



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

PROGRAMAS ANALITICOS - CICLO DE ESPECIALIZACION

INGENIERIA NAVAL

BUENOS AIRES, 11 de mayo de 1981.

VISTO la ordenanza nº 303, mediante la cual se instruye la aplicación del nuevo plan de estudio del ciclo de especialización de Ingeniería Naval, que debe dictarse a continuación del ciclo de materias básicas de ingeniería y que en su anexo I se aprobaron los programas sintéticos, y

CONSIDERANDO:

Que por nota nº 1865/79 este rectorado dispuso la realización de reuniones de directores de departamentos de la Universidad los días 12, 13 y 14 de setiembre de 1979 en distintas facultades regionales para elaborar los programas analíticos del ciclo de especialización para las diferentes carreras basados en los programas sintéticos ya aprobados.

Que de acuerdo con lo dispuesto, la Facultad Regional Buenos Aires, por medio de su Departamento de Ingeniería Naval elaboró los programas analíticos correspondientes a la citada especialidad y lo elevó oportunamente a este rectorado.

Que, una vez analizados por Secretaría Académica de este rectorado, corresponde aprobar los mismos.

Por ello, y atento a las atribuciones otorgadas por Decreto nº 455/80 del Poder Ejecutivo Nacional y la Resolución nº 46/81 de Consejo Superior,

EL VICERRECTOR A CARGO DEL RECTORADO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL  
EN EJERCICIO DE LAS ATRIBUCIONES DE CONSEJO SUPERIOR

O R D E N A :

ARTICULO 1º.- Aprobar los programas analíticos para el ciclo de

Boros

/ / ..



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

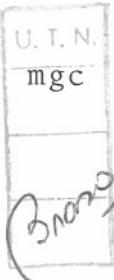
- 2 -

11..

especialización 4°, 5° y 6° año de la carrera Ingeniería Naval que se agregan como anexo I y que es parte integrante de la presente ordenanza.

ARTICULO 2º.- Regístrese, comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 362



ING. OSVALDO R. LAMAGNI  
DIRECTOR GENERAL DE ASUNTOS ACADÉMICOS  
A/C. DESPACHO SECRETARÍA ACADÉMICA

Ing. ROBERTO R. GUILLÁN  
VICERRECTOR



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional

ANEXO I  
ORDENANZA N° 362

INGENIERIA NAVAL

PROGRAMA DE:

TEORIA DEL BUQUE I

(4to. año - 6 horas semanales)

- 1.- Introducción. Teoría del buque como una de las ramas de la Arquitectura Naval. Flotadores. Equilibrio de los flotadores. Cuerpos sumergidos. Definiciones en relación a flotadores: flotación, área de flotación, centro de flotación, carena, centro de carena, superficie de carena. Flotaciones isocarenas, isoclinas, isobatas. Eje de inclinación, plano de inclinación. Posición del centro de empuje. Principios de Arquímedes y Pascal.  
Desplazamiento. Unidades S.I.
- 2.- Equilibrio de los flotadores inclinados. Geometría de la superficie "B". Principales teoremas de los flotadores. Metacentros. Radios metacéntricos. Curva "B". Evoluta de la curva "B". Falsos metacentros. Falsos radios metacéntricos. Valor del radio metacéntrico inicial "M". Superficie "F". Carenas interiores. Criterios de estabilidad inicial para flotadores total o parcialmente sumergidos.
- 3.- Métodos de integración aproximada de uso naval. Razón de su aplicación. Newton Cotes, Gaussianos. Método de los trapezios. Reglas 1°, 2° y 5/8 de Simpson. Ordenadas intermedias. Regla de Poncelet. Regla de Durand. Regla de Tchebycheff. Areas. Volúmenes. Momentos de 1° y 2° orden. Centros de gravedad. Apéndices. Instrumentos para integrar: planímetros, integradores, intégrafos. Aplicación de la computadora.
- 4.- El buque. Condiciones básicas que debe cumplir para diferenciarlo de un flotador común.  
Nomenclatura específica en relación a la Teoría del Buque I, tanto para buques mercantes como militares: plano de crujía,





*Ministerio de Cultura y Educación*

*Universidad Tecnológica Nacional*

*Rectorado*

línea de crujía, desplazamientos, portes, arqueo, exponente de carga, dimensiones principales, sección media, plano de deriva. Marcas de calado. Nomenclatura de las bandas, proa y popa.

- 5.- Atributos de carenas derechas. Volumen de carena. Desplazamiento. Toneladas por cm de inmersión o emersión. Variación del desplazamiento por asiento. Momento de asiento unitario. Areas de flotaciones. Centro de flotaciones. Abscisas y ordenadas de los centros de carena. Radios metacéntricos, longitudinales y transversales. Coeficiente de fineza. Superficie de carena. Valores estadísticos de coeficientes de fineza. Diagramas de Bonjean. Sistematización de los cálculos de atributos de carenas derechas. Curvas de atributos. Escala de porte.
- 6.- Estabilidad transversal inicial, a grandes ángulos y dinámica. Par escorante. Par adrizante o intrínseco. Teoría y práctica de la experiencia de inclinación. Traslación transversal de pesos. Cálculo de las condiciones de estabilidad inicial a grandes ángulos y dinámica. Curvas cruzadas de estabilidad. Pantocarenas, curvas de estabilidad estáticas. Correcciones por variación de la posición del centro de gravedad del sistema. Embarque y desembarque de pesos. Curvas de estabilidad dinámica. Características de estabilidad estática . Análisis de las características de las curvas de estabilidad estáticas. Efectos dinámicos. La estabilidad del buque sobre la ola, ola en popa y sincronismo. Líquidos a nivel libre. Semilíquidos. Pesos colgantes. Criterios de estabilidad y su aplicación.
- 7.- Estabilidad longitudinal. Diferencia de calados. Asiento. Cálculo de calados por embarque, desembarque o traslación de pesos, sobre la base de cualquier condición de calados inicial. Planillas para la sistematización de cálculos. Escala de asiento. Efectos del asiento en los buques: entradas





a seco, hidrodinámico, gabinete, visibilidad, estabilidad.

