



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Práctica de Laboratorio: Ondas Guiadas.

Apellidos, nombre	Bachiller Martín, Carmen (mabacmar@dcom.upv.es) Fuster Escuder, José Miguel (jfuster@dcom.upv.es)
Departamento	Departamento de Comunicaciones
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación



1 Resumen de las ideas clave

En este artículo se presenta un resumen de la teoría básica de Propagación de Ondas Guiadas. Es una práctica de aula, ya que el alumno no va a utilizar recursos de laboratorio si no sus propios recursos didácticos: apuntes de clase y libros. Esta práctica se puede trabajar de forma individual o en grupo, pero siempre de forma autónoma porque se pretende que el alumno se enfrente a la resolución de problemas complejos antes de asistir a los actos de evaluación de la asignatura. La colección de problemas se entregará a la entrada a la práctica y los alumnos deberán resolverla durante las dos horas de duración de la misma. La resolución de los problemas se publicará en Poliformat tras la práctica con la idea que el alumno puede autoevaluarse.

2 Introducción

La propagación de ondas guiadas tiene un componente teórico y otro práctico, como parte del componente práctico se tiene la resolución de problemas complejos que tienen que ver con la propagación de ondas en entornos guiados, en este caso guía de onda rectangular. Los alumnos reciben en las clases teóricas suficiente información para poder resolver dichos problemas, pero sólo enfrentándose a ellos puede adquirir la competencia para resolverlos adecuadamente. Muchas veces los alumnos se quejan de que los exámenes son demasiado complejos o largos, que no están acostumbrados a trabajar bajo presión y que sabiendo resolverlos "los nervios los traicionan", una forma de evitar que esto ocurra puede ser que se hayan enfrentado con antelación a esa experiencia pero sin consecuencias negativas.

3 Objetivos

El objetivo de esta práctica es que el alumno profundice en los conceptos de Propagación de Ondas Guiadas aprendidos en las clases de teoría. Para ello los alumnos realizarán un resumen de dichos conceptos utilizando sus propios recursos, visualizarán las simulaciones que se indican y resolverán el problema propuesto, entregando sus resultados.

4 Desarrollo

En la práctica se propone el siguiente esquema de trabajo:

Actividades previas a la práctica	Revisión del contenido teórico
	Resumen
	Simulaciones
Actividades presenciales	Resolución de problemas



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Revisión de problemas resueltos

Actividades posteriores a la práctica

Autocorrección

4.1 Resumen de Propagación de Ondas Guiadas

Siguiendo los puntos marcados como conceptos importantes, realice un resumen de la teoría de Propagación de Ondas Guiadas.

ONDAS GUIADAS CONCEPTOS IMPORTANTES

Número de onda de corte

Constante de propagación en la guía

Longitud de onda de corte

Longitud de onda en la guía:

Relación entre los campos eléctricos y magnéticos transversales y los longitudinales

Modos de propagación (¿qué componente es 0?)

Resumen modo TEM



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Modos TE resumen

Cálculo de componente longitudinal

Condiciones de contorno

Cálculo de componentes transversales

Impedancia TE

Modos TM resumen

Cálculo de componente longitudinal

Condiciones de contorno

Cálculo de componentes transversales



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Impedancia TM

Velocidad de grupo y de fase

Potencia

TEM

TE

TM

Pérdidas en dieléctrico

TEM

TE y TM

Guía onda rectangular

Frecuencia de corte

Modo fundamental

Campos en el modo fundamental



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Potencia transmitida modo fundamental

Pérdidas en el conductor modo fundamental

4.2 Simulación de la Propagación de las Ondas Guiadas

En <http://personales.upv.es/hesteban/camposii/WebcamposII/index.htm> encontrará la web con animaciones y dentro de ella el Tema 3 es el que corresponde con esta Práctica.

Vp y Vg

Observe en la **gráfica** la relación de frecuencia y velocidad de grupo y fase, se puede ver claramente que para diferentes frecuencias la velocidad de grupo y la de fase son diferentes, lo cual produce el fenómeno conocido como dispersión.

Observe en la gráfica de la **onda policroma** (onda modulada, de más de una frecuencia) como el punto negro se corresponde a la velocidad de grupo (la de la señal modulada), mientras que el punto rojo se corresponde a la velocidad de fase (la de la señal portadora). Para que la velocidad de grupo sea una velocidad menor que la de la luz, la de la fase tiene que ser mayor.

Observe en las gráficas de la **incidencia oblicua sobre conductor (onda monocromática)** como el diferente ángulo de incidencia hace que la onda se desplace a distintas velocidades, la velocidad de grupo es el punto verde inferior y la de fase el punto verde superior, que la longitud de onda en la guía es diferente.

Observe en las gráficas de la **guía de placas paralelas (onda monocromática)** como dependiendo de la relación entre frecuencia de trabajo y frecuencia de corte del modo fundamental tanto velocidad de fase, como de grupo, como longitud de onda son diferentes, si la frecuencia de trabajo es mucho mayor que la de corte, entonces la velocidad de fase y de grupo son similares.

Guía rectangular

Campos transversales

Las gráficas presentan la amplitud del campo eléctrico transversal en la boca de la guía en flechas azules y el magnético en flechas verdes para diferentes modos de propagación en la guía ordenados por frecuencias de corte.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Propagación

TE10

Muestra la propagación del modo fundamental en la guía para diferentes valores de la frecuencia con relación a la frecuencia de corte. En el primer caso la guía está al corte (no existe propagación), en el segundo caso va a empezar la propagación, la onda no se trasmite todavía, a partir del tercer caso la onda se propaga a diferentes velocidades. El último caso presenta pérdidas y por tanto la onda es cada vez más pequeña conforme se propaga.

TE20

Se observa lo mismo en este caso con un modo superior.

TE30 y TE40

Se observa la propagación de estos modos.

HFSS

Para una guía rectangular cuya frecuencia de corte del modo fundamental es 8,33 GHz

Se observa:

El campo eléctrico con frecuencias variables de 5 GHz a 25 GHz, para un instante de tiempo, al principio el campo está al corte (frecuencias por debajo de 8,33 GHz) después aparece el modo fundamental y a continuación los modos de orden superior se suman.

Campo eléctrico del modo fundamental $f=f_c$ (realmente es ligeramente superior a f_c).

Campo eléctrico cuando $f=2,5f_c$, se observa que aparece más de un modo.

Dirección del campo eléctrico del modo TE10 ($f=f_c$) (realmente es ligeramente superior a f_c).

Dirección del campo magnético del modo TE10 ($f=f_c$).

4.3 Boletín de problemas

Resuelva los problemas del boletín que le serán entregados al principio de la práctica. No olvide poner su nombre cuando entregue sus resultados.

5 Cierre

El alumno ha tenido la oportunidad de revisar sus contenidos teóricos y utilizar una guía para resumirlos. Tras la práctica debe ser capaz de resolver problemas complejos y si no lo ha conseguido, puede revisar las soluciones y autoevaluarse. Enfrentarse a este tipo de problemas, con un tiempo limitado y en condiciones similares "a un examen" puede ayudar al alumno a adquirir la confianza y destreza necesarias para resolver correctamente los problemas en los actos de evaluación.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

6 Bibliografía

6.1 Libros:

"Electrodinámica para Ingenieros". L. Nuño, J. V. Balbastre, H. Esteban y L. Juan. Ediciones VJ. 2005.

"Campos Electromagnéticos". S. Cogollos, H. Esteban, C. Bachiller. Ediciones UPV 2006.