



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales  
 Departamento: Física  
 Area: Area V: Electronica y Microprocesadores

(Programa del año 2015)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 22/04/2015 23:32:20)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
COMUNICACIONES II	ING.ELECT.O.S.D	13/08	2015	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
DEBATTISTA, ALFREDO FRANCISCO	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	4 Hs	1 Hs	1 Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
E - Teoria con prácticas de aula, laboratorio y campo	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
17/03/2015	26/06/2015	15	90

### IV - Fundamentación

Los futuros ingenieros, en la especialidad Electrónica con orientación en Sistemas Digitales, deben contar con herramientas y conocimientos modernos sobre los sistemas de comunicaciones, dado el impacto que estos últimos tienen en el desarrollo de la industria, los servicios y el quehacer cotidiano de las personas. Además, la innovación tecnológica y la acelerada convergencia entre las comunicaciones y las tecnologías de la información, hacen de este curso un elemento clave para la formación integral de los futuros ingenieros y su preparación para enfrentar el mercado laboral. Esta es la segunda parte de dos cursos cuatrimestrales, cuya finalidad es que el alumno adquiera conocimientos integrales sobre el vasto sector de las comunicaciones.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

El principal objetivo del curso es que el alumno estudie y comprenda las estructuras de comunicaciones a nivel sistémico, explore los conceptos avanzados que integran las mismas y son de uso en la actualidad, desarrolle experiencias prácticas y de simulación, resuelva problemas habituales en la especialidad, visite instalaciones reales y se interiorice de las tendencias que se prevén para las comunicaciones en el País, la Región y el Mundo.

Al finalizar el curso el alumno debe ser capaz de entender:

- El mercado argentino de las comunicaciones, con sus actores y servicios brindados, el contexto regulatorio, las autoridades nacionales e internacionales que intervienen y que definen estándares y el esquema del Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias y su gestión, monitoreo y control.
- El funcionamiento de las Redes Telefónicas basadas en conmutación de circuitos, la tecnología subyacente, los modelos y cálculos de tráfico, los diferentes métodos y estándares de señalización y la convergencia hacia redes basadas en conmutación de paquetes, sobre la base de redes NGN, con servicios de VoIP.
- Las jerarquías digitales en las redes de telefonía conmutada y su integración en el mundo IP.

- Los conceptos básicos de las Redes de Fibra Óptica, la tecnología asociada, los estándares aplicables, los métodos de multiplexación asociados, las redes actuales y los componentes más destacados.
- Los conceptos básicos de los métodos de accesos cableados e inalámbricos a los servicios de comunicaciones, sus protocolos, componentes y las tendencias de desarrollo tecnológico y de servicios.
- Los conceptos básicos de la TV Analógica y Digital, con sus estándares asociados; los principios de funcionamiento de las Redes de CATV, sus estándares, componentes y servicios triple play.
- Los principios básicos en el estudio de la propagación de las señales radioeléctricas, las técnicas de diseño y componentes involucrados, los cálculos de radioenlaces y sus principales parámetros bajo consideración.
- Los principios de funcionamiento y planificación de las redes de telefonía móvil, sus componentes, estándares y evolución tecnológica y de servicios.
- Los principios básicos de los sistemas satelitales de comunicaciones, según sus diferentes topologías, estándares y funcionamiento.

## VI - Contenidos

### **Capítulo 1: Sistemas y Servicios de comunicaciones. Regulación. Espectro Radioeléctrico**

Estructura básica de los sistemas y servicios de comunicaciones. Clasificación y principales características. Convergencia. Regulación nacional e internacional. Recomendaciones y estándares. Homologaciones de equipos. Espectro Radioeléctrico; atribución de bandas y servicios. Gestión del Espectro Radioeléctrico; monitoreo; principales componentes. Compatibilidad electromagnética. El rol del ingeniero en las telecomunicaciones; ejercicio profesional. Estructura del mercado de las TICs; estadísticas.

### **Capítulo 2: Redes Telefónicas Conmutadas**

Redes telefónicas; topologías, configuraciones y componentes. Centrales telefónicas TDM; sistemas de conmutación. Planificación de redes; estructura jerárquica. Recomendaciones de la UIT. Tráfico; nociones básicas y unidades. Modelos de tráfico; criterios de selección; cálculos; distribuciones de Poisson y Erlang. Señalización telefónica; protocolos; señalización por canal asociado (R2D) y por canal común (SS7). Numeración telefónica. Calidad de Servicio.