- 8.- Varadura. Efecto de la varadura en la estabilidad transversal y asiento. Averías: casos teóricos posibles y su influencia en la flotabilidad, estabilidad y asiento. Inundación con libre comunicación con el mar: inmersión paralela, estabilidad, asiento.
- 9.- Subdivisión estanca. Reseña histórica. Concepto de la cuestión. Definiciones fundamentales sobre los elementos que entran en juego: línea de margen, flotación de compartimiento, eslora inundable, etc. Permeabilidad de volumen y de superficie, valores estadísticos. Resumen sobre los diferentes métodos de cálculo para la eslora inundable. Teoría del método de modificación de la carena. Método de Shirokauer: compartimientos intermedios y extremos. Diagrama de longitudes inundables. Criterios de la Convención Internacional para la Vida Humana en el mar con relación al método de longitudes inundables. Nuevos criterios probabilísticos de la Convención. Métodos simplificados.
- 10.- Arqueo de los buques, concepto y aplicación. Antecedentes históricos. Reglas de arqueo en uso en la República Argentina. Regla propuesta en la Convención Internacional 1969. Síntesis general de cálculos. Marcas de arqueo. Criterios para disminuir valores.
- 11.- Francobordo: concepto, aplicación. Antecedentes históricos. Métodos en uso en la República Argentina, Convención Internacional de Líneas de Carga 1966; análisis crítico, optimización de resultados. Marcas reglamentarias. Marcas de seguridad para pesqueros de mar.
- 12.- Lanzamiento. Lanzamiento por la popa. Aspectos estáticos y dinámicos. Determinación del diagrama de lanzamiento. Cálculo de la arfada, pivote y saludo. Estabilidad durante la bo-





Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional

- 6 -



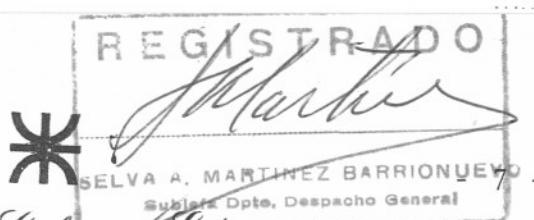
tadura. Frenado. Lanzamiento de costado. Datos estadísticos sobre lanzamientos: presiones, fuerzas, pendientes, coeficientes de rozamiento, velocidades, dimensiones, pesos.

- 13.- Submarinos: flotabilidad, estabilidad, varadura. Consideraciones generales. Coeficiente de flotabilidad. Clasificación. Nomenclatura de la sección típica. Condiciones de flotabilidad e inmersión. Estabilidad transversal y su variación al pasar de inmersión a emersión. Estabilidad longitudinal. Varadura en coincidencia con el plano de crujía y fuera de él.

Trabajos Prácticos.

- 1.- Ejercicios correspondientes a cada uno de los temas.
- 2.- Cálculo completo de atributos de carenas derechas.
- 3.- Cálculo de curvas de Bonjean.
- 4.- Cálculo de las curvas cruzadas de estabilidad, curva de estabilidad estática y dinámica.  
Análisis sobre la base de criterios de estabilidad.





Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional

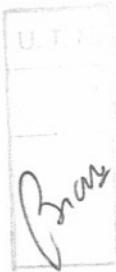
## INGENIERIA NAVAL

### PROGRAMA DE:

#### CONSTRUCCION NAVAL MERCANTE

(4to. año - 4 horas semanales)

- 1.- Nomenclatura de los elementos estructurales de un buque mercante.  
Concepto sobre los esfuerzos a que es sometido un casco, tanto locales como generales y dinámicos, así como de la disposición de las estructuras para resistirlos.  
Disposición estructural en distintos tipos de buques en relación al tipo de carga, tipo de navegación, condiciones operativas. Construcción transversal, longitudinal y mixta. Características particulares, criterios de utilización.
- 2.- Convenciones internacionales que influyen en la construcción de buques mercantes. Sociedades de Clasificación, clasificación del buque. Reglas de construcción. Definiciones sobre las características que utilizan los Reglamentos para el dimensionamiento de estructuras. Módulo resistente.
- 3.- Forro exterior, funciones que cumple, componentes, dimensionamiento. Quilla, roda, codaste: diferentes tipos según las necesidades, dimensionamiento.
- 4.- Estructura del fondo, fondo simple, construcción transversal y longitudinal, varengas, carlingas, longitudinales. Doble fondo, aplicación, necesidad de su instalación. Estructura del doble fondo, construcción transversal y longitudinal, varengas, estancas, llenas, armadas, Dimensionamiento.  
Elementos complementarios, tapas registro, achique, venteo, sonda. Dimensionamiento.
- 5.- Cuadernas, distintos tipos. Cuadernas para piques, bodegas, entrepuentes, en zonas reforzadas para hielo. Clara o espacio entre cuadernas. Bulárcamas. Dimensionamiento. Palmejares,



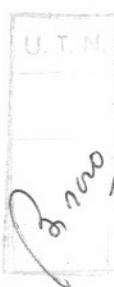


8 -

Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional

disposición en bodegas, sala de máquinas, zona de proa.

