

**UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**



**FACULTAD TECNOLÓGICA  
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**17307001  
SYLLABUS DEL CURSO  
MEDIOS DE TRANSMISIÓN**

**MODULO:** 15 semanas netas desde *Julio 29 hasta Noviembre 22 de 2002*

**INSTRUCTOR:** FRANCISCO JAVIER ZAMORA NAVARRO  
MS en Teleinformática, Ingeniero Electrónico.  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas,

---

<b>UBICACIÓN:</b>	Facultad Tecnológica, U. Distrital FJDC Cll. 74S 68 A-20.
<b>HORARIO:</b>	<i>Lunes (2-101), miércoles (2-503), viernes (4-402), 5 a 7 PM</i>
<b>INTERNET PROFESOR:</b>	fzcalificaciones@yahoo.com <a href="http://www.geocities.com/fzamora.rm/">www.geocities.com/fzamora.rm/</a>
<b>INTERNET CURSO:</b>	<a href="mailto:mediostx@udtelco.4t.com">mediostx@udtelco.4t.com</a> , <a href="http://udtelco.4t.com">http://udtelco.4t.com</a> <a href="http://www.geocities.com/fzamora.rm/lintrans/">http://www.geocities.com/fzamora.rm/lintrans/</a>
<b>PRERREQUISITOS:</b>	

1. Amplios conocimientos en electromagnetismo intermedio.
2. Conocimientos de cálculo básico y ecuaciones diferenciales aplicadas.
3. Manejo apropiado del cálculo vectorial, sistemas coordenados y ns. complejos.
4. Suficiencia en análisis y diseño de circuitos eléctricos y parámetros afines de CA en los dominios del tiempo y la frecuencia.
5. Conocimientos intermedios de Inglés.
6. Conocimientos básicos de CAE (como MathCAD, MatLab, Spice, etc.)
7. Conocimientos fundamentales de Comunicación Mediada por Computador (correo electrónico, Internet Relay Chat, Web browsers, Search engines, etc.)

**\*\*\*\* ¡IMPORTANTE: Todo estudiante (futuro ingeniero en telecomunicaciones) que decida permanecer oficialmente inscrito en la asignatura *MEDIOS DE TRANSMISIÓN* acepta conocer y cumplir como mínimo la totalidad de los anteriores requisitos, así como los términos y contenidos del curso, bajo su propia responsabilidad y compromiso!\*\*\*\***

=====

## **1. DESCRIPCIÓN DEL CURSO**

*" The Transmission Media is a 7th semester course for Telecommunications Engineering at District University - Technology Faculty. Main goals are to review and to present summarized engineering level mathematical and physical concepts related to basic understanding of transmission lines, microwaves, antennas systems, electromagnetic wave propagation and their applications to the analysis and design of practical electronic telecommunication link stages "*

## **2. MÉTODO DE INSTRUCCIÓN**

1. Presentación de los temas por parte del maestro, utilizando material impreso, acetatos, software y consultas en el world wide web.
2. Adiestramiento en simulaciones empleando software especializado (ver herramientas requeridas).
3. Soporte del curso, a nivel de contenido y gestión, en la WEB.
4. Motivación de consultas intensivas de material en Internet, revistas locales, textos clásicos y afines, así como exposiciones y actividades didácticas sobre los mismos por parte de los alumnos.
5. Lecturas y conversación en inglés sobre los temas propuestos en clase.
6. Motivación sobre la importancia de la formación físico-matemática en el pensamiento del tecnólogo y el ingeniero.
7. Presentación de normatividad y fomento de inquietud para la publicación de artículos en revistas como mecanismo para dar a conocer los proyectos, habilidades y saber de los estudiantes.
8. Sesiones de laboratorio para determinar instrumentación y parámetros de especial importancia para el estudio de los medios de transmisión eléctrica.

## **3. OBJETIVOS DEL CURSO**

El objetivo general es proporcionar los conocimientos básicos fundamentales sobre los diferentes medios de transmisión utilizados en los sistemas y redes de telecomunicaciones.

