

## Prólogo

Las técnicas incluidas en la teoría convencional de circuitos (TCC) son bastante sencillas en un nivel conceptual. Una gran parte de tales técnicas tienen por objeto llegar a determinar expresiones matemáticas que permitan calcular los valores de una o más magnitudes representativas del comportamiento de un circuito lineal en un determinado rango de valores de una variable independiente, como el tiempo o la frecuencia. Es en este proceso de cálculo donde en muchas ocasiones se pierde la sencillez a la que aludíamos más arriba. Ello suele ser debido a que en las expresiones matemáticas aparecen números complejos, o funciones exponenciales o trigonométricas, o combinaciones de estas posibilidades. De hecho, salvo en casos excepcionales, en los que los elementos del circuito tienen valores muy concretos, lo habitual para obtener un resultado numérico en el análisis de un circuito es necesitar utilizar una calculadora convencional para determinar tal resultado. Sin embargo, en la práctica se presentan muchas situaciones en las que el uso de la calculadora no es satisfactorio, no porque no permita llegar al resultado final, sino porque implica la realización de cálculos largos y más o menos engorrosos. En estas situaciones resulta conveniente reemplazar la calculadora por un paquete de software que lleve a cabo los cálculos necesarios de forma más rápida y sencilla para el usuario.

En la actualidad hay disponible en el mercado informático una gran variedad de paquetes de software destinados a la realización de cálculos matemáticos<sup>1</sup>. Bastantes de ellos podrían ser utilizados como herramientas auxiliares en problemas de resolución de circuitos. El elegido para ser empleado en la asignatura a la que se refiere este documento es MatLab (*Matrix Laboratory, Laboratorio de Matrices*)<sup>2</sup>. Ello se debe a que el paquete también es utilizado en otras asignaturas que se imparten en la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación (EIT-Vigo), de la Universidad de Vigo, con lo que parece conveniente que exista cierta coherencia entre ellas<sup>3</sup>. Desde luego, MatLab cubre todas las necesidades de cálculo que puedan presentarse en la asignatura a la que se refiere este documento, además de otras muchas.

El origen<sup>4</sup> de MatLab puede rastrearse hasta ciertos trabajos de Cleve Barry Moler<sup>5</sup> en la Universidad de Nuevo México<sup>6</sup>. A finales de la década de 1970 Moler desarrolló un software específico para facilitar el acceso de sus alumnos a ciertas librerías de programas matemáticos sin necesidad de utilizar FORTRAN<sup>7</sup>. Jack Little<sup>8</sup> lo conoció en 1983 y enseguida percibió su interés comercial. En consecuencia se asoció con Moler y Steve Bangert, con los que fundó

---

<sup>1</sup> Véase, por ejemplo, [http://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:Software\\_matemático](http://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:Software_matemático).

<sup>2</sup> Este software también es conocido como *MATLAB* o *Matlab*. No hay un consenso generalizado acerca de cuál es la nomenclatura más correcta, con lo que en este documento se utilizará la indicada por ser la combinación de las abreviaturas de las dos palabras que constituyen la designación completa del paquete.

<sup>3</sup> Una alternativa interesante a MatLab es GNU Octave, que utiliza software libre (véase, por ejemplo, <http://www.gnu.org/software/octave>). De hecho, ambos paquetes son compatibles en buena medida.

<sup>4</sup> Véase, por ejemplo, <http://en.wikipedia.org/wiki/MATLAB>.

<sup>5</sup> Véase, por ejemplo, [http://en.wikipedia.org/wiki/Cleve\\_Moler](http://en.wikipedia.org/wiki/Cleve_Moler).