- 6.- Cubiertas y sus funciones. Tipos de cubiertas: de franco bordo, resistentes, de compartimentado, para cargas rodantes. Boleo y arrufo. Enchapado de la cubierta. Borda y elementos relacionados. Dimensionamiento. Baos, esloras y puntales, funciones que cumplen. Distintos tipos. Dimensionamiento. Refuerzos de cubiertas en construcción longitudinal y transversal.
- 7.- Mamparos. Distintos tipos. Cantidad y ubicación de mamparos estancos transversales. Altura hasta la que deben extenderse. De colisión, de prensa, otros. Mamparos estancos en buques de pasajeros, normas. Refuerzos. Mamparos con recesos y escalones. Dimensionamiento.
- 8.- Bocas de escotillas y sus funciones. Distintos tipos. Clases de escotillas según su ubicación (Convención Líneas de Carga). Grandes bocas de escotillas en buques especiales. Refuerzos. Sistemas de cierre y su influencia en las brazolas. Dimensionamiento. Otras aberturas de cubierta, tambuchos, accesos a sala de máquinas y túneles. Disposiciones reglamentarias.
- 9.- Sobreestructuras y casillajes. Tipos. Materiales utilizados. Juntas de dilatación y expansión. Unión a la estructura resistente. Refuerzos locales. Dimensionamiento. Basamentos y apoyos de cargas concentradas. Plumas, mástiles; tipos. Dimensionamiento.
- 10.- Timones. Diferentes tipos estructurales. Estructuras internas. Enchapado. Tipos de uniones. Aletas de rolido. Hinchamientos. Bulbos. Dimensionamiento.
- 11.- Uniones de los elementos estructurales. Noción sobre remachadura, resistente, estanca. Criterio de dimensionamiento.





- 9 -

*Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional*

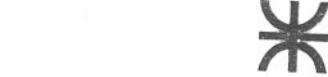
Soldadura. Aplicación de la soldadura eléctrica por arco en la construcción naval. Distintos métodos. Tipos de uniones. Preparación de bordes. Electrodos, tipos, usos, criterios de aplicación, en aceros navales comunes y de alta resistencia. Posicionadores. Secuencias. Soluciones constructivas por el empleo de soldadura. Corrección de defectos y fallas.

- 12.- Formas de construcción del buque. Prefabricación y sus ventajas. Descomposición del casco en bloques. Tolerancia en los trabajos de prefabricación. Consideraciones sobre la incidencia de la forma de construcción y de montaje en el diseño de las estructuras. Concepto de selección del método de construcción. Relación con las instalaciones del astillero.
- 13.- Estructuras de aleaciones livianas. Materiales. Uniones en estructuras livianas. Soldadura y su técnica, remachadura. Soluciones constructivas típicas, unión a la estructura de acero. Dimensionamiento.

Trabajos Prácticos.

- 1.- Cálculo del escantillonado de un buque mercante de eslora no inferior a 100 m, con el empleo de las Reglas de una Sociedad de Clasificación. Confección de los planos de: Sección Típica mamparos típicos y longitudinal constructivo.





Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional

- 10 -



## INGENIERIA NAVAL

### PROGRAMA DE:

#### MATERIALES NAVALES Y ENSAYOS

(4to. año - 3 horas semanales)

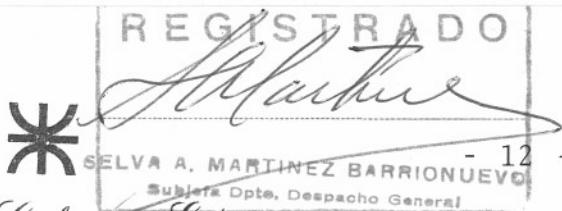
- 1.- Introducción sobre importancia del tema en la especialidad. Materiales, propiedades físicas, químicas, mecánicas, metalográficas. Ensayo de tracción, diagramas, análisis e interpretación con el fin del reconocimiento de materiales. Tensiones singulares del ensayo. Alargamiento específico. Extricción. Módulo de elasticidad por tracción. Tensiones de trabajo. Valores estadísticos normales de las características estudiadas.
- 2.- Ensayos de dureza; métodos: Brinell, Rockwell, Vickers, Shore y otros, campo de aplicación, metodología de ensayo, valores normales en diferentes materiales. Ensayo de choque, métodos de ensayo; método Charpy; características de las probetas y sus tolerancias, características de las máquinas de ensayo. Teoría de la rotura y del envejecimiento de los aceros. Análisis e interpretación de los ensayos de choque. Valores estadísticos normales. Ensayo de plegado, realización práctica, valorización del resultado.
- 3.- Metalurgia: metalurgia química y física. Tratamientos de minerales y menas. Preparación mecánica de la menas. Tratamientos fisicoquímicos de los minerales. Extracción del metal de los minerales. Fundentes. Escorias. Minerales de hierro y sus rendimientos.
- 4.- Siderurgia. Arrabio. Esquema general de los procesos siderúrgicos. Alto horno: materiales refractarios, combustible, aire, características operativas, rendimientos. Características del arrabio, arrabio gris, arrabio blanco y atruchado. Reacciones químicas en el alto horno, procesos ascendente y descendente. Ferroaleaciones. Método de reducción directa. Hierro esponja.





Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional

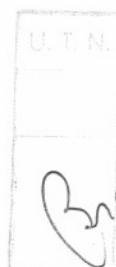
- 5.- Función. Horno de cubilote: descripción funcionamiento. Tipos de fundiciones, características, clasificación, fundición gris, blanca, atruchada. Fundición templada. Fundición maleable y procedimientos de maleabilización, aplicación. Fundición nodular, obtención, características, aplicación. Horno de reverbero. Moldeo, modelo, molde, noyos, tierras. Fundición centrifugada. Hierro dulce, método de obtención, propiedades, uso. Método Aston-Bayres.
- 6.- Aceros clasificación según sus diferentes características y propiedades. Procedimientos de obtención. Bessemer, operación y características. Thomas operación y características. Siemens Martin, gasógeno, hornos, recuperadores, aplicación, características, datos estadísticos. Aceros al crísol. Aceros eléctricos, arco, inducción. Acero moldeado. El lingote. Aceros efervescentes. Aceros calmados. Desoxidantes. Métodos por inyección de oxígeno, LD, Kaldo, PL. Efectos del Si, Mn, P, S, N, H, O, Al, en el acero. Aceros de aleación. Aceros criogénicos. Plaquetas de metal duro. Sistemas de clasificación de aceros.
- 7.- Formado de metales. Forja. Matrizado, proceso, máquinas, trenes, productos intermedios y finales. Enbutilado. Extrucción. Trefilado. Tubos con costura y sin costura.
- 8.- Solidificación de metales puros. Aleaciones Fe-C. Diagrama Fe-C. Temperaturas críticas del Fe y de los aceros. Puntos críticos de Fe y estados alotrópicos. Puntos críticos de los aceros. Constituyentes microscópicos de los aceros: Ferrita, Cementita, Perlita, Austenita, Martensita, Trostita, Sorbita. Curva TTT.
- 9.- Tratamientos térmicos de los aceros. Recocido de austenización completa, subcrítico, incompleta. Crecimiento de los cristales de austenita con el calentamiento. Normalizado, Temple, baños para templar, ensayo Jominy, bandas de tem-



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional

plabilidad, temple superficial. Revenido. Cementación. Carburación. Nitruración. Tratamientos térmicos, de fundiciones.

