



Facultad de Educación

**MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA**

**Uso pedagógico de los Motores de Combustión Interna
Alternativos en la enseñanza del Ciclo Formativo de
Grado Medio, especialidad Marítimo Pesquera**

**(Pedagogical use of the Alternative Internal Combustion Engines in the
teaching of the Middle Level Formative Cycle, Maritime Fishery specialty)**

Autor: José M^a Pérez Rodríguez

Física, Química y Tecnología

Director: José Ángel Mier Maza

Curso: 2017/18

Fecha: Julio 2018

RESUMEN

Este Trabajo Fin de Máster incluido dentro de los requerimientos correspondientes al Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria de la Universidad de Cantabria, se basa en el desarrollo didáctico necesario para que los alumnos del Ciclo Formativo de Grado Medio (CFGM) de la especialidad profesional Marítimo Pesquera en Técnico en Mantenimiento y Control de la Maquinaria de Buques y Embarcaciones, obtengan los conocimientos teóricos y prácticos, así como las capacidades adecuadas relacionadas con los Motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA), que se usan a bordo de los buques. En él se detalla todo el proceso de aprendizaje necesario explicando la importancia del uso de estas máquinas a nuestro alrededor, los conceptos básicos técnicos para el entendimiento del tema, así como los planteamientos metodológicos necesarios, recursos humanos y materiales, secuenciación de las unidades didácticas propuestas y el sistema de evaluación.

Palabras clave: motores, marítimo, pesquera, buques

ABSTRACT

This Final Master's Project included within the requirements corresponding to the Master's Degree in Secondary Education Teaching of the University of Cantabria, is based on the necessary didactic development for the students of the Middle Level Formative Cycle (MLFC) of the Maritime Fisheries professional specialty in Technician in Maintenance and Control of the Machinery of Ships and Boats, obtain the theoretical and practical knowledge in addition to the adequate capacities related to the Alternative Internal Combustion Engines (AICE), that are used on board the ships. It details the entire learning process necessary explaining the importance of using these machines around us, the basic technical concepts for understanding the subject, as well as the necessary methodological approaches, human and material resources, sequencing of the proposed teaching units and the evaluation system.

Keywords: engines, maritime, fishing, ships

ÍNDICE

	Pág.
1. Introducción	4
2. Estado de la cuestión y relevancia del tema	6
2.1. Importancia de los MCIA	6
2.2. Origen y evolución	7
2.3. Concepto, características y funcionamiento	9
2.3.1. Concepto, fases y clasificación	9
2.3.2. Partes y elementos	11
2.3.3. Circuitos de fluidos	13
2.3.4. Sistemas de inyección	18
2.3.5. Sobrealimentación	22
2.3.6. Curvas de características	24
3. Objetivos	25
4. Propuesta didáctica	26
4.1. Competencias	26
4.2. Bloques y unidades didácticas	27
4.3. Objetivos específicos	27
4.4. Instalaciones y material	29
4.5. Metodología	34
4.5.1. Temporalización y cronografía	34
4.5.2. Organización y desarrollo de las clases	36
4.5.2.1. Simulador	37
4.5.2.2. Prácticas aula-taller	39
4.5.2.3. Banco de ensayos	41
4.5.3. Documentación y apuntes	42
4.5.4. Visitas empresas y charla técnica	43
4.6. Sistema de evaluación	45
4.6.1. Evaluaciones del curso	46
4.6.2. Concepto y criterios de evaluación	46
5. Conclusiones	49
6. Referencias bibliográficas	50
7. Anexos	53

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento trata de mostrar un método adecuado de enseñanza para el manejo y puesta en conocimiento, así como apreciar el avance tecnológico de los Motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA). Se trata de mantener una motivación y entretenimiento en el alumno durante el desarrollo de las unidades didácticas, y conseguir el gusto por el tema tratado, así como despertar el interés de cara a su futuro profesional una vez terminada la propuesta. Además, y debido al interés e importancia que tiene el desarrollo de nuevos combustibles más limpios y avances tecnológicos en estas máquinas, se aporta información de actualidad e introduce en el método de enseñanza, de manera que el alumno tenga siempre presente y sea consciente del respeto al medio ambiente.

El alumnado al que está dirigido esta actividad pedagógica se centra en alumnos del Ciclo Formativo de Grado Medio de la especialidad profesional Marítimo Pesquera en Técnico en Mantenimiento y Control de la Maquinaria de Buques y Embarcaciones. Título recogido en el BOE Real Decreto 1072/2012, de 13 de julio (BOE, 2012), de acuerdo a los informes del Consejo General de Formación Profesional y del Consejo Escolar del Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros, regulado en la Ley Orgánica 2 / 2006.

Dentro del ciclo formativo que se cursa en dos años académicos (2.000 horas) existen varios módulos profesionales obligatorios, dentro de ellos se encuentra el denominado Mantenimiento de la Planta Propulsora y Maquinaria Auxiliar (Código 1172), el cual se imparte en el primer curso académico. Dentro de este módulo es donde aparece en gran parte de su extensión todo lo relacionado con el aprendizaje de los MCIA enfocado a su aplicación en los buques y embarcaciones. A bordo de los buques mercantes y pesqueros-atuneros existen varias unidades de MCIA destinados a suministrar energía al sistema de propulsión (hélices propulsoras), y también generar energía eléctrica para los distintos servicios del buque como son alumbrado, luces de navegación, alimentación de equipamiento eléctrico y electrónico, accionamiento de motores eléctricos, accionamiento de bombas hidráulicas, calentamiento de

resistencias,...dependiendo del tipo y tamaño del buque todos estos elementos variarán atendiendo a las necesidades específicas de cada uno de ellos.

Los alumnos que se decantan por la obtención de este título, inicialmente disponen de la intención de ejercer su labor a bordo de buques formando parte la gran mayoría de la tripulación encargada del control, mantenimiento y reparación de la sección de máquinas. Barcos encargados del transporte marítimo de carga y pasajeros, pesqueros, atuneros, remolcadores, salvamento marítimo, militares, apoyo a plataformas, investigación, cableros, perforación, sísmicos, offshore y apoyo a plataformas de naturaleza pública, semipública o privada. Existen y es de obligado cumplimiento unos límites y atribuciones establecidos por la Administración competente (Jefe de máquinas con las atribuciones recogidas en el R.D. 973/2009, Oficial de máquinas o primer Oficial de máquinas con las atribuciones recogidas en el R.D. 973/2009 y en la Resolución 11260 del Ministerio de Fomento de 31 de mayo de 2010, Oficial de máquinas y primer Oficial de máquinas en buques de pesca según se regula en el R.D. 653/2005). No obstante, debido al amplio abanico técnico que aprenden una vez finalizado el ciclo formativo, son bastante demandados para ejercer puestos en empresas de múltiples áreas, dedicadas a motores y grupos mecánicos, plantas energéticas de motor y vapor, instalaciones eléctricas, aire acondicionado y sistemas de frío industrial, etc.

El autor del documento ha seleccionado concretamente este tema por varios motivos derivados de los estudios académicos realizados años atrás y experiencia profesional adquirida en este campo y que todavía continúa. Así, ha adquirido conocimientos a nivel universitario en los años 90 y posteriormente manteniendo un contacto constante con los MCIA en la etapa profesional ejerciendo labores de Gestión de Mantenimiento y Producción dentro de la empresa privada en varias empresas de Madrid y Cantabria. Además, hay que añadir que desde hace más de seis años imparte clases como docente en un centro público de formación aplicando los conocimientos y experiencia referente a la temática que se va a tratar en este trabajo.

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN Y RELEVANCIA DEL TEMA

2.1. IMPORTANCIA DE LOS MOTORES DE COMBUSTION INTERNA ALTERNATIVOS (MCIA)

Con el transcurso de los siglos la herramienta manual fue la prolongación de la mano del hombre para llevar a cabo los distintos trabajos según las necesidades de su época. En el siglo XIII comienzan a aparecer las primeras máquinas-herramientas accionados por el pie para así mantener libres las manos (Schwab, L. 2011). Posteriormente en el siglo XVI con el sistema vástago y biela se comienzan a idear la prensa de balancín, tornos, laminadoras y recortadoras. Fue en el siglo XVIII cuando el hombre comenzó a utilizar nuevas fuentes de energías naturales en máquinas para conseguir movimiento mecánico en un entorno industrial, y así dejar en lo posible el esfuerzo manual y físico (Gay, A. 2004).

La importancia de este tipo de máquinas desde entonces y hasta la actualidad ha sido y es vital, se puede decir que gracias a las máquinas de combustión las cuales utilizan las fuentes de energía ha sido posible el desarrollo industrial en nuestro planeta. Dentro de las máquinas de combustión encontramos los motores de combustión interna, éstos los podemos encontrar a nuestro alrededor en nuestra vida cotidiana, formando parte de aquel lugar donde es necesario generar energía mecánica a partir de un combustible líquido o gaseoso mediante el proceso químico exotérmico de combustión dentro de un espacio cerrado. Una energía mecánica conseguida a la salida del eje de la máquina, extremo de accionamiento del cigüeñal, que es utilizada para numerosas aplicaciones muy comunes y habituales como son obtener energía eléctrica a través de un alternador, propulsión y movimiento de un elemento final en los sectores de automoción, marino, aviación y también sector de la minería. Con esto se quiere dar a entender que sin estas máquinas la generación de energía mecánica sería de otra manera y afectaría plenamente en la vida de los seres humanos.

Su aplicación tan habitual es debido a que el combustible que utilizan, en términos generales, es fácil de transportar y almacenar, es relativamente

económico y además fácil de obtener de los recursos naturales que existen en el planeta. El oxígeno es sabido por todos que se muestra dentro de la composición del aire existente en la atmósfera terrestre con lo que su manejo es fácil, sencillo y abundante.

2.2. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LOS MCIA

Fue en el año 1687 el inventor francés Denis Papin quien construyera la primera máquina de combustión externa de vapor capaz de moverse por sí sola (Rao, J.S. 2011), posteriormente el ingeniero James Watt con su otra máquina de vapor consiguió con un notable y mejorable rendimiento. Hubo en la época varias y numerosas modificaciones, que cada vez mejoraban más esta tecnología, pero había otro competidor que iba a llegar mucho más lejos, el motor de combustión interna alternativo.

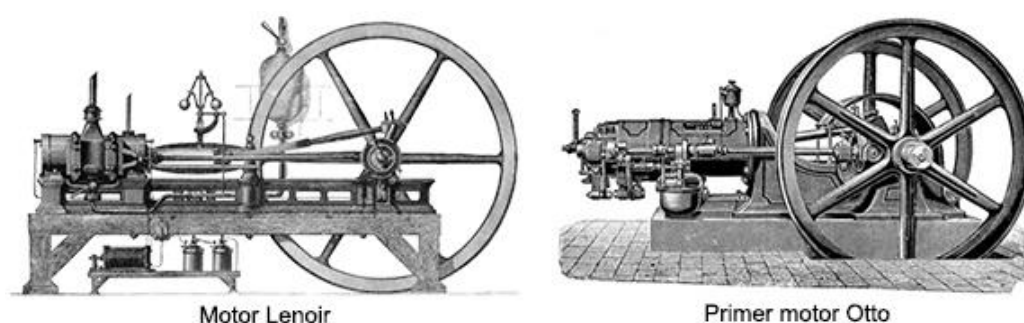


Figura 1. Primeros motores de combustión interna

Fuente: http://www.blogmecanicos.com/2017/04/historia-del-motor-de-combustion-interna_4.html

La historia del motor de combustión interna de explosión comienza después de la invención de la máquina a vapor que funcionaba mediante la generación de combustión externa. El motor de explosión obtiene su funcionamiento mediante la combustión interna que se da por la mezcla de aire con el combustible por autoencendido o bien con ayuda de una fuente de calor. Oficialmente, el primer motor de combustión interna fue construido en 1860 por un ingeniero belga llamado Etienne Lenoir (Ausejo, E., Amengual, R.R, Real Academia de Ingeniería (España), Institución Fernando el Católico. 2011), este motor consumía gas de alumbrado (encendido por auto inflamación) pero apenas podía utilizar sólo un 3% de la energía que se producía. Una década y media después habría una pequeña evolución

desarrollada por el alemán Nikolaus Otto, que en 1876 implementó el funcionamiento con el ciclo de cuatro tiempos. Otto había creado una máquina que se encendía por chispa externa y accionamiento por pistones alternativos, pero debido a su gran tamaño no podía utilizarse en automóviles. Sin embargo, el nombre de este motor fue patentado con el apellido de su fundador, Otto, aunque todo el mundo lo conoce como motor de gasolina (PatiodeAutos. 2018). Apenas dos años después aparece una nueva evolución, esta vez con un ciclo de dos tiempos, fue realizada por el escocés Dugald Clerk quien logró realizar el primer motor satisfactorio en 1878. Hubo que esperar unos años más, para que en 1885 Daimler montara el motor de gasolina de alta velocidad, que fuera desarrollada por otro ingeniero alemán, Wilhelm Maybach pero sobre una motocicleta, comenzando la historia de la moto (Johnson, Steven. 2010).

También hubo otra variante de motorización, esta vez introducida en 1892 por otro alemán, Rudolf Diesel que inventó un propulsor de autoignición que funcionaba con combustibles pesados, siendo lo que hoy conocemos como motor diesel (Diccionario de física. 1998). A diferencia del motor a gasolina, el diesel era más grande y lento, al mismo tiempo que dada a su compleja construcción conllevaba altos costos de producción. Los primeros motores diesel sencillos eran incómodos por su elevado nivel acústico y no tenían un buen comportamiento al acelerar como sí lo hacían los de variante a gasolina. Fue recién en 1923 que un motor diesel de estas características ya mejoradas se introdujo en un camión.

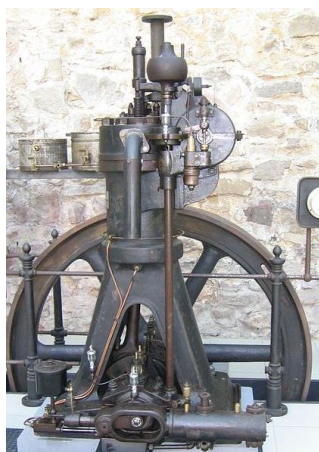


Figura 2. Uno de los primeros motores Diesel construido en el año 1906

Fuente: <http://almadeherrero.blogspot.com.es/2011/09/primeros-motores-diesel.html>

La historia nos dice que dos sociedades alemanas mundialmente conocidas, que ahora construyen motores Diesel, la casa MAN y la casa Krupp, ayudaron al doctor Diesel a que desarrollase sus patentes (Pascual Doménech, P. y Fernández Pérez, P. 2007).

Con el paso del tiempo han ido implementando tecnologías nuevas que han mejorado el rendimiento de este motor, pero el verdadero cambio importante fue la implementación de la electrónica en los motores. Con la electrónica se consiguió mejorar no solo el control, rendimiento y la eficiencia del motor, sino que también se consiguió reducir el mantenimiento periódico y averías del motor.