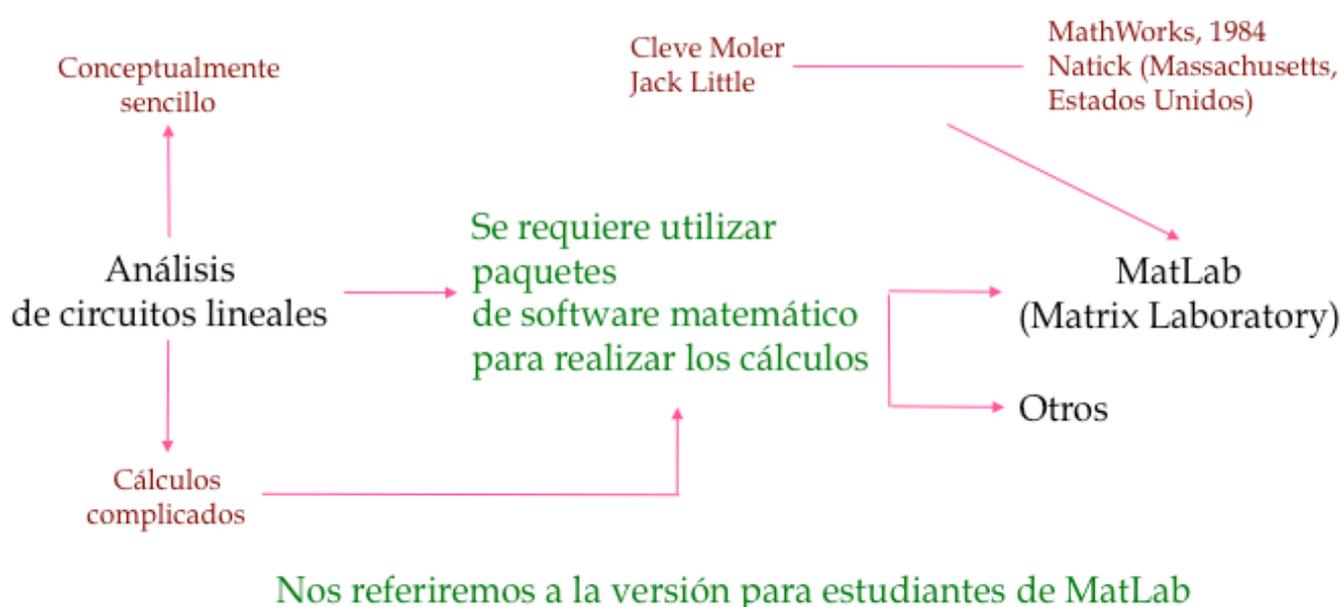
<sup>6</sup> Véase, por ejemplo, <http://www.unm.edu>.

<sup>7</sup> FORTRAN (*IBM mathematical formula translating system, sistema de traslación de fórmulas matemáticas de IBM*) es un lenguaje de programación desarrollado por John Backus en las instalaciones de IBM en San José (California, Estados Unidos). Su primera versión apareció en 1957. Está especialmente indicado para realizar cálculos matemáticos y de ingeniería. Véase, por ejemplo, <http://en.wikipedia.org/wiki/FORTRAN>.

<sup>8</sup> Véase, por ejemplo, [http://en.wikipedia.org/wiki/John\\_N.\\_Little](http://en.wikipedia.org/wiki/John_N._Little).

MathWorks<sup>1</sup> (con sede en Natick, Massachusetts, Estados Unidos) en 1984, y reescribió el software del primero en lenguaje C<sup>2</sup> como primer paso hacia nuevas mejoras. En la actualidad, MathWorks distribuye, bajo pedido y el correspondiente pago, distintas versiones y ampliaciones de MatLab. Se trata de un paquete de software que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE, *integrated development environment*)<sup>3</sup> con un lenguaje propio de programación (lenguaje M). Para los propósitos de este documento la versión para estudiantes es más que suficiente, y a ella nos referiremos en lo que sigue (véase la figura P.1).

## Cálculos numéricos en análisis de circuitos lineales



Nos referiremos a la versión para estudiantes de MatLab

Figura P.1. Utilización de MatLab en tareas de análisis de circuitos lineales.

