

Propuesta de Programa.

Nombre de la asignatura: Tecnología y Utilización de Gases Combustibles

Materia: Fluidos y Energía

Créditos: 12

Objetivo de la asignatura:

Suministrar al alumno y/o complementar los fundamentos teóricos y conocimientos técnicos requeridos para diseñar y supervisar la construcción de instalaciones de gas combustible, su puesta en servicio y posterior mantenimiento, conversión o reparación; con énfasis especial en la utilización comercial e industrial del gas natural en el contexto Nacional.

Habilitar al Alumno para la obtención de la Categoría IG-3 como Instalador Matriculado de Gas, brindando una capacitación acorde al Perfil de Formación definido para dicha Categoría en el ANEXO 1 del Reglamento de Instalaciones de Gas

Metodología de enseñanza:

Exposición teórico-práctica complementada con visitas guiadas a instalaciones industriales, realización de trabajos prácticos y elaboración de monografías técnicas.

El curso tendrá una duración de 14 semanas, con una carga horaria semanal de 6 horas distribuidas en tres clases de 2 horas cada una.

Temario:

Módulo I - Características de la Industria del Gas Natural

- 1.1 Breve historia del gas natural: Primeras experiencias del uso de gases manufacturados. Desarrollo de proyectos comerciales para la iluminación de calles y residencias. Primeras aplicaciones del uso del gas natural en Europa, Estados Unidos y Latinoamérica. Expansión del uso del gas natural en el mundo hasta la década del 50'.
- 1.2 Otros gases utilizados con fines energéticos: Gas manufacturado. Características. Situación actual de su aplicación. Gases licuados de petróleo. Características. Utilización a escala residencial e industrial. Almacenamiento. Transporte. Sistemas utilizados para su vaporización. Propano indiluido.
- 1.3 El gas natural en el mundo: Síntesis de la situación actual. Reservas. Tamaño y evolución de las reservas por país. Producción, comercialización y consumo del gas natural en el mundo. Participación del gas natural en el balance energético de diferentes países del mundo
- 1.4 Regulaciones establecidas para la industria del gas natural: Legislación vigente en el Uruguay. Reglamento de Instalaciones de Gas. Unidad Reguladora de los Servicios de Energía y Agua. Licencias de transporte y distribución vigentes. Características del servicio. Acceso abierto. Exclusividad. Ajuste de tarifas. Calidad del gas. Pautas de Despacho. Medición. Auditorías de Control.
- 1.5 Indicadores de calidad de servicio: Concepto y aplicación. La experiencia argentina. Indicadores de calidad de servicio comercial. Indicadores de Calidad del Servicio Técnico de Transporte y Distribución. Indicadores de Operación y Mantenimiento
- 1.6 Integración de sistemas gasíferos: Sistemas de transporte y distribución en el Uruguay. Su conexión e interdependencia. Integración regional de sistemas de transporte. La situación del Uruguay en el contexto regional.

Módulo II - Diseño y Construcción de Instalaciones

- 2.1 Producción y tratamiento del gas natural: Origen y formación del gas. Características de los yacimientos. Extracción. Acondicionamiento del gas. Procesos empleados. Eliminación de partículas sólidas y líquidas, de vapor de agua y de hidrocarburos condensables. Criterios de diseño de los equipos. Extracción de CO₂ y SH₂. Punto de rocío. Recuperación de hidrocarburos.
- 2.2 Compresión del gas: Tipos de compresores y de impulsores. Turbinas a gas. Cálculo de la potencia de compresión. Modelos de turbinas disponibles comercialmente. Rendimientos. Factor de compresibilidad. Optimización de la ubicación sobre la línea. Consumo de combustible.
- 2.3 Gasoductos, redes e instalaciones industriales y residenciales: Transporte de gas por cañerías. Caudal de transporte. Consumo específico. Presiones operativas. Determinación del espesor y el diámetro de las cañerías. Fórmulas de cálculo. Consideración de la eficiencia operativa. Fórmulas simplificadas. Cálculo del factor de fricción. Factor de diseño según trazados. Procedimientos constructivos en gasoductos. Construcción de redes de polietileno. Planos y especificaciones técnicas. Seguridad. Materiales utilizados. Reglamentación. Pruebas. Inspecciones de materiales en fábrica. Inspección de obras. Certificaciones de calidad.
- 2.4 Protección anticorrosiva y catódica: Tipos de corrosión. Concepto electroquímico. Potencial del electrodo. Teoría de Nerst. Pilas de corrosión. Polarización. Electrodo de referencia. Corrosión bacteriana. Protección catódica. Protección anticorrosiva. Tipos de revestimiento. Procedimientos de aplicación.
- 2.5 Plantas reguladoras de presión: Criterios de diseño y construcción. Sistemas aislados y en antena. Tipos de abastecimiento. Abastecimiento a redes y consumos concentrados (industrias y grandes consumidores) Procedimientos de cálculo. Verificación de la velocidad de circulación del gas. Selección de válvulas de regulación y de seguridad. Instrumentos. Pruebas. Separadores de polvo y líquido, filtros, calentadores, otros dispositivos.
- 2.6 Medición y odorización: Diseño y construcción de plantas de medición y odorización. Selección de equipos. Criterios de asignación de medidores para uso industrial y residencial. Cumplimiento de normas. Error de medición admitido. Dosificación de odorante. Controles.

