



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 2016)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
COMUNICACIONES II	ING.ELECT.O.S.D	13/08	2016	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
DEBATTISTA, ALFREDO FRANCISCO	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
GERAIGES MAGRINI, ALEJANDRO MA	Auxiliar de Práctico	A.1ra Exc	40 Hs
RAMERO, LUCAS EMILIANO	Auxiliar de Laboratorio	A.2da Simp	10 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
15/03/2016	24/06/2016	15	90

### IV - Fundamentación

Los futuros ingenieros, en la especialidad Electrónica con orientación en Sistemas Digitales, deben contar con herramientas y conocimientos actuales sobre los sistemas de comunicaciones, dado el impacto que estos últimos tienen en el desarrollo de la producción, 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 recomendaciones y estándares, y al esquema del Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias y su gestión, monitoreo y control.
- La división de sistemas según si emplean medios guiados y no guiados.
- Los principios básicos en el estudio de la propagación de las señales radioeléctricas, incluyendo los principales parámetros y

modelos y ecuaciones involucradas.

- Las comunicaciones Punto a Punto inalámbricas, sus técnicas de diseño y componentes involucrados, los cálculos de radioenlaces y sus principales parámetros bajo consideración.
- Los principios básicos de los sistemas satelitales de comunicaciones, según sus diferentes topologías, estándares y funcionamiento.
- Los principios de funcionamiento y planificación de las redes de telefonía móvil, sus componentes, estándares y evolución tecnológica y de servicios.
- 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.
- El funcionamiento de las Redes Telefónicas basadas en conmutación de circuitos, 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 difusión de radio y televisión por distintos medios; 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.

## VI - Contenidos

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

Estructura básica de sistemas y servicios de comunicaciones. Clasificación de redes basadas en medios guiados y no guiados; principales protocolos asociados. Regulación nacional e internacional. Recomendaciones y estándares. Homologaciones de equipos. El rol del ingeniero en las telecomunicaciones; ejercicio profesional. Estructura del mercado de las TICs; estadísticas.

### **Capítulo 2: Medios No Guiados. Espectro Radioeléctrico. Propagación. Pérdidas. Diversidad. Antenas.**

Espectro Radioeléctrico; atribución de bandas de frecuencias y servicios. Gestión del Espectro Radioeléctrico; monitoreo; principales componentes. Conceptos prácticos de propagación; reflexión, difracción y dispersión; pérdidas y atenuación en el espacio libre; radios de Fresnel; desvanecimientos de las señales. Conceptos de diversidad en enlaces inalámbricos. Tipos y características de antenas.

### **Capítulo 3: Enlaces Inalámbricos Punto a Punto. Cálculos**

Tipos y características de enlaces inalámbricos punto a punto. Radioenlaces; equipos y accesorios de estaciones radioeléctricas. Parámetros y cálculos de presupuesto de enlace. Software de cálculos de enlace. Enlaces satelitales; tipos de órbitas; leyes fundamentales; azimut y ángulo de elevación; satélites GEO, MEO y LEO; tipos y patrones de radiación de antenas satelitales. Parámetros y cálculos de presupuesto de enlace.

### **Capítulo 4: Enlaces Inalámbricos Punto Multi-Punto. Redes Celulares Móviles**

Tipos y características de enlaces inalámbricos punto multi-punto; tipologías y atribución de bandas; WPAN, WLAN, WMAN, WAN; principales protocolos. Conceptos básicos de telefonía celular móvil; reutilización de frecuencias; estructura y tipos de celdas; aumento de capacidad. Propagación multi-trayectoria; desvanecimientos; modelos de propagación. Redes celulares móviles; configuraciones y componentes; procesamiento de llamadas; esquemas de traspaso de llamadas en curso. Evolución de las redes celulares móviles; 1G a 5G. Transmisión de datos por redes celulares.

### **Capítulo 5: Redes Telefónicas Conmutadas**

Redes telefónicas conmutadas; topologías, configuraciones y componentes. Centrales telefónicas; 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; señalización por canal común (SS7). Numeración telefónica. Calidad de Servicio.

### **Capítulo 6: Redes NGN – Softswitch – VoIP**

Redes de Nueva Generación –NGN–; concepto y estándares de UIT. Softswitch; componentes; características y protocolos asociados. Voz sobre IP –VoIP–; calidad de servicio –QoS–; codecs; cálculos de tasas de transmisión; parámetros críticos. Servicio de VoIP; suite de protocolos SIP; modelo de capas; componentes; direccionamiento y señalización; comparaciones;

aplicaciones.