- 10.- Aceros navales, características, ensayos. Aceros navales comunes y de alta tensión, características según normas de Registros de Clasificación. Carbono Equivalente. Aceros navales con menor resistencia a la tracción. Aceros para blindajes.
- 11.- Ensayos no destructivos. Rayos "X". Radiación Gamma. Exámenes radiográficos de soldaduras, clasificación de los defectos y su evolución, normas. Ensayos electromagnéticos. Ultrasonido. Tintas penetrantes. Corrientes parásitas. En todos los casos teoría y aplicación, campo de utilización y limitaciones.
- 12.- Metales no ferrosos. Cobre. Bronce, diferentes tipos y aplicaciones. Latón diferentes tipos y aplicaciones. Plomo, Estaño, Zinc, Níquel, Magnesio. Aplicaciones navales. Aluminio; aleaciones de Al navales. Aluminotermia. Metales para cojinetes.
- 13.- Corrosión del acero: corrosión por disolución de O. Corrosión por corrientes errantes. Corrosión galvánica. Teoría de la corrosión galvánica. Protección anódica y catódica. Anodos de sacrificio para buques, dimensiones características, instalación. Métodos de cálculo de la protección anódica de buques, coeficientes para el cálculo.
- 14.- Pinturas navales. Pigmentos. Vehículos. Tipos de pinturas marinas. Esquemas de pintado de buques de madera y metálicos. Pinturas para pretratamientos. Recubrimientos especiales. Técnica de pintado. Prueba de pinturas. Cementos, comunes, rápidos, aditivos. Morteros de uso naval.





- 13 -

Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional

- 15.- Maderas de uso naval, características, secado. Clasificación de las maderas. Aserrados sencillo y en cuartos. Maderas incombustibles. Maderas nacionales y extranjeras. Tejidos. Lonas y lonetas. Telas para velas.
- 16.- Plásticos, termoendurecibles y termoplásticos. Resinas reforzadas con fibra de vidrio, elementos constitutivos. Refuerzos de vidrio, tela y fieltro. Resinas. Catalizadores. Aceleradores. Pigmentos. Moldeo. Tensiones de trabajo. Caucho. Látex. Caucho natural y sintético. Neoprenes. Caucho regenerado. Vulcanizado. Formación de los artículos de goma. Aplicaciones navales.
- 17.- Ensayos de soldaduras. Normas según registros de clasificación y generales. Cascos y recipientes de presión.

Trabajos Prácticos.

- 1.- Ensayo de tracción de una probeta de acero naval.
- 2.- Ensayo de dureza (Brinell, Rockwell).
- 3.- Ensayo de resiliencia (Charpy "V")
- 4.- Extensometría.
- 5.- Determinación de espesores y defectos por ultrasonido.
- 6.- Detección de defectos por sistemas: electromagnético, tintas y corrientes parásitas.
- 7.- Técnica Roentgen grafías (obtención y diagnóstico)
- 8.- Técnica de obtención y observación de probetas metalográficas ferrosas.





- 14 -

Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

### INGENIERIA NAVAL

#### PROGRAMA DE:

#### MECANISMOS Y ELEMENTOS DE MAQUINAS

(4to. año - 3 horas semanales)

1.- Cinemática. Máquinas y mecanismos. Estructura de una máquina naval. Movimiento. Trayectoria. Velocidad. Aceleración. Trabajo. Potencia. Principio de la conservación de la energía. Rendimiento de una máquina. Coeficiente de rozamiento. Vectores. Magnitudes escalares y vectoriales. Suma y resta de vectores. Producto escalar y producto vectorial. Componentes ortogonales de un vector. Ejemplos relacionados con casos concretos en Ingeniería Naval.

#### 2.- Geometría del movimiento

Análisis de la velocidad y aceleración en el movimiento plano. Velocidad lineal y velocidad angular. Método gráfico para composición de velocidades. Centros instantáneos de rotación. Método de los centros. Aceleración lineal y angular. Aceleración de Coriolis. Vínculos. Definición. Mecanismo de cuatro barras. Velocidades lineales y angulares. Mecanismos con elementos deslizantes. Mecanismo biela-manivela. Mecanismo del brazo oscilante con rápido retorno. Ejemplos prácticos sobre máquinas navales tanto principales como auxiliares.

#### 3.- Elementos de unión

Roblonado: tipos de costuras roblonadas. Tipos de roblones. Procedimiento para el roblonado. Verificación al corte y al aplastamiento. Tensiones admisibles para el caso de la construcción naval. Ejemplo de diseño de uniones roblonadas.

Soldadura: Distintos procedimientos. Tipos de uniones soldadas, de empleo corriente en la construcción naval. Preparación de las piezas a soldar. Símbolos de soldaduras. Ejemplos de cálculos.





Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

lo de uniones soldadas, según distintos criterios. Tensiones admisibles en el material de aporte. Comparación con lo establecido en los Registros. Tornillo: teoría del tornillo. Fórmula del rendimiento. Reversibilidad e irreversibilidad. Tipos fundamentales. Normas sobre tornillos y tipos de filetes. Ejemplos de cálculo sobre uniones abulonadas de aplicación naval. Caso de la existencia de junta elástica intermedia. Aplicaciones típicas en la construcción naval. Tensiones admisibles. Caso de tornillos de varios filetes. Tornillo de fuerza: diseño de aplicación a un mecanismo Napier para máquina de timón.