Módulo III - Operación y Mantenimiento

- 3.1 Operación y mantenimiento de gasoductos y plantas reguladoras: Presiones Operativas. Verificación de Clases de trazado. Vigilancia continua. Planos y diagramas operativos. Unifilares. Modificación de la presión de operación. Inyección y extracción de gas. Cumplimiento de estándares de calidad. Criterios de seteo de válvulas reguladoras y de seguridad. Verificación de nivel de ruido e impacto ambiental. Control de funcionamiento de separadores, calentadores y odorizadores. Mantenimiento preventivo y correctivo. Plan anual de trabajos. Relevamiento de fugas. Medición de potenciales de protección catódica. Señalización. Control de instrumentos. Verificación de funcionamiento de reguladoras, dispositivos de line-break, otros equipos. Pasaje de scrapers. Sistemas SCADA. Historial de reparaciones realizadas.
- 3.2 Criterios de ampliación de gasoductos: Previsión de demanda. Gestión del line-pack. La problemática uruguaya. Evaluación de alternativas para la ampliación de la capacidad de transporte. Incremento de la máxima presión operativa. Incremento de la potencia de compresión. Construcción de loops.
- 3.3 Operación y mantenimiento de redes de distribución: Presiones operativas. Planos y diagramas operativos. Modelización y vectorización de redes. Control invernal de presiones. Puntas de red. Distribución de presiones para asegurar el normal funcionamiento en picos horarios y prever ampliaciones.

- 3.4 Bases operativas: Organización de bases operativas y de mantenimiento. Selección de equipo. Dotación de personal. Máquinas y herramientas. Camiones taller. Equipos para perforación y soldadura sobre gasoductos en operación. Hot tapping, obturación y by-pass. Bases operativas en redes de distribución. Trabajos en cañerías de polietileno. Termofusión y electrofusión. Pinzado y corte de caños. Derivaciones en carga.
- 3.5 Equipos de emergencia: Guardia de emergencia. Equipamiento. Capacitación de personal. Sistema de comunicaciones. Prevención de Contingencia. Programas de seguridad para prevención y reparaciones. Stock de repuestos. Reparaciones de emergencia. Análisis de riesgos.
- 3.6 Procedimiento de operación y mantenimiento. Manuales de Ingeniería y Materiales, Construcciones, Operación y Mantenimiento, de Protección Ambiental, de Medición, de Atención de Emergencias, etc. Elaboración de procedimientos específicos para operación y mantenimiento de gasoductos, redes e instalaciones asociadas. Programas de Mantenimiento.
- 3.7 Calificación de procedimientos de soldadura y soldadores. Normas de aplicación. Calificación según API 1104 y ASME IX. Elaboración y calificación de procedimientos y especificaciones de soldadura. Variables esenciales y no-esenciales. Alcance y vigencia de la calificación de los soldadores. Recalificación.