1. Suministrar una visión clara de los principios físico-matemáticos que rigen el comportamiento de las ondas electromagnéticas según su ubicación en el espectro electromagnético y el medio de propagación.
2. Proporcionar los conceptos necesarios para que el estudiante identifique, caracterice y mida los parámetros más importantes de las líneas de transmisión.

3. Visualizar dinámicamente, con ayuda del computador, los principales fenómenos presentes en las líneas de transmisión y guías de onda, según sus parámetros.
4. Introducir las principales características de propagación de las microondas en medios guiados.
5. Orientar a los estudiantes en los aspectos fundamentales de la teoría de antenas.
6. Instruir sobre el comportamiento de propagación de la radiación electromagnética según su rango espectral.
7. Afianzar en los estudiantes la capacidad para analizar y diseñar sistemas de transmisión, optimizando su labor con la ayuda de sistemas informáticos especializados.
8. Fomentar la inquietud científica e investigativa solicitando consultas del estado del arte en Internet.
9. Inculcar en los estudiantes la cultura de las publicaciones y de las nuevas tecnologías de información, suministrando normas y consultando artículos en revistas nacionales e internacionales y gestionando el curso mediante la WEB.
10. Ejercitar el uso del inglés como lengua técnica universal, mediante lectura, escritura y conversación espontánea en clase.
11. Rescatar el uso de las buenas costumbres, maneras y valores en el aula y fuera de ella (respeto, responsabilidad, puntualidad, caballerosidad, etc.).

Adicionalmente se pretende promover el ejercicio y desarrollo de las siguientes **competencias básicas**:

1. Trabajo en equipo.
2. Resolución de problemas.
3. Habilidad comunicativa.
4. Pensamiento crítico y analítico.
5. Pensamiento lógico-espacial.
6. Creatividad y diseño.
7. Comprensión del contexto social.
8. Valoración del trabajo productivo.

#### **4. TÓPICOS DEL CURSO (Syllabus)**

- 4.1 Introducción
- 4.2 Definiciones Previas
- 4.3 Líneas y cables de pares simétricos
- 4.4 Líneas y cables coaxiales
- 4.5 Líneas de transmisión y guías de onda
  - 4.5.1 Ecuación de propagación de onda y clasificación de las soluciones.
  - 4.5.2 Análisis de campos en líneas. Cable coaxial. Parámetros de línea.
  - 4.5.3 Guías de onda rectangulares y circulares.
- 4.6 Transformación y adaptación de impedancias. Diagrama de Smith.
- 4.7 Concepto general de circuito de microondas.
- 4.8 Dispositivos pasivos de microondas.
  - 4.8.1 Atenuadores y variadores de fase.

- 4.8.2 Acopladores direccionales e híbridos.
- 4.8.3 Divisores de Potencia.
- 4.8.4 Dispositivos de ferrita.
- 4.9 Resonadores
  - 4.9.1 Conceptos y propiedades
  - 4.9.2 Circuitos resonantes con líneas de transmisión.
  - 4.9.3 Cavidades resonantes.
  - 4.9.4 Circuitos equivalentes para cavidades.
  - 4.9.5 El resonador dieléctrico.
- 4.10 Fibras ópticas
  - 4.10.1 Parámetros de la fibra.
  - 4.10.2 Fibras ópticas multimodo.
  - 4.10.3 Fibras ópticas monomodo.
- 4.11 Frecuencias
  - 4.11.1 Atmósfera terrestre
  - 4.11.2 Clasificación del espectro.
  - 4.11.3 Gama de frecuencias para radiodifusión
  - 4.11.4 Gama de frecuencias para radiocomunicaciones.
  - 4.11.5 Recepción y diversidad.
- 4.12 Antenas
  - 4.12.1 Fuente isotrópica, definición y propiedades.
  - 4.12.2 Características de una antena.
  - 4.12.3 Antenas filiformes.
- 4.13 Comparación crítica de los medios de transmisión.
  - 4.13.1 Comparación de las características de transmisión.
  - 4.13.2 Caso de enlaces punto a punto.
  - 4.13.3 Caso de redes de difusión.
- 4.14 Laboratorios propuestos (según disponibilidad de equipos y convenios)
  - 4.14.1 Mediciones de los parámetros de una línea de transmisión.
  - 4.14.2 Mediciones con ecómetro en cables de pares simétricos.
  - 4.14.3 Comportamiento de secciones de línea.
  - 4.14.4 Diseño y análisis de filtros y resonadores pasivos.
  - 4.14.5 Comportamiento de guías de ondas y dispositivos de microondas.
  - 4.14.6 Estudio de un diodo Gunn.
  - 4.14.7 Estudio de un Klystron Reflex.
  - 4.14.8 Medidas de frecuencia, longitud de onda y atenuación.
  - 4.14.9 Medidas de relación de onda estacionaria.
  - 4.14.10 Medidas de impedancia: (Diagrama de Smith).
  - 4.14.11 Medidas de antenas: ganancia y diagrama de radiación.