La competencia para ser desplazados que han sufrido los MCIA data desde su origen, partiendo con las máquinas alternativas de vapor pasando por los motores rotativos Wankel. A pesar de todo, hoy en día los motores Diesel son los que consiguen un mayor rendimiento, y por tanto son los más fabricados y utilizados en el mundo actual. En la actualidad existen motores de gas de gran potencia cuya eficiencia alcanza prácticamente el 50%.

2.3. CONCEPTO, CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONAMIENTO DE LOS MCIA

En este apartado vamos a conocer de forma genérica las características principales e importantes de los motores de combustión interna alternativos, para así posteriormente poder entender y asimilar de mejor manera el proceso de enseñanza que se va a llevar con los alumnos. Cabe decir que el grado de profundidad sobre el tema a detallar a continuación no va ser alto, ya que este documento no consiste en este propósito, pero sí que será suficiente para que el lector pueda adquirir ciertos conocimientos que le ayudará a entender posteriormente el proceso de enseñanza empleado.

2.3.1. Concepto, fases y clasificación

Es una **máquina endotérmica** capaz de generar movimiento mecánico de giro en un eje, utilizando para ello la energía química procedente de la combustión de un combustible con el oxígeno presente en el aire. Esta combustión dentro de un espacio cerrado (cámara de combustión) origina un aumento brusco de la presión y temperatura, la fuerza originada por la presión

empuja un émbolo móvil (pistón) que se desplaza con un **movimiento alternativo rectilíneo** en los dos sentidos dentro de un cilindro (camisa), el cual y a través de un elemento intermedio (biela) lleva a cabo el **movimiento del eje** final (eje cigüeñal) donde se obtiene un movimiento de rotación. Por tanto, diremos que se transforma la energía del combustible en un movimiento final de rotación con ayuda de varios elementos necesarios que veremos a continuación. Como se puede comprobar para llevar a cabo el giro completo (360°) del eje del cigüeñal es necesario que el pistón haga dos movimientos en la misma dirección y sentido contrario.



Figura 3. Fuerzas y generación de movimiento

El **ciclo termodinámico** de un MCIA, en el que se lleva a cabo la transformación física y química de los fluidos que intervienen dentro de la cámara de combustión, consta de **cinco fases** que dan lugar al movimiento mecánico final. Las fases mencionadas son: aspiración del fluido fresco, compresión del fluido fresco, combustión de la mezcla aire+combustible, expansión de los gases de escape y evacuación al exterior de los gases de escape (quemados), las cuales se llevan a cabo en un tiempo determinado dependiendo de las rpm del motor. Las **fases motrices** que llevan a cabo la fuerza necesaria para hacer desplazar al pistón son únicamente las fases de combustión y expansión, el resto de las fases resta energía y se oponen al movimiento, pero son imprescindibles para el correcto desarrollo del ciclo completo y permitir así los ciclos consecutivos uno detrás de otro.

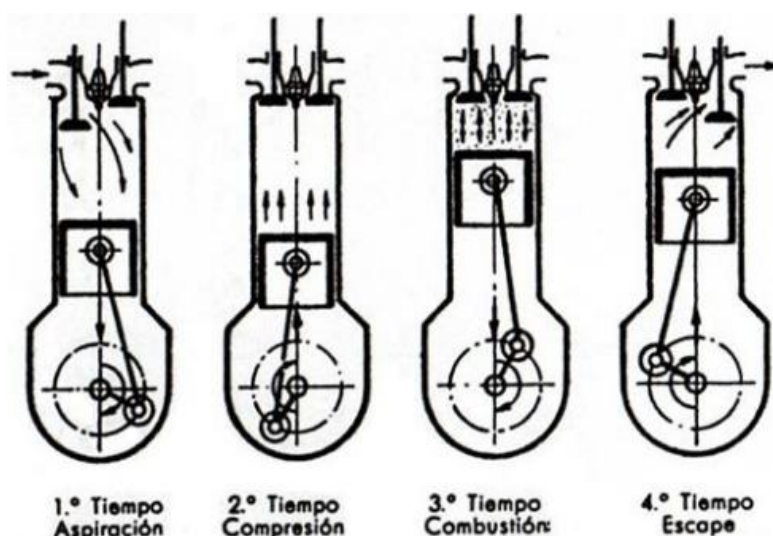


Figura 4. Fases del ciclo termodinámico

Fuente: <https://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=2773>

Existe variedad de clasificación de estas máquinas de combustión atendiendo a diferentes parámetros, destacando principalmente el número de tiempos (2T y 4T), tamaño y peso del motor, número de revoluciones a las que gira el eje de salida, tipo de ciclo termodinámico (Diesel y explosión), número de cilindros y disposición de cilindros (Conesa, J.A. 2011).

2.3.2. Partes y elementos

Todos los MCIA disponen de unos elementos básicos e indispensables comunes, y otros elementos opcionales que son instalados dependiendo del tipo y su clasificación, podemos clasificar de forma general los elementos en elementos fijos, móviles, accesorios y sistema electrónico de control. Vamos a nombrarlos simplemente sin entrar en detalle para tener una idea de la cantidad de piezas que existen, dependiendo de su función tienen que estar perfectamente mecanizadas y ajustadas (centésimas de mm), algunas sincronizadas entre sí mismas, accionadas por otras, etc., formando así una máquina sometida a una alta exigencia y de gran precisión.

Elementos fijos

Bancada, bastidor, culata, cilindro, camisa.

Elementos móviles

Pistón, aros, biela, eje de cigüeñal, eje de levas, válvulas, balancines, empujadores, volante de inercia, dâmpner.

Accesorios

Inyector, bujía, distribuidor de energía, bujía de calentamiento, bomba de alimentación, bomba de inyección, bomba de alta presión, common-rail, bomba de refrigeración, bomba de lubricación, correas y cadenas de transmisión, colector de alimentación, colector de escape, galerías de refrigeración, galerías de lubricación, turbocompresor, enfriador de aire, alternador, sistema de arranque, filtros, recipiente de aceite, recipiente de agua de refrigeración, válvulas, juntas, juntas de estanqueidad, cojinetes y porta-cojinetes, tubos y conductos de fluidos, tornillos, muelles y tapas.

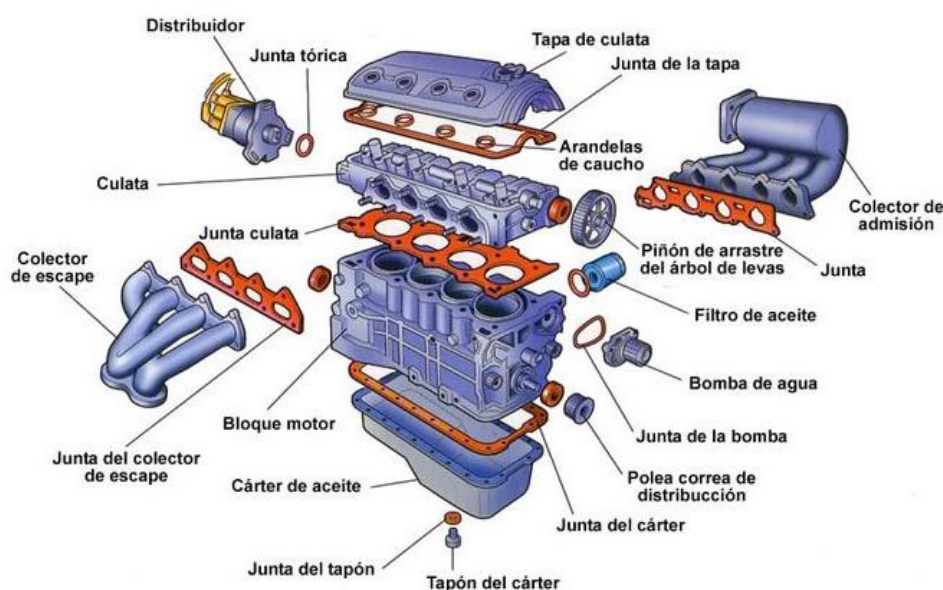


Figura 5. Despiece y elementos

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/motor-estructura.htm>

Sistema electrónico de control

Una o varias centralitas de control, sensores de posición, sensores de presión, sensores de temperatura, sensores de flujo, sensores de velocidad, electroválvulas de control, actuadores, cableado eléctrico y terminales son otros de los elementos que completan el funcionamiento y control de los motores de combustión interna.

Sin duda, una de las principales ventajas es el consumo reducido, con estos elementos de control la inyección se realiza en el momento oportuno, en cualquier estado de carga y se asegura que la cantidad de combustible sea exactamente dosificada. Otra ventaja notoria es la eficiencia en la potencia, la utilización de los sistemas de inyección permite optimizar el mejor llenado de

los cilindros, y el resultado se traduce en una mayor potencia específica y un aumento significativo del torque del motor.



Figura 6. Diagrama de control

Fuente: <https://es.slideshare.net/GLADIADORVASCO/diagnostico-y-reparacion-de-fallas-en-el-sistema-de-inyeccion-electronica-a-gasolina-56557294>

2.3.3. Circuitos de fluidos

Como ya hemos mencionado anteriormente en el proceso de combustión entran a formar parte los fluidos aire y combustible, pero existen otros fluidos que circulan por el interior del motor y que son necesarios para el correcto funcionamiento y alargar su vida útil. Por esto señalamos el circuito de combustible, circuito de aceite, circuito de refrigeración y circuito de aire comprimido, de los cuales a continuación señalaremos los elementos y funciones principales.

Circuito de combustible

Este circuito cerrado es el encargado de suministrar el combustible en **las condiciones adecuadas** dentro de la cámara de combustión en el interior del cilindro. Es necesario, por tanto, que el combustible sea introducido con un rango de valores exacto atendiendo a los parámetros involucrados de cantidad, momento de inyección, duración de inyección, temperatura, tamaño de las gotas de combustible y presión del mismo para conseguir unas óptimas condiciones del proceso de inyección (Sanz, A. 1986).

Los elementos principales que forman parte de este circuito, en el sistema de combustible tradicional, son tanque/s de combustible, bomba de alimentación (baja presión), elementos de filtrado y depuración, tuberías, válvulas de control, bomba de inyección (alta presión), tubo de inyección y finalmente el inyector. Como ya veremos más adelante existen otros sistemas de inyección en la actualidad dependiendo de su aplicación que dan lugar a circuitos de combustible similares al mostrado.

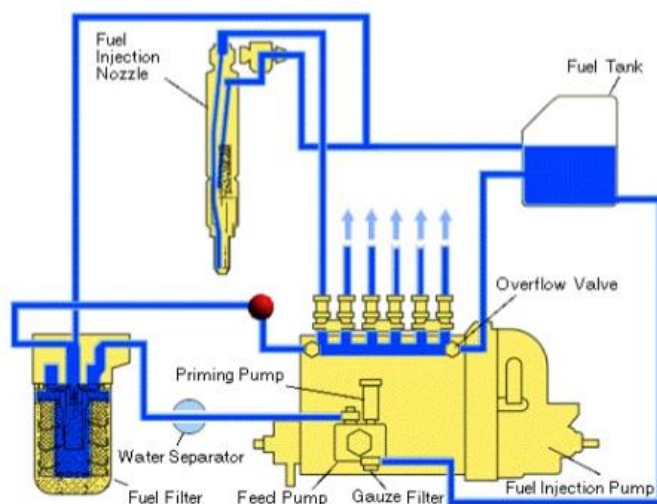


Figura 7. Circuito de combustible.

Fuente: <https://www.slideshare.net/ceciliahuapaya1/motor3-29634319>

El funcionamiento consiste en aspirar el combustible del tanque por acción de la bomba de alimentación y enviarlo a la bomba de inyección, una vez el combustible está dentro de la bomba de inyección es elevada la presión hasta alcanzar un alto valor, posteriormente pasa por tubos de inyección hasta las válvulas pulverizadoras de inyección. Una vez el combustible entra en la cámara de combustión se mezcla con el oxígeno del aire y en el momento que adquiere cierta presión y temperatura se quema provocando la energía necesaria para conseguir el movimiento de la máquina.

Circuito de aceite

La vida de los distintos elementos de un motor que están en constante movimiento y rozamiento depende en buena medida de la refrigeración y lubricación, si nos centramos ahora en la lubricación esto se realiza mediante aceite el cual tiene dos funciones principales **lubricar y refrigerar** los elementos necesarios principalmente las camisas, pistones, aros, balancines,

Los elementos más importantes que forman parte del circuito de aceite más utilizado en la actualidad son tanque, tuberías y conductos, bomba de desplazamiento, válvulas y elementos de control, enfriador, elementos de filtrado y depurado.

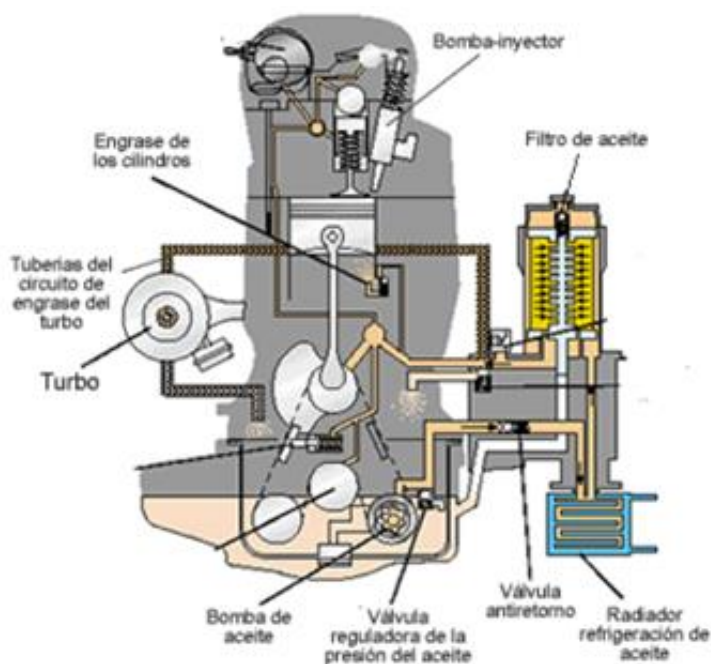


Figura 8. Circuito de aceite. Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/turbo2.htm>

La refrigeración en los MCIA viene dada por **razones mecánicas** y no por razones termodinámicas (Wikipedia. 2018). Quiere decir que es necesario mantener la temperatura controlada para conservar el buen estado de los materiales involucrados, evitar un exceso de dilataciones y evitar el excesivo calentamiento del aceite de lubricación. La transmisión de calor de los MCIA al

medio refrigerante se clasifica como una pérdida de calor y por tanto lleva consigo una **pérdida de rendimiento**, este calor es necesario disiparlo hasta unos niveles determinados, siendo perjudicial para el rendimiento del motor unos valores de temperatura demasiado bajos o demasiado altos.

La refrigeración dependiendo del tamaño del motor se puede llevar a cabo de distintas maneras bien sea aire del exterior o agua en circuito cerrado o abierto (Thomas, A. 1982), en este caso nosotros vamos a señalar los elementos principales del circuito de refrigeración de un motor de propulsión de un buque ya que los alumnos al que nos dirigimos se van a encontrar este modelo. Consta de dos circuitos cerrados de agua dulce denominado de alta y baja temperatura, cada uno de los cuales tiene distintas funciones, y un circuito abierto de agua de mar el cual enfría a su vez el agua dulce. Cada uno de los circuitos de agua dulce consta de tanque de compensación, bomba de alimentación, sistema de filtrado, intercambiador de calor, tuberías y conductos, válvulas y elementos de control.