Módulo IV - Economía y Administración

- 4.1 Adquisición y comercialización del gas. Tipos de contrato y modalidades de suministro: Actores del mercado. Productores, cargadores, comercializadores, transportistas, distribuidores y usuarios. Costo del gas en boca de yacimiento. Tarifas de transporte. Costos estacionales. Transporte en firme e interrumpible. Margen de Distribución. Cuadros tarifarios para distintas aplicaciones. Clientes industriales y residenciales. VADEG. Costos de operación y mantenimiento correspondientes a materiales, mano de obra, repuestos, insumos, etc. Gas retenido. Gas no contabilizado. Impuestos. Seguros. Otros costos.
- 4.2 Despacho de Gas y Centro de Control: Organización y funciones del Despacho de Gas. Pautas de despacho. Nominaciones, confirmaciones y re-nominaciones. Balance del sistema. Pronósticos de demanda. Emergencias de abastecimiento. El caso uruguayo. Centro de Control. Funciones y responsabilidades. Procedimientos administrativos. Atención al cliente. Call-Center. Interrelación entre el área técnica y la administrativa. Coordinación operativa en caso de emergencias.
- 4.3 Expansión de redes en función de la demanda: Evaluación de proyectos de ampliación del sistema. Consideraciones sobre el pase a tarifa. Estudio de nuevas unidades de negocios. Posibilidad de incorporación de nuevos usuarios en función de su posible contribución económica. Perspectivas de crecimiento. Planificación estratégica. Desarrollo de obras en función del crecimiento esperado de clientes.
- 4.4 Proyectos de suministro a industrias y grandes consumidores: Evaluación del costo de obras nuevas y de ampliaciones o modificaciones. Costo de materiales y mano de obra. Otros costos. Cronograma de obras y su incidencia en el financiamiento. Estudios de rentabilidad.

Módulo V - Utilización de Gases Combustibles

- 5.1 Combustión y evacuación de humos: Combustión e intercambiabilidad de gases combustibles. Poder calorífico, densidad relativa e índice de Woobe. Familias de gases combustibles. Intercambiabilidad entre gas natural y propano indiluido. Conversión de redes de distribución. Adaptación de gasodomésticos. Efectos del monóxido de carbono. Evacuación de los productos de combustión. Clasificación de sistemas. Sistemas para artefactos no conectados a conductos. Requerimientos de ventilación de ambientes y cálculo de aberturas mínimas. Artefactos conectados a conductos individuales. Artefactos de tiro natural o cámara abierta. Artefactos de

tiro balanceado o cámara cerrada. Sistemas de conexión a conducto colectivos. Cálculo del conducto colectivo. Ventiladores. Tipos y características. Regulación del caudal.

