrica.

Los distintos programas se han realizado en el entorno de programación Matlab en varias asignaturas del área de Ingeniería Eléctrica. De esta forma, en cada una de las asignaturas participantes y bajo la supervisión del profesor responsable de la misma se han resuelto varios problemas, obteniendo así un repositorio final de programas que pueden ser de utilidad en los próximos cursos académicos así como para el desarrollo de los Proyectos Fin de Grado.

PALABRAS CLAVE: proyecto, innovación, mejora, proyectos, repositorio de problemas, programación de alto nivel, problemas, ingeniería eléctrica.

INTRODUCCIÓN

La utilización de programas informáticos en ingeniería es un hecho que desde sus inicios ha ayudado en gran medida a los ingenieros a la resolución de problemas y proyectos que abarcan todos los campos de la ingeniería. Dentro del área de la ingeniería eléctrica, actualmente nos encontramos con multitud de programas, algunos de ellos libres y otro de pago, que son ampliamente conocidos y utilizados.

La utilización de estos programas para el desarrollo de proyectos y problemas por parte del alumno claramente agiliza esta labor, no obstante en muchos casos ocurre que el alumno se centra únicamente en una óptima utilización del programa sin darle la mayor importancia a la base de cálculo que existe detrás del programa.

En el presente Proyecto de Innovación y Mejora Docente se ha utilizado una herramienta de programación de alto nivel, Matlab (1), para que los alumnos desarrollen y resuelvan sus problemas de ingeniería eléctricas.

Algunos casos donde el uso de herramientas informáticas de alto nivel han sido utilizadas con éxito aparece en (2) y en (3). En (2) los autores utilizan Mathcad y Matlab para el desarrollo de un programa que modele el campo magnético de motores eléctricos y en (3) utilizan Mathcad para la resolución de problemas basados en el circuito equivalente de motores de inducción.

PUESTA EN MARCHA Y DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS PROPUESTOS

La aplicación de este Proyecto de Innovación y Mejora Docente se ha llevado en varias asignaturas de tercer y cuarto curso del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la EPS de Algeciras. En este nivel del Grado, el alumno ya ha cursado una o varias asignaturas relacionadas con la programación, no es obstante, es bastante probable que todavía no conozca la utilización de Matlab. La base de la

programación el alumno ya la tiene adquirida de cursos anteriores. Debido a esto, al inicio de cada semestre se ha impartido una clase de introducción con el entorno de programación de Matlab. En ella los alumnos han adquirido los conocimientos básicos relacionados con el programa y con las sentencias básicas de programación del mismo.

Una vez que el alumno ha adquirido los conocimientos básicos del programa, los profesores responsables de las asignaturas participantes en el proyecto han sido los encargados de la iniciación del mismo durante las clases de problemas. Así pues, dependiendo de la asignatura, primero se han resuelto una serie de problemas a mano y mediante el desarrollo de simples programas con Matlab se ha comprobado el resultado de los mismos. En este punto del proyecto el alumno ya se va dando cuenta de las ventajas de la utilización del programa informático. A continuación, el profesor propone un problema más complejo a resolver, así como una estructura básica y los parámetros de entrada y salida del mismo. Aspectos relacionados con la forma de entrada y salida de datos así como la capacidad del mismo para adaptarse a otros problemas han sido decisiones de los alumnos.

Finalmente, con objeto de comprobar que los resultados obtenidos con el programa implementado por los alumnos es el correcto, el mismo problema se resuelve nuevamente a mano. Mediante este hecho el alumno comprueba las ventajas del desarrollo de sus propios programas en cuanto a tiempo de resolución, capacidad de adaptar el programa específico resuelto a otros problemas más genéricos y a fiabilidad de los resultados obtenidos si resolviera el mismo problema a mano.

Tras el desarrollo de los programas informáticos, los alumnos han comprobado el resto de programas realizados en otras asignaturas, dándole a conocer las distintas posibilidades que existen a la hora de utilizar Matlab y cómo estos programas pueden ser utilizados en sus Proyectos Fin de Grado. Finalmente los alumnos rellenaron una encuesta

(PI_14_040_Anexo 1.pdf), que ha servido de ayuda para el análisis del proyecto y la obtención de resultados.