### **Capítulo 7: Medios Guiados. Redes de fibra óptica**

Jerarquías digitales de multiplexación; 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 8: Medios Guiados. Redes de Acceso Cableadas**

Acceso por redes de cobre; planteles interiores y exteriores. Accesos xDSL sobre par de cobre; servicios, tecnologías y principales tendencias. Acceso por redes de cable coaxial; CATV; topologías, configuraciones y componentes; cabecera –Head End–; atribución de bandas; planificación de canales. Acceso por redes bidireccionales e híbridas –HFC–; Cablemodem; protocolos y servicios doble y triple-play Accesos por red de fibra óptica; Redes de Fibra Óptica Pasivas (PON); protocolos; servicios y tecnologías; cálculos de presupuesto de enlace.

### **Capítulo 9: Difusión de Radio y Televisión –Análogica y Digital– por diferentes medios.**

Radio Digital Terrestre; sistemas IBOC, DAB y DRM. Señal analógica y señal digital de video. TV Digital Terrestre; principales estándares, ATSC, DVB, ISDB, ISDB-Tb; Redes SFN. Redes de entrega de contenido –CDN–; Video on Demand; Video Streaming; IPTV; gestión de derechos digitales –DRM–.

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

### **TRABAJOS PRACTICOS**

Los trabajos prácticos propuestos son Ocho (8) en total, abarcando los siguientes tópicos:

- 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. (Capítulo 1).
- Resolución de problemas; cálculos de presupuestos de enlaces; simulación de enlaces punto a punto y punto - multipunto, diagramas de coberturas, en Software de simulación en red u on-line, conjuntamente con una autoevaluación, a través de cuestionarios contextuales. (Capítulos 2, 3, 4, 5 y 8).
- Armado de prototipos en laboratorio y mediciones físicas; conjuntamente con una autoevaluación, a través de cuestionarios contextuales. (Capítulos 4, 6 y 7).

### **VISITAS DE CAMPO**

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

- Una (1) visita a una empresa de servicios de telefonía básica, telefonía móvil y acceso a internet. Esta visita se corresponde con el contenido de los capítulos 4, 5, 7 y 8.
- Una (1) visita a una empresa de videocable. Esta visita se corresponde con el contenido del capítulo 8 y 9.

## **VIII - Regimen de Aprobación**

### **REGIMEN DE APROBACION COMO ALUMNO REGULAR**

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 c/u, incluyendo las respectivas recuperaciones según se detalla más adelante.
- Haber aprobado los Dos (2) Exámenes Parciales, con más de 7 puntos c/u, en alguna de las instancias, incluyendo las Dos (2) Recuperaciones que se prevén para cada uno de ellos.
- Haber asistido al 80% de las Visitas de Campo y aprobado el informe respectivo.

### **REGIMEN DE APROBACION COMO ALUMNO PROMOCIONAL**

Para obtener la promoción de la materia, con la posibilidad de rendir un coloquio como examen final, será necesario:

- Haber aprobado el 100% de los Trabajos Prácticos, con más de 7 puntos c/u, incluyendo las respectivas recuperaciones según se detalla más adelante.
- Haber aprobado los Dos (2) Exámenes Parciales, con más de 7 puntos c/u, pudiendo solo recuperar uno de ellos, en una

oportunidad.

- Haber asistido al 90% de las Visitas de Campo y aprobado el informe respectivo.

Una vez cumplido con las exigencias anteriores, en una mesa de examen y según las condiciones normales previstas en la carrera, podrá rendir un coloquio de defensa del Trabajo Integrador que se le haya asignado originalmente, al inicio del cursado, según se detalla más adelante.

#### 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.

En el caso del alumno Regular, cada Trabajo Práctico podrá ser recuperado una sola vez pero el total de recuperaciones no podrá exceder de 3 (Tres) Trabajos Prácticos, caso contrario el alumno quedará libre.

En el caso del alumno Promocional, cada Trabajo Práctico podrá ser recuperado una sola vez pero el total de recuperaciones no podrá exceder de 1 (Un) Trabajo Práctico, caso contrario perderá la condición de alumno promocional, correspondiéndole de allí en más las obligaciones de alumno regular.

#### TRABAJO INTEGRADOR

Al inicio del cursado, se asignará un Trabajo Integrador por grupo de alumnos, pudiendo tener cada grupo entre dos (2) y tres (3) integrantes.

Cada Trabajo Integrador consistirá en un proyecto de diseño y cálculo de una sección de Red de Telecomunicaciones apta para brindar Servicios Triple Play, sobre la base de las condiciones y características que se definan desde la cátedra, junto a la ubicación geográfica de la zona objetivo a cubrir.

Dicho Trabajo Integrador englobará parte de los Trabajos Prácticos concatenados a desarrollar durante el cursado, con el agregado de los elementos y justificaciones para la provisión, instalación, puesta en marcha, operación y mantenimiento de la red, con su cronograma (diagrama de Gantt para el Plan de Inversiones) y el Flujo de Fondos con el costeo estimado (plan de inversiones, junto a ingresos y egresos por servicios, en un plazo de tres [3] años), que serán determinados y defendidos por cada grupo.

