

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA ELEC., DE TELECOMUNICACIÓN Y A.
ÁREA: TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES
ASIGNATURA: ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES.
CURSO: 2005/06

TITULACIÓN: INGENIERÍA TÉCNICA DE TELECOMUNICACIONES, TELEMÁTICA

Introducción.

El objetivo de la asignatura es describir, analizar y diseñar circuitos y subsistemas de comunicaciones reales, especialmente orientados a las redes de comunicaciones. Desde un punto de vista teórico, se analizará en profundidad el funcionamiento de estos sistemas de forma que el alumno conozca el porqué de su funcionamiento, las limitaciones que cada sistema presenta y tenga criterios para seleccionar el tipo de circuito que mejor se adapte a las diferentes necesidades de diseño. Además, un conocimiento sobre la base de la electrónica de comunicaciones, permitirá comprender fácilmente nuevos circuitos de comunicaciones que en un futuro se presentarán al alumno. Desde un punto de vista práctico, se utilizarán circuitos de comunicaciones modernos, basados principalmente en circuitos integrados que implementan amplias funcionalidades, de forma que el alumno llegue a desarrollar en el laboratorio sistemas con aplicación real en los sistemas de comunicaciones que hoy en día se desarrollan comercialmente.

Temario teórico de la asignatura:

Tema 1: Características generales de los receptores y transmisores.

Objetivos:

- Describir un sistema básico de comunicación mediante modelado de bloques funcionales.
- Analizar las características no lineales de dispositivos utilizados en comunicaciones y los efectos que producen en la transmisión de señales.

Contenidos:

1. Introducción.
2. Características generales de los receptores. Receptores homodinos. Receptores heterodinos. El receptor superheterodinos. La frecuencia intermedia y la frecuencia imagen.
- 3 Características no lineales. La distorsión armónica. La compresión de la ganancia. Los productos de intermodulación.

Tema 2: Subsistemas básicos de comunicaciones.

Objetivos:

- Descripción del mezclador como elemento base de traslación en frecuencia.
- Utilización de los mezcladores en sistemas de comunicaciones: modulaciones.
- Descripción de los osciladores y caracterización de los diferentes tipos de osciladores.
- Diseño de osciladores de frecuencia variable y controlada por tensión.
- Descripción del PLL como sistema realimentado.
- Conocer las aplicaciones del PLL.
- Descripción de los diferentes tipos de síntesis de frecuencias y diseño de circuitos que los implementen.

Contenidos:

1. Introducción.

2. Mezcladores. El mezclador como bloque funcional. Parámetros del mezclador. Implementaciones de mezcladores.
3. Aplicaciones de los mezcladores: modulación y demodulación.
4. Osciladores. Definición y parámetros. El oscilador controlado por tensión (VCO).
5. El bucle enganchado en fase o phase locked loop (PLL). Descripción del PLL. Funcionamiento del PLL. Aplicaciones del PLL: sincronización, demodulación, síntesis de frecuencias, ...
4. Sintetizadores de frecuencias. Sintetizadores de frecuencias utilizando PLL. La síntesis directa digital de frecuencias (DDFS).

Tema 3: Moduladores y demoduladores.

Objetivos:

- Descripción general de los sistemas moduladores y demoduladores analógicos y digitales.
- Análisis y diseño de circuitos para la modulación y demodulación lineal y angular analógica.
- Análisis y diseño de circuitos para la modulación y demodulación lineal y angular digital.

Contenidos:

1. Introducción.
2. Moduladores lineales: AM. Moduladores de doble banda lateral y banda lateral única.
3. Demoduladores lineales. Demoduladores coherentes. Demoduladores no coherentes.
4. Moduladores angulares. Modulación en frecuencia y modulación en fase. Generación de FM utilizando el PLL.
5. Demoduladores angulares. Demodulación con PLL.
6. La modulación ASK. Recuperación de reloj.
3. La modulación FSK. Transmisores y Receptores de FSK.
4. La modulación PSK. Recuperación de portadora. El bucle de Costas. Modulación QPSK.

Tema 4: Aplicaciones de la electrónica de comunicaciones en telemática.

Objetivos:

- Presentar la electrónica de comunicaciones utilizada en redes telemáticas.
- Conocer los circuitos comerciales existentes para la implementación de equipos de comunicaciones utilizados en la telemática.

Contenidos:

1. Introducción.
2. Sistemas y circuitos utilizados en redes de área local cableada.
3. Sistemas y circuitos utilizados en redes de área local wireless.
4. Sistemas de comunicaciones avanzados.

Temario práctico de la asignatura:

Practica 1: Instrumentación.

Esta primera práctica tiene el objetivo de familiarizarse con la instrumentación del Laboratorio de Comunicaciones. Para ello se utilizarán dos equipos: el osciloscopio y el analizador de espectros (que el alumno desconoce), para la representación de señales en cada uno de los dominios.