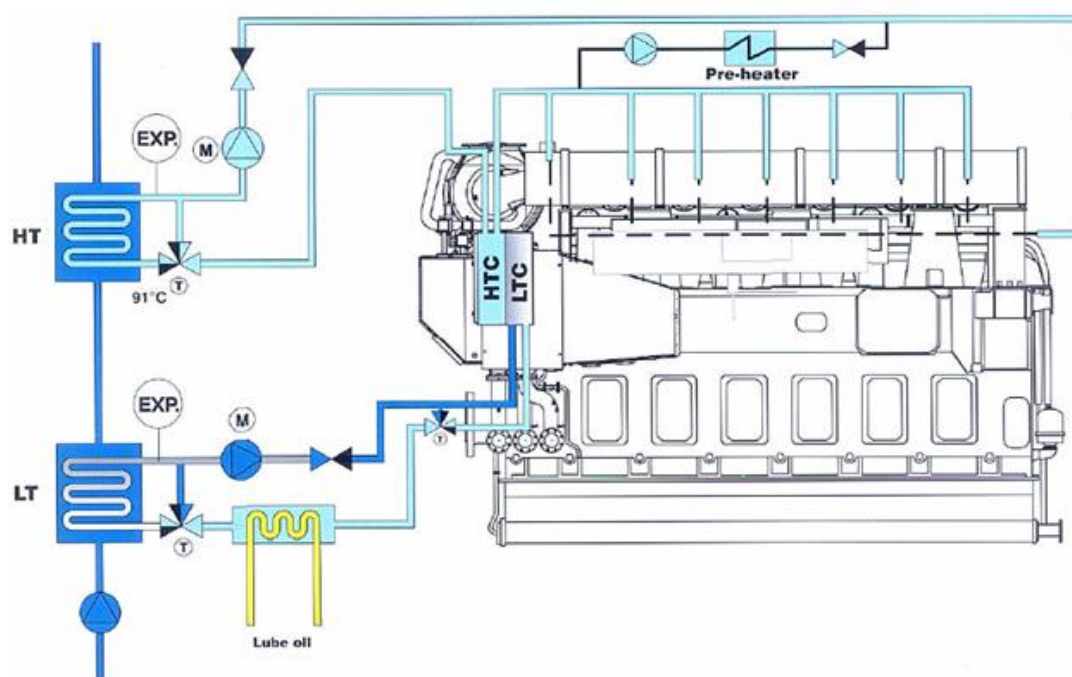


Figura 9. Circuito de refrigeración

Las funciones del circuito de refrigeración son mantener a la temperatura adecuada los cilindros, camisas, culatas, turbosoplante, enfriar el aire de entrada del aire de admisión y enfriar el aceite de lubricación.

Circuito de aire comprimido

El proceso de arranque de los motores de combustión interna tiene como misión conseguir **las condiciones necesarias de movimiento** de los distintos elementos y en el interior de la cámara de combustión que verifiquen el inicio del funcionamiento. Para ello es necesario dotar a los órganos móviles de una velocidad adecuada, cuando la velocidad alcanza el valor al cual la inyección o carburación se llevan a cabo de manera adecuada con regularidad, el motor arranca y el sistema de arranque deja de actuar.

Existen distintos medios de arrancar un MCIA dependiendo del tamaño principalmente, por esto se clasifican en motores con arranque manual, arranque con motor eléctrico, arranque con motor hidráulico y arranque neumático (motor neumático y aire a los cilindros). Al igual que en el circuito de refrigeración vamos a centrarnos en detallar la forma de arranque de grandes motores para que nuestros alumnos conozcan dentro de un buque.

Los elementos principales de que consta el circuito de arranque con aire a los cilindros son el compresor de aire, la botella de aire comprimido, los elementos de filtrado y purgado, las válvulas y elementos de control, el distribuidor de aire y las válvulas de arranque.

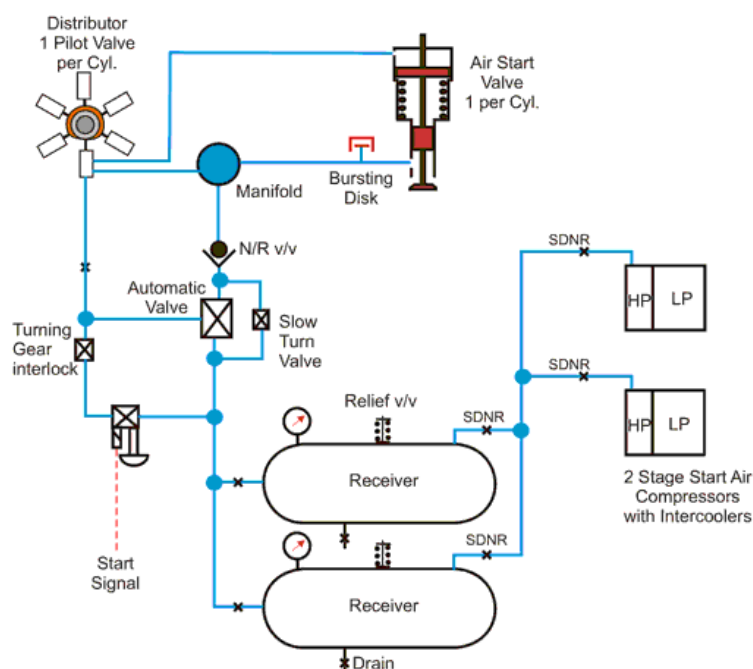


Figura 10. Circuito de aire comprimido

Fuente: http://www.marinediesels.info/Basics/air_start_simple.htm

Consiste en introducir, por medio de la válvula de arranque, al interior de cada cilindro en el momento oportuno una cantidad de aire a presión que permite desplazar el pistón en sentido descendente. El periodo de trabajo en el que se verifique el arranque corresponde a las fases de combustión y expansión.

2.3.4. Sistemas de inyección

Compuesto por los elementos necesarios para llevar a cabo el proceso de inyección del motor, desde la bomba que eleva la presión del combustible a alta presión (250 bar) hasta la salida del mismo a través de la tobera del inyector y los elementos de control necesarios para su buen funcionamiento. En la actualidad el sistema más utilizado es el denominado **inyección por presión hidráulica** del combustible (Pardiñas, J. 2012), dentro del cual a su vez existen varios sistemas distintos.

Inyección con bomba alternativa

El sistema consta de una bomba de inyección accionada por el cigüeñal del motor, tubo de inyección y el inyector final, es el más utilizado a bordo de los buques.

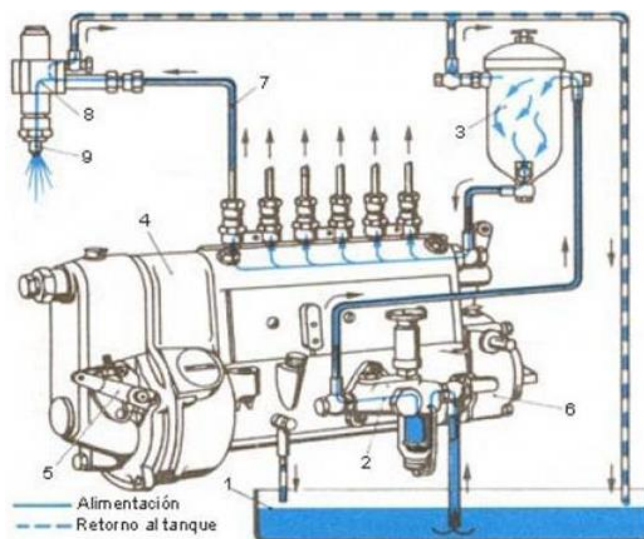


Figura 11. Sistema inyección bomba alternativa

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos96/maquinaria-minera-ii/maquinaria-minera-ii2.shtml>

En este modelo la bomba de baja presión aspira el combustible del tanque y lo envía hasta la entrada de la bomba de inyección, la cual dispone de un émbolo que dispone de dos movimientos, un movimiento rotación y otro rectilíneo ascendente-descendente. Cuando el émbolo lleva a cabo el movimiento en sentido ascendente consigue aumentar la presión existente del combustible dentro la cámara de alta presión de la bomba, el cual es enviado hasta el inyector por medio de los tubos de alta presión. Dependiendo de la posición de giro del émbolo enviará la cantidad de combustible requerida por la demanda del motor (Guerber, R. 1973), la posición de giro es controlada por el regulador de velocidad y el movimiento ascendente-descendente por leva controlada según el grado de giro del cigüeñal.

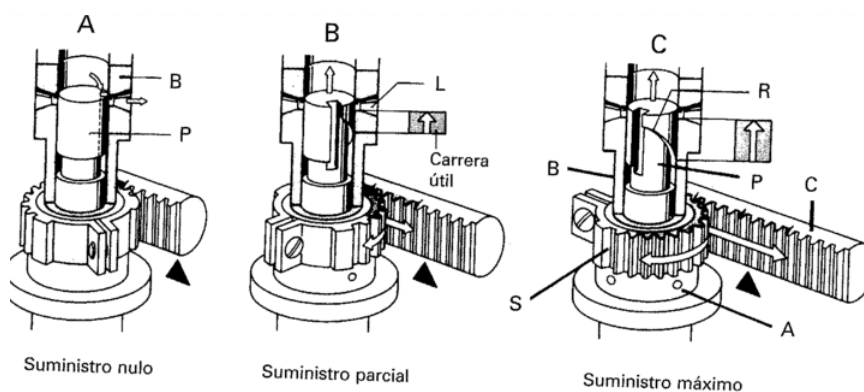


Imagen 12. Sistema inyección bomba alternativa

Fuente: <http://lostractoresantiguos.blogspot.com.es/>

Inyección con bomba rotativa

El sistema consta de una bomba rotativa de inyección accionada por el cigüeñal del motor, tubo de inyección y el inyector final. Sistema en el que conseguimos alojar las distintas funciones de aspirado y subida de presión sobre un solo pistón giratorio, sistema de inyección con menos elementos mecánicos y por lo tanto más barato, aunque generalmente algo menos preciso y fácil de reajustar. Exclusivo de motores de pequeña potencia muy revolucionados y cada día menos utilizado.

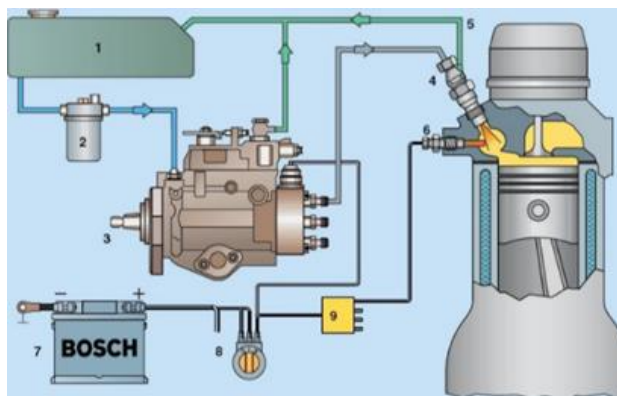


Figura 13. Sistema inyección bomba rotativa

Fuente: <https://es.slideshare.net/AdilsonAmorim/bosch-catlogo-diesel-bombas-ve-2006-http-unidadeinjetora>

La bomba en la zona de alta presión dispone de un pistón distribuidor solidario a un plato de levas el cual dispone de un movimiento de rotación y otro movimiento axial, dentro de la cámara de alta presión ubicada se eleva la presión de combustible que posteriormente es enviado a los inyectores. En la zona de baja presión compuesta por una bomba de paletas el combustible es aspirado del depósito y enviado a la zona de alta presión.

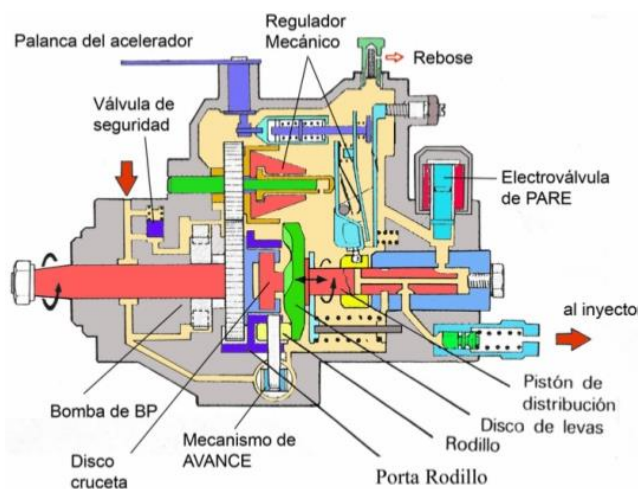


Figura 14. Bomba de inyección rotativa

Fuente: <http://sedicol.blogspot.com.es/p/bomba-inyectora-diesel-tipo-ve-y-vp44.html>

Inyección common-rail (colector común)

El sistema de inyección por acumulador común necesita de una bomba de alta presión accionada por el cigüeñal del motor, la cual envía el combustible a **un acumulador de alta presión** para posteriormente suministrar el combustible a través de los tubos de inyección a los cilindros del motor. Este

sistema es el más sofisticado y exacto de los que existen actualmente para el uso de los motores Diesel de cualquier tamaño, requiere de más elementos de control electrónicos siendo imprescindible de la unidad de control que controla el paso de combustible a cada inyector.

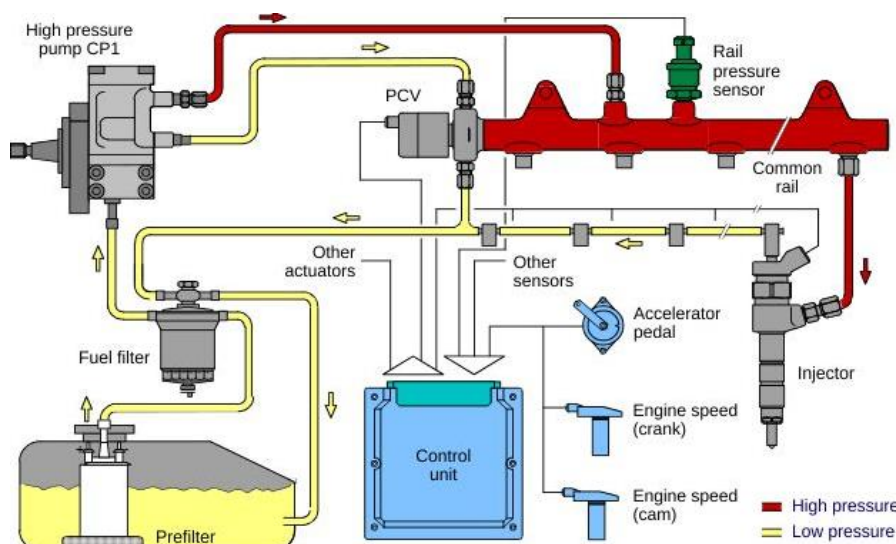


Figura 15. Sistema de inyección common-rail

Fuente: <http://prensahispanaaz.com/wordpress1/el-riel-de-alta-presion-common-rail/>

La bomba que se utiliza en este tipo de sistema es de presión constante, dispone en su interior de dos elementos de impulsión (bombas), una bomba que aspira el combustible del depósito y otra bomba de alta presión (2.000 bar) que envía el combustible al colector común.