- 5.2 Instalaciones internas y artefactos de uso residencial: Instalación de gasodomésticos. Combustión en gasodomésticos. Tipos de quemadores. Quemador principal y quemador piloto. Cocinas. Secadores de ropa. Producción de agua caliente sanitaria. Calefones. Termotanques. Sistemas de calefacción a gas. Calefacción local y centralizada. Calderas de cámara estanca. Calderas de cámara abierta con ventilación a los cuatro vientos. Calefactores a gas. Sistemas de radiación infrarroja. Convectores de tiro natural o cámara abierta. Convectores de tiro balanceado o cámara estanca. Estufas catalíticas. Refrigeradores y equipos de aire acondicionado. Eficiencia de la instalación. Funcionamiento. Distribución del calor. Utilización de los gasodomésticos.
- 5.3 Instalaciones internas comerciales e industriales: Criterios de diseño y configuración general. Sistemas ramificados y de anillo. Consumos de procesos y servicios. Planilla de artefactos y planilla de cálculo. Parámetros de diseño: presión de distribución interna; velocidad máxima de gas; caídas de presión admisibles; diámetros, espesores y materiales.
- 5.4 Artefactos de uso comercial e industrial: Equipos de secado, cocción y manufactura de alimentos: cocinas; calienta-platos; marmitas; tostadores; lecheras y cafeteras; frituradores; calderetas; hornos panaderos y pasteleros. Equipos industriales: picos Bunsen; sopletes; secadores industriales; hornos y calderas industriales. Hornos de calentamiento directo e indirecto. Generación de energía eléctrica. Calderas a gas. Tipos y características. Conversión de calderas para uso con gas natural. Instalación. Sala de calderas: Ubicación y lay-out; dimensiones y distancias de seguridad; ventilación del recinto; evacuación de los productos de combustión. Instalación de servicios en la sala de calderas. Instalación eléctrica. Instalación de lucha contra incendios. Normas de aplicación.
- 5.5 Quemadores de gas: Tipos y características. Presión de trabajo. Incorporación de aire. Grado de automatización. Controlador. Secuencia de encendido. Tiempos de seguridad. Prebarrido. Control de aire primario y secundario. Regulación de la potencia de fuego. Dispositivos de seguridad: pilotos; detección de llama; detectores térmicos, iónicos y fotoeléctricos; dispositivos de control de límite; válvulas automáticas de cierre; enclavamientos. Quemadores duales y combinados.
- 5.6 Gas natural comprimido vehicular: Utilización del GNC para transporte vehicular en el mundo. La experiencia argentina. Sistemas de adaptación. Performance del motor. Kits de conversión. Elementos de seguridad. Revisión periódica de cilindros. Estaciones de abastecimiento de GNC. Normativa aplicable en el Uruguay.
- 5.7 Gas licuado de petróleo: Almacenamiento y suministro. Baterías de cilindros. Características generales. Ubicación e instalación. Cálculo y dimensionamiento. Capacidad de suministro en régimen continuo. Factor de utilización. Almacenamiento de gas licuado en instalaciones industriales. Tipos de depósitos. Cálculo y dimensionamiento. Equipos de vaporización. Elementos de control y dispositivos de seguridad. Cañería interna. Cálculo y dimensionamiento. Instalaciones domiciliarias individuales y colectivas. Instalaciones de calefacción. Aplicaciones industriales. Utilización de gas licuado como combustible alternativo. Plantas de indilución. Sistemas de peak-shaving. Previsión para futura conversión e intercambiabilidad con gas natural

Bibliografía Básica:

Tecnología y Utilización del Gas Natural

Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República – I.I.M.P.I.
Apuntes del Curso (2002)

Instalaciones de Gas

Néstor Pedro Quadri

Tercera Edición Actualizada (1998) – I.S.B.N. 950-553-056-0
Librería y Editorial Alsina – Buenos Aires

Tratado General del Gas

Raúl R. Llobera
I.S.B.N. 950-526-071-7
Cesarini Hnos. – Editores – Buenos Aires

Instalaciones de Gases Combustibles

J.A. de Andrés y R. Pomatta; S. Aroca Lastra; M. García Gándara
Primera Edición (1997) – I.S.B.N. 84-87440-89-4
A. Madrid Vicente – Editores (Madrid)

Bibliografía Complementaria

Reglamento de Instalaciones de Gas

Resolución del Ministerio de Industria, Energía y Minería - 31 de Octubre de 2002

Reglamentación del suministro y uso vehicular del GNC

Resolución N° 26/003 de la Unidad Reguladora de los Servicios de Energía y Agua – 5 de Diciembre de 2003

Norma UNIT 1005-00 – Instalaciones para Gases Combustibles por Cañería

Normas Argentinas Mínimas de Seguridad para el Transporte de Gas Natural y Otros Gases por Cañerías - N.A.G. – 100
ENARGAS - República Argentina

Disposiciones, Normas y Recomendaciones para Uso de Gas Natural en Instalaciones Industriales

Gas del Estado - República Argentina

Material Específico del Curso, desarrollado o seleccionado por los Docentes a cargo del Curso:

Apuntes, selección de notas y artículos bibliográficos, catálogos e información técnica de proveedores especializados.

Conocimientos previos:

Exigidos:

- Fundamentos de la mecánica de los fluidos y teoría de los gases ideales.
- Principios de la termodinámica y fenómenos de transferencia de masa y energía.
- Nociones básicas de química orgánica y teoría de la combustión de hidrocarburos.
- Teoría y procesos de conformado, tratamiento térmico y soldadura de metales.

Recomendados:

- Mecánica de fluidos compresibles, circulación en cañerías y compresión de gases reales.
- Fundamentos de la ciencia de los materiales, resistencia y propiedades mecánicas de los materiales.
- Práctica de taller mecánico: técnicas de corte, desbaste, maquinado y soldadura.