Representación en el dominio del tiempo.

Se seleccionarán diferentes señales utilizando el generador de funciones y se visualizarán en el osciloscopio. Se analizarán las diferentes opciones que presenta el generador de funciones para generar señales especiales. Se realizarán medidas en los ejes de amplitud y tiempo.

Representación en el dominio de la frecuencia.

Se seleccionarán diferentes señales utilizando el generador de funciones y se visualizarán en el analizador de espectros. Para cada una de las señales, se mostrará en la pantalla una representación global de toda la señal, de la frecuencia fundamental y de los diferentes armónicos. Se podrá comprobar como señales sinusoidales (teóricamente deltas en la frecuencia), tienen componentes armónicas. Se analizarán los espectros de otro tipo de señales, así como los efectos producidos en la frecuencia por la variación de sus parámetros.

Se realizarán cálculos de la potencia absoluta del fundamental, y relativa del segundo y tercer armónico respecto al fundamental, así como su valor en voltios dependiendo de la carga con que se realice la medida.

Practica 2: Diseño e implementación de filtros activos.

Para el diseño de los filtros se utilizará un programa de simulación y diseño de filtros. Dicho programa deberá tener las opciones de introducción de parámetros del filtro, cálculo del orden y respuesta del filtro deseado y finalmente, implementación circuital con diferentes topologías y valores normalizados. Existen en el mercado gran variedad de este tipo de programas, siendo de especial interés los programas de demostración, que si bien se encuentran limitados al diseño de filtros de pocas etapas, son suficientes para el uso que se le daría en esta práctica (y asignatura). Se utilizará el programa Filter Designer, en su versión de evaluación 6.3 de MicroSim Corporation.

Se diseñarán diferentes tipos de filtros con diferentes parámetros, siendo de especial interés notar la variación que se produce en el orden requerido para el filtro según lo restrictivas que sean las condiciones de diseño. Se observarán las diferentes topologías para la implementación de los mismos especificaciones de filtro.

Finalmente se seleccionarán algunos de los filtros analizados para su implementación. En concreto uno de ellos será un filtro paso bajo, ya que, además de su sencillez, será utilizado en posteriores prácticas para la implementación de un sistema más complejo. Otro de los filtros que se implementará podría ser un paso banda. Sobre estos filtros, se realizarán medidas orientadas a comprobar su funcionamiento y caracterizarlo, comparando los resultados obtenidos con los simulados.

Practica 3: Diseño e implementación de un VCO.

En esta practica se diseñara e implementará un oscilador controlado por tensión VCO a partir de un circuito integrado comercial A partir de las especificaciones del circuito y con la documentación suministrada por el fabricante se calcularán los elementos circuitales necesarios para el correcto funcionamiento del circuito. Se podrá observar como la frecuencia central de oscilación del circuito vendrá fijada por una red RC, mientras que las pequeñas variaciones en torno a dicha frecuencia central se efectuarán variando la tensión de control. Se podrá variar fácilmente la frecuencia central (que en prácticas posteriores será la frecuencia portadora) actuando sobre el circuito exterior de sintonía.

Se realizarán medidas sobre el circuito implementado comparando los resultados con los suministrados por el fabricante. Se podrá comprobar el grado de bondad de las ecuaciones de diseño suministradas por el fabricante para la selección de los elementos de sintonía, así como el efecto por la variación de los valores nominales de los componentes (resistencias y condensadores). Se estudiará detalladamente los rangos de variación permitidos para la señal de control, ya que será necesario conocerlos para la elaboración de la práctica siguiente.

Práctica 4: Modulación y Demodulación FSK.

En esta práctica se diseñará, en primer lugar, un modulador de frecuencia utilizando el circuito implementado en la práctica anterior: el VCO. Para ello, habrá que suministrar en la entrada de control del VCO una señal, que será la moduladora. Dicha señal deberá cumplir ciertas restricciones de amplitud, que fueron calculadas en la práctica anterior cuando se estudiaron los rangos de variación permitidos para la señal de control. De esta forma, habrá que adaptar la señal moduladora original (que en principio no tiene porqué coincidir en rangos de amplitud con la señal control) para que pueda ser introducida adecuadamente en el oscilador. También habrá que fijar la frecuencia central (portadora) en la que se desea realizar la modulación. Finalmente, se obtendrá el modulador de frecuencia deseado, donde se podrá comprobar como las variaciones de amplitud de la señal de entrada se convierten en variaciones de frecuencia en la señal de salida.