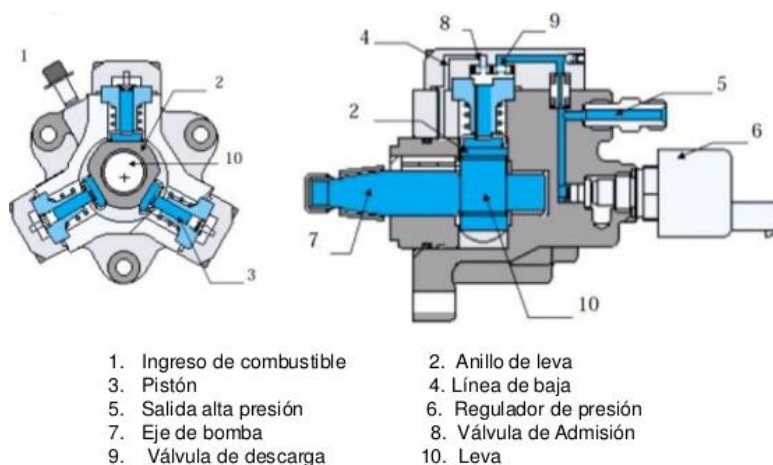


Figura 16. Bomba de alta presión common-rail

Fuente: <https://es.slideshare.net/tquisant/sistema-de-inyeccin-common-rail-promcytec>

Sistema inyector-bomba

También de apertura por presión hidráulica en la aguja del inyector, denominado así porque en un solo dispositivo están **integrados el inyector y la bomba de inyección** accionado por una leva de inyección a través de su balancín, sistema utilizado en algunos motores de mediana potencia, pero no es muy habitual hoy en día. Este sistema puede conseguir altas presiones de inyección de hasta 2.000 bar, y la principal ventaja es los pocos elementos que existen de alta presión al no existir tubos de inyección.

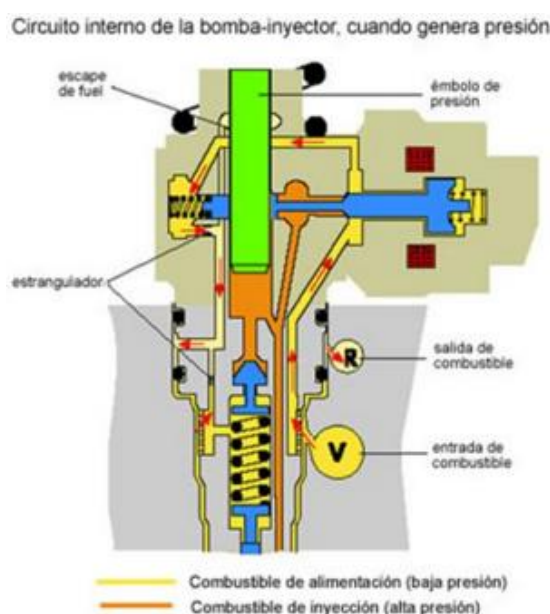


Figura 17. Bomba de alta presión common-rail

Fuente: <https://www.ro-des.com/mecanica/sistema-inyector-bomba-y-fallos-comunes/>

2.3.5. Sobrealimentación

La sobrealimentación, también conocido como inducción forzada, es un sistema que se utiliza para que un motor de combustión interna desarrolle más potencia (aproximadamente 40%) a igualdad de cilindrada. Se llama motor atmosférico aquel cuya aspiración de aire se hace de forma natural del ambiente sin la ayuda de ningún elemento mecánico, sin embargo, un motor sobrealimentado dispone de algún dispositivo que le permite suministrar más cantidad de aire y por tanto permite suministrar además más combustible y con ello aumentar las presiones en el interior del cilindro dando lugar a **valores superiores del par motor y potencia**.

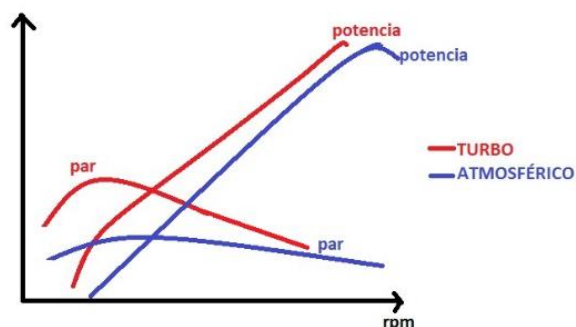


Figura 18. Gráfica par y potencia sobrealimentación

Fuente: <https://www.burbuja.info/inmobiliaria/consumo-responsable/799216-motores-turbos-contra-motores-aspirados-gasolina-4.html>

Existen distintas maneras de sobrealimentar un motor de combustión interna dependiendo del sistema de accionamiento, así se pueden clasificar en turbocompresores, compresores volumétricos (Roots, Lysholm, tipo G) y tipo Compres. Los más utilizados en el sector de automoción y sector marino son los turbocompresores, estos dispositivos de tipo centrífugo constan de **una turbina y un compresor**, y son accionados por los gases de escape de salida de los cilindros del motor (Pardiñas, J. 2012).

Existen turbocompresores de geometría fija los cuales disponen de álabes fijos en la turbina y turbocompresores de geometría variable donde los álabes son móviles y están controlados por la unidad de control del motor. Estos últimos de geometría variable disponen de un mejor rendimiento en cualquiera de las condiciones de carga del motor.

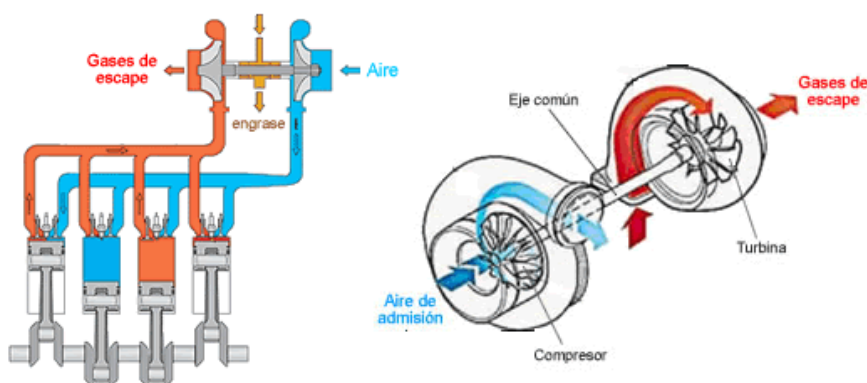


Figura 19. Turbocompresor. Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/turbo2.htm>

Cualquier sistema de sobrealimentación dispone de un enfriador del aire comprimido en el compresor para así conseguir aumentar la masa de aire

introducida en los cilindros y como consecuencia aumentar aún más la potencia.

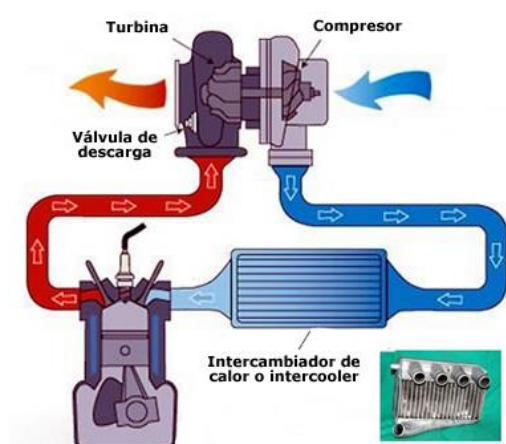


Figura 20. Esquema de sobrealimentación con enfriador
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/turbo2.htm>

2.3.6. Curvas de características

Se llaman así a las curvas representadas de forma gráfica de **los valores de potencia, par motor y consumo específico** que genera el motor según la velocidad de rotación del cigüeñal (Alonso, J.M. 2003). Cada modelo y tipo de motor dispone de sus curvas características propias y por lo tanto caracterizan el motor, son obtenidas colocando el motor en un banco de pruebas donde se coloca un torsiómetro, y disponiendo de los elementos necesarios para obtener su información.

Durante el transcurso del curso en el aula-taller se dispondrá de un banco de pruebas dentro del centro donde los alumnos podrán comprobar el comportamiento de un motor de combustión interna y tendrán la oportunidad de observar las curvas características mencionadas.

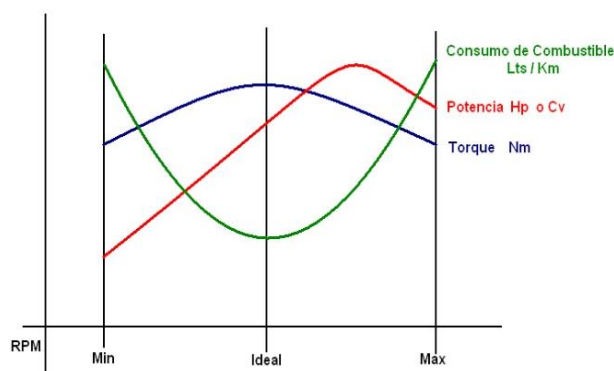


Figura 21. Curvas características

Fuente: https://es.slideshare.net/Luis_Reveco/mantenimiento-motor-diesel

3. OBJETIVOS

Con las herramientas didácticas disponibles en el centro educativo, con la metodología didáctica propuesta, con el apoyo de las empresas privadas elegidas del sector y con la ayuda del profesor en todo lo posible, el alumno una vez terminado y superado esta parte del módulo, debe tener unos conocimientos básicos e imprescindibles para comenzar una actividad laboral de cierto nivel técnico relacionada con el manejo y uso de los motores de combustión interna alternativos. Debe tener cierta habilidad y destreza con el manejo y conocimiento de máquinas y herramientas propias de un taller mecánico de motores. También conseguirá adquirir cierta experiencia cuando forme parte de un equipo de trabajo y conocerá la relación entre varias personas con un propósito común. Conocerá de primera mano y de cerca alguno de los sectores privados laborales en el que es posible pueda y quiera verse en el futuro mediante una relación laboral.

Una vez señalado lo anterior, y no menos importante, es que el alumno una vez conseguidos los objetivos propuestos disponga de la suficiente motivación y sea animado para continuar aprendiendo y ampliando conocimientos en el tema tratado mediante posteriores cursos académicos o bien de forma paralela ejecutando lo aprendido dentro del mundo laboral en las empresas relacionadas con el mundo de los motores. Se darán cuenta que el uso de estas máquinas se encuentra en multitud de sectores empresariales a nuestro alrededor y por tanto el abanico de posibilidades laborales es amplio y optimista.

Por último, y no menos importante, otro objetivo del documento es mentalizar al alumno de la importancia del uso de nuevos combustibles más limpios en motores de nueva tecnología con el fin de respetar el medioambiente, dentro de las posibilidades que existen en la actualidad, además de hacer buen uso de los residuos con los que van a estar en contacto en el aula-taller.

4. PROPUESTA DIDÁCTICA

A continuación, se va a detallar un método adecuado para que el aprendizaje por parte del alumno sea correcto, esperando conseguir en ellos la motivación necesaria y así conseguir los objetivos propuestos en el curso.

Esta propuesta didáctica es totalmente novedosa y diferente en su conjunto, ya que no existe algo igual porque ha sido desarrollado por el autor en base a la experiencia docente adquirida durante varios años en el tema tratado. Como es lógico con el paso del tiempo y los cursos se han detectado puntos no adecuados o menos favorables para el ámbito docente, por esto se han llevado a cabo correcciones y mejoras de la metodología inicial empleada atendiendo principalmente las necesidades y sugerencias de los alumnos, y como resultado se muestra la que a continuación se describe.

Antes de entrar al detalle de la metodología propuesta, se van a plasmar las competencias relacionadas con el CFGM al que corresponde el módulo tratado.

4.1. COMPETENCIAS

El Real Decreto 1072/2012, de 13 de julio, por el que se establece el título de Técnico en Mantenimiento y Control de la Maquinaria de Buques y Embarcaciones establece que la competencia general de este título consiste en operar y mantener la planta propulsora y los equipos y sistemas del buque, y colaborar en la seguridad, supervivencia y asistencia sanitaria a bordo, aplicando criterios de calidad y cumpliendo los planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa.

En el Anexo III se detallan las competencias propias del CFGM de Formación Profesional, y también las competencias profesionales, generales y sociales relacionadas con los MCIA.

4.2. BLOQUES Y UNIDADES DIDÁCTICAS

En el Real Decreto 1072/2012 de 13 de julio, se recogen todos los bloques del módulo formativo Mantenimiento de la Planta Propulsora y Maquinaria Auxiliar, dentro del cual se encuentran los relacionados con los motores de combustión interna alternativos que son 6 bloques, y son los siguientes:

- Bloque Nº1. Puesta en marcha de la planta propulsora y maquinaria auxiliar
- Bloque Nº2. Operaciones de puesta en marcha, parada y control de motores térmicos y sus sistemas auxiliares
- Bloque Nº3. Mantenimiento de la planta propulsora y maquinaria auxiliar
- Bloque Nº4. Mantenimiento de motores de combustión interna
- Bloque Nº5. Mantenimiento de sistemas de propulsión de embarcaciones auxiliares con motores fueraborda, intrafueraborda y de chorro de agua
- Bloque Nº6. Prevención de riesgos laborales y medioambientales en los trabajos de mantenimiento de la planta propulsora y maquinaria auxiliar.

Con el propósito de facilitar al alumnado una visión adecuada del tema y conseguir que asimilen de forma ordenada los distintos capítulos, se establecen 7 unidades didácticas repartidas de la siguiente manera:

- U.D. Nº1. Introducción y ciclos termodinámicos
- U.D. Nº2. Órganos, partes y elementos
- U.D. Nº3. Circuitos de fluidos
- U.D. Nº4. Combustión y cámaras de combustión
- U.D. Nº5. Concepto de inyección y sistemas de inyección
- U.D. Nº6. Sobrealimentación y turbocompresores
- U.D. Nº7. Manejo, mantenimiento, reparación y averías.

4.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA PROPUESTA

En este apartado se van a nombrar los objetivos específicos relacionados con los MCIA aplicados principalmente a la planta propulsora de un buque (BOE, 2012):

- Manejar de forma correcta los sistemas auxiliares, máquinas y la planta propulsora, considerando los procedimientos establecidos y las características de la planta e instalación propulsora, además hay que tener en cuenta los

procedimientos de arranque necesarios y controlar el funcionamiento de los elementos involucrados.

- En las maniobras del barco hay que analizar los parámetros de los motores auxiliares y de las máquinas que forman parte de la planta propulsora, saber y analizar los valores observados durante su funcionamiento, también efectuar las acciones necesarias correctivas y de emergencia para un funcionamiento correcto.

- Cumplir con el programa de mantenimiento establecido por los fabricantes de cada uno de los elementos y máquinas, para esto es necesario organizar, desarrollar y realizar las operaciones de mantenimiento preventivo asignadas en las máquinas y equipos de la planta propulsora. Saber interpretar los manuales y documentación de los fabricantes utilizando los conocimientos y técnicas necesarios.

