

CICLOS DE MOTORES ALTERNATIVOS

7.1. Un motor alternativo tiene las siguientes características:

Relación de compresión: 9	Considere el aire gas ideal caloríficamente perfecto:
Cilindrada: 1600 cm ³	$\gamma = 1.4$
Temperatura máxima: 1300 °C	$R_g = 286 \text{ J/kgK}$
Temperatura de admisión: $t_1 = 25 \text{ °C}$	
Presión de admisión: $P_1 = 1 \text{ bar}$	

- 1) Determinar el volumen máximo: V_1 (1800 cm³)
- 2) Determinar la masa contenida en el cilindro (0.0021 kg)
- 3) Suponiendo que el motor realice un ciclo Otto ideal, represente la evolución del aire en un diagrama P-V. Calcule las presiones, temperaturas y volúmenes de todos los puntos representativos del ciclo. (2 - 200 cm³, 718 K, 21.6 bar; 3 - 200 cm³, 1573 K, 47.2 bar; 4 - 1800 cm³, 653 K, 2.2 bar)
- 4) Calcule el trabajo neto y el rendimiento del ciclo ideal anterior. (751 J, 58.5%)
- 5) Calcule la Presión media efectiva del ciclo (4.69 bar).
- 6) Considerando que el motor es de cuatro tiempos y mueve un eje a 2500 rpm, calcule el par del motor y la potencia que desarrolla (59.76 N·m, 15.65 kW).

7.2. Se pretende comparar las prestaciones de dos ciclos de potencia. El sistema que evoluciona a lo largo de los distintos procesos es un sistema cerrado que contiene una masa m de aire, que se considerará gas ideal caloríficamente perfecto, inicialmente a presión P_1 , temperatura T_1 , ocupando un volumen inicial V_1 .

El primer ciclo es un ciclo Otto, con relación de compresión r_{otto} , que recibe Q J (Julios) en forma de calor.

El segundo ciclo (CICLO A) consiste en la siguiente sucesión de procesos, partiendo de las mismas condiciones iniciales V_1 , P_1 y T_1 :

1A-2A: suministro de Q J (Julios) en forma calor (la misma cantidad de calor que recibe el ciclo Otto) a volumen constante.

2A-3A: expansión adiabática y reversible hasta alcanzar la presión inicial.

3A-4A: cesión de calor al ambiente a presión constante, hasta alcanzar el volumen inicial. ($4 A \equiv 1 A$).

Aplicación numérica: $V_1 = 1371 \text{ cm}^3$; $P_1 = 1 \text{ bar}$; $T_1 = 25 \text{ °C}$; $r_{otto} = 8$; $Q = 472 \text{ J}$.

Propiedades del aire: $R_g = 287 \text{ J/kg.K}$; $C_v = 717.5 \text{ J/kg.K}$

- 1) Determinar la relación de calores específicos del aire: γ (1.4)
- 2) Determinar la masa del sistema. (0.0016 kg)
- 3) Representar (de forma aproximada) ambos ciclos en un diagrama P-V
- 4) Calcule para el ciclo Otto las condiciones de presión, temperatura y volumen en todos los puntos representativos. (2 - 171.4 cm³, 685 K, 18.4 bar; 3 - 171.4 cm³, 1096 K, 29.4 bar; 4 - 1371 cm³, 477 K, 1.6 bar)
- 5) Calcular el calor y el trabajo intercambiados así como la variación de energía del sistema en cada proceso del ciclo OTTO (1-2 - $\Delta U = W = 444 \text{ J}$, $Q = 0 \text{ J}$; 2-3 - $\Delta U = Q = 472 \text{ J}$, $W = 0 \text{ J}$; 3-4 - $\Delta U = -711 \text{ J}$, $W = 711 \text{ J}$, $Q = 0 \text{ J}$; 4-1 - $\Delta U = -205 \text{ J}$, $Q = 205 \text{ J}$, $W = 0 \text{ J}$)

6) Calcule para el CICLO A las condiciones de presión, temperatura y volumen en todos los puntos representativos: (2A – 1371 cm³, 709 K, 2.4 bar; 3A – 2562 cm³, 552 K, 1 bar)

7) Calcular el calor y el trabajo intercambiados así como la variación de energía del sistema en cada proceso del CICLO A. (1A-2A : $\Delta U = Q = 472$ J, $W = 0$ J; 2A-3A : $\Delta U = -180$ J, $W = 180$ J, $Q = 0$ J; 3A-1A : $\Delta U = -292$ J, $W = 119$ J, $Q = 411$ J)

