



MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
RECTORADO

INCORPORA MATERIAS OPTATIVAS PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA EN
ELECTRÓNICA PLAN 1985 (ORDENANZA n° 490)

Buenos Aires, 13 de marzo de 1998.

VISTO la Resolución N° 430/97 del Consejo Académico de la Facultad Regional Bahía Blanca, mediante la cual solicita al Consejo Superior Universitario, se incorpore a la Currícula de la carrera Ingeniería en Electrónica, a partir del año lectivo 1997, la asignatura optativa de 6° año "Comunicaciones Con Fibra Optica", y

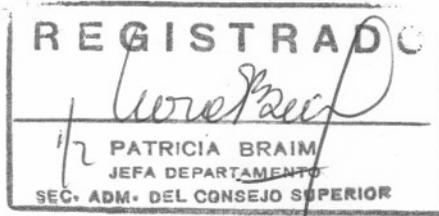
CONSIDERANDO:

Que la propuesta se fundamenta en la necesidad de una constante actualización del plan de estudio, apelando a la flexibilidad curricular del mismo.

Que la currícula actual de la carrera admite integrar materias optativas.

Que la Comisión de Enseñanza aconseja acceder a lo solicitado por la Facultad Regional Bahía Blanca.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.



MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
RECTORADO

Por ello,

EL CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO DE LA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

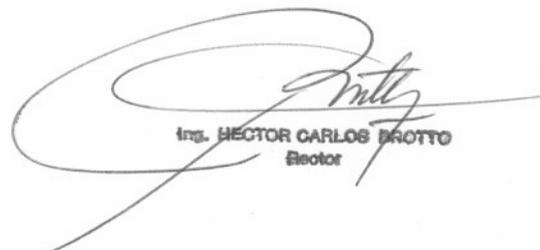
ORDENA:

ARTÍCULO 1°.- Autorizar la incorporación a la currícula de la carrera Ingeniería en Electrónica-Plan 1985- y el dictado, a partir del ciclo lectivo 1997, de la asignatura optativa de 6° año "Comunicaciones Con Fibra Optica", en la Facultad Regional Bahía Blanca, cuyo programa figura en el Anexo I de la presente ordenanza.

ARTÍCULO 2°.- Establecer el régimen de correlatividades para la referida asignatura de acuerdo a lo consignado en el Anexo II de esta ordenanza.

ARTÍCULO 3°.- Regístrese. Comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 858

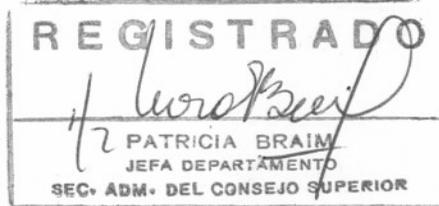


Ing. HECTOR CARLOS BROTTO
Rector

2



Ing. CARLOS E. FANTINI
SECRETARIO GENERAL A/C



MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
RECTORADO

ANEXO I
ORDENANZA N° 858

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA

MATERIA OPTATIVA DE 6° AÑO "COMUNICACIÓN CON FIBRA OPTICA"

OBJETIVOS:

El objetivo de la materia "Comunicaciones con Fibra Óptica", parte de la necesidad de dotar al futuro egresado de la carrera de Ingeniería Electrónica, de los conocimientos básicos, que requiere actualmente el mercado laboral de las comunicaciones, en lo que respecta a la capacidad de poder encarar el diseño y el mantenimiento de redes de comunicación por medio de la fibra óptica.

La materia cubre los aspectos esenciales de la óptica que hace al manejo de la luz como portadora de la información a transmitir, por medio de una unidad temática. Continúa el desarrollo de la materia con el estudio de guías de ondas electromagnéticas para enfocar el problema a la solución del manejo de la luz como fenómeno electromagnético y su guiado a través de la fibra óptica.

A partir de este estudio básico se desarrolla el conocimiento de los aspectos que hacen a las características de la fibra óptica y los métodos de obtención de la misma.



MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
RECTORADO

A partir de este estudio básico se desarrolla el conocimiento de los aspectos que hacen a las características de la fibra óptica y los métodos de obtención de la misma.

Otro aspecto importante hace a la problemática de los métodos de interconexión. Luego se profundiza en el conocimiento de las fuentes de emisión de luz como en los elementos de detección, para seguidamente introducirse en los métodos de modulación y demodulación.

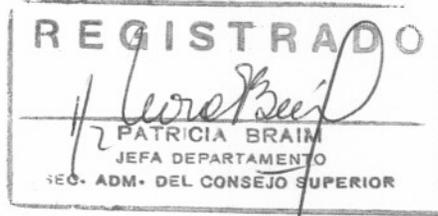
Las últimas unidades temáticas cubren los aspectos de medición de campo y laboratorio y las principales aplicaciones de la fibra óptica en el mundo actual de las comunicaciones, así también como otras aplicaciones tanto, en el aspecto industrial, como médico.

PROGRAMA ANALÍTICO

ASIGNATURA: Comunicaciones con Fibra Óptica.

UNIDAD TEMÁTICA I

Propagación de la luz. Leyes de reflexión y refracción. Óptica ondulatoria. Ecuación de la onda (escalar), solución para onda plana monocromática. Superposición de ondas planas. Interferencia constructiva y destructiva.



MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL

RECTORADO

Experiencia de YOUNG, difracción y coherencia. Interferencia de rendijas múltiples.

Interferencia por división de amplitudes, capa delgada.

Interferencia por reflexiones múltiples. Interferómetro de

MICHELSON. Coherencia de la luz, coherencia temporal,

coherencia espacial. Difracción, teoría escalar. Principio de

HUYGENS-FRESNEL. Aproximaciones a la integral de Huygens-

Fresnel, aproximación de Fresnel, aproximación de Fraunhofer.

UNIDAD TEMÁTICA II

Guías de ondas planas conductoras, condición de

autoconsistencia. Vector de onda, componentes según los ejes,

propagación según eje Y, constante de propagación.

Distribución de campo (eléctrico), condición de

ortonormalidad. Número de modos permitidos. Velocidad de

grupo. Cantidad total de modos. Campos multimodales. Guías de

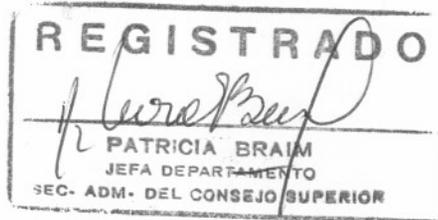
onda planas dieléctricas, ángulo crítico. Modos de una guía

dieléctrica, número de modos permitidos. Distribución de

campos, campo interno, campo externo. Ecuación de Helmholtz,

coeficiente de extinción. Velocidad de grupo, efecto de Goss-

llänchen.



MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL

RECTORADO

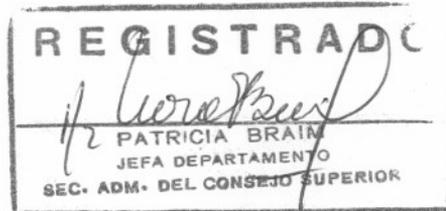
UNIDAD TEMÁTICA III

Guías de onda bidimensionales. Guías rectangulares de espejos, autoconsistencia, número de modos posibles. Guías rectangulares dieléctricas. Autoconsistencia, números de modos posibles. Acoplamiento óptico en guías de onda. Acoplamiento de la entrada, inyección de luz. Acoplamiento entre guías de onda. Coeficiente de proporcionalidad.

Distribución de potencia. Acoplamiento ajustable, coeficiente de transferencia.