4.- Engranajes

Terminología y definiciones. Relación de transmisión. Teorema general del engranaje. Paso circular y paso diametral. Perfil de los dientes. Tipos de engranajes cilíndricos y cónicos. Engranajes con dientes rectos y helicoidales. Ejemplos de diseño de perfiles conjugados. Tornillo sin-fin y rueda helicoidal. Ejemplos de aplicación de cálculo de engranajes para cabrestantes y guinches de uso naval. Cálculo del sistema piñón-rueda dentada del rosario de una draga a cangilones. Aplicación práctica de diseño de un virador de máquina principal en el que se utiliza reductor sin fin y corona. Comparación con los reductores existentes en el comercio.

5.- Trenes simples, trenes coaxiles y planetarios. Mecanismos diferenciales. Cajas de reducción para plantas propulsoras de buques. Distintos tipos de uso común. Descripción y comentarios. Ejemplos prácticos: dimensionamiento de una reducción simple para una planta propulsora marina, según el criterio de Hertz.

6.- Sistemas de transmisión de movimiento

Mecanismo con biela y manivela. Aplicación al caso de máquinas





*Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

marinas principales y auxiliares. Camones: para movimiento uniforme, armónico, uniformemente acelerado. Aplicaciones al caso de motores marinos y controles automáticos.

**7.- Transmisiones flexibles**

Transmisión por frotamiento. Trasmisión por medio de correas planas. Tensiones en los ramales. Tensión de rotura. Potencia transmitida en función de las tensiones en la correa. Relación de transmisión. Métodos prácticos para el dimensionamiento de la correa. Transmisión mediante correas en "V" y cables. Aplicaciones prácticas: cálculo de maniobras de elementos para maniobras de amarre, movimiento de cargas y transporte de cargas en el mar de buque a buque. Aparejos de uso naval. Pastecas. Transmisión mediante cadenas. Descripción del barbotín del cabrestante del ancla. Acoplamientos flexibles de distintos tipos de uso naval. Ejemplos prácticos.

**8.- Elásticos y resortes**

Elásticos de láminas. Elástico de ballesta pretensada. Resortes helicoidales. Aplicación al caso del resorte del gancho de remolque.

**9.- Arboles y ejes**

Diagrama de solicitudes. Fórmula general para el cálculo de árboles. Deformaciones de árboles y ejes. Criterios de cálculo. Pivotes. Rodamientos de bolas y rodillos. Ejes de propulsión de buques. Acoplamientos, cojinetes soporte y de empuje. Ejemplos prácticos de diseño. Acoplamientos hidráulicos y electromagnéticos. Cojinetes de empuje del eje de propulsión; tipos: de anillos móviles y Kingsbury. Cojinetes de bocina y pié de gallo. Frenos: distintos tipos. Criterios de cálculo. Aplicación práctica al diseño de freno de un cabrestante.





Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- 17 -



10.- Volantes

Diagrama de trabajo. Cálculo de la masa del volante de una máquina alternativa naval. Cálculo aproximado del volante mediante coeficientes tabulados. Verificación del volante. Cálculo de las tensiones en las llantas y en los brazos.





Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- 18 -



## INGENIERIA NAVAL

### PROGRAMA DE:

#### MECANICA DE LOS FLUIDOS

(4to. Año - 3 horas semanales)

##### 1.- Generalidades

Características físicas. Fluido perfecto. Densidad. Peso específico. Volumen específico. Presión. Tensión superficial. Tensión de vapor. Comprensibilidad. Elasticidad. Viscosidad.

##### 2.- Estática de los fluidos

Hipótesis. Ecuación fundamental. Fluidos compresibles. Presión atmosférica. Presión relativa y absoluta. Medición de presiones en los fluidos. Presiones sobre superficies sumergidas. Empuje hidrostático.

##### 3.- Dinámica de los fluidos

Tipos de flujo. Sistemas y volumen de control. Ecuación de continuidad. Ecuación de la energía. Ecuación de la cantidad de movimiento. Primer y segundo principio de la Termodinámica. Ecuación de Euler y de Bernoulli.

##### 4.- Flujos en conductos abiertos y cerrados

Número de Reynolds. Flujo laminar y turbulento. Capa límite. Características del flujo turbulento en conductos abiertos y cerrados. Líneas de altura piezométrica y de alturas totales. Tuberías en serie y en paralelo. Tuberías ramificadas. Red de tuberías. Tubería equivalente. Conductos de sección no circular.

##### 5.- Análisis dimensional y semejanza dinámica

Homogeneidad dimensional. Dimensiones y unidades. Teorema de Buckingham. Estudio de los parámetros adimensionales. Semejan-



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- 19 -

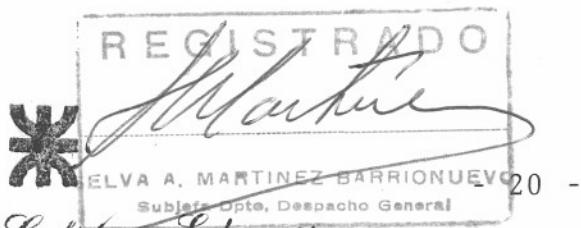


za. Estudio sobre modelos.

6.- Fuerzas desarrolladas por los fluidos en movimiento

Momento y empuje por reacción del fluido. Máquinas hidrocinéticas. Máquinas de desplazamiento positivo. Sustentación de perfiles en aire y agua.





Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

## INGENIERIA NAVAL

### PROGRAMA DE:

#### ESTABILIDAD III

4to. año - 4 hs. semanales

- 1.- PANDEO. Estabilidad del equilibrio elástico de barras de eje recto, cargadas axilmente. Cálculo de la carga crítica. Fórmula de Euler. Distintos casos de sustentación. Pandeo anelástico: fórmulas de Engesser y Engesser-Karmann. Reglamentos. Norma 4114. Piezas cargadas excentricamente. Curva de interacción. Descripción somera de otros casos de inestabilidad: pandeo lateral de vigas estrechas, torsión de tubos delgados, pandeo de piezas curvas, placas planas y curvas, resortes, etc.
  
