

ORGANIZACIÓN CURRICULAR

Presentación Sintética de la Carrera

Nombre de la Carrera		Ingeniería en Telecomunicaciones
Nivel		Grado
Características		Permanente
Duración		5,5 años (3,5 años se cursan en el Instituto Balseiro)
	Ciencias Básicas	<u>750 horas</u> Corresponden a: Cursos Matemática, Física General y Química General aprobados en otra Unidad Académica, requeridos para ingresar al Instituto , (750 horas)
	Tecnologías Básicas	<u>1408 horas</u> Son horas presenciales en aulas y laboratorios del Instituto Balseiro.
	Tecnologías Aplicadas	<u>1984 horas</u> Son horas presenciales en aulas y laboratorios del Instituto Balseiro, más horas de Proyecto Integrador (PI), eventuales Pasantías y Práctica Profesional Supervisada (PPS).
	Materias Complementarias	<u>192 horas</u> Son horas presenciales en aulas del Instituto Balseiro.
Carga Horaria de Ingeniería en Telecomunicaciones		<u>4334 horas</u>
Título que se Otorga		Ingeniero en Telecomunicaciones
Tipo de Alumnos		De dedicación de tiempo completo

Nota:

- a) Dictado de idioma inglés todos los semestres.

A. Ciencias Básicas

Deben ser cursadas en los años de estudio anteriores al ingreso al Instituto Balseiro, IB.

B. Tecnologías Básicas

1-1 Laboratorio I

Técnicas experimentales básicas, Introducción al tratamiento estadístico de datos empíricos, Experimentos de Mecánica, Óptica, Microondas, Electricidad, Elasticidad, y de otras áreas de la Física Clásica.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 128 horas

1-2 Introducción a la Electrónica

Conceptos básicos de: fuentes, multímetros, osciloscopios, filtros RC, RLC, diodos, diodos Zener, transistores, optoelectrónica, amplificadores operacionales, ruido, sistemas numéricos, álgebra de Boole, flip-flops, lógica convencional y secuencial, familias lógicas, DAC, ADC.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

1-3 Teoría de circuitos

Componentes pasivos y activos. Circuitos de CC en régimen permanente y transitorio. Fasores. Circuitos de CA sinusoidal, régimen permanente. Resolución de circuitos lineales mediante métodos de mallas y nodos. Superposición. Equivalente de Thevenin y Norton. Potencia en CA. Sistemas trifásicos. Transformador.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

1-4 Introducción al cómputo

Conceptos introductorios. Generación de algoritmos. Estructuras de control y funciones. Elementos básicos de cálculo numérico. Pasos para la creación de un programa. Introducción al lenguaje C. Estructura de un programa. Variables. Operadores. Funciones. Arreglos. Conceptos avanzados en programación en C. Recursividad. Punteros. Manejo de archivos. Estructuras. Estructuras complejas de datos.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

1-5 Probabilidad y procesos aleatorios

Experimentos aleatorios. Definición axiomática y frecuencial de probabilidad. Probabilidad condicional. Independencia. Variable aleatoria. Distribuciones discretas y continuas. Momentos. Función de una variable aleatoria. Simulación computacional. Distribuciones multidimensionales. Covarianza y correlación. Función de variables aleatorias. Teoremas límites. Estimación de parámetros: estimadores, propiedades. Estimación puntual clásica. Máxima verosimilitud. Estimación por intervalo. Predicción. Regresión lineal, estimación de parámetros. Intervalos de confianza. Test de hipótesis

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

1-6 Matemática I

Espacios Vectoriales, Matrices, Variable Compleja, Ecuaciones diferenciales ordinarias.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 128 horas

2-1 Laboratorio II

Técnicas experimentales, Experimentos de electromagnetismo, óptica, y Física Moderna, Adquisición de datos empíricos. Placas de adquisición de datos y control de procesos, Comunicación de datos, Amplificador Lock-in.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 128 horas