Programas implementados

A lo largo del curso académico se han desarrollado varios programas para la resolución problemas de ingeniería eléctrica. Así pues, el repositorio final de programas ha sido el siguiente.

- **Cálculo de la tabla de tendido de una línea aérea de alta tensión.** A su vez este programa consta de otros subprogramas tales como: cálculo de la flecha máxima, cálculo de la tracción del conductor y cálculo de la ecuación de cambio de condiciones. El programa es de gran utilidad para conocer la tracción que debe tener el conductor en función de la temperatura ambiente y de la longitud del vano. En la figura 1 se muestra un ejemplo del resultado final obtenido una vez ejecutado el programa y adaptado para su correcta comprensión.

Vano a (m)	Tabla de Tendido (Sin Sobrecarga)															
	0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C					
	T_h	f	T_h	f	T_h	f	T_h	f	T_h	f	T_h	f				
20	365,54	0,03	324,84	0,03	284,39	0,03	244,24	0,04	204,79	0,05	166,64	0,06				
30	345,60	0,06	305,70	0,07	266,35	0,08	228,05	0,09	191,30	0,11	157,35	0,13				
40	321,83	0,12	283,38	0,13	246,18	0,15	210,93	0,18	178,48	0,21	150,13	0,25				
50	294,52	0,20	258,62	0,22	224,87	0,26	194,07	0,30	167,12	0,35	144,52	0,40				
60	265,44	0,31	233,49	0,36	204,59	0,41	179,34	0,46	158,04	0,53	140,44	0,59				
70	236,74	0,48	210,09	0,54	186,89	0,61	167,24	0,68	150,84	0,75	137,24	0,83				
80	212,45	0,70	191,50	0,77	173,60	0,85	158,50	0,93	145,80	1,02	135,10	1,10				
90	193,39	0,97	177,39	1,06	163,74	1,15	152,09	1,23	142,14	1,32	133,59	1,40				
100	178,75	1,30	166,65	1,39	156,15	1,48	147,10	1,57	139,20	1,66	132,25	1,75				
110	168,43	1,66	159,08	1,76	150,88	1,86	143,58	1,95	137,18	2,04	131,43	2,13				
120	160,54	2,08	153,19	2,18	146,64	2,27	140,74	2,37	135,39	2,46	130,59	2,55				
130	154,91	2,53	149,01	2,63	143,61	2,72	138,71	2,82	134,21	2,92	130,11	3,01				
140	150,36	3,02	145,51	3,12	141,06	3,22	136,91	3,31	133,11	3,41	129,56	3,50				
150	147,08	3,54	143,03	3,64	139,23	3,74	135,68	3,84	132,38	3,94	129,33	4,03				

Figura 1. Tabla de tendido. Tensión y flecha del conductor ante distintos vanos y temperatura ambiente.

- **Cálculo de la puesta tierra de un centro de transformación.** El programa también refleja cómo influye del número de picas y longitud de las mismas en las tensiones de paso y contacto. Una de las gráficas de salida del programa se muestra en la figura 2.

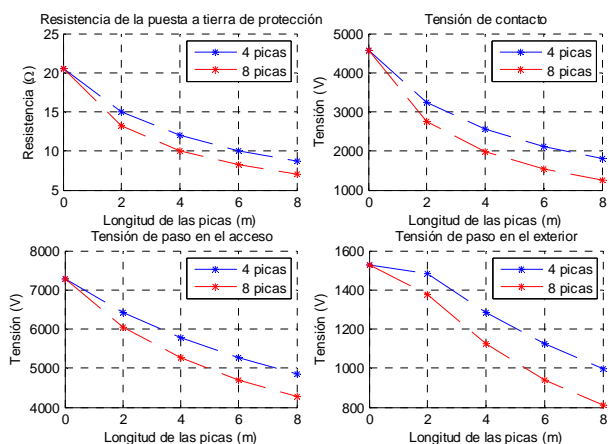


Figura 2. Influencia de la longitud de nº de picas en las tensiones de paso y contactos en la resistencia de la puesta tierra.