Observaciones: No se hará énfasis en las temáticas propuestas que se refieren a dispositivos y sistemas de microondas, radiocomunicaciones ni fibra óptica debido a que estos tópicos se estudiarán a fondo en las asignaturas específicas posteriores o concurrentes: radiocomunicaciones, microondas y comunicaciones ópticas. Es de fundamental prioridad entonces en este curso el conocimiento detallado de las líneas de transmisión y las herramientas de software relacionadas con ellas.

## 5. REFERENCIAS

- Reference Data for Engineers, Edward C. Jordan, editor in chief, SAMS & Co., Seventh Edition, Indianapolis, Indiana, USA, 1989. Chapters: 29,30,32,33.
- Electromagnetismo, John D. Kraus, McGraw Hill, Tercera Edición, México D.F. 1984. Capítulos 9, 10, 13 y 14
- Líneas de Transmisión. R. A. CHIPMAN, Serie Schaum, McGraw Hill, Primera Edición. México. 1971.
- Curso Intermedio de Electromagnetismo. Fred Gardiol. Ed. Limusa. Primera Edición, México, 1987.
- Neri Vela, Rodolfo. Líneas de Transmisión. Mc Graw Hill. México, 1999.
- W.E. Everitt G.E. Communications Engineering. McGraw Hill.
- Robert J. Hoss. Fiber Optics Communications design handbook. Prentice Hall.
- Electrónica Práctica. Tomo 1. Contin Sanz y otros. McGraw Hill, México. Capítulos 18, 20,21.
- IEEE Transactions on Education. 1996 -
- IEEE Communications Magazine. 1998 -
- The world wide web. Search engine recommended: [www.altavista.com](http://www.altavista.com).

## 6. HERRAMIENTAS REQUERIDAS

En el aula de clase se hace imprescindible contar con un Video Beam y un computador tipo PC (pentium 150MHz o superior, 32 MB RAM, 2 GB disco duro, video SVGA, teclado y mouse) para presentación de las exposiciones magistrales y de los estudiantes, así como de un tablero en acrílico, sus respectivos marcadores y borrador. Un retroproyector de acetatos y de opacos también serán requeridos esporádicamente. El acceso al laboratorio de electrónica propio y a otros según convenios, así como a los centros de cómputo facilitaría ciertas sesiones de demostración y simulación. Es recomendable que cada estudiante tenga acceso a un computador tipo PC y a Internet como el descrito para el aula, por lo menos 4 horas a la semana. El software necesario para el curso será suministrado por la Universidad y por el Profesor para que el estudiante haga las respectivas copias, cuando la licencia lo permita.