2-2 Electromagnetismo

Electrostática, Ley de Gauss, Dipolo eléctrico y desarrollo multipolar, Magnetostática. Ley de Ampère, Campos dinámicos, Ley de Faraday, Ecuaciones de Maxwell. Potenciales electromagnéticos, Ecuaciones de onda, Radiación, Potenciales de Liénard-Wiechert, Radiación bipolar, Campos estáticos en medios materiales, Dieléctricos, Ondas en medios materiales, Propiedades ópticas de los medios materiales, Ondas en medios conductores, Guías de ondas, Fibras ópticas, Antenas.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 128 horas

2-3 Electrónica Digital

Sistemas de numeración. Álgebra de Boole. Compuertas Lógicas. Circuitos lógicos combinacionales. Flip-flops. Circuitos secuenciales. Dispositivos lógicos programables. Memorias. Interfaces. DAC, ADC. Introducción a los Microprocesadores. Tecnología de los circuitos integrados.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

2-4 Sistemas y Señales I

Señales y sistemas de tiempo continuo. Sistemas LTI. Serie de Fourier de tiempo continuo. Transformada de Fourier de tiempo continuo. Transformada de Laplace. Filtros de tiempo continuo.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

2-5 Métodos Numéricos

Resolución de sistemas algebraicos lineales. Resolución de sistemas algebraicos no lineales. Cálculo de autovalores. Interpolación y aproximación: cuadrados mínimos, transformadas de Fourier. Diferenciación e integración numérica. Resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias. Resolución de problemas con valores iniciales y con valores de contorno.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

2-6 Matemática II

Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, Separación de variables, Funciones especiales, Funciones armónicas, Ecuaciones casi lineales de primer orden. Ecuación de onda en una dimensión, Transformada de Fourier integral, Transformada de Laplace.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

3-3 Electromagnetismo aplicado

Transporte de Micro-Ondas y Fotones. Teoría de líneas de transmisión. Líneas de Transmisión y Guías de onda RF. Resonadores. Propagación de microondas en el ambiente. Fibras Ópticas. Transmisión en Fibras Ópticas. Fibras y Conexiones. Mediciones en Fibras Ópticas, atenuación, dispersión, apertura numérica

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

3-4 Sistemas y señales II

Señales y sistemas de tiempo discreto. Muestreo e interpolación. Transformada de Fourier de tiempo discreto. Transformada Z. Filtros de tiempo discreto. Señales aleatorias.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

3-5 Física moderna

Orígenes de la Mecánica Cuántica, Ecuación de Schrödinger, La ecuación de Schrödinger en tres dimensiones. Impulso angular. Sistemas de dos partículas, potenciales centrales. El átomo de hidrógeno. Soluciones aproximadas de la ecuación de Schrödinger. Introducción a la Física del Sólido. Estructura cristalina. Gas de electrones. Modelos de Drude y Sommerfeld. Gas de Fermi. Potenciales periódicos. Bandas de energía. Semiconductores. Fonones. Cristal armónico. Efectos anarmónicos.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 128 horas

4-3 Dispositivos Electrónicos

Semiconductores. Juntura P-N. Diodo. Diodo Zener. Transistor BJT. Transistores JFET y MOS. Polarización. Modelos en pequeña señal en baja frecuencia. Modelos en alta frecuencia. Amplificadores. Realimentación.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

4-5 Señales y sistemas ópticos

Óptica geométrica. Coherencia temporal y espacial. Interferencia, difracción. Interacción de luz con la materia. Propiedades ópticas de materiales: Efecto Pockels y Kerr. Birrefringencia. Moduladores electro-ópticos, MOEMS. Sistemas de transmisión. Guías y fibras ópticas. Emisores y amplificadores. Láseres, LEDs, resonadores, amplificadores y conversores de frecuencia. Fotodetectores. Procesadores ópticos. Óptica de Fourier. Filtros. Óptica adaptativa.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

C. Tecnologías Aplicadas

3-1 Laboratorio III

Arquitecturas de los procesadores digitales de señal (DSP). Programación de DSP. Dispositivos de lógica programable (FPGA). Lenguajes de descripción de hardware: VHDL, Verilog. Introducción a la Microfabricación.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

3-2 Comunicaciones analógicas

Comunicaciones analógicas en banda base. Distorsión lineal y no lineal. Pérdidas por transmisión. Ruido. Filtrado. Representación de señales y sistemas pasa banda. Transformada de Hilbert. Modulaciones analógicas. Demodulación. Multiplexado.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