- **Cálculo de la curva de par y de tiempo de arranque de un motor asíncrono.** Con este se comprueba el punto de funcionamiento de la máxima en función del deslizamiento.

- **Cálculo de parámetro de circuito equivalente de máquinas eléctricas y resolución del mismo.** A partir de datos obtenidos de forma experimental, el programa calcula el circuito equivalente de la máquina así como la corriente y par en función de la carga.
- **Cálculo de conductores de líneas subterráneas de media tensión.** El programa realiza el dimensionamiento de conductores en función de los criterios de calentamiento, caída de tensión, cortocircuito y corriente de cortocircuito en la malla de los conductores.

ANÁLISIS Y RESULTADOS FINALES

La implantación del presente proyecto ha supuesto un cambio importante en los alumnos a la hora abordar la resolución de problemas en el campo de la ingeniería eléctrica. Inicialmente los alumnos presentaban una total falta de interés y las quejas iniciales se iniciaron patentes al conocer el hecho de que va a ser uso de Matlab como herramienta de programación de alto nivel. No obstante, la clase introducción al Matlab así como el desarrollo de los primeros también a modo introductorio ha servido para cambiar totalmente el punto de visto del alumno, mejorando notablemente la actitud y motivación de los alumnos para enfrentarse a esta nueva experiencia. De esta forma, los resultados de las encuestas completadas por los alumnos (PI_14_040_Anexo 1.pdf), reflejan que el alumnado valora muy positivamente la nueva experiencia, decantándose la mayoría de ellos a resolver gran parte de los problemas mediante de la utilización de herramientas de programación de alto nivel.

Atendiendo a los a los resultados obtenidos en apartado del 1 de la encuesta, el proyecto ha dado a conocer el programa Matlab cómo una nueva y útil herramienta de programación. Aunque inicialmente la mayor parte de los alumnos ya había programado y conocía las sentencias de programación más usuales, sólo el 33% de los alumnos había utilizado previamente Matlab como herramienta de programación.

Destacar también el grado de satisfacción del alumno con el desarrollo del presente Proyecto de Innovación y Mejora Docente. Gran parte de los alumnos encuestados consideran que la utilización de este tipo de programa es útil para solventar otros problemas dentro y fuera del campo de la ingeniería. Además, los alumnos consideran la opción de utilizar sus propios programas informáticos para el desarrollo del Proyecto Fin de Grado y como herramienta habitual en su futura vida laboral.

Un aspecto importante que se ha tenido en cuenta es el tiempo que ha invertido el alumno en resolver los problemas mediante el desarrollo de su propio programa respecto al tiempo que tardaría en resolverlo de forma tradicional a mano y con calculadora. La mayor parte de los alumnos indican que hubieran tardado en resolver el mismo mucho más tiempo algo que sugiere que aunque la mayor parte de ellos no habían utilizado el programa previamente, la clase de introducción impartida sobre el programa así como los primeros programas de iniciación han sido los adecuados.

Se propone como posible mejora del proyecto la utilización de las herramientas de programación de alto nivel cómo herramienta para el profesor a utilizar en el día a día del desarrollo de la asignatura. El uso de este tipo de programas

puede ayudar en gran medida al alumno a comprender asignaturas donde el desarrollo matemático y las clases problemas tengan un peso importante en la docencia.

Finalmente como conclusión, se valora esta actividad como una experiencia muy gratificante y con unos resultados finales bastante satisfactorios. Por tanto, se considera la posibilidad de continuar con la experiencia en los próximos cursos y en nuevas asignaturas del Grado en Ingeniería Técnica Industrial.

REFERENCIAS

1. <http://www.mathworks.es/>
2. Cristian Domnisoru. Using MATHCAD in Teaching Power Engineering. IEEE Transactions on Education. **2005**, 48 (1), 157-161.
3. Khalid A. Nigim, y Ronald R. DeLyser. Using MathCad in Understanding the Induction Motor Characteristics. IEEE Transactions on Education. **2001**, 44 (2), 165-169.

ANEXOS

PI_14_040_Anexo 1.pdf