
Resumen

Las normativas anticontaminantes para el transporte propulsado por motores de combustión interna alternativos en la Unión Europea muestran límites de emisión menores a 95 g CO₂/km para el año 2020. Con el fin de cumplir estos límites, deberán ser realizadas mejoras en el consumo de combustible en los vehículos. Una de las principales pérdidas en los Motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA) ocurre en la línea de escape. Los MCIA transforman la energía química en energía mecánica a través de la combustión; sin embargo, únicamente el 15-32% de esta energía es eficazmente usada para producir trabajo, mientras que la mayor parte es desperdiciada a través de los gases de escape y el agua de refrigeración del motor. Por ello, estas fuentes de energía pueden ser utilizadas para mejorar la eficiencia global del vehículo. De estas fuentes, los gases de escape muestran un potencial mayor de recuperación de energía residual debido a su mayor contenido exergético. De todos los tipos de Sistemas de Recuperación de Energía Residual, los Ciclos Rankine son considerados como los candidatos más prometedores para mejorar la eficiencia de los MCIA. Sin embargo, la implementación de esta tecnología en los vehículos de pasajeros modernos requiere nuevas características para conseguir una integración compacta y una buena controlabilidad del motor. Mientras que las aplicaciones industriales normalmente operan en puntos de operación estacionarios, en el caso de los vehículos con MCIA existen importantes retos teniendo en cuenta su impacto en el modo de conducción cotidianos.

Esta Tesis contribuye al conocimiento y caracterización de un Ciclo Rankine Orgánico acoplado con un Motor de Combustión Interna Alternativo utilizando etanol como fluido de trabajo y un expansor tipo Swash-plate como máquina expansora. El principal objetivo de este trabajo de investigación es obtener y cuantificar el potencial de los Ciclos Rankine Orgánicos (ORC) para la recuperación de la energía residual en motores de automoción. Para ello, una instalación experimental con un Ciclo Rankine Orgánico fue diseñada y construida en el Instituto Universitario "CMT - Motores Térmicos" (Universidad Politécnica de Valencia), que puede ser acoplada a diferentes tipos de motores de combustión interna alternativos. Usando esta instalación, una estimación de las principales variables del ciclo fue obtenida tanto en puntos estacionarios como en transitorios. Un potencial de mejora en torno a un 3.7 % puede ser alcanzada en puntos de alta carga instalando un ORC en un motor gasolina turboalimentado. Respecto a las condiciones transitorias, un control sencillo y robusto basado en PIDs adaptativos permite el control del ORC en perfiles de conducción reales. Las condiciones ideales para testear y validar el control del ORC son alta carga en el motor comenzando con el motor en caliente para conseguir altas temperaturas en el escape que justifiquen la viabilidad de estos ciclos.

Para tratar de profundizar en la viabilidad y características de esta aplicación particular, diversos estudios teóricos fueron realizados. Un modelo 0D fue desarrollado usando el software LMS Imagine.Lab Amesim. Un potencial de mejora en torno a un 2.5% en el rendimiento efectivo del

motor fue obtenido en condiciones transitorias en los puntos de alta carga como una consecuencia directa de la reducción de 23.5 g/kWh del consumo específico. Para concluir, un estudio termo-económico fue desarrollado teniendo en cuenta los costes de los principales elementos de la instalación y un valor mínimo de 2030 €/kW fue obtenido en el parámetro de Coste Específico de inversión. Además, el estudio exergético muestra que un total de 3.75 kW, 36.5 % de la tasa de destrucción total de exergía, podría ser reducida in los años futuros, teniendo en cuenta las máximas eficiencias considerando restricciones técnicas en los componentes del ciclo.