- 2.- TEORIA DE LA ELASTICIDAD: Su objeto. Hipótesis básicas. Ecuaciones diferenciales del equilibrio interno. Hiperestaticidad del problema. Ecuaciones de contorno. Estado de deformación de medios continuos. Deformación en el entorno de un punto. Dilataciones y distorsiones. Analogía con el estado de tensión en un punto. Dilataciones principales y distorsiones puras. Clasificación del estado de deformación: lineal, plano y espacial. Ecuaciones de compatibilidad.  
Relaciones entre tensiones y deformaciones. Ley de Hooke generalizada. Hipótesis de homogeneidad, isotropía y elasticidad lineal. Constantes elásticas.  
Solución del problema elástico. a) Solución de corrimientos: Ecuaciones de Lamé-Navier. b) Solución extensiones: Ecuaciones de Beltrami-Michell. Teorema de unidad de la solución. Teorema de reciprocidad. Principio de superposición.  
Problemas elementales de elasticidad tridimensional. Solicitud axil de barras prismáticas y de torsión de barras de sección circular. Principio de Saint-Venant.  
Problemas planos en coordenadas cartesianas. Planteo común pa-

//..



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

///..

ra los estados planos de tensión y deformación. Solución en tensiones. Función de Airy. Aplicaciones. Soluciones polinómicas a vigas sometidas a flexión simple: voladizo con carga en su extremo y viga simplemente apoyada con carga uniformemente distribuida.

3.- ELASTICIDAD PLANA EN COORDENADAS POLARES: Ecuaciones generales en coordenadas polares.

A) Distribución simétrica.

A1) PIEZAS CURVAS PLANAS: Flexión simple de piezas curvas. Comparación de los resultados de la Teoría de la Elasticidad con la Resistencia de Materiales. Fórmula de Winkler-Bach. Cálculo de la constante  $m$ . Tablas. Métodos prácticos que permiten la utilización de la fórmula de la flexión para piezas de eje recto, mediante el uso de factores correctivos. Limitación de la fórmula de Winkler-Bach a secciones perfiladas y tubos. Solución de Bleich. Tensiones radiales y transversales. Solicitación axial y de flexión compuesta. Ubicación del eje neutro. Solución de corte. Distribución de las tensiones tangenciales.

4.- A2) CILINDROS DE PAREDES GRUESAS SOMETIDOS A PRESIONES: Caso general cuando actúan presiones internas y externas. Solución mediante la función de Airy. Casos particulares. Dimensionado. Comentario sobre diversas teorías de rotura. Validez de la fórmula de cilindros de pared delgada. Crecimiento del diámetro al crecer la presión interna. Métodos de incrementar la resistencia elástica por pretensado: a) por intermedio de un zuncho; b) con camisas múltiples. Otros procedimientos.

A3) DISCOS GIRATORIOS DE ESPESOR CONSTANTE: Solución en corrimientos. Condiciones de borde: a) Empotrada en el centro; b) con orificio circular en el centro.

5.- B) DISTRIBUCIÓN ASIMÉTRICA:

///..



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

11..

B1) CONCENTRACION DE TENSIONES: Placa plana infinita con agujero circular sometida a esfuerzos normales en una y en dos direcciones. Distribución de las tensiones en el entorno. Comentario sobre placas infinitas sometidas a otras solicitudes: flexión, flexión compuesta y torsión. Comentarios sobre otras formas de orificios: rectangulares, elípticos e hiperbólicos. Modificaciones en el caso de la placa semiinfinita. Otros tipos de entallas. Breve comentario sobre soluciones numéricas y métodos experimentales.

6.- LINEAS DE INFLUENCIA: Sistemas estáticamente determinados sujetos a cargas móviles. Definición de línea de influencia. Cargas concentradas y distribuidas. Determinación analítica de líneas de influencia de magnitudes estáticas: reacciones de vínculo, características en una sección de alma llena, esfuerzos en barras de reticulado, etc. Líneas de influencia por el procedimiento cinemático, aplicando el principio de los trabajos virtuales. Diagramas envolventes de momentos flexores y esfuerzos de corte de sistemas isostáticos.

Lineas de influencia de magnitudes elásticas de sistemas estáticamente determinados: desplazamientos y rotaciones absolutas y relativas.

7.- TORSION: Barras prismáticas simplemente conexas de sección constante. Método semiinverso de Saint-Venant y solución mediante la función de Prandlt. Casos particulares: elipse, triángulo y rectángulo. Analogía de la membrana. Aplicación a secciones rectangulares estrechas. Extensión a perfiles laminados. Comentarios sobre otras analogías. Secciones múltiplemente conexas y de diámetro variable. (Comentarios).

8.- TENSIONES POR CONTACTO: Hipótesis: a) Cuerpos en contacto puntual. Teoría de Hertz. Cálculo de las tensiones principales, tangencia



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

///.

les máximas y deformaciones mediante el uso de gráficos y tablas.  
Aplicación de las teorías de rotura.

b) Cuerpos en contacto lineal sin fricción. Modificación del estado tensional cuando interviene el rozamiento. Empleo de tablas.  
Determinación de la seguridad.

9.- PLACAS PLANAS: Placas delgadas con pequeñas flechas. Teoría de flexión. Validez de las hipótesis y campo de aplicación. Ecuación de Lagrange-Germain. Condiciones de borde: apoyada, empotrada y libre. Aplicaciones a placas elípticas, circulares y rectangulares. Métodos numéricos de resolución: diferencias finitas. Analogía de la membrana aplicada a las placas. Método de Marcus.  
Comentarios sobre placas gruesas y placas delgadas con grandes flechas.

10.- PLACAS CURVAS: Clasificación. Placas delgadas de revolución, de directriz cilíndrica y genéricas. Teoría membranal para placas de revolución y cilíndricas cargadas simétricamente. Condiciones de borde. Teoría de flexión para placas curvas de revolución. Aplicaciones a casos sencillos.