## 7. PLAN DE CALIFICACIONES

1. Dos evaluaciones parciales en las fechas establecidas por la Facultad (mensuales en promedio), cada una de ellas con un valor del 25%. **Fechas tentativas:** Quinta y décima semana de clase respectivamente.
2. Un Proyecto de investigación (y/o desarrollo) con su respectivo artículo para publicar, en Internet, dos personas máximo. Valor 20%. Debe ser propuesto por cada grupo y aprobado por el profesor, vía e-mail dentro de las primeras cuatro

- semanas de clase. Presentación: Exposiciones aleatorias a partir de la octava semana de clase, primeros 15 minutos de cada clase teórica únicamente.
3. Examen Final: prueba teórica presencial. Décimo quinta semana de clase. Valor 30%.
  4. Los anteriores puntos 1-3 equivaldrán al 80% de la calificación definitiva. El laboratorio aportará el 20% restante. El 100% del laboratorio será evaluado de la siguiente manera: Promedio de informes (individuales) 30%, examen final teórico-práctico 70%.
  5. Habilitación: Asignaturas teórico-prácticas no son habilitables.

**Nota:** Evaluaciones adicionales como quizes y otros se ponderarán como bonificaciones a criterio del profesor, sobre la nota final de los estudiantes, pero en ningún caso excederán el 10% de la definitiva obtenida por los mismos y estarán sujetas a la aprobación de el examen final de la asignatura para su aplicación.

**OBSERVACIONES:**

1. La asistencia y puntualidad a clase son obligatorias. Una inasistencia equivalente al 30% o más de las horas efectivas de clase es causal de pérdida de la asignatura. Dos retardos equivalen a una inasistencia.
2. Se aplicarán estrictos criterios sobre la puntualidad y la asistencia, según el estatuto estudiantil. Máxima hora de entrada 15 minutos después de la hora programada. Quienes consideren que no pueden asistir puntualmente a las sesiones teóricas y prácticas deben acogerse al artículo 36 del estatuto estudiantil (Modalidad de cursos especiales - profesor Tutor), informando su decisión al consejo curricular oportunamente (antes de las primeras 4 semanas de clase) y adjuntando los apropiados soportes que certifiquen imposibilidad para cumplir con los horarios del curso.
3. En las asignaturas teórico prácticas es obligatorio obtener calificación aprobatoria en el módulo de laboratorios para poder aprobar la asignatura. Cualquier inasistencia a una sesión de laboratorio hará que el estudiante repruebe este módulo y por consiguiente la asignatura.
4. Cuando no se presente alguna evaluación parcial, el estudiante tiene derecho a una prueba supletoria, según los reglamentos vigentes, siempre y cuando presente excusa **VALIDA** (médica o laboral) un tiempo límite no superior a los tres días hábiles posteriores a la fecha de la prueba. Este hecho debe notificarse, además, por correo electrónico al profesor.
5. Evaluaciones adicionales y de bonificación solamente se calificarán si se presentan en las fechas establecidas. No tienen supletorio.
6. Si se presenta más de una vez la misma evaluación, se registrará únicamente la más baja de las calificaciones obtenidas (ej: quizes y afines).
7. Para la presentación de un proyecto o trabajo fuera del plazo acordado, se debe registrar el hecho mediante un mensaje en el sitio WEB del curso y correo electrónico al profesor, con la respectiva excusa válida (formato electrónico) tal como se explicó en el punto anterior. La base para su calificación, con excusa respectiva, se verá disminuida en 0.5/5.0 unidades por cada día **calendario** a

partir del primer día de atraso. Los proyectos prácticos no se pueden substituir por evaluaciones escritas bajo **ninguna** circunstancia.