UNIDAD TEMÁTICA IV

Fibras ópticas, fibras de perfil escalonado, rayos guiados. Apertura numérica, Ondas guiadas. Ecuación de Helmholtz, solución de Bessel para el núcleo y cladding. Modos. Ecuación característica, número de modos. Constante de propagación y velocidad de grupo. Fibras monomodales. Fibras ópticas de índice gradual. Atenuación y dispersión. Absorción intrínseca. Absorción extrínseca. Difusión lineal, difusión no lineal. Difusión MAE, difusión por curvatura, radio crítico. Dispersión modal, material o de longitud de onda, de guía de onda cromática no lineal. Ancho de banda. Diámetro de campo modal. Longitud de onda de corte.



MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

RECTORADO

Fibras ópticas y cables. Fabricación de fibra óptica, técnica de deposición Vapour-phase, fibra de vidrio fluorhídrico. Fibra de índice escalonado multimodo. Fibra de índice gradual multimodo, fibra monomodal. Fibra con cladding plástico.

Fibras de plástico. Cables de fibras ópticas. Estabilidad de las características de transmisión.

Diseño de la estructura de los cables, distintos tipos de cables. Cuidado en el manipuleo de cable en el tendido de cable de fibra óptica.

UNIDAD TEMÁTICA VI

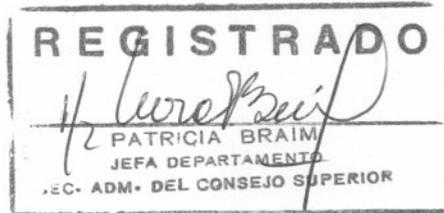
Conexiones de fibras ópticas, juntas y conectores, alineación de las fibras y pérdidas en las juntas, juntas por fisión, juntas mecánicas, juntas múltiples.

Conectores de fibras, conector cilíndrico, conector bicónico, conector de doble excentricidad, conectores de fibras múltiples.

Conectores de adaptación óptica del haz. Lentes GRIN.

Acopladores ópticos multi-port. Acopladores estrela.

Acopladores por multiplexado de frecuencia.

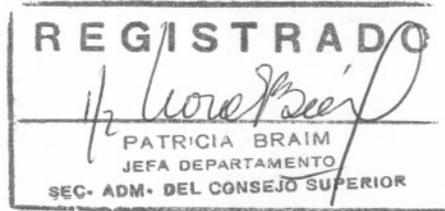


MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
RECTORADO

UNIDAD TEMATICA VII:

Fuentes ópticas. Efecto fotoeléctrico, partículas y ondas, función de onda. Ecuación de Schrödinger, partículas en una caja. Principio de exclusión de Pauli. Ley de distribución de Fermi-Dirac. Energía de Fermi.

Ley de distribución de Bose-Einstein, Láser de conceptos básicos, absorción y emisión de radiación. Relaciones de Einstein, inversión de población, realimentación óptica y oscilación laser. Condición umbral para la emisión laser. Emisión óptica de semiconductores, teoría de bandas, modelo de Kronig-Penney. Conductividad eléctrica de los sólidos. Característica de los semiconductores. Juntura P-N, emisión espontánea. Recombinación de portadores, emisión estimulada, heterojunturas, materiales semiconductores. Laser semiconductor de inyección, eficiencia, geometría, modos laser, operación a monomodo. Laser Gain-guided. Index-guided. Quantum-well. Laser de mono-frecuencia. Características de los laser de inyección. Acoplamiento de Laser de inyección a la fibra. Laser no semiconductores Nd-Yag, laser de fibra de vidrio. Laser de longitud de onda ajustable y ancho de banda angosto. Laser de infrarrojo medio.



MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

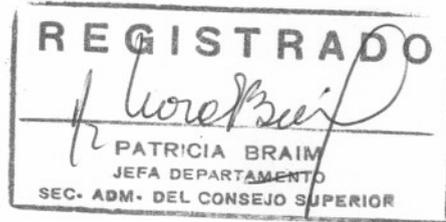
RECTORADO

UNIDAD TEMÁTICA VIII

Diodos emisores de Luz, eficiencia y potencia de un LED. Estructura de los LED, homojuntura, heterojuntura, ley de distribución Lambertiana, led planar, led domo, led de emisión superficial, led emisor de borde, super luminiscente. Lentes de acoplamiento a la fibra. Características de los LED, potencia de salida, espectro de salida, ancho de banda de modulación. Métodos de modulación. Diodo LASER, principio de funcionamiento, emisión estimulada laser, características de los diodos laser, corriente umbral, dependencia de la temperatura, corrimiento de frecuencia, ruido, confiabilidad.