- Identificar averías y situaciones de emergencia de los equipos involucrados de la planta propulsora, saber efectuar un diagnóstico de los mismos. Conocer los efectos y consecuencias en cada una de las situaciones, y efectuar las acciones necesarias requeridas para eliminar o disminuir el problema.

- En operaciones de mantenimiento correctivo, es necesario cumplir y llevar a cabo los procedimientos necesarios con el objetivo de conseguir el buen funcionamiento de los equipos. Saber utilizar los equipos y técnicas de desmontaje/montaje así como la comprobación de los equipos afectados.

- Conocer y saber utilizar los recursos actuales de información y comunicación para así asegurar una actuación efectiva ante diferentes situaciones laborales dentro del buque, también conocer las opciones de mejora personal y profesional.

- Saber actuar de forma individual y en equipo dentro del ámbito laboral, esto es tener una actitud de tolerancia, respeto, educación y responsable cuando se trabaja en equipo así como saber tomar decisiones dentro del grupo. También saber hacer frente a las situaciones de forma individual.

- Llevar a cabo las acciones necesarias ante situaciones imprevistas con el objetivo de dar solución a los problemas y conseguir que el trabajo siga su actividad normal, por tanto tener la capacidad de resolver problemas con los medios disponibles.

- Conseguir que las personas receptoras consigan entender la emisión de tus acciones y contenidos, y así asegurar la eficacia de los procesos.
- Ser consciente de los peligros personales laborales propios de la actividad y sus consecuencias, por esto es necesario cumplir con los dispositivos y medios de seguridad. Velar por el respeto a nuestro entorno y el medio ambiente cumpliendo con las normas establecidas.
- Ser consciente de las ventajas que conlleva la unificación mundial de métodos y diseños y así conseguir una mejora en los procesos y eficiencia profesional.
- Con el objetivo de ser productivo y competitivo estar siempre al día y disponer de una mentalidad de futuro de las técnicas necesarias y así mejorar los procedimientos de calidad.

4.4. INSTALACIONES Y MATERIAL

En el centro de formación será necesario instalaciones y material de enseñanza acorde a la propuesta didáctica, por esto se recomienda disponer de tres aulas independientes con distintas funciones.

- **Aula de teoría**, acondicionada con puestos individuales, mesa y silla, para cada alumno en la cual se incluirá una pizarra y sistema de proyección, aquí el profesor utilizará sus recursos para transmitir al alumno los conocimientos oportunos.
- **Aula TIC**, equipada con ordenadores los cuales tendrán cargados distintos programas técnicos, además del sistema operativo, herramientas de oficina necesarias e internet. Dispondremos de un programa simulador específico de motores de combustión interna alternativos, y también de los archivos y documentación correspondiente a cada uno de los motores de desmontaje disponibles en el aula-taller.
- **Aula-taller de práctica y teoría**, donde los alumnos van a ser los principales protagonistas ya que es aquí donde van a ejecutar, aplicar y observar en realidad los conocimientos adquiridos en el tiempo empleado aula de teoría. El aula-taller deberá disponer de diferente equipamiento el cual será manejado y manipulado por los propios alumnos.

Será lo suficientemente amplio para poder desplazarse dentro del mismo sin tropezarse, tendrá la luz necesaria para conseguir una correcta visión de los elementos más pequeños, y estará distribuido y organizado de forma adecuada

para poder trabajar de forma cómoda, sin riesgo alguno cumpliendo las normas de seguridad y respetando el medioambiente. Señalamos el material necesario:

- Varios motores de combustión interna completos, fijados a una bancada móvil con ruedas (dos ruedas con frenos), disponibles a media altura para su manejo
- Varios elementos y piezas de motores y auxiliares de motores y que son de interés por diferentes motivos como por ejemplo tamaño, especialidad, novedad, etc.
- Varios elementos y piezas externos a los motores y que complementan el sistema de propulsión y transmisión, como por ejemplo embragues, reductoras, etc.
- Banco de ensayo de pruebas, compuesto por un motor operativo, freno eléctrico, cableado, sensores, conexiones, instrumentos de medición, software y pantalla.
- Banco de inyección, formado por un tanque de combustible, bomba, tubo de inyección y elementos de control de inyección.
- Mesas de trabajo con estructura de madera y parte superior de apoyo de material acero, estas mesas tendrán instaladas tornillos de sujeción.
- Herramientas manuales eléctricas como taladro, rota-flex, piedra esmeril, cepillo de alambres, etc.
- Cuadros de herramientas de pared, destinados a alojar herramientas específicas y no habituales para el trabajo diario como sierra, lima, alicates especiales, regla, etc.
- Carritos de herramientas, que tendrán el material y útiles necesarios para manipular cada elemento y pieza de los motores.
- Carritos de almacenaje, disponibles con ruedas y varias alturas para poder almacenar las piezas de los motores. En los carritos se clasificarán y ordenarán todas las piezas desmontadas, se utilizarán bolsas con cierre clip y cajas donde se anotará los datos de identificación (número, posición, etc.) de las mismas.
- Armario con puertas, dentro de él se almacenarán principalmente los equipos de medición (calibre, micrómetro, alexómetro y reloj

comparador), libros y manuales, fichas de medición, hojas de trabajo, rotuladores, lápices de marcado, etc.

- Armario clasificado con elementos de fijación (tornillos, arandelas, tuercas, etc.) y otros.
- Cajón o espacio destinado a los EPIs (Equipos de Protección Individual), donde se alojarán gafas de seguridad y guantes.
- Botiquín de primeros auxilios.
- Contenedores o cubos individuales, destinados a clasificar los residuos y basura. Se dispondrá las unidades necesarias para el depósito de trapos sucios de grasa, aceite usado, papel y plástico.
- Elementos de limpieza: trapos, fregona y cubo, escoba y recogedor.
- Lavabo con agua caliente y jabón desengrasante.
- Equipo informático, proyector y pizarra.
- Láminas y póster decorativos, colgados en las paredes y con imágenes de interés para el conocimiento y aprendizaje de los MCIA.

Simulador

En el aula TIC dispondremos de un simulador de un motor de combustión interna ubicado en la sala de máquinas de un buque, cuya aplicación está destinada a propulsión de la hélice fija de un buque lento de grandes dimensiones. El seleccionado es el modelo ERC 4.5 XL, es un simulador de planta de energía Diesel de baja velocidad, consiste en una consola de escritorio y Software de la sala de máquinas virtuales con controles reales en la consola y controles virtuales en pantalla.



Figura 22. Simulador ERC 4.5 XL

Fuente: http://www.pcmaritime.com/assets/docs/Brochure_FullMissionSimulator.pdf

ERC 4.5 XL simula el motor principal que impulsa una hélice fija de paso variable y tiene un control remoto, puede funcionar con DO o HFO durante la maniobra. Los datos técnicos son: 2 tiempos, baja velocidad, reversible, Nº de cilindros 7, Nº de turbocompresores 2, potencia de salida nominal 19.670 kW, velocidad nominal 91 rpm, diámetro del cilindro 700 mm y longitud de la carrera 2.674 mm. El panel de control proporciona todos los controles y medidores para el control remoto, también se puede controlar de forma remota desde el puente cuando se usa Bridge Panel.



Figura 23. Panel de control principal simulador ERC 4.5 XL

Fuente: http://www.pcmaritime.com/assets/docs/Brochure_FullMissionSimulator.pdf



Figura 24. Consola de control simulador ERC 4.5 XL

Fuente: http://www.pcmaritime.com/assets/docs/Brochure_FullMissionSimulator.pdf

Además, el simulador permite conocer los circuitos, elementos y máquinas auxiliares necesarias para el funcionamiento del motor de combustión. El sistema de combustible almacena y entrega DO y HFO al motor principal, generadores diesel y caldera de vapor auxiliar. El sistema de refrigeración se divide en dos subsistemas: refrigeración por agua dulce y refrigeración por agua de mar. El agua de mar es responsable de los

refrigeradores centrales y el enfriamiento del condensador TG. El agua dulce la refrigeración del sistema incluye instalaciones de refrigeración a baja y alta temperatura. El sistema de lubricación almacena y entrega aceite lubricante para el motor principal y los generadores de energía. El sistema de lubricación incluye un separador LO, designado para operación continua.

El sistema de aire comprimido incluye dos compresores de pistón refrigerados por agua, dos botellas de aire de arranque principal y una botella de aire de arranque auxiliar. La instalación de aire de control también es incluida.

El vapor saturado producido por la caldera auxiliar se usa para calentar HFO y calentar agua. La caldera de escape produce un vapor sobrecalentado que se utiliza para la operación del turbo generador (PC Maritime. 2018).

Banco de ensayo

En el aula-taller se dispone de un banco de ensayo, el elegido para el curso es del fabricante Dikoin modelo TD 01.2, destinado para el estudio y comprensión del comportamiento de un motor de combustión interna tipo Diesel con un cilindro de 4 tiempos. Con él se pueden realizar los ensayos necesarios para la obtención de los datos característicos y curvas del funcionamiento del motor, así los estudiantes podrán conocer de primera mano las curvas presentadas por los fabricantes de los mismos.



Figura 25. Banco Dikoin TD 01.2 Fuente: <http://dikoin.com/>

El banco cuenta con dos elementos principales, el motor de combustión Diesel a ensayar el cuál alcanza una velocidad 3.600 rpm, potencia 4,7 CV y un par máximo 10,5 Nm. El segundo elemento es el sistema de frenado, que está

compuesto por un motor asíncrono trifásico de potencia 7.500 w, tensión de 380 V, frecuencia 50Hz y velocidad de giro 2.880 rpm. Este motor eléctrico está controlado por un variador de frecuencia y puede funcionar tanto como motor como generador.

Está equipado con un equipo informático, con él se agiliza de forma importante el trabajo de ensayo o las prácticas a realizar por los estudiantes. Mediante el sistema informático se puede controlar y registrar todas las variables del equipo. Además, los ensayos se pueden realizar de forma automática o manual, basta con indicar las variables requeridas y señalar cuántos puntos deseamos en la gráfica de resultados, de esta forma se ahorra tiempo y así no tener que apuntar resultados y dibujar las gráficas manualmente.

Además, dispone de distintos sensores digitales que permiten el control manejo del banco. Señalamos la célula de carga para medición del par mecánico, termopar de temperatura de humos, sensor electrónico de medida de revoluciones, caudalímetro o medidor de caudal para el consumo de aire y caudalímetro para el consumo de combustible (Dikoin, 2018).

4.5. METODOLOGÍA

4.5.1. Temporalización y cronografía

Según la normativa estatal recogida en el BOE el módulo profesional del ciclo formativo de Grado Medio denominado Mantenimiento de la Planta Propulsora y Maquinaria Auxiliar, contempla una duración mínima de 125 horas para abordar todos sus contenidos. El artículo 10.2 del Real Decreto 1072/2012, de 13 de julio, por el que se establece el título de Técnico en Mantenimiento y Control de la Maquinaria de Buques y Embarcaciones y se fijan sus enseñanzas mínimas, atribuye a la Comunidad Autónoma de Cantabria la competencia para establecer el currículo respetando lo establecido en el citado Real Decreto (BOE, 2012). Por esto la Orden ECD/67/2015, de 19 de mayo, de la Comunidad Autónoma de Cantabria, establece en el currículo del ciclo formativo una dedicación horaria de 231 horas al módulo (BOC, 2015). Del total de las 231 horas, para impartir los contenidos referentes a los MCIA y evaluar a los alumnos de forma adecuada se van a disponer de 183 horas, permitiendo así disponer del resto de la carga horaria para abordar los otros

contenidos pertenecientes al módulo relacionados con la propulsión de un buque.

Como veremos más adelante se dispondrá de una parte teórica y otra práctica, pero ambas se han configurado en 7 unidades didácticas de forma general las cuales tendrán a su vez distintos capítulos bien diferenciados en los apuntes realizados por el profesor.

El reparto horario aconsejado es el que se indica a continuación:

UNIDAD DIDÁCTICA	TIEMPO (h)
Nº1. Introducción y ciclos termodinámicos	12
Nº2. Órganos, partes y elementos	22
Nº3. Circuitos de fluidos	14
Nº4. Combustión y cámaras de combustión	10
Nº5. Concepto de inyección y sistemas de inyección	11
Nº6. Sobrealimentación y turbocompresores	6
Nº7. Manejo, mantenimiento, reparación y averías	108

El orden en el que las unidades didácticas son impartidas no es exacto y secuenciado según el listado indicado. Así, todas de alguna manera solaparán durante el curso y se mezclarán de forma aleatoria, ya que la combinación y uso de las tres aulas, realizando actividades distintas de forma simultánea, permite la diversidad y complementación de los contenidos establecidos durante el transcurso de las clases. Sí que hay que señalar que el periodo de tiempo empleado a realizar clases teóricas sí necesitan del orden señalado para una correcta asimilación y entendimiento de forma progresiva del tema tratado.

Se establece la duración del curso académico de 33 semanas comprendidas desde mediados del mes de septiembre hasta mediados del mes de junio, con esto dispondremos de 7 h/semana dedicados al módulo completo, el tema seleccionado será repartido cronológicamente de la siguiente manera que se indica en el cuadro.

UNIDAD DIDÁCTICA	BLOQUES						CRONOLOGIA										HORAS	%
	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun		
Nº1. Introducción y ciclos termodinámicos	x	x	x	x	x	x	x										12	7%
Nº2. Órganos, partes y elementos	x	x	x	x	x	x	x	x									22	12%
Nº3. Circuitos de fluidos	x	x	x	x	x	x		x	x								14	8%
Nº4. Combustión y cámaras de combustión	x	x	x	x	x	x				x							10	5%
Nº5. Concepto de inyección y sistemas de inyección	x	x	x								x	x					11	6%
Nº6. Sobrealimentación y turbocompresores	x	x	x	x	x	x						x					6	3%
Nº7. Manejo, mantenimiento, reparación y averías	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	108	59%
																	183	100%

Como se puede apreciar existe gran coincidencia de cada unidad con todos los bloques establecidos, por esto se puede decir que el aprendizaje será continuo y progresivo, durante el transcurso del curso se repetirán conceptos y aspectos ya nombrados anteriormente en alguna de las clases teóricas o prácticas. Analizando el cuadro cronológico se observa cómo la enseñanza de los conceptos teóricos comienza en el mes de septiembre y terminan en el mes de febrero, esto es con el propósito de que el alumno lo antes posible conozca y pueda aplicar todo lo relacionado en el aula-taller el cual se prolonga hasta final del curso.

4.5.2. Organización y desarrollo de las clases

Las clases se llevarán a cabo en el centro según la cronología programada, las clases de teoría se impartirán de manera que el profesor mediante la proyección en pantalla de sus apuntes explique el contenido de los mismos. Se apoyará constantemente de videos e imágenes relacionadas con el contenido impartido, información recogida de distintas webs con el propósito de facilitar el entendimiento y hacer más interesante y atractiva la sesión evitando en lo posible la monotonía de la explicación del profesor.

Creo que de manera acertada es bueno intercalar, de vez en cuando en alguna de las sesiones coincidiendo con las últimas horas de la jornada lectiva, imágenes y videos relacionados con el futuro profesional donde pueden verse en los próximos años y lo relacionado con el mundo marino. Incluso he de señalar la recomendación de proyectar una película en clase al término de la 1ª evaluación coincidiendo con las vacaciones de Navidad, película relacionada con la presencia de sala de máquinas de barcos y enfocada dentro del entorno marino, como opciones se señala el título “Captain Philips”.

Los alumnos siempre tendrán la opción de preguntar e intervenir en las sesiones en cuanto a dudas e inquietudes, llevando a cabo un ambiente de grupo. Es conveniente, también en algunas ocasiones y de forma voluntaria, que el alumno lea en voz alta para el resto de sus compañeros algunos de los fragmentos expuestos en los apuntes.

El ritmo de la clase será acorde con el grupo dependiendo de la asimilación y rapidez de conocimientos por parte del alumnado, siempre teniendo en cuenta que el profesor pueda amoldar la programación inicial manteniendo una cantidad y requisitos mínimos de aprendizaje bajo su criterio.

En la 3ª evaluación los alumnos realizarán un trabajo grupal relacionado con el contenido del módulo, señalar que durante el desarrollo del curso y antes de la exposición de los trabajos se dedicarán dos sesiones a la preparación del mismo.

4.5.2.1. Simulador

Se establecen 4 sesiones de 2 horas durante el mes de mayo correspondiente a la unidad didáctica nº 7. Una vez los alumnos han adquirido ciertos conocimientos del funcionamiento de los motores y de la operativa de sala de máquinas de un buque, durante el transcurso del curso con las materias de los módulos estudiados, se llevarán a cabo prácticas en este equipo didáctico con el cual los alumnos podrán conocer realmente lo que dispondrán dentro de la sala de máquinas a bordo de un buque.

Las funciones principales que nos permite realizar el simulador son las siguientes: permite el control de la simulación, la comunicación general del sistema, la introducción de fallos, establecimiento y cambio de condiciones operacionales y ambientales, evaluación de las prácticas, manipulación del

estado del motor, información rápida sobre el estado de la sala de máquinas, entrada de datos del entorno, introducción de fallos, manipulación de recursos de la sala de máquinas, registro de eventos y datos, información de alarma del sistema e inspección de parámetros de operación.

El software del instructor permite la manipulación de recursos (la configuración de los niveles de líquido en los tanques y ajuste de presión), introducción de fallos, enviar comandos del telégrafo del motor, monitorizar el sistema de alarmas, control de velocidad motor, monitorizar el registro de eventos (PC Maritime, 2018).

Este puede ser un ejemplo de la disposición de la clase para el uso del simulador cuando sea utilizado:



Figura 26. Aula simulador

Fuente: http://www.pcmaritime.com/assets/docs/Brochure_FullMissionSimulator.pdf

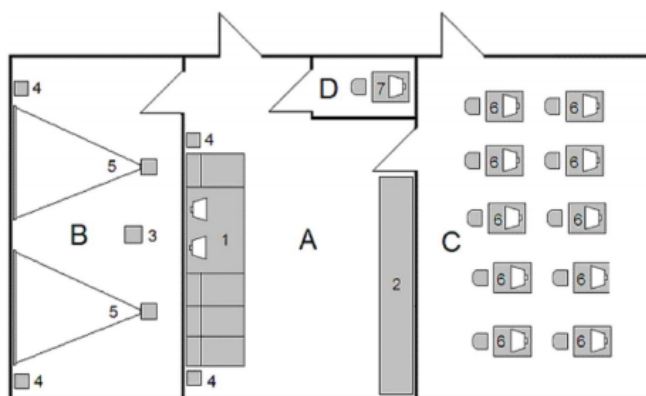


Figura 27. Distribución aula simulador (vista en planta)

Fuente: http://www.pcmaritime.com/assets/docs/Brochure_FullMissionSimulator.pdf

- A - Sala de control del motor
- B - Sala de máquinas
- C - Sala de clase de PC
- D - Sala del instructor

1. Consolas de hardware de la sala de control del motor ERC 4.5 XL
2. Tablero eléctrico
3. Consola en la sala de máquinas
4. Altavoces
5. Proyector con pantallas
6. Estaciones de PC para estudiantes
7. Estación de PC del instructor.

4.5.2.2. Prácticas aula-taller

Se considera y es conveniente que los alumnos de formación profesional como es el caso que nos atiende, destinados inicialmente a ocupar puestos de empleo en las empresas relacionados con el manejo y conocimiento de máquinas y herramientas, sean enseñados de una forma práctica en este asunto y por esto se destina una importante carga horaria a las prácticas en aula-taller. Son 108 horas las establecidas para el manejo, mantenimiento, reparación y averías de los MCIA, la mayoría de las cuales serán de trabajos prácticos en esta aula, dedicando algunas de ellas a las prácticas con el banco de ensayos.

Por esto, en esta aula en concreto se tiene el propósito de conseguir las siguientes destrezas y habilidades en los alumnos:

- Identificar visualmente todos los elementos y partes de motores.
- Entender y comprobar su funcionamiento de los motores.
- Entender y comprobar las curvas características del motor mediante el banco de ensayos.
- Manejar herramientas de taller manuales y eléctricas.
- Manejar herramientas específicas de manejo de motores.
- Desmontar y montar motores.
- Realizar trabajos de mantenimiento: timbrar inyectores, esmerilar válvulas y otros.
- Realizar reparaciones básicas.
- Realizar mediciones con instrumentos de medición de las distintas partes sometidas a comprobación por desgaste.
- Completar fichas de trabajo de taller.
- Aprender a secuenciar los trabajos.
- Buscar información y hacer uso de las nuevas tecnologías.

- Trabajar de forma adecuada en equipo.
- Adquirir hábitos de orden y limpieza.
- Cumplir las normas de seguridad.
- Respetar y cumplir las normas medioambientales.

La duración de cada sesión en el aula-taller se llevará a cabo en sesiones de 2 horas consecutivas ya que los alumnos necesitan de un tiempo para cambiarse de ropa, ponerse el buzo y botas de seguridad, limpiarse y asearse después de terminar la sesión, deben de limpiar y ordenar su puesto de trabajo, además hay que considerar que disponen de clases posteriores con lo cual tienen que dejar de realizar su trabajo unos minutos antes de la hora de salida. Todas estas acciones reducen el tiempo útil de ejecución en su puesto, con lo que si a 1 hora se resta este tiempo necesario de preparación, orden y limpieza resultaría un espacio de tiempo excesivamente pequeño.

También cabe señalar que el comienzo de los trabajos y acceso a esta aula-taller se llevará a cabo unas semanas después de haber comenzado el curso académico y las clases teóricas, en el mes de noviembre, por tres motivos principales que detallamos. El primero, es que los alumnos antes de comenzar a hacer uso de los motores y sus piezas necesitan saber unos conocimientos básicos y elementales para así posteriormente poder reconocer y aplicar lo aprendido. Segundo, con el transcurso de los días y semanas iniciales se llevará a cabo una selección de los alumnos de la clase, ya que algunos abandonan el ciclo por distintos motivos, con esto conseguiremos que los grupos no tengan que rehacerse y verse sometidos a modificaciones. Por último, es aconsejable que tengan cierta relación anterior y conocerse entre ellos antes de llevar a cabo ciertos trabajos con máquinas y herramientas.

Aquí el aprendizaje y manejo de los MCIA se llevará a cabo principalmente de forma conjunta en grupos de 2-3 alumnos, por tanto, cada grupo dispondrá de un motor completo sobre el cual van a tener que trabajar y llevar a cabo las indicaciones del profesor. Según la mayoría de los estudios relacionados con el aprendizaje una persona cuando más aprende y asimila conocimientos es cuando está explicando y hablando a otra, por tanto, el ubicar a varias personas en un grupo permite que entre ellas hablen y aporten sus conocimientos, así como ayudar a que avancen los trabajos sin demora, por

ejemplo, en el caso de ausencias a clase anteriores de algún otro miembro del grupo.

De forma resumida y generalizada las actividades que van a tener que desarrollar a lo largo del curso estos grupos son desmontaje, marcado y ubicación, mediciones, comprobaciones y montaje de los motores mediante el uso de las herramientas e instrumentos necesarios.

4.5.2.3. Banco de ensayos

Con este equipo ubicado en el aula-taller se pretende que los alumnos de forma individual puedan comprobar el funcionamiento y llevar a cabo las prácticas de las curvas características de un motor. Se propone que cada alumno utilice a lo largo del curso durante un periodo aproximado de 30 minutos, pueda manejar y comprobar los datos y parámetros de un motor de combustión interna real.

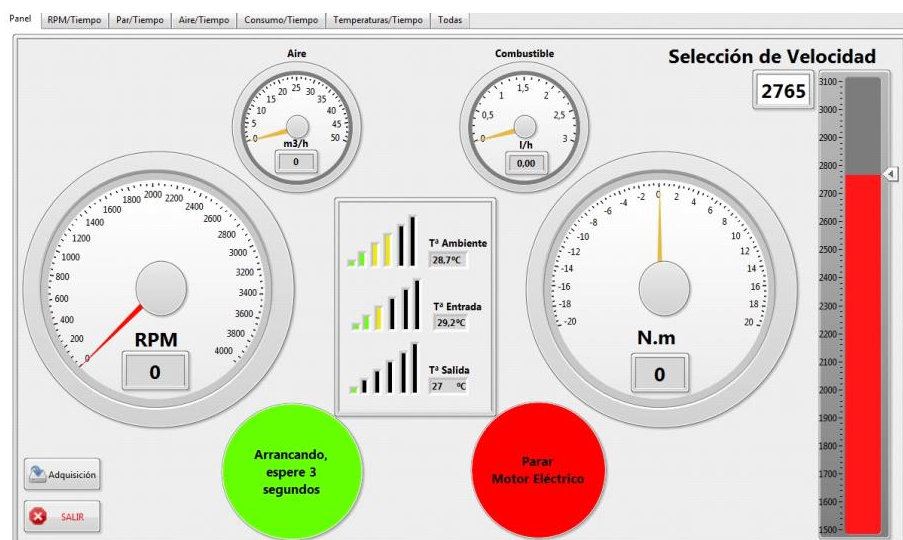


Figura 28. Parámetros puntos de control. Fuente: <http://dikoin.com/>

En este equipo didáctico se podrán comprobar los siguientes parámetros y curvas de acuerdo a las condiciones de marcha seleccionados:

- Par motor – Velocidad de giro.
- Potencia al freno – Velocidad de giro.
- Temperatura – Velocidad de giro.
- Relación aire/combustible – Velocidad de giro.
- Consumo específico de combustible – Velocidad de giro.

Velocidad de giro (rpm)	Par (Nm)	Potencia (W)	Combustible (l/h)	Aire (m ³ /h)	Consumo específico (g/kWh)	Aire/combustible	T _a humos	T _a ambiente	T _a entrada
1865,2	10	1953,3	1	24,1	352,7	24,1	577,7	27,7	31,6
2058,3	10,4	2248,8	1	22,6	331,9	22,6	599,7	27,7	31,9
2266,5	10,5	2497,9	1,1	20,5	329,7	20,5	623,4	27,7	30,9
2472,6	10,4	2681,1	1,3	18,1	362,2	18,1	616,9	27,8	31,3
2672,2	10,4	2919,2	1,4	18	341,7	18	680,9	27,7	32,4
2880,7	10,2	3086,8	1,5	16,9	356,8	16,9	675,6	27,8	32,1
3084	10,3	3329,8	1,5	17,5	333,9	17,5	663	27,8	32,9
3288,9	10,3	3530,6	1,5	18,1	314,9	18,1	681,7	27,8	31,8
3495	9,3	3420,3	1,6	17,4	336,8	17,4	650	27,8	31,8
3694,6	6,8	2629,6	1,4	18,7	388,1	18,7	619,1	27,8	35

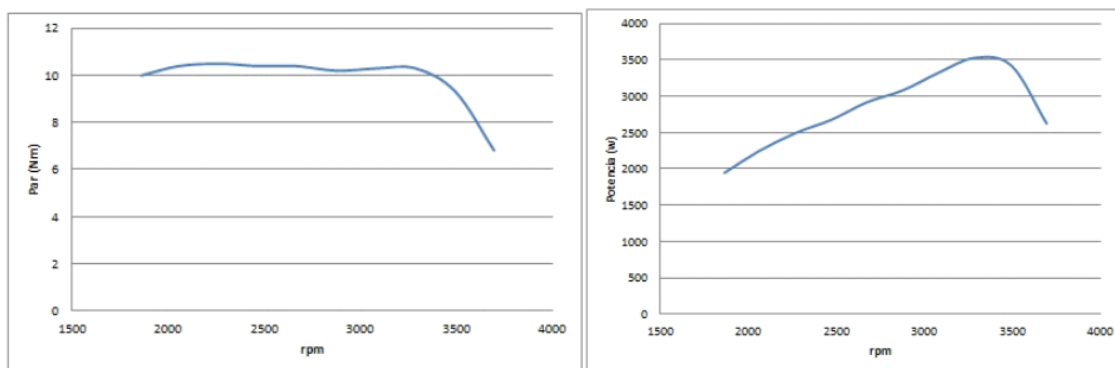


Figura 29. Recogida de datos y curvas características. Fuente: <http://dikoin.com/>

4.5.3. Documentación y apuntes

Los alumnos van disponer en soporte informático de la documentación con los contenidos y temas que se van a impartir a lo largo del curso. Documentación que será clasificada en carpetas y archivos formando las unidades didácticas que a su vez incorporan los distintos capítulos correspondientes al total de las evaluaciones del curso académico. Los apuntes serán propios y realizados por el profesor, donde la información será recogida de numerosas fuentes de información bien libros impresos, libros digitales, manuales, web de fabricantes y constructores, webs didácticas, videos, imágenes, fotografías, etc., realizados a medida de acuerdo a la programación establecida. Los apuntes facilitados serán la base de la materia sobre la cual los alumnos serán evaluados en las pruebas escritas.

Además de los apuntes, a los alumnos se les entregará durante el curso diferentes fichas de trabajos que tendrán que cumplimentar y rellenar según vayan llevando a cabo las tareas prácticas del taller, en la sección de anexos se detallan las fichas de trabajo. Estas fichas de trabajo son de gran importancia para la evaluación del alumno, ya que el uso y manejo de las mismas aporta unos hábitos y costumbres de gran utilidad para su futuro laboral en las empresas, las cuales por diferentes motivos llevan a cabo y exigen este tipo de acciones a sus empleados de manera que los trabajos y procesos queden siempre reflejados por escrito y posteriormente archivados.

También y con el propósito de fomentar y favorecer la asistencia a clase, cuando el profesor lo estime oportuno, podrá introducir información adicional independiente de la documentación y apuntes estipulados iniciales, la cual será anotada por los alumnos y ser susceptible de evaluación.

4.5.4. Visitas empresas y charla técnica

Aquí vamos a describir otras actividades complementarias y consideradas dentro del método de aprendizaje propuesto, estas actividades generan gran motivación e interés en el alumnado y por tanto se consideran también muy importantes. Se aconseja que se ejecuten una vez pasado la mitad del curso para que el alumno ya tenga algunos conocimientos mínimos necesarios para poder entender lo que van a presenciar en los distintos lugares.

Se propone durante el curso dos visitas a empresas del sector relacionadas con lo que están aprendiendo, visitas organizadas por el profesor coordinando con la empresa y dirección del centro, estableciendo fecha dentro del horario lectivo, número de alumnos (posibilidad de juntar varios grupos), modo de transporte y propósito de la visita. La duración estimada de estas vistas fuera del centro es de una jornada completa 6 horas, cada una de ellas, considerando el desplazamiento, descanso y la estancia en la empresa con las respectivas explicaciones.

Una de las empresas de gran interés recomendada para ser visitada es Mindasa (Mecanización Industrial Astillero), ubicada en Guarnizo (Cantabria) y dedicada al mecanizado y fabricación para el sector industrial, la reparación y fabricación de componentes de motores para el sector naval, la reparación y

mantenimiento de plantas de cogeneración, el mecanizado in-situ, y el mantenimiento mecánico tanto preventivo como predictivo (Mindasa, 2018). Aquí los alumnos tienen la oportunidad de ver realmente cómo se fabrican algunas de las piezas que forman los motores, y principalmente la reparación y mantenimiento de otras con las máquinas-herramientas adecuadas.



Figura 30. Sede de Mindasa. Fuente: <http://www.mindasa.es/>

La otra opción recomendada, y ya que los alumnos teóricamente van a desarrollar su profesión en el mundo marítimo, es llevar a cabo una visita a los Astilleros de Zamakona en Santurce (Vizcaya). Astillero que repara y construye buques mercantes y pesqueros (Zamakona Yards, 2015), el propósito es enseñar a los alumnos un buque de nueva construcción visitando todos los espacios disponibles dentro del mismo. Destacando las zonas de acomodación de la tripulación (camarotes, salones, cocina, etc.), puente de gobierno, zona de carga y sala de máquinas, dentro de la cual podrán observar realmente la planta de propulsión, motores y otras máquinas/elementos encargados de suministrar la energía necesaria y servicios al buque. Es aquí donde pueden verse en un futuro próximo y por tanto el contacto con personas del este sector les anima y motiva para continuar con sus estudios.



Figura 31. Astilleros de Zamakona (Santurce). Fuente: <http://www.zamakonayards.com/>

Además de las visitas señaladas, también es conveniente y de gran aceptación por los alumnos que alguna empresa se acerque al centro para impartir una charla técnica en horario lectivo, el tiempo estimado para esta actividad es de 3 horas, y se recomienda como mínimo una vez durante el transcurso del curso realiza este tipo de actividad. En nuestro caso se ha seleccionado el grupo internacional Wärtsilä, empresa de ámbito mundial dedicada a la fabricación y venta de numerosos productos relacionados con el sector energético y marino (Wärtsilä, 2018). Dentro de sus productos es un importante fabricante de motores de mediana y gran potencia al más alto nivel de diseño e tecnología, por esto es interesante para los alumnos conocer las últimas novedades del uso de combustibles y así ampliar conocimientos respecto a los MCIA con el uso de estos combustibles. La planta que dispone el grupo Wärtsilä en la localidad de Bermeo (Vizcaya) se llevan a cabo labores de I+D+I de sus motores, con lo cual el personal técnico se ofrecerá para realizar una charla con su correspondiente presentación en nuestro centro de Cantabria.



Figura 32. Motor Wärtsilä dual-fuel

Fuente: <http://gcaptain.com/wartsila-new-46df-dual-fuel-engine/>

4.6. SISTEMA DE EVALUACIÓN

El Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo afirma que la evaluación se realizará tomando como referencia los objetivos, expresados en resultados de aprendizaje, los criterios de evaluación y los objetivos generales del ciclo formativo. La calificación del módulo será numérica, entre 1 y 10, sin decimales, se consideran positivas las puntuaciones iguales o superiores a 5 puntos.

4.6.1. Evaluaciones del curso

La evaluación se concretará con determinadas acciones planificadas a las que corresponderán unos criterios y finalidades precisos. Los alumnos conocerán desde el primer momento, tanto el sistema de evaluación previsto como los criterios de evaluación que serán tenidos en cuenta para la superación de esta parte del módulo correspondiente a los contenidos relacionados con los MCIA. Así, la primera sesión de clase se dedicará a dar a conocer a los alumnos todo lo relacionado con el sistema de evaluación programado y requerido durante el curso.

La evaluación del curso académico conlleva tres intervalos de tiempo definidos dando lugar a 1ª evaluación (septiembre-diciembre), 2ª evaluación (enero-marzo) y 3ª evaluación (abril-junio). La calificación final del curso será la media ponderada entre las tres evaluaciones realizadas teniendo en cuenta la nota correspondiente obtenida en cada evaluación. De manera que la nota de la 1ª evaluación tendrá una ponderación del 45% de la calificación total del módulo, la nota de la 2ª evaluación tendrá una ponderación del 35% del total del módulo del curso y la nota de la 3ª evaluación tendrá una ponderación del 20% del total del módulo del curso. Esta diferencia de porcentajes entre evaluaciones es debido a que la carga horaria es diferente en cada una de las mismas, siendo proporcionales los parámetros señalados. No obstante, para poder realizarse la media entre las evaluaciones, la nota de cada evaluación tendrá que ser igual ó superior al valor 3.

4.6.2. Conceptos y criterios de evaluación

Cada una de las evaluaciones va a disponer de una valoración de las capacidades procedimentales y conceptuales que darán lugar a la nota final obtenida por cada alumno. Siendo un Ciclo de Grado Medio hay que tener presente que algunos de los alumnos proceden de una etapa y exigencia educativa bastante escasa y deficiente y poco acostumbrados a adquirir ciertos hábitos de estudio, con lo que se aconseja tener en cuenta otros aspectos de valoración a los puramente teóricos académicos. Por esto se tendrán en cuenta los siguientes conceptos: prueba escrita, cumplimentación de fichas del aula-taller, actitud y disposición, y por último la ejecución y presentación de un trabajo en grupo.

La prueba escrita, que se realizará en la última semana de cada evaluación, consiste en contestar un documento con 25 preguntas sobre todo lo tratado en las clases teóricas y prácticas. Preguntas de distinta índole haciendo que el alumno muestre su conocimiento contestando a preguntas que necesitan de repuestas puramente memorizadas, respuestas que necesitan de un entendimiento y análisis, respuestas que requieren gráficos y/o dibujos, respuestas tipo test de elección múltiple, repuestas tipo test de verdadero/falso y otras respuestas necesitan de una aplicación práctica. Así se facilita de alguna manera que los alumnos no queden en desventaja si se ven con dificultad en algunos de los formatos propuestos, teniendo otras preguntas con formatos más adecuados a sus habilidades y características. En el Anexo I se adjunta un documento a modo de ejemplo de una prueba escrita.

Las fichas del aula-taller son el medio principal de evaluación cuando los alumnos estén presentes en estas sesiones. En ellas reflejarán por escrito, de forma individual, los trabajos realizados en su grupo rellenando los puntos solicitados y requeridos. Se entregarán en la última semana de cada evaluación y tendrá en cuenta todos los datos escritos, así como el grado de cumplimiento de cada ficha. En el Anexo II se adjuntan los modelos mencionados.

La actitud de la persona es muy importante y estará sometida también a evaluación, el entorno laboral necesita de una buena actitud y disposición independientemente de los conocimientos de cada una de ellas, de hecho, las empresas cada día tienen más en cuenta esta característica. En este concepto se tendrán en cuenta, entre otros, los siguientes puntos principales: faltas de asistencia, justificación de faltas, si lleva a cabo actividades laborales u otras fuera del centro, disposición y atención en clase, comportamiento con el resto de los compañeros, esfuerzo, educación, orden y limpieza de sus trabajos.

En la 3ª evaluación con el objetivo de utilizar los medios de búsqueda e información y conseguir una exposición en público, se solicitará en grupos de 2-3 alumnos un trabajo en Word de 30 páginas con un formato señalado y una posterior presentación oral del trabajo con apoyo del programa informático Power Point. El tema a elaborar será elegido por el profesor relacionado con un tema técnico sobre MCIA, ó bien aprovechando alguna de las visitas realizadas a alguna de las empresas se podrá solicitar el trabajo sobre dicha visita. En

este caso se valorarán tanto el trabajo escrito como la exposición oral, del documento escrito se valorará el grado de cumplimiento de los requisitos exigidos, orden de su contenido y grado de complejidad técnica. De la exposición oral se tendrán en cuenta los siguientes aspectos principales: originalidad de la presentación, dominio del tema, expresión oral, claridad de la explicación y presencia física.

La ponderación de los conceptos viene detallada por evaluación en la siguiente tabla:

	Prueba escrita	Fichas	Trabajo	Actitud
	Aula-taller			
1ª Evaluación	60%	20%		20%
2ª Evaluación	60%	20%		20%
3ª Evaluación		20%	60%	20%

Además, el profesor si lo estima oportuno y de manera extraordinaria con el fin de ayudar a algún alumno a subir su nota, podrá de forma consensuada y con carácter optativo mandar la elaboración de algún trabajo complementario a definir en forma y contenido durante el avance del curso.

Como exigencia propuesta, la nota obtenida en la prueba escrita para poder a realizar la media con el resto de los conceptos en esa evaluación no podrá ser inferior al valor 3, y por tanto tendrá esa evaluación pendiente sin tener opción además de hacer media con el resto de evaluaciones del curso académico. Con el propósito de favorecer la asistencia, el alumno que no asista a clase y por tanto no realice las fichas de prácticas obtendrá un valor nulo en dicho concepto.

El alumno deberá asistir al 80% de las horas lectivas de que consta el módulo para tener derecho a examinarse por evaluaciones, en caso de incumplimiento sólo podrá presentarse a las dos convocatorias que dispone en el mes de junio, o en su caso a las convocatorias del curso siguiente, en cualquier caso, todo ello bajo criterio del profesor. Si las faltas están debidamente justificadas no se tendrá en consideración esta norma. Cuando las faltas de asistencia impidan al alumno su participación en actividades en las que se desarrollen contenidos procedimentales y/o prácticas de aula, el profesor podrá exigir al alumno la realización de trabajos y/o tareas específicas.

5. CONCLUSIONES

Por último, en este apartado se pretende finalizar el Trabajo Fin de Máster presentado en este documento. Inicialmente, cabe mencionar el deseo de haber cumplido con los requisitos establecidos por La Facultad de Educación de la Universidad de Cantabria para una ejecución correcta del mismo. Además, tengo que agradecer al Director D. José Ángel Mier el trato personal recibido y las facilidades prestadas en la gestión directiva del mismo, así como no puedo olvidarme de algunos docentes del curso correspondiente al Máster de los cuales he aprendido y me han aportado algunas ideas nuevas e interesantes durante el transcurso de las clases presenciales.

Se obtienen algunas conclusiones del trabajo realizado señalando principalmente las siguientes, para aquel docente que se disponga a impartir los contenidos relacionados con los MCIA del Ciclo Formativo de Grado Medio de la especialidad profesional Marítimo Pesquera en Técnico en Mantenimiento y Control de la Maquinaria de Buques y Embarcaciones, el seguimiento y cumplimiento de esta propuesta será adecuada para conseguir un correcto aprendizaje de los alumnos. Los motivos principales son los distintos métodos de enseñanza-aprendizaje planteados, la considerable carga horaria dedicada a realizar trabajos prácticos en taller, las distintas actividades grupales propuestas, el trabajo de investigación que tienen que realizar, las motivadoras actividades extraescolares y el manejo de equipos exclusivamente diseñados para el aprendizaje.

Otra de las conclusiones que se obtiene es que este documento también se hace válido para aplicar en cualquier curso de Educación Secundaria, Ciclos Formativos de otras familias e incluso Estudios Universitarios en los que se imparta temas relacionados de MCIA. Sí que será necesario, principalmente, adecuar el grado de concreción y complejidad de las unidades didácticas atendiendo al nivel exigido.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, O. 1967. Motores Diesel. Ed. Gustavo Gili, S.A. Barcelona
- Alonso, J.M. 2003. Técnicas del automóvil, Motores. Ed. Thomson. ISBN: 84-9732-106-5
- Ausejo, E., Amengual, R.R, Real Academia de Ingeniería (Espanya), Institución Fernando el Católico. 2011. El Ochocientos: pensamiento, profesiones y sociedad. Ed. Manuel Silva Suárez, Silva Suárez Silva. ISBN: 8478209204, 9788478209200
- BOE. 2012. Real Decreto 1072/2012, de 13 de julio, por el que se establece el título de Técnico en Mantenimiento y Control de la Maquinaria de Buques y Embarcaciones. Boletín Oficial del Estado A-2012-10864, Núm. 195, 15 de agosto de 2012, Sec. I, Pág. 58393-58477
- BOC. 2015. Orden ECD/67/2015, de 19 de mayo, que establece el currículo del ciclo formativo de Grado Medio correspondiente al título de Técnico en Mantenimiento y Control de la Maquinaria de Buques y Embarcaciones en la Comunidad Autónoma de Cantabria. BOC Núm. 100
- BOE. 2011. Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo. Boletín Oficial del Estado núm. 182, de 30 de julio de 2011, páginas 86766 a 86800
- Conesa, J.A. 2011. Motor de combustión interna. [Documento web]. Disponible en:
<http://kimerius.com/app/download/5783857246/Motor+de+combusti%C3%B3n+interna.pdf>
- Diccionario de física. 1998. Oxford University Press. Ed.Complutense S.A. ISBN: 978-84-7491-8106. [Documento web]. Disponible en:
<https://books.google.es/books?id=6sCJtviewgu8C&pg=PA349&dq=Rudolf+Diesel+que+invent%C3%B3+un+propulsor+de+autoignici%C3%B3n&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjMjISX7dDbAhVJKsAKHU90AkkQ6AEIKDAA>
- Gay, A. 2004. El diseño industrial en la historia. Ed. Tec. ISBN: 987215970X, 9789872159702
- Guerber, R. 1973. Motor Diesel. Ed. Gustavo Gili, S.A. ISBN: 84-252-0325-2

- Johnson, Steven. 2010. Las buenas ideas: una historia natural de la innovación. Ed. Turner publicaciones. ISBN: 978-84-7506-89-1. [Documento web]. Disponible en:
https://books.google.es/books?id=kl8Mh2bv18EC&pg=PA282&dq=Wilhelm+Maybach+pero+sobre+una+motocicleta,&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjlvPmx69DbAhWJesAKHXQ_CqoQ6AEIKDAA
- Pardiñas, J. 2012. Inyección diesel IV. Ed. Editex. ISBN: 978-84-9003-420-0. [Documento web]. Disponible en:
https://books.google.es/books?id=POH2AwAAQBAJ&pg=PA426&dq=En+la+actualidad+el+sistema+m%C3%A1s+utilizado+es+el+denominado+inyecci%C3%B3n+por+presi%C3%B3n+hidr%C3%A1ulica+del+combustible&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwik2afC_dDbAhWrAcAKHbCJCVoQ6AEIKDAA
- Pardiñas, J. 2012. El turbocompresor y otros sobrealimentadores. Ed. Editex. ISBN: 978-84-9003-421-7. [Documento web]. Disponible en:
https://books.google.es/books?id=lvDitKKl1SAC&pg=PA532&dq=turbocompresor&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj5iczW_9DbAhWHOsAKHTeADXcQ6AEILTAB
- Pascual Doménech, P. y Fernández Pérez, P. 2007. Del metal al motor: innovación y atraso en la historia de la industria metal-mecánica española. Ed. Fundación BBVA. ISBN: 97-84-96515-32-1. [Documento web]. Disponible en:
https://elpais.com/diario/2010/07/02/tentaciones/1278094976_850215.html
- Rao, J.S. 2011. History of Rotating Machinery Dynamics. ISBN: 978-94-007-1165-5
- Sanz, A. 1986. Tecnología automoción 4. Ed. Edebé. ISBN: 84-236-1582-0
- Schvab, L. 2011. Máquinas y herramientas. Capítulos 1, 2, 3 y 4. [Documento web]. Disponible en:
<http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/maquinas-y-herramientas.pdf>
- Thomas, A. 1982. Motores y Máquinas. Manual del ingeniero, Vol. VIII. Ed. Urmo, S.A. ISBN: 84-314-0141-9
- Wikipedia. 2018. Refrigeración en motores de combustión interna. [Documento web]. Disponible en:
https://es.wikipedia.org/wiki/Refrigeraci%C3%B3n_en_motores_de_combusti%C3%B3n_interna

Webgrafía

- Dikoin. 2018. (Dikoin Ingeniería S.L.). Disponible en: <http://dikoin.com/>
- Mindasa. 2018. (Mecanización Industrial Astillero S.A.). Disponible en: <http://www.mindasa.es/>
- PatiodeAutos. 2018. (PatiodeAutos). Disponible en: <https://patiodeautos.com/>
- PC Maritime. 2018. (PC Maritime Marine Software & and Electronic Charts). Disponible en: <http://www.pcmaritime.com/>
- Wärtsilä. 2018. (Wärtsilä - Enabling sustainable societies with smart technology). Disponible en: <https://www.wartsila.com/>
- Zamakona Yards. 2015. (Astilleros de Zamakona). Disponible en: <http://www.zamakonayards.com/>

7. ANEXOS

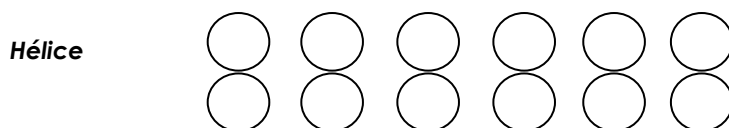
7.1. ANEXO I

	<u>Prueba escrita</u>	
---	--	---

- 1º- Qué función principal tiene el adelanto de la apertura de la válvula de escape
- 2º- Define qué es transformación adiabática y transformación isotérmica en el ciclo termodinámico
- 3º- Diferencia entre presión absoluta, presión manométrica y presión atmosférica
- 4º- En un ciclo ideal de un motor de explosión 4T, si hablamos de la temperatura señala la/s respuesta correcta
 - ☐ Aumenta en la fase de combustión
 - ☐ Disminuye en la fase de expansión
 - ☐ Aumenta en la fase de compresión
 - ☐ La temperatura es igual en todo el ciclo termodinámico
- 5º- Explica las fuerzas que ejerce el pistón sobre la camisa de un motor en cada fase, te puedes ayudar de dibujos para su entendimiento
- 6º- Realiza un dibujo de la sección de un motor de 2T explosión señalando las partes más importantes
- 7º- Cómo se denominan las válvulas ubicadas en las tapas del cárter de un motor, y qué función tienen
- 8º- Numera 4 factores que intervienen en el desgaste de la camisa de un motor
- 9º- Por qué 2 motivos principales el ángulo (respecto a la línea horizontal) de la válvula de escape es mayor que en la válvula de admisión
- 10º- Explica 3 motivos por los cuales se construyen huecos los pistones
- 11º- Cuando el sistema de arranque de un motor se lleva por arranque al interior de los cilindros, cuántos grados aproximadamente del giro del cigüeñal actúa en aire

12º- Explica qué es densidad, volatilidad y viscosidad de un combustible

13º- En un buque como se identifican/numeran los cilindros de un motor 12V, vista en planta de los cilindros



14º- Qué es el frente de llama de un motor, numera las partes principales de la cámara de combustión de un motor con frente de llama

15º- Qué quiere decir que la combustión está centrada

16º- Diferencia entre el índice de octano e índice de cetano

17º- Qué ocurre si se aumenta el número de revoluciones de un motor Diesel, señala la/s respuesta correcta

- ☐ aumenta el ángulo de combustión
- ☐ disminuye la turbulencia
- ☐ aumenta el ángulo de retraso al encendido

18º- Numera las fases de la combustión de un motor Diesel y las fases de la combustión de un motor de Explosión

19º- La deflagración corresponde a una combustión normal

- ☐ Sí
- ☐ No

20º- Explica 3 motivos en el proceso de la combustión que originan pérdidas de calor

21º- Explica qué es la detonación en un motor Diesel, nombra 3 motivos que pueden originar la detonación

22º- Explica qué es el retraso físico y el retraso químico cuando hablamos del retraso al encendido del gasoil

23º- Cómo afecta al encendido de gasoil el aumento de la relación de compresión en un motor

24º- Un exceso de refrigeración cómo afecta al retraso al encendido del gasoil

25º- Señala una respuesta correcta si definimos el concepto de combustión de un combustible

- ☐ Es una reacción química exotérmica
- ☐ Es una reacción física endotérmica
- ☐ Es una reacción física exotérmica
- ☐ Es una mezcla física exotérmica

7.2. ANEXO II

 UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Trabajos en culata	 FACULTAD de EDUCACIÓN UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
--	---------------------------	---

NOMBRE:

Curso:

Fecha:

MOTOR:

Planicidad:

Altura:

Diámetro vástago válvula (nominal):

	Excéntric.	Asiento Estanq.	Ø Vástago1 (L/T)	Ø Vástago2 (L/T)	Ø Vástago3 (L/T)	Altura quemada
Válvula escape nº1			/	/	/	
Válvula admisión nº1			/	/	/	
Válvula escape nº2			/	/	/	
Válvula admisión nº2			/	/	/	
Válvula escape nº3			/	/	/	
Válvula admisión nº3			/	/	/	
Válvula escape nº4			/	/	/	
Válvula admisión nº4			/	/	/	

	VE nº1 (S/I)	VA nº1 (S/I)	VE nº2 (S/I)	VA nº2 (S/I)	VE nº3 (S/I)	VA nº3 (S/I)	VE nº4 (S/I)	VA nº4 (S/I)
Ø Guía de válvula	/	/	/	/	/	/	/	/

Eje de levas

Diámetro eje (nominal):

	nº1	nº2	nº3	nº4	nº5
Excentricidad apoyos					
Ø Cojinete (3 mediciones)	/	/	/	/	/
Alzada leva admisión					
Alzada leva escape					

 UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Trabajos en pistón	 FACULTAD de EDUCACIÓN UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
--	---------------------------	---

NOMBRE:

Curso:

Fecha:

MOTOR:

Altura pistón:

Diámetro bulón (nominal):

	Diámetro 1 (L/T)	Diámetro 2 (L/T)	Diámetro 3 (L/T)	Máx. conicidad	Máx. ovalidad
Pistón nº1	/	/	/		
Pistón nº2	/	/	/		
Pistón nº3	/	/	/		
Pistón nº4	/	/	/		

	Altura	Holgura cajera	Holgura puntas
Pistón nº1			
1º aro compresión			
2º aro compresión			
Aro rascador			
Pistón nº2			
1º aro compresión			
2º aro compresión			
Aro rascador			
Pistón nº3:			
1º aro compresión			
2º aro compresión			
Aro rascador			
Pistón nº4			
1º aro compresión			
2º aro compresión			
Aro rascador			

	Ø Izquierda	Ø Centro	Ø Derecha
Bulón nº1			
Bulón nº2			
Bulón nº3			
Bulón nº4			

 UC UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Trabajos en cigüeña	 FACULTAD de EDUCACIÓN UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
---	----------------------------	---

NOMBRE: _____ Curso: _____ Fecha: _____

MOTOR: _____

Sentido de giro:

Temperatura medición °C:

Motor conectado/embragado: sí ☐ no ☐

Juego axial:

	Muñón nº1	Muñón nº2	Muñón nº3	Muñón nº4	Muñón nº5
Excentricidad					

	Espesor cojinete superior (3 mediciones)		Espesor cojinete inferior (3 mediciones)	
Cojinete nº1	/	/	/	/
Cojinete nº2	/	/	/	/
Cojinete nº3	/	/	/	/
Cojinete nº4	/	/	/	/
Cojinete nº5	/	/	/	/

	Cigüeña nº1	Cigüeña nº2	Cigüeña nº3	Cigüeña nº4
Diámetro muñequilla				

	Arriba (2 medidas)	Izquierda	Abajo	Derecha	Diferencia vertical	Diferencia horizontal
Flexiones cigüeña nº1 (Visto desde el volante)	/					
Flexiones cigüeña nº2 (Visto desde el volante)	/					
Flexiones cigüeña nº3 (Visto desde el volante)	/					
Flexiones cigüeña nº4 (Visto desde el volante)	/					

 UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Trabajos en biela	 FACULTAD de EDUCACIÓN UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
---	--------------------------	--

NOMBRE:

Curso:

Fecha:

MOTOR:

	Espesor cojinete superior (3 mediciones)		Espesor cojinete inferior (3 mediciones)		Huelgo con el brazo
Cabeza biela nº1	/	/	/	/	
Cabeza biela nº2	/	/	/	/	
Cabeza biela nº3	/	/	/	/	
Cabeza biela nº4	/	/	/	/	

	Diámetro cojinete (3 mediciones)	
Pie biela nº1	/	/
Pie biela nº2	/	/
Pie biela nº3	/	/
Pie biela nº4	/	/

 UNIVERSIDAD DE CANTABRIA	Trabajos en cilindro/camisa	 FACULTAD de EDUCACIÓN UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
---	------------------------------------	--

NOMBRE:

Curso:

Fecha:

MOTOR:

Altura Camisa:

Diámetro camisa (nominal):

	Diámetro 1 (L/T)	Diámetro 2 (L/T)	Diámetro 3 (L/T)	Máx. conicidad	Máx. ovalidad
Cilindro nº1	/	/	/		
Cilindro nº2	/	/	/		
Cilindro nº3	/	/	/		
Cilindro nº4	/	/	/		

	<u>Ficha de procesos</u>	
---	---------------------------------	---

NOMBRE:

Curso:

Fecha:

MOTOR / ELEMENTO:

Proceso desmontaje/montaje

1º-

2º-

3º-

4º-

5º-

6º-

7º-

8º-

9º-

10º-

Herramientas utilizadas

Funcionamiento /Esquema

Equipos de Protección Individual (EPIs)

Tiempo empleado: (horas)

Ficha de medición: Sí ☐ No ☐

7.1. ANEXO III

7.1.1. Competencias propias del Ciclo Formativo de Grado Medio de Formación Profesional

El Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo, establece las siguientes competencias propias correspondientes a los Ciclos Formativos de Grado Medio.

1. Aplicar técnicas y conocimientos de diferentes ámbitos de conocimiento en un campo profesional especializado.
2. Resolver problemas y contingencias de forma creativa e innovadora dentro del ámbito de su competencia, identificando las causas que los provocan.
3. Supervisar el trabajo rutinario de otras personas asumiendo la responsabilidad necesaria para la evaluación y la mejora de procesos y procedimientos de trabajo, que garanticen la calidad del producto o servicio.
4. Adaptarse a las nuevas situaciones laborales originadas por cambios tecnológicos y organizativos en los procesos productivos, actualizando sus conocimientos utilizando los recursos existentes para el aprendizaje a lo largo de la vida, especialmente las tecnologías de la información y la comunicación.
5. Realizar y organizar con responsabilidad y autonomía el trabajo asignado en el ámbito de su competencia, cooperando o trabajando en equipo con otros profesionales en el entorno de trabajo.
6. Comunicarse eficazmente, respetando la autonomía y competencia de las distintas personas que intervienen en el ámbito de su trabajo, para mejorar la calidad del trabajo y producto o servicio realizado.
7. Aplicar los protocolos y las medidas preventivas de riesgos laborales y protección ambiental durante el proceso productivo, para evitar daños en las personas y en el entorno laboral y ambiental.
8. Realizar la gestión básica para la creación y funcionamiento de una pequeña empresa y tener iniciativa en su actividad profesional.
9. Ejercer los derechos y las obligaciones derivadas de la actividad profesional, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente, participando activamente en la vida económica, social y cultural.

7.1.2. Competencias profesionales, personales y sociales.

Las competencias asignadas una vez superados los requisitos de evaluación respecto a los MCIA de la planta propulsora de buques y embarcaciones, según el Real Decreto 1072/2012, de 13 de julio, son las que se relacionan a continuación:

1. Preparar la planta propulsora del buque, las máquinas y los sistemas auxiliares para el arranque y el funcionamiento en condiciones de seguridad, según las condiciones de travesía previstas.
2. Controlar el funcionamiento de la planta propulsora del buque y de los motores auxiliares durante las maniobras.
3. Ejercer la responsabilidad como oficial de guardia en la máquina, tanto en la mar como en puerto, de acuerdo con los Códigos del STCW y STCW-f.
4. Cumplir los planes de mantenimiento preventivo de las máquinas y los equipos de la planta propulsora, aplicando las técnicas y los procedimientos establecidos, para asegurar su funcionamiento eficiente durante la travesía.
5. Diagnosticar y reparar, a su nivel, las averías y las disfunciones de las máquinas y los equipos de la planta propulsora, la cubierta y el parque de pesca, utilizando las técnicas, los procedimientos y los medios establecidos y restableciendo su funcionalidad según las condiciones de navegación y la legislación establecida.
6. Verificar y mantener los sistemas automáticos de regulación y control instalados en el buque, analizando las instalaciones y aplicando las técnicas y los procedimientos, a partir de los planes de mantenimiento, para que desarrollen un funcionamiento eficiente.
7. Adaptarse a las nuevas situaciones laborales originadas por cambios tecnológicos y organizativos en los procesos productivos, actualizando sus conocimientos, utilizando los recursos existentes para el aprendizaje a lo largo de la vida y las tecnologías de la información y la comunicación.
8. Actuar con responsabilidad y autonomía en el ámbito de su competencia, organizando y desarrollando el trabajo asignado, cooperando o trabajando en equipo con otros profesionales en el entorno de trabajo.
9. Resolver de forma responsable las incidencias relativas a su actividad, identificando las causas que las provocan, dentro del ámbito de su competencia y autonomía.

10. Comunicarse eficazmente, respetando la autonomía y competencia de las distintas personas que intervienen en el ámbito de su trabajo.
11. Aplicar los protocolos y las medidas preventivas de riesgos laborales y protección ambiental durante el proceso productivo, para evitar daños en las personas y en el entorno laboral y ambiental.
12. Aplicar procedimientos de calidad, de accesibilidad universal y de «diseño para todos» en las actividades profesionales incluidas en los procesos de producción o prestación de servicios.
13. Realizar la gestión básica para la creación y funcionamiento de una pequeña empresa y tener iniciativa en su actividad profesional.
14. Ejercer sus derechos y cumplir con las obligaciones derivadas de su actividad profesional, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente, participando activamente en la vida económica, social y cultural.