### **Capítulo 3: Redes NGN – Softswitch - VoIP**

Redes de Nueva Generación –NGN–. Tendencias; convergencia de servicios. Modelos de red de voz sobre IP –VoIP–; protocolos y aplicaciones. Softswitch; componentes; suite de protocolos H.323; SIP. Codecs y criterios de calidad en VoIP.

### **Capítulo 4: Sistemas de transmisión. Redes de fibra óptica**

Jerarquías digitales de multiplexación; jerarquía digital plesiócrona –PDH–; jerarquía digital sincrónica –SDH–. Fibras Ópticas; conceptos fundamentales. Tipos de fibras ópticas; pérdidas; recomendaciones de la UIT. Sistemas de fibra óptica; diagrama en bloques, componentes. Métodos de multiplexación en fibra óptica; WDM; DWDM. Amplificación en el dominio óptico. Cálculo de un enlace por fibra óptica.

### **Capítulo 5: Redes de Acceso Cableadas**

Redes de cobre. Planteles interiores y exteriores. Pérdidas e interferencias. ISDN. Accesos xDSL sobre par de cobre; servicios, tecnologías y principales tendencias. Accesos mediante Fibra Óptica; Redes de Fibra Óptica Pasivas (PON); componentes, servicios y tecnologías.

### **Capítulo 6: Televisión Analógica y Digital. Redes de video cable (CATV)**

Señal analógica y señal digital de video. Componentes, muestreo y definiciones de la imagen. TV digital; principales estándares, ATSC, DVB, ISDB-T. Organización de canales; planificación y atribución de bandas. Redes CATV; topologías, configuraciones y componentes; cabecera –Head End–. Redes bidireccionales e híbridas HFC. Cablemodem; protocolos y servicios doble y triple-play.

### **Capítulo 7: Propagación. Diversidad. Cálculos de Enlaces**

Conceptos prácticos de propagación; variables y bandas de frecuencias. Pérdidas en el espacio libre; zonas y radios de Fresnel; cálculos de enlaces. Conceptos de diversidad. Radioenlaces; equipos, antenas y accesorios de estaciones radioeléctricas.

### **Capítulo 8: Redes de Acceso Inalámbricas**

Acceso inalámbrico; tipos de redes, topologías y atribución de bandas; WAN, WMAN, WLAN, WPAN. OFDM, MIMO. Método de acceso al medio. Protocolo IEEE 802.11x; Wi-Fi; WiMax; Bluetooth; Ultrawideband. Evolución de los protocolos y principales tendencias.

### **Capítulo 9: Redes celulares**

Conceptos básicos de la telefonía celular; reutilización de frecuencias; estructura de celdas; procesamiento de llamadas. Propagación; multitrayectoria y desvanecimiento de las señales; modelos de propagación. Redes celulares; configuraciones, antenas y componentes. Sistema celular analógico. Sistema celular digital; conceptos básicos. CDMA; GSM. Evolución de 2G, 2.5G, 3G y 4G. Transmisión de datos por redes celulares; GPRS/EDGE; UMTS; HSPA; LTE. Principales tendencias.

### **Capítulo 10: Redes satelitales**

Tipos de órbitas; leyes fundamentales; azimut y ángulo de elevación; patrones de radiación de antenas satelitales. Atribución de bandas. Parámetros; ecuación de enlace. Sistemas satelitales según su órbita, GEO, MEO y LEO; configuraciones y componentes. Sistemas globales de navegación por satélite; GPS, GLONASS, Galileo. Métodos de acceso satelital.

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

### **TRABAJOS PRACTICOS**

Los trabajos prácticos propuestos son Ocho (8) en total, según el siguiente detalle:

- Un (1) trabajo práctico destinado al conocimiento de los actores del mercado de las telecomunicaciones, los órganos de regulación, los entes de estandarización, los colegios profesionales y las fuentes de estadísticas para el sector. Este práctico se corresponde con el contenido del capítulo 1.
- Tres (3) trabajos prácticos que involucran el armado de prototipos en laboratorio y mediciones físicas; conjuntamente con una autoevaluación, a través de cuestionarios contextuales, de los capítulos involucrados. Estos prácticos se corresponden con el contenido de los capítulos 3 y 4.
- Cuatro (4) trabajos prácticos destinados a la resolución de problemas, cálculos, y simulación de algunos de ellos en Matlab, conjuntamente con una autoevaluación, a través de cuestionarios contextuales. Estos prácticos se corresponden con el contenido de los capítulos 2, 5, 7, 8 y 9.