UNIDAD TEMÁTICA IX

Detectores ópticos. Principios de detección óptica. Absorción. Coeficiente de absorción. Absorción directa e indirecta, silicio, germanio, aleaciones de elementos de los grupos III y V. Eficiencia cuántica. Responsividad. Longitud de onda de corte. Fotodiodos semiconductores sin ganancia interna, fotodiodos P-N, P-I-N, velocidad de respuesta, ruido. Fotodiodos con ganancia interna, fotodiodos de avalancha, silicio enriquecido de avalancha, germanio de avalancha, aleaciones de elementos de grupos III-V de



MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL

RECTORADO

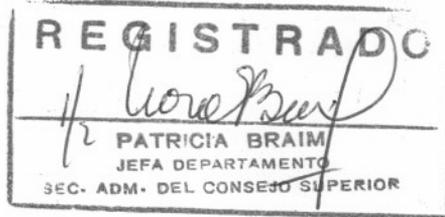
avalancha. Eficiencia de los fotodiodos de avalancha. Factor de multiplicación. Diodos de infrarrojo medio. Fototransistores. Detectores fotoconductivos.

UNIDAD TEMÁTICA X

Performance de detectores de recepción directa. Ruido térmico, ruido de corriente oscura. Ruido cuántico. Ruido cuántico de señales digitales, ruido cuántico de transmisión de señales analógica. Ruido de recepción de fotodiodos P-N, P-I-N. Capacidad intrínseca de receptor y ancho de banda. Receptor de fotodiodo de avalancha, factor de exceso de ruido de avalancha. Estructura de receptores, de baja impedancia de entrada, de alta impedancia de entrada, de transimpedancia. Preamplificadores a FET, MESFET de arseniuro de galio, receptores híbridos PIN-Fet. Receptores de alta performance.

UNIDAD TEMÁTICA XI

Amplificación óptica. Teoría de amplificación óptica de laser semiconductor, características y performance. Fibras amplificadoras, fibras dopadas de tierras raras, amplificadores de fibra por efectos RAMAN y BRILLOUIN. Optica integrada. Guías de onda planar. Divisor de haz lumínico, acopladores direccionales, llaves. Moduladores



MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

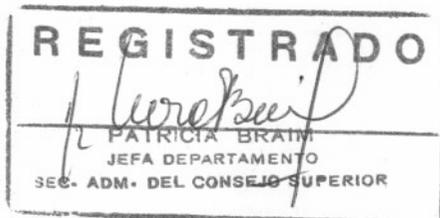
RECTORADO

lumínicos. Estructuras periódicas para filtros y laser de inyección. Transformadores de polarización y trasladadores de frecuencia. Integración optoelectrónica. Biestabilidad óptica y óptica digital. Computación óptica.

UNIDAD TEMÁTICA XII

Sistemas de fibras ópticas. Modulación de intensidad y detección directa. Circuitos transmisores ópticos, limitaciones de fuente, circuitos LED y LASER. Circuitos receptores ópticos, preamplificación, control automático de ganancia, ecualización. Consideraciones de diseño de un sistema, elección de componentes, multiplexado.

Sistemas digitales, consideraciones de planificación, repetidores regenerativos, transmisores ópticos, receptores ópticos pérdidas de canal, respuesta temporal, codificación. Sistemas analógicos, modulación de intensidad directa, planificación del sistema, modulación de intensidad de subportadora, modulación de doble banda lateral de subportadora (DSB-IM), modulación de frecuencia de subportadora (FM-IM), modulación de fase de subportadora, técnicas analógicas de pulsos. Sistemas de distribución, estrategias avanzadas de multiplexación. Multiplexado por



MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL

RECTORADO

división de tiempo óptico, multiplexado de subportadora, multiplexado por división de longitud de onda. Aplicación de amplificadores ópticos.