3-6 Teoría de la información y codificación

Entropía, Información Mutua y divergencia de Kullback-Leibler. Equipartición asintótica. Codificación sin errores. Canales ruidosos. Capacidad de un canal. Códigos de Hamming. Métodos de decodificación. Decodificación de Bayes. Cadenas Markovianas. Segunda ley de la termodinámica. Entropía diferencial. Canales gaussianos

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 128 horas

4-1 Laboratorio IV

Comunicaciones digitales en RF. Principios de comunicaciones, modulación en amplitud y frecuencia, técnicas de modulación digital ; análisis en banda base y transceptores de RF, arquitecturas de transceptores, detección coherente/no-coherente .

Diseño de circuitos de RF: conceptos básicos, caracterización de circuitos de RF, uso de herramientas de diseño, simulación y construcción de circuitos de RF.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 128 horas

4-2 Procesamiento estadístico de señales aleatorias

Señales aleatorias de tiempo discreto. Correlación y covarianza. Procesos lineales aleatorios: Moving-Average (MA), Auto-Regressive (AR), Auto- Regressive Moving-Average (ARMA).

Procesos aleatorios estacionarios. Análisis de Fourier, Estimación de parámetros, Estimación espectral: Periodogram. Estimación paramétrica, Estimación lineal cuadrático-mediana. Filtro de Kalman. Filtrado adaptivo. Algoritmo de gradiente estocástico (LMS).

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

4-4 Comunicaciones Digitales

Transmisión digital a través de canales AWGN. Modulación PAM, PPM y Biortogonales. Representación geométrica. Transmisión digital PAM a través de canales AWGN limitados en banda. Densidad espectral de potencia. Modulaciones digitales c/portadora. Modulaciones avanzadas (espectro ensanchado y multiportadora).

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

4-6 Sistemas y Tecnologías de Telecomunicaciones

Análisis sistémico de Redes (Capas física y enlace) de Acceso de Banda Ancha con aplicación a varios escenarios basados en soportes fijo y/o radio-eléctrico:, modems xDSL, PLC--redes eléctricas, redes inalámbricas: WiFi, WIMAX, GSM, Bluetooth, Zigbee, UWB Herramientas de modelado y simulación para la evaluación de redes y sistemas, de protocolos de enrutamiento, de control de gestión, de control de tráfico y de análisis de mecanismos de acceso múltiple, métodos aleatorios y deterministas: aloha, aloha ranurado, CSMA, CSMA/CD, TDMA. Comunicaciones móviles - Comunicaciones satelitales

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 128 horas

5-1 Laboratorio de comunicaciones

Laboratorio de Propagación y Antenas. Tópicos asociados a ingeniería de telecomunicaciones y de diseño de antenas. Técnicas de matching de impedancias de antenas, diseño práctico de antenas, técnicas de medición de antenas, uso de herramientas de software, (simuladores electromagnéticos) y uso de instrumentos de medición de propagación.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 128 horas

5-2 Antenas, Propagación y Fundamentos de Comunicaciones Inalámbricas

Estructuras radiantes. Parámetros característicos. Antenas básicas: dipolos, helicoidales, Yagi, logarítmicas, diagramas de irradiación, radiatividad y ganancia, resistencia a la radiación. Arreglos de antenas. Antenas de apertura sintética. Introducción al diseño de antenas. Cálculo de enlaces terrestres, propagación en comunicaciones móviles. Canal inalámbrico, comunicación punto a punto: detección, diversity, sistemas celulares: múltiple acceso y manejo de interferencias, capacidad de canales inalámbricos, comunicación MIMO, comunicación oportunística, OFDM, CDMA.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 128 horas

5-5 Comunicaciones Satelitales

Operación y planificación de sistemas de comunicación satelital, cálculo de los enlaces; múltiple acceso de satélites modernos, modulación y codificación de esquemas; revisión del estado del arte de nuevas áreas de investigación en codificación de voz y video, satélites en red, sistemas de comunicación personal satelital. Revisión de actuales sistemas emergentes y tecnologías para el futuro próximo