8) Calcular el trabajo neto de ambos ciclos y su rendimiento. Justifique a partir del resultado la compresión (proceso 1-2) en un ciclo Otto. (Otto – 267 J, 56.6%; Ciclo A – 61 J, 12.9%; Se muestra la importancia de comprimir antes de suministrar calor para elevar el rendimiento del ciclo)

7.3. Para simular la operación de un motor alternativo se utiliza un modelo de ciclo termodinámico de Diesel con las siguientes características:

- Relación de compresión: $r = 21$
- Cilindrada: $q = 2$ litros
- Presión al inicio de compresión: $p_1 = 1$ bar
- Temperatura al inicio de compresión: $T_1 = 300$ K

El fluido de trabajo es aire, que puede ser considerado gas ideal caloríficamente perfecto con las siguientes propiedades: $\gamma = 1,4$; $R_g = 287$ J/(kgK), y su masa es constante a lo largo de todo el ciclo. Se pide calcular lo siguiente:

1.- Masa de aire admitida al motor por ciclo (0.0024 kg)

2.- Volumen, Presión y temperatura del punto final de compresión (100 cm³, 1014 K, 71 bar)

3.- Relación de volúmenes (r_v) del ciclo y volumen del punto final de combustión (V_3), sabiendo que se le suministra al motor una masa de combustible por ciclo $m_c = 97,56 \cdot 10^{-6}$ kg, con un poder calorífico $L_c = 45$ MJ/kg. Suponga que el rendimiento de la combustión es igual a la unidad. (2.8, 280 cm³)

4.- Presión y temperatura del punto final de expansión (4.2 bar, 1270 K)

5.- Trabajo neto obtenido del ciclo (2739 J)

6.- Rendimiento del ciclo (62.4%)

7.4. Se dispone de un motor de 1600 cm³ que realiza un ciclo Diesel. Las temperaturas máxima y mínima del ciclo son de 1300 °C y 22 °C respectivamente. El fluido de trabajo es aire que se considerará gas ideal caloríficamente perfecto ($C_p=1,005$ kJ/kg·K y $\gamma=1,4$). La presión en la admisión es de 1 bar y la relación de compresión es de 9. Se pide:

1) Determinar el volumen máximo (V_1) (1800 cm³)

2) Determinar la masa contenida en el cilindro (0.0021 kg)

3) Suponiendo que el motor realice un ciclo Diesel ideal, represente la evolución del aire en un diagrama P-V. Indique las presiones, temperaturas y volúmenes en todos los puntos representativos del ciclo. (2 - 200 cm³, 718 K, 21.6 bar; 3 - 438 cm³, 1573 K, 21.6 bar; 4 – 1800 cm³, 893 K, 3 bar)

4) Calcule el trabajo neto y el rendimiento del ciclo ideal del apartado anterior. (908 J, 50.3%)

7.5. Las condiciones de entrada en un ciclo Dual de aire estándar que funciona con una relación de compresión 15:1 son 0,95 bar y 17 °C. La relación de presiones durante el suministro de calor a volumen constante es 1,5:1 y la relación de volúmenes durante el suministro de calor a presión constante es 1,8:1. Determinar (suponiendo aire GICP con $C_p = 1 \text{ kJ/(kgK)}$ y $\gamma = 1,4$):

- 1) T y P en todos los puntos del ciclo. (2 - 857 K, 42.1 bar; 3 - 1285 K, 63.1 bar; 4 - 2313 K, 63.1 bar; 5 - 990 K, 3.2 bar)
- 2) Calores suministrado y cedido en el ciclo por unidad de masa de aire. (Suministrado = 1335 J/kg, cedido = 502 J/kg)
- 3) Rendimiento térmico. (62.4%)
- 4) Dosado del ciclo si el combustible tiene un poder calorífico de 44 MJ/kg (suponiendo rendimiento de la combustión unidad). (0.03)

7.6. Se dispone de un motor Diesel con una relación de compresión igual a $r = 18$. Los datos conocidos corresponden a los siguientes valores:

Inicio de la compresión: - temperatura: $t_1 = 25 \text{ °C}$ - presión: $P_1 = 1 \text{ bar}$	Fin de la expansión: - temperatura: $t_4 = 111 \text{ °C}$
--	---

Datos: considere el fluido de trabajo aire, gas ideal caloríficamente perfecto. $R_g = 287 \text{ J/kg.K}$; $\gamma = 1.4$

Se pide:

- 1) Representar el ciclo ideal Diesel en un diagrama P-v. Indique las características termodinámicas de cada proceso:
- 2) Calcular la temperatura al final de la compresión: (947 K)
- 3) Calcular la presión máxima del ciclo: (57.2 bar)
- 4) Calcular la temperatura máxima del ciclo (1135 K)
- 5) Calcular el trabajo específico neto (kJ/kg), el calor suministrado por unidad de masa (kJ/kg) y el rendimiento: ($w = 127.6 \text{ kJ/kg}$, $q = 189.2 \text{ kJ/kg}$, 67.4%)