La defensa del Trabajo Integrador será por grupo y se hará en una mesa regular de examen, las exposiciones serán orales y con el soporte multimedial y de documentación que los alumnos consideren necesarios.

La nota a consignar para aprobar la materia será individual, según la defensa y presentación que efectúe cada alumno de cada grupo, ante las preguntas y requerimientos de los docentes de la materia.

### **IX - Bibliografía Básica**

- [1] Comunicaciones y Redes de Computadoras – William Stallings - 7º Edición – 2004 – Editorial Pearson
- [2] Communication Systems – Simon Haykin – 4º Edición – 2000 – Editorial John Wiley & Sons.
- [3] Sistemas de Comunicaciones Digitales y Analógicos – Leon W. Couch II – 7º Edición - 2008 – Editorial Pearson.
- [4] Sistemas de Comunicaciones Electrónicas – Wayne Tomasi – 4º Edición - 2003 – Editorial Prentice Hall.
- [5] Introducción al Cálculo de Radioenlaces – Pedro E. Danizio – 1º Edición - 2004 – Editorial Universitat.
- [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. – 2º 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] Cursos on-line y Recursos de la Web, detallados en cada Capítulo en particular.

[14] 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 Benedetto, Ezio Biglieri - Editorial Coger 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. Homologación.

Sistemas y servicios de comunicaciones. Medios guiados y no guiados; Protocolos; Convergencia. Regulación nacional e internacional. Recomendaciones y estándares. Homologación. Ejercicio profesional. Estructura del mercado de las TICs; estadísticas.

Medios No Guiados. Espectro Radioeléctrico. Propagación. Pérdidas. Diversidad. Antenas.

Espectro Radioeléctrico; gestión y monitoreo. Propagación; reflexión, difracción y dispersión; pérdidas y atenuación en espacio libre; radios y zonas de Fresnel. Desvanecimientos. Diversidad. Tipos y características de antenas.

Enlaces Inalámbricos Punto a Punto. Cálculos

Tipos y características. Radioenlaces; equipos y accesorios. Parámetros y cálculos de presupuesto de enlace. Enlaces satelitales; tipos de órbitas; leyes fundamentales; azimut y ángulo de elevación; satélites GEO, MEO y LEO; patrones de radiación de antenas satelitales. Parámetros y cálculos de presupuesto de enlace.

Enlaces Inalámbricos Punto Multi-Punto. Redes Celulares Móviles

Tipos y características; tipologías y atribución de bandas; WPAN, WLAN, WMAN, WAN; principales protocolos. Conceptos básicos de telefonía celular móvil; reutilización de frecuencias; estructura de celdas; aumento de capacidad. Propagación multi-trayectoria; modelos. Redes celulares móviles; configuraciones y componentes; procesamiento de llamadas. Evolución de las redes celulares móviles; 1G a 5G. Transmisión de datos por redes celulares.

Redes Telefónicas Conmutadas

Topologías, configuraciones y componentes. Sistemas de conmutación. Planificación de redes; jerarquías. Cálculos de tráfico; modelos; criterios de selección. Señalización telefónica; señalización por canal común (SS7). Numeración telefónica. Calidad de Servicio.

Redes NGN – Softswitch – VoIP

Redes NGN; concepto y estándares de UIT. Softswitch. VoIP; calidad de servicio –QoS–; codecs. Suite de protocolos; SIP; direccionamiento y señalización; aplicaciones.

Medios Guiados. Redes de fibra óptica

Jerarquías digitales de multiplexación; SDH. Fibras Ópticas; conceptos fundamentales. Tipos de fibras ópticas; Recomendaciones de la UIT. Sistemas de fibra óptica; componentes. Métodos de multiplexación; WDM; DWDM. Amplificación. Cálculo de enlace.

Medios Guiados. Redes de Acceso Cableadas

Redes de cobre; planteles interiores y exteriores. Accesos xDSL; componentes. Acceso por redes de cable coaxial; CATV; componentes; cabecera –Head End–; atribución de bandas. Acceso por redes bidireccionales e híbridas –HFC–; Cablemodem; protocolos y servicios. Accesos por redes de fibra óptica; Redes de Fibra Óptica Pasivas (PON); protocolos; cálculos.

Difusión de Radio y Televisión –Analógica y Digital– por diferentes medios.

Radio Digital Terrestre; sistemas IBOC, DAB y DRM. Señal analógica y señal digital de video. TV Digital Terrestre; ATSC, DVB, ISDB, ISDB-Tb; Redes SFN. Redes de entrega de contenido –CDN–; Video on Demand; Video Streaming; IPTV; gestión de derechos digitales –DRM–.

### **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**