UNIDAD TEMÁTICA XIII

Sistemas de fibra óptica coherentes, sistema básico. Principio de detección. Consideraciones prácticas, ancho de espectro de laser de inyección, estado de polarización, potencia de oscilador local, limitaciones del medio de transmisión. Formatos de modulación, manipulación por Desplazamiento de amplitud, manipulación por desplazamiento de frecuencia, manipulación por desplazamiento de fase, manipulación por desplazamiento de polarización.

Métodos de demodulación, detección por heterodinaje sincrónico y asincrónico, detección homodina, recepción en diversidad de fase. Dispositivos de detección, detección, heterodina en: ASK, FSK, PSK, detección homodina en ASK y PSK comparación de sensibilidad. Sistemas de portadora simple y múltiple, sistema DPSK, concepto de redes y sistemas de multiportadora.



MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL

RECTORADO

UNIDAD TEMÁTICA XIV

Medición en fibras ópticas. Medida de atenuación de la fibra, atenuación total, pérdidas por absorción de la fibra, pérdidas por dispersión de la fibra. Medición de dispersión en el dominio del tiempo, medición de la dispersión en el dominio de frecuencia. Medición del perfil del índice de refracción de la fibra, método interferométrico, método de barrido del campo cercano, método de refracción del campo cercano. Medición de la longitud de onda de corte de la fibra, medida de la apertura numérica de la fibra.

Medida del diámetro de la fibra, diámetro externo, diámetro interno. Diámetro de campo-modo para una fibra monomodo. Reflectancia y pérdidas por retorno óptico.

Mediciones de campo, OTDR (Optical time domain reflectometry), métodos de determinación e identificación del tipo de pérdidas mediante el uso del OTDR.

UNIDAD TEMÁTICA XV

Aplicaciones de la fibra óptica. Redes públicas de comunicación, redes troncales, redes de interconexión, redes de acceso local, sistemas sumergidos, redes sincrónicas y asincrónicas (ATM). Aplicaciones en el campo civil y militar.



MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
RECTORADO

Sistemas de sensores ópticos. Aplicación a computadoras,
redes locales, redes industriales. Aplicaciones en medicina.

BIBLIOGRAFÍA

OPTICA, E. Hecht-A.Zajac.Addison Wesley. 1986.
CONCEPTOS DE FÍSICA MODERNA. Arthur Beiser. Mc-Graw Hill
1965. OPTICA FIBER COMMUNICATIONS. John M. Senior: Prentice
Hall 1992. OPTICAL ELECTRONICS. A. Yariv. Fourth Edition.
Harcourt Brace Jovanovich College Publishers, 1991. PROJECES
in FIBERS OPTICS. Newport Coporation, 1986.
OPTICAL FIBERS FOR TRANSMISSION. John E. Midwinter. John
Wiley & Sons, Interscience, 1979. FUNDAMENTALS OF PHOTONICS.
B. Saleh - M.C. Teich. John Wiley & Sons 1991. HANDBOOK of
FIBER OPTICS, Teory an Applications. H.F. Wolf. Garland STPM
Press, 1979. WAVES CALLED SOLITONES, Concepts and
Experiments. M. Remoissenet. Editor Springer-Verlag, 1994.



MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACION
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
RECTORADO

ANEXO II

ORDENANZA N° 858

CORRELATIVIDADES ING ENIERÍA ELECTRÓNICA

ASIGNATURA: "COMUNICACIONES CON FIBRA OPTICA"		
PARA	CURSAR	PARA RENDIR:
CURSADA	APROBADAS	APROBADA
ELECTRÓNICA APLICADA III.	FÍSICA III. ELECTRÓNICA APLICADA II.	ELECTRÓNICA APLICADA III.