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

6-1 Laboratorio de redes

Captura e identificación de paquetes.. IPv4 / IPv6. Puertos estandarizados. Bridging, Routing, ARP, VLANs. Tunneling de protocolos. API de sockets. Modelo cliente-servidor. I/O asincrónico. APIs de networking de lenguajes de alto nivel. Data security: Encipción. Firma digital. Certificados. PKI. SSL. VPN. IPSec.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 128 horas

6-2 Redes de comunicaciones

Modelo de capas. Medios físicos de transmisión. Frame, paquete, canales virtualizados. Control de flujo. Detección y corrección de errores. Protocolos. Modelos de máquina finita de estados. Alocación de canales. Protocolos libres de colisión. Enrutamiento. Control de congestión, QoS, protocolo IP. Capa de transporte. Protocolos. TCP. Capa de aplicación. Seguridad de datos. Criptografía. Algoritmos simétricos y asimétricos. Firma digital. PKI. Comunicaciones seguras. IPSec, VPN. Firewalls. Protocolos de autenticación.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas

7.2 y 7.3 Materia Optativa

- **Carga horaria:** 64 horas cada una, durante el séptimo semestre. Estas materias están asociadas al tema de Proyecto Integrador en desarrollo. Esta carga horaria total de 128 horas puede eventualmente ser cubierta por un único curso. Se requiere que el Consejo Académico del Instituto Balseiro apruebe el/los programas de estas materia(s) optativa(s).

- **Carga horaria cuatrimestral:** cada una, 64 horas

5.3 Proyecto Integrador I

Primer período semestral de un proyecto de desarrollo tecnológico realizado por el alumno, sobre alguna de las áreas temáticas de la carrera, bajo la dirección de un Director (eventualmente puede tratarse de una co-dirección), según un plan de trabajo aprobado por el IB de acuerdo con el Reglamento respectivo vigente. Debe ser realizado en una institución o empresa tecnológica de la ciudad de Bariloche, con la aprobación y supervisión del IB.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 64 horas.

6.4 Proyecto Integrador II

Segundo período semestral de un proyecto de desarrollo tecnológico realizado por el alumno, sobre alguna de las áreas temáticas de la carrera, bajo la dirección de un Director (eventualmente puede tratarse de una co-dirección), según un plan de trabajo aprobado por el IB de acuerdo con el Reglamento respectivo vigente. Debe ser realizado en una institución o empresa tecnológica de la ciudad de Bariloche, con la aprobación y supervisión del IB.

- **Carga horaria Cuatrimestral :** 256 horas.

7.1 Proyecto Integrador III

Tercer período semestral de un proyecto de desarrollo tecnológico realizado por el alumno, sobre alguna de las áreas temáticas de la carrera, bajo la dirección de un Director (eventualmente puede tratarse de una co-dirección), según un plan de trabajo aprobado por el IB de acuerdo con el Reglamento respectivo vigente. Debe ser realizado en una institución o empresa tecnológica de la República Argentina con la aprobación y supervisión del IB.

- **Carga horaria Cuatrimestral:** 384 horas.

D. Materias Complementarias

5.4 Economía, Proyectos y Administración

Micro y Macroeconomía. Costos. Formulación y evaluación de proyectos. Financiamiento, rentabilidad y amortización de proyectos. Análisis de presupuesto. Organización y administración de empresas. Planificación, programación y control de gestión. Gestión de recursos humanos. Gestión de calidad. Normas.

- **Carga horaria cuatrimestral:** 64 horas

5.6 Ingeniería Legal

Ejercicio profesional. Colegios profesionales. Código de ética. Ingeniería legal. Contratos de obra y de servicios. Contratos comerciales y laborales. Pericias. Propiedad intelectual. Régimen jurídico de las telecomunicaciones.

- **Carga horaria cuatrimestral:** 64 horas

6.3 Normativa de Comunicaciones

Licencias para servicios de telecomunicaciones. Interconexión. Espectro radioeléctrico. Radiodifusión. Servicios satelitales. Homologación de equipos. Aspectos jurídicos Ley 24.240- Defensa del Consumidor. Organismos internacionales. Convenios.