En los temas que siguen se indica cómo puede utilizarse MatLab para realizar cálculos relacionados con el análisis de circuitos lineales en el contexto de la asignatura a la que se refiere este manual. Dichos temas son los que se mencionan brevemente a continuación (véase la figura P.2).

- En el tema I se describen las características generales de MatLab, como son las zonas de trabajo y las posibilidades de edición.
- En el tema II se indica cómo representar funciones de una sola variable (tiempo, frecuencia).

<sup>1</sup> Véase, por ejemplo, [http://www.mathworks.es/?s\\_cid=wiki\\_mathworks\\_2](http://www.mathworks.es/?s_cid=wiki_mathworks_2).

<sup>2</sup> C es un lenguaje de programación que apareció en 1972. Fue diseñado por Dennis MacAlistair Ritchie (graduado en física y matemática aplicada en la Harvard University) cuando trabajaba en los Bell Labs. C está fundamentalmente orientado a la implementación de sistemas operativos, especialmente el conocido como Unix. Se trata de un lenguaje que produce un código muy eficiente y es utilizado tanto para crear software de sistemas como para crear aplicaciones. Véase, por ejemplo, [http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje\\_C](http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_C).

<sup>3</sup> Véase, por ejemplo, [http://es.wikipedia.org/wiki/Entorno\\_de\\_desarrollo\\_integrado](http://es.wikipedia.org/wiki/Entorno_de_desarrollo_integrado).

- El tema III está dedicado a cálculos relacionados con la determinación de la transformada (directa e inversa) de Laplace de una función dada.
- En el tema IV se exponen distintos conceptos relativos al desarrollo de una función periódica en serie de Fourier.

## Contenidos y objetivos de este texto

Prólogo		
Tema I: Características generales	Funcionamiento básico	CONOCIMIENTOS PREVIOS Conceptos básicos de análisis de redes
Tema II: Funciones de una variable	Representación gráfica	
Tema III: Transformación de Laplace	Transformadas directa e inversa	OBJETIVO Utilizar la herramienta MatLab para facilitar la realización de tareas rutinarias y matemáticas de análisis de circuitos
Tema IV: Series de Fourier	Descomposición y recomposición de funciones periódicas	
Apéndice 1: Soluciones ejercicios propuestos		
Apéndice 2: Selección ejercicios puntuables		

Figura P.2. Organización de este documento.

En cada uno de los temas mencionados se incluyen ejemplos ilustrativos de los conceptos manejados. Para algunos ejemplos no se presenta la totalidad de sus detalles; tales ejemplos exigen la participación activa de los lectores para llegar a las respuestas que se piden. Las soluciones a los problemas propuestos se recogen en un apéndice incluido al final del texto. Un segundo apéndice, también al final del texto, muestra una recopilación de problemas planteados en ejercicios puntuables realizados en el marco de la asignatura considerada en cursos pasados. Téngase presente que, al exponer los contenidos aludidos, se está suponiendo implícitamente que los estudiantes están familiarizados con los conceptos expuestos en las clases de teoría de dicha asignatura; por consiguiente, y salvo que sea estrictamente imprescindible, no se repetirán en este texto explicaciones relativas a tales conceptos.

Es fundamental no perder de vista el objetivo básico de este texto y de su utilización por parte de los estudiantes de análisis de circuitos. Contra lo que pudiera parecer a primera vista, dicho objetivo no consiste en que los alumnos lleguen a dominar el manejo del programa PSpice (o, al menos, el de las partes del programa tratadas en este texto). Por el contrario, la meta que

se persigue es que los estudiantes sepan cómo utilizar una herramienta auxiliar (como podría ser una calculadora) para simplificar y hacer más rápida la parte rutinaria y matemática del objetivo que realmente se trata de alcanzar, que es el de que aquéllos lleguen a tener cierto grado de experiencia en el ámbito del análisis de circuitos.