11.- SISTEMAS HIPERESTATICOS: Estructuras de barras elásticas lineales estáticamente indeterminadas. Grados de hiperesticidad. Estados cargas: causas cargas y causas deformaciones. Datos e incógnitas. Resolución por los métodos de las fuerzas y de las deformaciones. Ecuaciones fundamentales. Significado y cálculo de los coeficientes. Paralelismo de los métodos. Planteo matricial de ambos. Estática y cinemática matricial. Ventajas del método de las deformaciones. Resolución mediante los sistemas STRESS y STRUDL.





Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional

INGENIERIA NAVAL

PROGRAMA DE:

DIBUJO NAVAL

(4to. año - 2 horas semanales)

1.- Planos Navales

Denominaciones, características, normas.

2.- Instrumental y Material

Tableros, compás de punta seca, reglas flexibles, peones, tiralíneas, plumas, curvas navales. Papeles, telas, tintas, copia

3.- Técnicas de Dibujo Naval.

Escalas, espesores, formatos, rótulos, colores, plegados. Norma

4.- La Geometría Descriptiva aplicada al Dibujo Naval.

Planos de proyección, abatimientos, intersecciones, proyecciones en los tres planos, planos auxiliares. Perspectivas para dibujo de tuberías e instalaciones eléctricas.

5.- El Plano de Líneas.

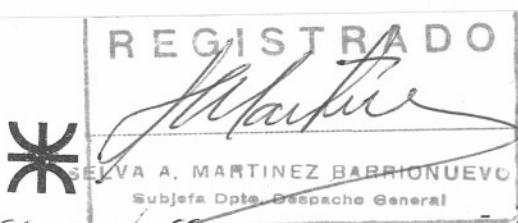
Importancia y uso. Superficies y líneas que representa. Buques de madera y de metal. Teoría de su representación. Tabla de puntos. Nomenclatura específica. Rótulo. Plano de líneas de buques con proa bulbo, henchimientos y túneles. Secciones, flotaciones, verticales, diagonales.

6.- Técnica de Ejecución del Plano de Líneas.

Técnica de ejecución del plano de líneas, con utilización del instrumental específico. Aviado, obtención de secciones normales, oblícuas, escalonadas, gausas.

7.- El Plano del Desarrollo del Casco.

Importancia y uso. Teoría de la representación. Limitaciones en relación al desarrollo real. Cascos desarrollables. Elementos que se incluyen en el plano.



- 25 -

Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional

- 8.- Técnica de Ejecución del Plano del Desarrollo del Casco.  
Técnica de ejecución del desarrollo. Nomenclatura y símbolos. Espesores.
- 9.- Los Planos Constructivos.  
Importancia y uso. Planos constructivos normales y especiales. Elementos que se incluyen. Planillas accesorias (soldadura, etc.)
- 10.- Técnica de Ejecución de los Planos Constructivos.  
Espesores, símbolos, escalas, normas.
- 11.- Los Planos de Disposición de Máquinas.  
Importancia y uso. Planos normales y especiales. Elementos que se incluyen. Planillas accesorias.
- 12.- Técnica de Ejecución de los Planos de Disposición de Máquina  
Espesores, símbolos, escalas, distribución. Normas.
- 13.- Los Planos de Tuberías.  
Importancia y uso. Planos normales y especiales. Elementos que se incluyen. Planillas accesorias.
- 14.- Técnica de Ejecución de los Planos de Tuberías.  
Espesores, símbolos, colores, distribución. Perspectivas. Normas.
- 15.- Trazado.  
Desarrollo de chapas por el método de diagonales. Trazado de cuadernas, mamparos, varengas, carlingas, serretas y demás elementos. Trazado de camas.

Trabajos Prácticos.

- 1.- Realizar, en lápiz, un plano de líneas de una embarcación menor, partiendo de una tabla de puntos completa. Realizar



Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional

sobre este plano secciones normales diversas en todas las proyecciones.

- 2.- Realizar en tinta, con la técnica adecuada el plano de líneas de un buque de eslora aproximada a los cien (100 m) metros, partiendo de una tabla de puntos incompleta. Sobre una copia de este plano, practicar con secciones diversas en todas las proyecciones.
- 3.- Dibujar el plano de una sección constructiva de un buque de carga seca o líquida, de acero.
- 4.- Realizar el plano de desarrollo del casco, correspondiente al plano de líneas indicado en 2.-





Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

INGENIERIA NAVAL

PROGRAMA DE:

TEORIA DEL BUQUE II

(5to. año - 6 horas semanales)

- 1.- Teoría de la ola. Teoría trocoidal. Energía de la ola. Superposición de olas. Generación de olas por el viento. Representación del estado del mar. Representación probabilística. Espectro de energía. Espectro escalar. Espectro direccional.
- 2.- Resistencia de avance. Naturaleza física de la resistencia al avance. Tipos de resistencia. El flujo potencial; formación de olas. Puntos de presión. Teoría de Lord Kelvin. Influencia de la viscosidad. Capa límite. Resistencia por formación de remolinos. Estela.
- 3.- Leyes de semejanza. Ecuación de Bertrand. Ley general de semejanza de Newton. Ley de semejanza de Froude. Número de Froude. Ley de semajanza de Reynold. Número de Reynold.
- 4.- Resistencia de fricción. Experimentos de Froude. Constantes de Froude y de Tideman. Fórmulas modernas de fricción. Resistencia específica, media y local. Fórmula de Schoenherr e ITTC 1957. Efecto de la rugosidad de la superficie. Teoría de Prandtl. Escala de rugosidad de Nickuradse. Fórmulas de Schlichting.
- 5.- Resistencia por formación de olas. Trenes de onda de proa y popa. Interferencia. Longitud de formación de ola. Teoría de Baker y Kent. Teoría de Horm.
- 6.- Prueba de modelos y tanques de experimentación hidrodinámica. La correlación modelo - buque. Método de Froude. Críticas al método de Froude. Influencia de la forma. Teo



- 28 -

Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional

ría de Hughes. Método de los "Geosin" de Telfer. Resistencia al avance de submarinos.

