

# Alcoholes: Metanol y Etanol



ME742 – Combustibles vehiculares  
convencionales y alternativos

Prof: Mauricio Osses  
Universidad de Chile



# Metanol y Etanol

- Alcohol es un excelente combustible para motores de combustión interna, y es posible producirlo de muchas formas, incluyendo biomasa renovable.
- Ethyl alcohol o etanol se produce principalmente por fermentación de biomasa, principalmente maíz y caña de azúcar. Metanol es producido más económicamente a partir de gas natural, y también se obtiene de carbón o madera.
- Etanol es, en muchos sentidos, un combustible superior, sin embargo es más caro producirlo al compararlo con metano.



# Cuadro comparativo

**TABLE 4.3 Comparison of Methanol, Ethanol, and Gasoline**

	Methanol	Ethanol	Gasoline
Oxygen Content, wt%	50.0	34.8	0
Boiling Point, K	338	351	308–483
Lower Heating Value, Mj/kg	19.9	26.8	42–44
Heat of Vaporization, Mj/kg	1.17	0.93	0.18
Stoichiometric Air-Fuel Mass Ratio	16.45:1	9.0:1	14.6:1
Specific Energy, Mj/kg per Air-Fuel Ratio	3.08	3.00	2.92
Research Octane Number	109	109	90–100



# Metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ )

- Una de sus principales ventajas es que puede ser producido a partir de recursos abundantes tales como gas natural, carbón e incluso madera.
- Una mezcla de 85% metanol y 15% gasolina (M85) es un combustible con el cual los fabricantes de vehículos pueden adaptar sus motores con cambios menores.
- Flexible Fuel Vehicles (FFVs) pueden operar con gasolina o mezclas de gasolina/metanol. FFVs ofrecen a los usuarios un vehículo familiar, con combustible líquido, y un desempeño similar o incluso mejor que aquellos dedicados exclusivamente a gasolina.
- Sus principales desventajas son la baja densidad de energía (cercana a la mitad de la gasolina), llama invisible en M100, dificultades de partida en frío, mayores emisiones de formaldehídos, y la posibilidad que su producción se mantenga unida a los actuales países exportadores de petróleo.
- Además, metanol es tóxico y corrosivo. Su derramamiento puede producir daños a la ropa, calzado o pintura de automóviles y el contacto prolongado con la piel podría resultar en envenenamiento.



# Emisiones asociadas

- En general, un motor de metanol produce menores emisiones nocivas de escape que un motor a gasolina comparable.
- Metanol tiene una baja temperatura de combustión de llama, produciendo menores emisiones de NOx (aprox. la mitad que gasolina)
- Es un combustible de baja volatilidad (produciendo bajas emisiones evaporativas)
- Sus emisiones de COV tienen baja reactividad fotoquímica (tendencia a producir smog), ya que gran parte corresponden a metano (CH<sub>4</sub>)



# Emisiones asociadas

- Metanol casi no contiene azufre, por lo tanto genera bajas emisiones sulfurosas y no emite humo negro al operar en mezcla rica.
- Las emisiones de CO son similares que en gasolina, pero metanol permite incursiones más pobres de mezcla, bajando la tasa de formación de CO.
- La emisión de aldehídos es mayor que en motores a gasolina. Experimentos con mezclas metanol/gasolina indican que las emisiones de aldehídos aumentan en forma lineal con la cantidad de metanol en la mezcla. Formaldehído corresponde a cerca del 98% de las emisiones totales de aldehídos en un motor a metanol. Como comparación, solo un 31 a 54% de los aldehídos totales producidos por vehículos gasolineros son formaldehídos. Formaldehído es un constituyente del smog y es también responsable de la irritación ocular. Sistemas de tratamiento pueden reducir este compuesto con eficiencias de hasta 90%.
- Emisiones de benceno son menores que las asociadas a motores con gasolina.
- Comparado con diesel, metanol ofrece menores emisiones de NOx y partículas, mientras que las emisiones de NMOG, CO y formaldehído son mayores (pero pueden ser controladas con dispositivos de post-tratamiento).



# Motores alimentados con metanol



- Metanol es ideal para ser usado en motores de combustión interna de ciclo Otto.
- Entre los problemas asociados a la utilización de metanol en vehículos corrientes están:
  - Dificultades de partida en frío
  - Problemas de contaminación de aceite lubricante
  - Mayor desgaste de motor
  - Incompatibilidad de ciertos materiales debido a las características corrosivas del metanol



# Partidas en frío

- Metanol no se vaporiza bien a bajas temperaturas, lo cual hace difícil la operación de partida cuando en condiciones frías. Con una temperatura de  $12^{\circ}\text{C}$  un motor convencional de gasolina trabajando con metanol no partirá. Esta condición puede ser mejorada hasta llegar al rango de  $0-5^{\circ}\text{C}$  mejorando las condiciones de atomización del combustible, aplicando calor para la volatilización y mezclando metanol con combustibles de mayor volatilidad.
- Toyota ha reportado partidas en el rango  $-20^{\circ}\text{C}$  con M85 en su sistema de mezcla pobre. Al parecer, los problemas de partida en frío son fáciles de resolver.