### **VISITAS DE CAMPO**

Las visitas a campo propuestas son dos (2) en total, según el siguiente detalle:

- Una (1) visita a una empresa de telefonía básica y acceso a internet. Esta visita se corresponde con el contenido de los capítulos 2, 4, 5 y 7.
- Una (1) visita a una empresa de videocable. Esta visita se corresponde con el contenido del capítulo 3 y 6.

## **VIII - Regimen de Aprobación**

### **REGULARIDAD**

Para obtener la regularidad y poder rendir el examen final como alumno regular será necesario:

- Haber aprobado el 100% de los Trabajos Prácticos. Con más de 6 puntos cada uno.
- Haber aprobado la totalidad de los exámenes parciales. Con más de 7 puntos cada uno.
- Haber asistido al 80% de las Visitas de Campo y aprobado el informe respectivo.

### **PARCIALES**

Se tomarán Dos (2) exámenes parciales Teórico – Prácticos; cada uno con Dos (2) Recuperaciones.

Se deberán haber aprobado cada uno, en la primera, segunda o tercera instancia (recuperatorios), con más de 7 puntos.

### **TRABAJOS PRACTICOS**

Para la aprobación de cada uno de los Trabajos Prácticos será necesario:

- a. Presentar el trabajo previo al práctico, en caso que éste lo requiera.
- b. Haber aprobado un breve cuestionario, previo al desarrollo de cada Trabajo Práctico (responder correctamente un mínimo de 2 preguntas sobre un total de 3 preguntas). Esta es condición para poder desarrollar el Trabajo Práctico.
- c. Haber realizado cada Trabajo Práctico satisfactoriamente.
- d. Aprobar el informe, ya sea de resolución de problemas como de laboratorio o descripción de la visita técnica.

Cada Trabajo Práctico podrá ser recuperado una sola vez pero el total de recuperaciones no podrá exceder de 3 (tres), caso contrario el alumno quedará libre.

#### VISITAS DE CAMPO

Para la aprobación de cada una de las Visitas de Campo será necesario:

- a. Haber asistido a la Visita.
- b. Aprobar el informe que se presente, sobre la temática de la visita.

Solo se admitirá la inasistencia al 20% de las visitas, caso contrario el alumno quedará libre.

### IX - Bibliografía Básica

- [1] Comunicaciones y Redes de Computadoras – William Stallings - 7° Edición – 2004 – Editorial Pearson
- [2] Communication Systems – Simon Haykin – 4° Edición – 2000 – Editorial John Wiley & Sons.
- [3] Sistemas de Comunicaciones Digitales y Analógicos – Leon W. Couch II – 7° Edición - 2008 – Editorial Pearson.
- [4] Sistemas de Comunicaciones Electrónicas – Wayne Tomasi – 4° Edición - 2003 – Editorial Prentice Hall.
- [5] Introducción al Cálculo de Radioenlaces – Pedro E. Danizio – 1° Edición - 2004 – Editorial Universitas.
- [6] Radiocomunicaciones – Francisco Ramos Pascual - 2007 – Editorial Marcombo – Alfaomega.
- [7] Introducción a los Sistemas de Telefonía Celular – Mario Figueroa de la Cruz - 2008 – Editorial HASA.
- [8] Tecnologías Avanzadas de Telecomunicaciones – José M. Huidobro - 2003 – Editorial Paraninfo.
- [9] Comunicaciones Móviles – José M. Huidobro - 2002 – Editorial Paraninfo.
- [10] UMTS Networks, Architecture, Mobility and Services – Heikki Kaaranen et al. – 2° Edición - 2005 – Editorial John Wiley & Sons.
- [11] Recomendaciones UIT-T y UIT-R ([www.itu.int](http://www.itu.int)).
- [12] White Papers del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) ([www.ieee.org](http://www.ieee.org)).
- [13] Manual de las Infotelecomunicaciones – Sobre los Enlaces, las Redes y los Servicios. Ing. Roberto Ares ([www.rares.com.ar](http://www.rares.com.ar)).
- [14] Cursos on-line y Recursos de la Web, detallados en cada Capítulo en particular.
- [15] Apuntes de la Cátedra