8. El **examen final** no puede rescatarse ni eludirse bajo ninguna circunstancia. Quienes no lo presenten en la fecha y hora establecidas, con o sin excusa válida, tienen calificación de cero.
9. **CUALQUIER** trabajo práctico o teórico debe respaldarse con un documento (impreso y/o electrónico), elaborado bajo las normas ICONTEC, en donde evidentemente debe haber introducción, objetivos, desarrollo, anexos, conclusiones y bibliografía, como **mínimo**. En los artículos sobre proyectos prácticos deben aparecer: abstract (en inglés y español), introducción, contenido, gráficos, glosario, referencias bibliográficas y micro-biografía de los autores con fotos (escáner) recientes de los mismos, todo ello redactado a mínimo dos columnas y con 4 páginas como mínimo. Todo documento se publicará en el sitio WEB de cada alumno en formato HTML y/o PDF.
10. Al final del semestre se hace necesario entregar en medio magnético u óptico una copia de las páginas WEB que cada estudiante diseñe y publique, en la que aparecerán todas y cada una de las tareas, trabajos, publicaciones, quizes presentados, informes de laboratorio etc. Dicha recopilación tendrá una bonificación adicional sobre la calificación definitiva del estudiante que en ningún caso excederá al 10% de la misma tal como se mencionó arriba.
11. Solamente se calificarán recopilaciones libres de virus informáticos y/o daños físicos, bajo responsabilidad de los estudiantes.
12. Quienes estén repitiendo la materia deben presentar las mismas evaluaciones teóricas de los alumnos regulares. Los trabajos prácticos del semestre anterior pueden reemplazar algunos del presente semestre, según visto bueno del profesor. Favor indicar en la **planilla de asistencia** si se es repitente o no.
13. El reglamento no permite la modalidad de asistente a un curso y mucho menos el guardar o reportar calificaciones a otros profesores. La **ÚNICA** manera de obtener una calificación para la asignatura sin estar inscrito oficialmente en la misma es gestionando una **VALIDACIÓN** para demostrar suficiencia de conocimientos, tal como lo establecen los reglamentos. Quienes no indiquen claramente al profesor que no están inscritos oficialmente en el curso estarán renunciando a su derecho de validar la asignatura posteriormente.
14. Cualquier acción fraudulenta será severamente reprendida. Aunque el fraude académico no implica en absoluto perjuicio alguno para el bienestar o conocimiento del maestro, es desagradable labor del docente desmotivar y sancionar el daño intelectual y ético que el alumno trate de impartirse a sí mismo. Toda acción indebida será reportada al Consejo de Facultad, solicitando la sanción más grave posible para cada caso.
15. Es imprescindible que los estudiantes conozcan el Estatuto Estudiantil de la Universidad Distrital (Acuerdo No. 027, diciembre 23 de 1997). Se llevarán a cabo quizes sobre este documento así como sobre presente programa de curso.

## **8. NORMAS DE CONDUCTA EN EL AULA**

Se espera que los alumnos asistan puntual y activamente a las sesiones de clase presenciales y virtuales, respeten los horarios aquí establecidos, hagan sugerencias respetuosamente al profesor y compañeros, observen la debida seriedad y responsabilidad en las asignaciones propuestas. Se exigirá respeto por la libertad de cultos e ideologías, así como se evitarán discriminaciones por género y/o raza. El instructor y/o los alumnos están en libertad de retirar del aula a quienes no observen una conducta decente o atenten contra la seguridad y salud de los asistentes al curso o la integridad del material de laboratorio o multimedial utilizado en el mismo.

## 9. APROBACIÓN

La firma abajo indica que el estudiante ha leído y comprendido este programa de curso y los términos en él implícitos y que se le ha dado una copia del mismo. Luego de las dos primeras de clase, si no se han recibido comentarios por escrito, el presente programa se considera leído y aprobado por todos y cada uno de los estudiantes.

---

Firma Estudiante

Julio 29 de 2002

Fecha

## THINGS TO THINK...

**He who asks is a fool for five minutes, but he who does not ask remains a fool forever. --Chinese proverb.**

**Advice is what we ask for when we already know the answer but wish we didn't. -- Erica Jong**

**Any intelligent fool can make things bigger, more complex and more violent. It takes a touch of genius-and a lot of courage to move in the opposite direction. -- Albert Einstein**

**Not everything that can be counted counts, and not everything that counts can be counted. -- Einstein**

**Furious activity is no substitute for understanding. -- H. H. Williams**

**Fortune does not change men, it unmask them. -- Suzanne Necker**

**By all means marry: If you get a good wife, you'll be happy. If you get a bad one, you'll become a philosopher... and that is a good thing for any man. --Socrates**

FJZN/2002-07-29

## Anexo: Programa Alternativo-Complementario para Bibliografía Disponible

- Introduccion
- **ONDAS Y LINEAS DE TRANSMISION**
- Notacion y ejemplos LT 3
- Ecuaciones de Maxwell \_
- Ecs. de onda en espacio y LT 13
- LT coaxiales, dos hilos, celdas de campo 2
- LT uniforme infinita: Z carac. 5
- Z de LTs y medios 9
- LT uniforme terminada 7
- Coef. Reflexion, linea ranurada,diagrama de Smith 14
- Acoplador direccional 2
- Transf L/4 y ancho de banda 6
- Pulsos y transitorios 5
- Reflexiones de onda en trafo L/4. 4
- Parametros de dispersion OS 4
- Velocidad relativa de fase e indice de refraccion 2
- Velocidad de grupo 5
- Ondas viajeras y ondas estacionarias 7
- Conductores y dielectricos 4
- Medios conductores y lineas con perdidas 7
- Ondas planas entre caras 12
- Relaciones de potencia y energia 8
- Flujo de potencia en una linea de transmision 3
- Aplicacion a circuitos el vector de Poynting 4
- Axon: LT activa sin perdida y sin ruido 3
- Blindaje de lineas de transmision 5
- Lineas de transmision de radio enlace 3
- Desarrollo general de la ecuacion de onda 4
- **GUIAS DE ONDA Y RESONADORES**
- Circuitos lineas y guias: una comparacion 2
- onda TE en linea o guia de transmision plana, paralela infinita 9
- Guia de onda rectangular hueca 20
- Guia de onda cilindrica hueca 10
- Otras guias de onda huecas 3
- Atenuacion a frecuencias menores que el corte 2
- Atenuacion a frecuencias mayores que el corte 7
- Dispositivos de guias de onda 2
- Teoria del Iris de guias de onda 3
- Impedancia intrinseca característica y de onda 2
- Ondas viajeras paralelas a una frontera plana 5
- Guias de onda abiertas 4
- Guia de onda de lamina dielectrica 5
- Guias de onda de fibra dielectrica y de varilla 4
- Fibras opticas de la retina 3
- Resonadores de cavidad 7
- Modos 1

- **ANTENAS Y RADIACION**

- Introduccion 7
- Potenciales retardados 2
- Antena de dipolo corto 12
- Resistencia de radiacion de un dipolo corto 4
- Abertura util o eficaz, directividad y ganancia 8
- Teoria de sistemas de antenas (dos fuentes puntuales isotropicas 2, Multiplicacion del patron de radiacion 1, arreglo binomial de antenas 2, n fuentes equipotentes y espaciadas 2, caso de radiacion transversal 1, longitudinal 3, representacion grafica de adiccion de campos fasoriales 3, interferometro simple dos elementos 3). 16
- Distribucion de apertura continua 4
- Relaciones de la Transformada de Fourier entre patron de campo lejano y distribucion de apertura 1
- Antenas lineales 3
- Campos de antena dipolar  $L/2$  2
- Antenas de onda viajera 4
- Antena de cuadro pequeno 2
- Antena helicoidal 5
- Ancho de haz y directividad de sistemas de antenas 1
- Antenas exploradoras 1
- Antenas independientes de la frecuencia 3
- Reciprocidad 4
- Autoimpedancia, impedancia mutua y sistemas de dipolos 9
- Antenas de reflector y de lente 12
- Antenas de ranura y complementarias 1
- Antenas abocinadas 2
- Concepto de apertura 2
- Formula de Friis y ecuacion de radar 7
- Radiotelescopios, temperatura de antenas, temperatura de sistemas, deteccion remota y resolucion 12

- **PROPAGACIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS**

- VLF 1
- LF y MF 3
- HF 5
- Cálculos de grandes círculos
- Propagación en frecuencias de más 30 MHz 10
- Propagación troposférica
- Comunicación Espacio-Tierra

La anterior temática se basa en el texto de Electromagnetismo de John D. Kraus. Tópicos sujetos a prerrequisitos conceptuales de campos electromagnéticos.

----- 0 -----