# Contaminación del lubricante

- Durante las partidas en frío, metanol penetra rápidamente el aceite lubricante del motor, alcanzando niveles altos en corto tiempo.
- La gasolina también se mezcla con el lubricante, pero las modernas formulaciones pueden tolerar contaminación de gasolina sin problemas, cosa que no ocurre con metanol.
- En los primeros 15 minutos de operación con metanol, el lubricante se convierte en una emulsión de aceite-metanol-agua que no lubricará adecuadamente el motor. Esto se mantiene hasta que la temperatura alcanza aproximadamente 70°C, donde los contaminantes se evaporan.
- Este ciclo de contaminación/evaporación toma lugar en los primeros 15-20 minutos de trabajo del motor, dependiendo de cuán rápidamente el metanol alcanza su temperatura de evaporación. Viajes cortos de solo 5-10 minutos resultarían en una continua degradación del aceite lubricante.



# Desgaste de motor

- Varios estudios han mostrado un aumento significativo en la tasa en la cual los componentes del motor presentan fallas, especialmente en la parte superior de la muralla del cilindro y en el anillo superior.
- Inicialmente se creía que el metanol “lavaba” el lubricante en esas áreas y dejaba las paredes sin protección.
- Estudios recientes indican que este desgaste de las paredes puede deberse por los efectos corrosivos de ácidos formados durante la combustión.
- Muestras de condensación generada en la pared de un motor experimental indican que esta se compone principalmente de agua y metanol, junto con pequeñas fracciones de formaldehído, ácido fórmico, y precipitados de hierro. En presencia de peróxido de hidrógeno, el cual es producido en la combustión de metanol), ácido fórmico se transforma en ácido perfórmico, el cual es altamente reactivo con hierro.
- El ácido perfórmico es tan reactivo que es muy difícil obtener una muestra que actualmente lo contenga. Sin embargo, todos los reactantes y sus productos estaban presentes en la combustión. Por esta razón, los estudios indican que este compuesto es el elemento causante del desgaste acelerado del motor.
- Este problema podría ser resuelto desarrollando formulaciones de aceite lubricante que protegan el motor del ácido perfórmico.



# Incompatibilidad de materiales

- Muchos de los materiales usados en motores alimentados con gasolina son incompatibles para trabajar con metanol.
- Metanol, y también etanol en menor medida, es corrosivo del plomo, magnesio, aluminio, así como en plásticos y elastómeros que se utilizan normalmente en sistemas de combustible vehiculares.
- En motores modernos, componentes tales como estanque de combustible, diafragma de la bomba de combustible, flotador del estanque, cuerpo de la bomba, sellos, anillos, etc., son fabricados de materiales que se degradarían ante la presencia de metanol.
- Estos problemas de incompatibilidad raramente se presentan con mezclas pobres en metanol (M15), pero al trabajar con M85 o M100 es necesario cambiar elementos sujetos a la acción corrosiva del combustible (estanque de combustible de acero inoxidable).



# Etanol ( $C_2H_5OH$ )

- Como combustible, su densidad energética por unidad de volumen es un poco menor que  $2/3$  de la que ofrece la gasolina. Esto implica que un tanque de etanol debe tener 1,5 veces el volumen de un tanque de gasolina para generar la misma autonomía.
- Esta desventaja es disminuida si el vehículo es diseñado y ajustado para aprovechar el mayor índice de octano de etanol puro (109 vs 90-100).
- Comparado con metanol, etanol ofrece mejor densidad energética, pero tiene mayores problemas de partida en frío.



# Producción y utilización



- La experiencia más extensa con motores de etanol se presenta en Brasil. En 1985, los vehículos impulsados con combustibles de base alcohol alcanzaron 92% de las ventas anuales. Sin embargo, la baja de precio de los derivados del petróleo y el alza del precio de azúcar hizo este negocio muy poco rentable. Las ventas de vehículos nuevos con base alcohol han bajado a solo un 1% en el 2002.
- No obstante, la gasolina de Brasil contienen 22% de bioetanol.
- Sin considerar la amplia disponibilidad de biomasa y territorio agrícola disponible en Brasil, este programa depende de un importante subsidio para su viabilidad, y no puede ser considerado como éxito en un sentido económico amplio.