### X - Bibliografía Complementaria

- [1] Data and Computer communications - William Stallings - Editorial Pearson - edición 2004
- [2] Principles of Digital Communications and Coding - Andrew Viterbi, Jim Omura - Editorial McGraw-Hill - edición 1979
- [3] Digital Communications - John Proakis - Editorial McGraw-Hill - edición 2001
- [4] Principles of digital transmission with wireless applications -Sergio Benedeto, Ezio Biglieri - Editorial Coged Academica Press - edición 1999
- [5] White papers IEEE ([www.ieee.org](http://www.ieee.org)).
- [6] Presentaciones y Apuntes de Cursos de UIT.
- [7] Recursos de la Web

### XI - Resumen de Objetivos

El principal objetivo del curso es que el alumno estudie y comprenda las estructuras de comunicaciones a nivel sistémico, explore los conceptos avanzados que integran las mismas y son de uso en la actualidad, desarrolle experiencias prácticas y de simulación, resuelva problemas habituales en la especialidad, visite instalaciones reales y se interiorice de las tendencias que se prevén para las comunicaciones en el País, la Región y el Mundo.

### XII - Resumen del Programa

Sistemas y Servicios de Comunicaciones. Regulación. Espectro Radioeléctrico:  
Estructura y clasificación de sistemas y servicios de comunicaciones. Convergencia. Regulación nacional e internacional. Recomendaciones y estándares. Homologación. Espectro Radioeléctrico; gestión y monitoreo. Compatibilidad electromagnética. Ejercicio profesional. Estructura del mercado de las TICs; estadísticas.

Redes Telefónicas Conmutadas:

Topologías, configuraciones y componentes. Sistemas de conmutación. Planificación de redes. Cálculos de tráfico; Modelos. Señalización telefónica Numeración telefónica. Calidad de Servicio.

Redes NGN – Softswitch – VoIP:

Redes NGN. Tendencias; convergencia de servicios. VoIP; Softswitch; suite de protocolos.

Sistemas de Transmisión. Redes de Fibra Óptica:

Jerarquías digitales de multiplexación; PDH; SDH. Fibras Ópticas; conceptos fundamentales. Tipos de fibras ópticas; recomendaciones de UIT. Sistemas de fibra óptica; componentes. Métodos de multiplexación: WDM; DWDM.

Amplificación. Cálculo de enlace.

Redes de Acceso Cableadas:

Redes de cobre. Planteles interiores y exteriores. ISDN. Accesos xDSL; tecnologías. Accesos mediante Fibra Óptica; Redes de Fibra Óptica Pasivas (PON).

Televisión Analógica y Digital. Redes de Video Cable (CATV):

Señal analógica y digital de video. TV digital; estándares. Organización de canales. Redes CATV; topologías y componentes.

Redes bidireccionales e híbridas HFC. Cablemodem; protocolos.

Propagación. Diversidad. Cálculos de Enlaces:

Propagación; pérdidas; zonas y radios de Fresnel; cálculos de enlaces. Diversidad. Radioenlaces; componentes.

Redes de Acceso Inalámbricas:

Acceso inalámbrico; WAN, WMAN, WLAN, WPAN. OFDM, MIMO. Protocolo IEEE 802.11x; WI-FI; WiMax; Bluetooth; Ultrawideband.

Redes Celulares:

Conceptos básicos; reutilización de frecuencias; estructura de celdas; procesamiento de llamadas. Propagación. Redes celulares; configuraciones y componentes. Sistema celular analógico y digital. CDMA; GSM. Evolución de 2G, 2.5G, 3G y 4G. GPRS/EDGE; UMTS; HSPA; LTE.

Redes Satelitales:

Tipos de órbitas; leyes fundamentales; azimut y ángulo de elevación; patrones de radiación de antenas satelitales. Atribución de bandas. Parámetros; ecuación de enlace. Sistemas satelitales GEO, MEO y LEO; configuraciones y componentes.

Sistemas globales de navegación por satélite. Métodos de acceso satelital.

### **XIII - Imprevistos**

En caso de imprevistos, se efectuarán las adecuaciones del caso para no resentir el normal cursado de la materia y la resolución de los prácticos y visitas involucrados.

### **XIV - Otros**

--

### **ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA**

**Profesor Responsable**

Firma:

Aclaración:

Fecha: