



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Buenos Aires



INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA NAVAL (U 02-1023)

TRABAJO PRÁCTICO Nº6

PROPULSIÓN

PROFESOR: M. ING. NANCY FIGUEROA

A.T.P. : ING. ENRIQUE MASSI

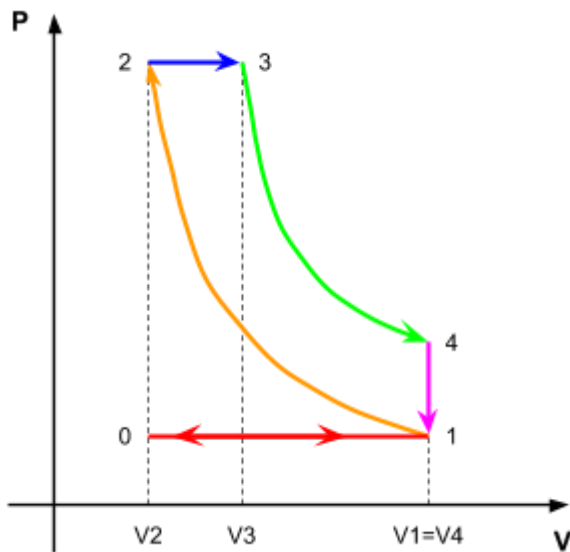
ALUMNO: MARCIO SALNISKY

CURSO: U1091

PROPULSIÓN

1. Dibuje un diagrama PV de Ciclo Diesel y describa las transformaciones.

Rta:



- 0-1: Admisión a presión cte.(introducción de la carga de aire fresco).
- 1-2: Compresión isentrópica.
- 2-3: Combustión, aporte de calor a presión cte.. En esta parte del ciclo es inyectado el combustible pulverizado.
- 3-4: Carrera útil, expansión isentrópica. Es la parte del ciclo que entrega trabajo.
- 4-1: Escape, cesión del calor residual al ambiente a volumen cte.
- 1-0: Escape, la cámara se vacía a presión cte.(renovación de la carga de aire).

2. ¿Cuáles son las características termodinámicas que diferencian a los ciclos Otto y Diesel?

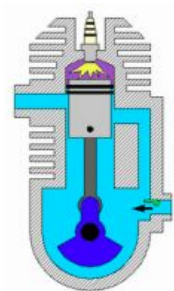
Rta:

La gran diferencia entre estos 2 ciclos está en las características en las que se realiza la combustión. En el ciclo Otto la combustión se produce a **volumen** constante, mientras que en el ciclo Diesel esta es a **presión** constante.

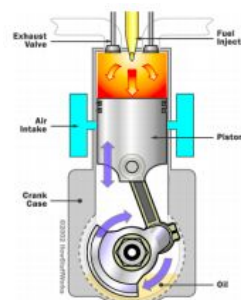
3. Explique las diferencias con respecto al encendido en motores Otto y Diesel.

Rta:

Hay diferencias entre los motores de estos 2 tipos de ciclos. Primero, en los motores de ciclo Otto la compresión es realizada con una mezcla de combustible y aire, en cambio en los motores de ciclo Diesel la compresión ocurre solo con aire. De estas diferencias se pueden determinar las siguientes. Para el ciclo Otto se necesita una chispa (normalmente esta chispa es generada por una bujía) para la ignición del combustible que termina en la combustión. Sin embargo, para los motores de ciclo Diesel, no se necesita ninguna chispa, ya que el aire que se comprime lo hace hasta llegar a muy altas temperaturas, por lo tanto, cuando ingresa el combustible a la cámara, la combustión se produce instantáneamente.



Ciclo Otto de 2 tiempos



Ciclo Diesel 2 T

4. En el sitio www.marinediesels.co.uk encontrará información de un motor propulsor Diesel de 2 tiempos marino. Recorra la aplicación y enumere y describa las distintas partes que lo componen.

Rta:

“The Two Stroke Crosshead Engine has long been the favoured main propulsive power unit for most types of merchant vessels. As the price of oil rose, developments in the design of these engines allowed them to burn the poorer residual fuels. This combined with major improvements in turbocharger design and waste heat recovery, raised their efficiency and power output, so they were able to supercede the steam turbine plants which operated at much lower efficiencies.”

El motor cruceta de 2 tiempo ha sido por un largo tiempo la principal unidad propulsora favorecida para la mayoría de los tipos de buques mercantes. Como el precio del petróleo subió, los desarrollos en el diseño de estos motores les permitió quemar los residuos más pobres del combustible. Esto combinado con grandes mejoras en el diseño del turbocompresor y la recuperación del calor residual, aumentó su eficiencia y potencia de salida, entonces fueron capaces de suplantar a las plantas de turbinas de vapor que operaba con eficiencias mucho menores. Las partes que componen este tipo de motor son las siguientes:

- Bancada.
- Bastidor “A”.
- Entablamento.
- Tirantes.
- Cigüeñal.
- Biela.
- Cruceta.
- Prensaestopas.
- Camisa del Cilindro.
- Pistón.
- Válvula de Escape/Descarga.
- Árbol de Levas.
- Bomba de Combustible.
- Inyector de Combustible.
- Turbocompresor.

“Turbocharger: a two stroke crosshead engine must be supplied with air above atmospheric pressure for it to work. Although the first turbochargers were developed for aero engines in the first world war, it was not until the 1950s that large two stroke engines were turbocharged.”

Turbocompresor: un motor cruceta de 2 tiempos debe ser suministrado con aire a mayor presión que la atmosférica para funcionar. Aunque los primeros turbocompresores fueron desarrollados para motores aéreos en la primera guerra mundial, no fue hasta los años 50s que los grandes motores de 2 tiempos fueron turbocomprimidos.

“Engine powers have increased phenomenally in the past 20 years. In 1980 an engine delivering 15000kW was a powerful engine. Today's largest engines are capable of delivering over 4 times this amount. This is due not only to improved materials and manufacturing techniques, but also to the improvements and developments in the design of the turbochargers fitted to these engines.

The amount of useful energy that an engine can produce is dependant on two factors; The amount of fuel that can be burnt per cycle and the efficiency of the engine.

Fuel consists mainly of Carbon and Hydrogen. By burning the fuel in oxygen the energy in the fuel is released and converted into work and heat. The more fuel that can be burnt per cycle, the more energy released.

However, to burn more fuel, the amount of air supplied must also be increased. For example, a 10 cylinder engine with a bore of 850mm and a stroke of 2.35m must burn 1kg of fuel per revolution to deliver 38500kW when running at 105 RPM. (assuming 50% efficiency). This means that each cylinder burns 0.1 kg fuel per stroke. To ensure that the fuel is burnt completely it is supplied with 220% more air than theoretically required. Because it takes about 14kg of air to supply the theoretical oxygen to burn 1kg of fuel, 4.5kg of air must be supplied into each cylinder to burn the 0.1kg of fuel.”

La potencia de los motores ha incrementado fenomenalmente en los últimos 20 años. En 1980 un motor que entregaba 15000kW era uno potente. Hoy en día los motores más grandes son capaces de entregar más de 4 veces esta cantidad. Esto es debido, no solo a los materiales mejorados y las técnicas de fabricación, sino también a las mejoras y desarrollos en el diseño de los turbocompresores colocados en estos motores.

La cantidad de energía útil que un motor puede producir depende de 2 factores; la cantidad de combustible que puede ser quemado por ciclo y la eficiencia del motor.

El combustible consiste principalmente en carbón e hidrógeno. Quemando el combustible en oxígeno la energía en el combustible es liberada y convertida liberada y convertida en trabajo y calor. Cuanto más combustible puede ser quemado por ciclo, mayor energía se libera.

Sin embargo, para quemar más combustible, la cantidad de aire suministrado también debe aumentar. Por ejemplo, un motor de 10 cilindros con un diámetro interior de 850mm y una carrera de 2,35m debe quemar 1kg de combustible por revolución para entregar 38500kW cuando funciona a 105 RPM (asumimos una eficiencia del 50%). Esto significa que cada cilindro quema 0,1kg de combustible por carrera. Para asegurar que el combustible es quemado por completo se suministra un 220% más de oxígeno que el requerido teóricamente. Debido a que se necesitan 14kg de aire para suministrar el oxígeno teórico para quemar 1kg de combustible, 4,5kg de aire debe ser suministrado en cada cilindro para quemar esos 0,1kg de combustible.

***“The Crankshaft:** the crankshafts on the large modern 2 stroke crosshead engines can weigh over 300 tonnes. They are too big to make as a single unit and so are constructed by joining together individual forgings. On older engines the so called fully built method was used. This consisted of forging separate webs, crankpins and main journals. The*

crankpins and journals were machined and matching holes bored in the webs, which were slightly smaller in diameter. The webs were heated up and the crankpins and journals fitted into the holes (which due to the heat had expanded in size). As the webs cooled down, so the diameter of the bored holes would try and shrink back to their original size. In doing so, the crankpins and journals would be gripped tightly enough to stop them being able to slip when the engine was being operated normally. This method of construction had its origins in the days of early reciprocating steam engine crankshaft manufacture, when as well as shrink fitting, dowel pins were used (mainly because the tightness of the shrink fit could not be guaranteed). THIS FITTING OF DOWEL PINS IS NEVER USED IN THE CONSTRUCTION OF DIESEL ENGINE CRANKSHAFTS. It would act as a stress raising point from which a crack could start."

El Cigüeñal: los cigüeñales en los grandes y modernos motores crucetas de 2 tiempos pueden llegar a pesar más de 300 toneladas. Son demasiado grandes para hacerlos como una sola pieza por lo tanto son contruidos uniendo forjaduras individuales. En motores más viejos el método llamado "totalmente contruido" era usado. Este consistía en forjar caras, codos de biela/muñequillas y muñones principales por separados. Las muñequillas y los muñones eran mecanizados y los agujeros coincidentes perforados en las caras, que eran apenas más pequeñas en diámetro. Las caras eran calentadas y las muñequillas y los muñones colocados en los agujeros (que debido al calor se habían expandido en tamaño). Mientras que las caras se enfriaban, el diámetro de los agujeros trataría de retraerse a su tamaño original. Haciendo esto, las muñequillas y los muñones se fijarían con la fuerza necesaria para evitar que resbalen cuando el motor estaba operando normalmente. Este método de construcción tuvo sus orígenes en los días de fabricación temprana de cigüeñal de motor a vapor alternativo, cuando, tanto como el ajuste por contracción, como los pasadores guía eran usados (principalmente porque la estrechez del ajuste por contracción no podía ser garantizada). ESTE AJUSTE DE PASADORES GUÍA NUNCA ES USADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE CIGÜEÑALES DE MOTORES DIESEL. Este actuaría como un punto de aumento de tensión de donde se podrían formar grietas.

"Today, crankshafts for large 2 stroke crosshead engines are of the semi built type. In this method of construction the crankshaft "throws" consisting of two webs and the crankpin are made from a single forging of a 0.4% carbon steel. The webs are bored to take the separately forged and machined main journals which are fitted into the webs using the shrink fitting method described above. The shrink fit allowance is between $1/570$ and $1/660$ of the diameter."

Hoy en día, los cigüeñales para grandes motores cruceta de 2 tiempos son del tipo semi contruidos. En este método de construcción los "lanzamientos" del cigüeñal, que consisten de dos caras y la muñequilla, están hechos de una sola forjadura de un acero al carbono 0,4%. Las caras son taladradas para llevar los muñones principales forjados separadamente y mecanizados que son ajustados dentro de las caras usando el método de ajuste por contracción descrito arriba. La tolerancia del ajuste por contracción está entre $1/570$ y $1/660$ del diámetro.

“The Bedplate: *the bedplate is the foundation on which the 2 stroke engine is built. It must be rigid enough to support the weight of the rest of the engine, and maintain the crankshaft, which sits in the bearing housings in the transverse girders, in alignment. At the same time it must be flexible enough to hog and sag with the foundation plate to which it is attached and which forms part of the ships structure.*

If the bedplate was too rigid, then as the hull flexed, the holding down bolts, which secure the engine into the ship would be likely to break, and there would be a danger of the bedplate cracking.

Basically the bedplate consists of two longitudinal girders which run the length of the engine. Connecting these longitudinal girders are the transverse girders which are positioned between each crankshaft throw, and either side of the thrust collar. Built into the transverse girders are the main bearing pockets for the crankshaft to run in.”

La Bancada: la bancada es el cimiento sobre el cual se construye el motor de 2 tiempos. Debe ser lo suficientemente rígida para soportar el peso del resto del motor, y de mantener el cigüeñal, que se coloca en las cajas de rodamientos en las vigas transversales, en alineación. Al mismo tiempo debe ser lo suficientemente flexible para arquearse y pandearse con la placa de cimiento a la cual está fijada y que forma parte de la estructura del buque.

Si la bancada fuese demasiado rígida, a medida que el casco se flexionara, los tornillos sujetadores, los cuales aseguran el motor en el barco, serían propensos a romperse, y habría peligro de que la bancada se fisure o agriete.

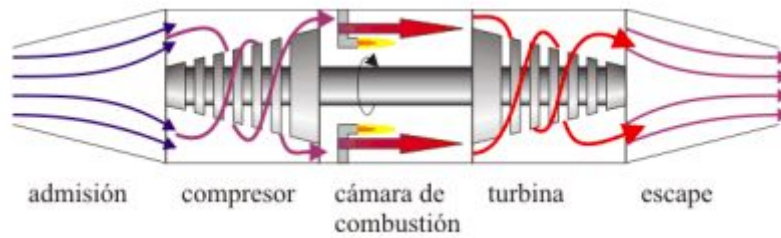
Básicamente la bancada consiste de dos vigas longitudinales que corren a lo largo del motor. Conectando estas vigas longitudinales están las vigas transversales que son posicionadas entre cada contrapeso del cigüeñal, y a cada lado del collar de ajuste. Construidos dentro de las vigas transversales están los cojinetes de bancada principales para que el cigüeñal funcione.

5. Describa brevemente el funcionamiento de una turbina a gas.

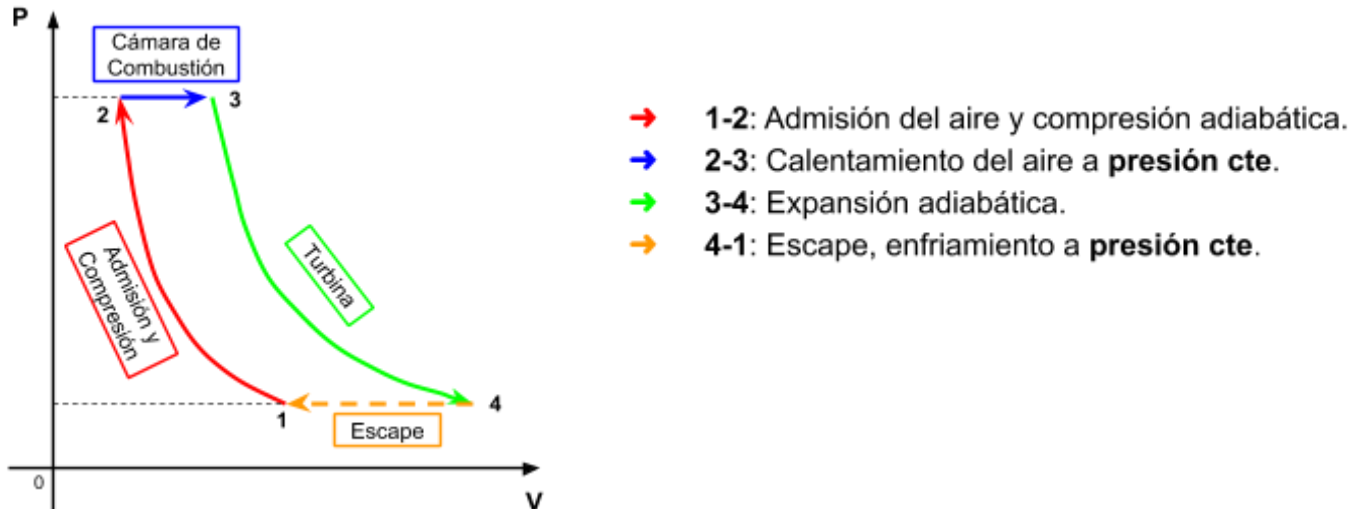
Rta:

La turbina a gas es una máquina térmica rotativa “simple”. Son llamadas turbinas **a gas** porque la energía mecánica que se genera, se consigue a partir la energía cinética de los gases provenientes de la combustión que actúan sobre los álabes de la turbina.

Su funcionamiento consta de 4 etapas, se comienza con la entrada de aire frío a presión atmosférica a la turbina; a partir de ahí el aire se comprime por unos álabes, movidos por la turbina, hasta que llega a la cámara de combustión, este proceso es de **compresión adiabática**. Luego, el aire aumenta su temperatura debido a la combustión del combustible y se expande, ese **calentamiento** se produce **a presión constante**. El aire que sale de la cámara mueve la turbina, a la vez que se expande y se enfría, este es un proceso de **expansión adiabática**. Finalmente el aire es expulsado al exterior, que cede calor al ambiente. El aire que escapa no es el mismo que entra pero puede ser considerado como el mismo ya que sale la misma cantidad de la que entra y a la misma presión. Esta última etapa es considerada como un **enfriamiento a presión constante**.



A continuación vemos el diagrama de PV de una turbina de gas:



Por otra parte, también existen turbinas a gas que si cuentan con un ciclo cerrado, esto quiere decir que, el aire que entra, pasa por todos los procesos dentro de la turbina, “sale” y vuelve a entrar. Solo el calor del aire es cedido al ambiente, ya que el aire recircula constantemente en la turbina.