Para completar esta primera parte de la práctica se variarán los parámetros del modulador con el objeto de comprobar los límites de funcionamiento del modulador. Además se podrá comprobar la sencillez con que es posible variar la frecuencia de la portadora. Dependiendo del tipo de señal utilizada como portadora (sinusoidal o cuadrada, por ejemplo), se obtendrá una modulación FM ó FSK. Finalmente, para poder realizar correctamente la visualización de la señal modulada en los dominios del tiempo o de la frecuencia, será necesario variar la relación entre los valores de portadora y moduladora. Así pues, para la visualización en el osciloscopio (tiempo), la relación entre la portadora y moduladora deberá ser pequeña para que en un ciclo de la moduladora se presente un número no muy alto (y por tanto visible en el osciloscopio) de la modulada. Para la visualización en el analizador de espectros lo que interesa es que la separación entre los deltas sea grande, lo que implica grandes valores de desviación de frecuencia.

La segunda parte de esta práctica consiste en el diseño e implementación de un demodulador de frecuencia basado en un PLL. Para ello se utilizará un circuito integrado comercial en su topología de demodulador de frecuencia (sistema realimentado directamente de la salida del VCO a la entrada del comparador de fase). Habrá que diseñar la circuitería auxiliar para seleccionar la frecuencia central de funcionamiento del PLL (que deberá coincidir con la portadora) y comprobar su funcionamiento y rangos de enganche. Para ello, podrá utilizarse el generador de funciones como fuente de señal de entrada al PLL, para comprobar el correcto funcionamiento y medir los rangos de enganche. A continuación, habrá que conectar la salida del modulador con la entrada del PLL, comprobando que el PLL se mantiene enganchado a la señal de entrada. Siendo así, la señal que se encuentre en la entrada del VCO será la señal demodulada.

Finalmente, habrá que realizar un proceso de filtrado sobre la señal demodulada, ya que aparecerá mezclada con la propia modulada y ruido. El proceso de filtrado se realizará mediante el filtro activo diseñado en prácticas anteriores, pudiendo comprobar la semejanza entre las señales moduladora y demodulada.

Práctica 5: Búsqueda de Componentes y Subsistemas en las webs de empresas.

En ésta última práctica, que no tiene que presentar obligatoriamente una temporización ubicada al final del periodo lectivo, se pretende que el alumno se familiarice con la presentación de los componentes por parte de las empresas en sus páginas web. Se presentará especial interés en la búsqueda de componentes innovadores, sus prestaciones y utilización. La aplicación de estos componentes estará directamente ligado a la implementación de redes telemáticas de área local, tanto guiadas como wireless. Como resultados de esta práctica se realizará la presentación de memorias del estudio de los circuitos seleccionados por el alumno.

BIBLIOGRAFIA.

- [1] Jack Smith.
Modern Communications Circuits
McGRAW HILL INTERNATIONAL. 1997.
- [2] Sierra, M.
Electrónica de Comunicaciones
Prentice Hall, 2003

- [3] Miller,G.M.
Moden Electronic Communications.
Prentice Hall. 2002.
- [4] William Schweber.
Electronic Communication Systems.
Prentice Hall 2002.
- [5] Wayne Tomasi.
Sistemas de comunicaciones Electrónicas.
Prentice Hall 2003
- [6] Miguel Angel Del Casar Tenorio.
Sintetizadores de frecuencia. PLLS.
Universidad Politecnica de Madrid.
- [7] Martin S. Roden.
Analog and Digital Communication Systems.
Prentice Hall 1991
- [8] Theodore S. Rappaport.
Wire Communications. Principle and Practice.
Prentice Hall 1999
- [9] Paul Horowitz, Winfield Hill.
The art of Electronics.
Cambridge University Press.
- [10] Edward A. Lee, David G. Messerschmitt.
Digital Communication.
Kluwer Academic Publishers.
- [11] Thomas A. Adamson.
Electronic Communications.
Delmar Publishers 1992.
- [12] Designers's HandBook. RF MicroDevices 1997.

METODO DE EVÁLUACIÓN.

Para la evaluación de la asignatura el alumno deberá demostrar que ha asimilado los contenidos tanto teóricos como prácticos que se han desarrollado a lo largo del cuatrimestre.

Para la evaluación de los **contenidos teóricos** de la asignatura, se propondrá al alumno un examen final. Además, el alumno podrá realizar trabajos de aplicación sobre temas tratados en clase que serán dirigidos por el profesor de la asignatura. La calificación obtenida en dichos trabajos complementará hasta un 30% la puntuación obtenida en la evaluación teórica.

Para la evaluación de los **contenidos prácticos** de la asignatura, el alumno deberá realizar las prácticas propuestas en la asignatura durante las horas de laboratorio reservadas a tal efecto. Todas las prácticas serán evaluadas a lo largo del curso cuando el alumno las haya completado mediante comprobación en el laboratorio de su funcionamiento y entrega (en las prácticas que se indique) de una memoria describiendo los aspectos que sean requeridos y que se detallarán en los guiones de las prácticas.

Para **superar la asignatura**, el alumno deberá superar de manera independiente los contenidos prácticos y los contenidos teóricos. La nota final será la media ponderada de las calificaciones obtenidas en teoría (60%) y práctica (40%).