- 7.- Determinación de la potencia efectiva. Métodos ingleses. Coeficiente del Almirantazgo.. Método de Ayr. Series Standard de Taylor. Influencia del coeficiente prismático longitudinal, de la relación manga-calado, de la forma de la sección media, del coeficiente desplazamiento-eslo<sub>ra</sub> y del cuerpo paralelo. Proa bulbo. Método de Lap. Influencia de la posición longitudinal del centro de carena. Serie 60 y otras. Resistencia en aguas poco profundas Método de Schlichting. Resistencia en canales.
- 8.- Los distintos tipos de máquinas propulsoras en relación con el cálculo de la potencia. Potencias empleadas. Coeficientes de propulsión y eficiencia mecánica. Tipos de propulsores: a chorro, paletas horizontales, hélices y paletas verticales. Teoría general de la acción de los propulsores. Eficiencia del propulsor ideal.
- 9.- Teoría de la hélice propulsora. Teoría del impulso. Teoría de los elementos de pala. Teoría de la circulación. Ley de similitud para las hélices. Prueba de modelos en tanque. Coeficientes utilizados. Diagrama obtenido para la hélice aislada. Influencia del casco. Estela. Deducción de empuje. Eficiencia rotativa relativa. Tobera Kort. Teoría del funcionamiento hélice tobera. Influencia de la tobera sobre el diámetro óptimo de la hélice. Influencia sobre la eficiencia.
- 10.- Prueba con modelos autopropulsados. Determinación del resbalamiento, factor de estela, deducción de empuje y eficiencia rotativa. Valores numéricos. Potencia en el eje en las pruebas de mar y potencia en servicio.





Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional

- 11.- Geometría de la hélice propulsora y sus propiedades geométricas. Trazado y detalles constructivos. Proyecto de la hélice propulsora. Método de cálculo de Taylor, Baker, Schoenherr, Troost y Gawn. Estudio de hélices para remolcadores y pesqueros. Influencia de factores varios en el rendimiento de las hélices propulsoras. Cálculo de la resistencia mecánica de las palas. Determinación del momento de inercia polar, del valor  $GD^2$  y del peso de la hélice.
- 12.- Cavitación. Naturaleza de la cavitación y límites empíricos. Teoría de la cavitación. Túneles de cavitación y prueba con modelos. Estimación de la cavitación según criterios de Eggert, Irish, Lerbs y Burrill. Pruebas de mar y análisis de sus resultados.
- 13.- Resistencia y propulsión de embarcaciones con sustentación hidrodinámica. Embarcaciones menores. Embarcaciones de alta velocidad. Hidrofoil. Colchón de aire.
- 14.- Movimientos oscilatorios del buque en un tren de olas. Sus seis componentes. Ecuación general. Simplificación. Movimientos del buque en el plano de simetría. Cabeceo "Heaving".
- 15.- Rolido. Rolido en aguas tranquilas. Período de rolido. Rolido en un tren de olas. Rolido en un medio con resistencia. Amortiguamiento del rolido. Quillas del rolido, tanques antirrolido. Estabilizadores giroscópicos. Estabilizadores de aletas.
- 16.- Movimiento del buque en las olas irregulares del mar. Métodos probabilísticos y determinísticos. Estudio basado en la superposición lineal. Análisis de datos estadísticos. Ensayo de modelos entre las olas. Generación de olas. Condición de semejanza.



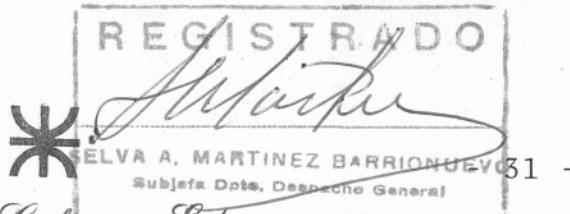
*Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional*

- 17.- Acción del timón en el giro del buque. Cinemática del movimiento. Fuerzas y momentos sobre el timón. Tipos de timones. Experiencias realizadas. Factores que influyen en la fuerza que actúa sobre el timón. Ecuaciones generales del movimiento de giro. Reacciones del buque.
- 18.- Experiencia con modelos y pruebas de gobierno. Superficie y forma de los timones. Escora durante la caída. Posición del timón. Timones de popa y proa. Hélices para gobierno. Gobierno de submarinos. Timones verticales y horizontales.

Trabajos Prácticos.

- 1.- Cálculo de la resistencia al avance y de la potencia de un buque. Cálculo de la hélice propulsora y su plano. Cálculo de un timón, desde el punto de vista hidrodinámico





Ministerio de Cultura y Educación  
Universidad Tecnológica Nacional

INGENIERIA NAVAL

PROGRAMA DE:

CALCULO DE ESTRUCTURAS DE BUQUES

(5to. año - 5 horas semanales)

- 1.- Generalidades sobre esfuerzos, tensiones y deformaciones en las estructuras navales. Validez de la Ley de Hooke. Fuerzas dinámicas. Diagrama de pesos. Correcciones. Procedimientos de colocación del buque sobre la ola. Procedimiento de Muckle.
- 2.- Momento flector en reposo. Procedimiento normalizado. Curvas de cargas residuales, esfuerzos de corte, momentos flectores. Variación del momento flector debido al agregado de un peso. Momento flector aproximado. Subdivisión del momento flector en aguas tranquilas y en la ola. Procedimientos aproximados: Foster King, Murray, Mandelli. Cálculo probabilístico. Olas reales y teóricas.
- 3.- Tensiones y deformaciones. Flexión simple. Momento de inercia de la sección resistente, su análisis, su variación en la eslora. Influencia de la escora. Determinación de la deformación longitudinal. Esfuerzos de corte, determinación de las tensiones. Esfuerzo de corte aproximado. Influencia de las tensiones de corte en la flexión longitudinal. Tensiones: admisibles, de diseño, valores estadísticos.
- 4.- Efectos dinámicos. Influencia de los movimientos del buque en la resistencia longitudinal. Efecto Smith, corrección de F. Miller. Movimientos oscilatorios vertical, longitudinal, transversal. Flexión horizontal, sus efectos en la flexión longitudinal.