EJERCICIOS DE EXAMEN DE AÑOS ANTERIORES

NOVIEMBRE 2015

Un motor alternativo tipo Diesel ideal, de cuatro tiempos, gira a 5000 rpm y tiene 5 litros de cilindrada unitaria y una relación de compresión de 11. El motor toma aire a temperatura y presión ambiente (20°C y 1 bar) y utiliza en el proceso de combustión 0,1 g de combustible (con poder calorífico 40 MJ/kg) por cada ciclo termodinámico. El rendimiento de la combustión es del 93%. Considerar el aire como gas ideal caloríficamente perfecto con $\gamma = 1.4$ y $R_g = 287 \text{ J/kgK}$.

- Dibuje el ciclo de forma aproximada en diagramas P-v y T-s. Identifique los procesos en los que alguna propiedad se mantenga constante.
- Calcule la temperatura máxima del ciclo y la relación de volúmenes. 1331.4 K, 7.14
- Calcule el trabajo neto desarrollado en un ciclo. 2.11 KJ
- Calcule la potencia que desarrolla el motor. 87.9 KW

Nota: se desprecian las variaciones en energía cinética y potencial en todo el ciclo.

JUNIO 2015

El comportamiento de un motor alternativo de un turismo de 4 cilindros con una cilindrada total de 2000 cm³ y cámaras de combustión (volumen en el punto muerto superior) de 30 cm³ cada una, se modeliza mediante un ciclo dual de aire estándar. Las condiciones del aire al principio de la admisión son de 0.9 bar y 20°C . Teniendo en cuenta que el 70% del calor aportado en la combustión se hace a volumen constante y el 30% restante a presión constante, se pide determinar:

- Presiones y temperaturas de todos los puntos del diagrama P-v. 0.9 bar, 20°C . 50.16 bar, 651°C . 131.9 bar, 216.1°C . 131.9 bar, 2618.6°C . 3.02 bar, 709.8°C .
- Trabajo de compresión y calor evacuado en el escape por cada cilindro. Parámetros del aire: $C_p = 1 \text{ kJ/kgK}$ $\gamma = 1.4$. 255.17 J, 278.9 J.

Parámetros de la combustión: Dosado (ratio entre las masas de combustible y aire) $F = 4\%$ Rendimiento $\eta_c = 90\%$ Poder calorífico del gasóleo $L_c = 43 \text{ MJ/kg}$

MAYO 2014

El ciclo termodinámico de un motor alternativo se puede suponer como un Otto, donde la relación de compresión es 15, la temperatura, presión y volumen iniciales son 30°C , 100 kPa y 1 l, respectivamente, y la temperatura máxima del ciclo es 1100 K. Suponer que el fluido de trabajo es aire considerado como gas ideal caloríficamente perfecto con $\gamma_{\text{aire}} = 1.4$, $R_{\text{aire}} = 0.287 \text{ kJ/kgK}$. Se pide:

- Diagrama P-V indicando los procesos y sentido de flujos de calor y trabajo que intervienen. Calcular rendimiento del ciclo Otto. 0.66

En la realidad, el ciclo termodinámico que mejor representa el motor alternativo es un ciclo Dual. En dicho ciclo se puede suponer que el calor total suministrado, calculado a partir del ciclo Otto, se reparte equitativamente entre el proceso de adición de calor a presión constante y a volumen constante, manteniéndose constantes los siguientes parámetros iniciales del ciclo: temperatura, presión y volumen iniciales, relación de compresión y fluido de trabajo.

2) Diagrama P-V del ciclo Dual.

3) Temperatura máxima del ciclo Dual. 1070.6 K

4) Relación de volúmenes durante el suministro de calor a presión constante.
1.07

5) Rendimiento del ciclo Dual. 0.65

JUNIO 2014

a) Represente en un diagrama P-v un ciclo Diesel ideal cuya relación de compresión es 2 veces su relación de volúmenes en la combustión. Incluya la escala en el eje del volumen.

b) Sobre el mismo diagrama, represente un ciclo Otto ideal con la misma relación de compresión, mismo volumen en el punto muerto inferior y misma presión al final de la carrera de expansión.

Manteniendo fijos la relación de compresión y el volumen en el punto muerto inferior en ambos ciclos:

c) ¿Cuál es el efecto sobre el rendimiento si aumenta la presión del ciclo Otto al final de la carrera de la expansión? Razone la respuesta.

d) ¿Y en el ciclo Diesel?