

AUTOR/A: VITOR HUGO FARIAS DA SILVA

DIRECTOR/A DE LA TESIS: FRANCISCO JOSÉ ARNAU MARTINEZ

1. TÍTULO: Study of oxy-fuel combustion-based power plants with in-situ oxygen production and CO₂ capture.

2. RESUMEN (castellano): *Describe de manera breve el objeto de la investigación en el contexto del estado actual del conocimiento*

En los últimos años, la preocupación mundial con el aumento de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero ha motivado a las industrias del transporte y la energía a moverse hacia el desarrollo de tecnologías sostenibles con bajas o nulas emisiones de contaminantes de plantas de generación de potencia. Con este escenario, la oxicomcombustión surge como uno de los métodos más prometedores para mitigar la huella ambiental de plantas de generación de potencia, al erradicar sus emisiones contaminantes del tubo de escape, además de permitir la captura de dióxido de carbono CO₂ de sus gases producidos en la combustión. De esta manera, el oxígeno puro (O₂) se diluye con el gas de escape recirculado para que reaccione con el combustible en el proceso de combustión y, de este modo, la corriente de gases de escape, compuesta principalmente por CO₂ y vapor de agua, puede ser sometida a etapas elementales de enfriamiento y presurización para capturar CO₂ de alta pureza a temperatura ambiente.

Dado este contexto, en esta tesis, se desarrolla un modelo de sistema auto-sostenible a oxicomcombustión con captura de carbono para un motor policilíndrico de encendido por compresión (MEC) de 2,2 litros turboalimentado y de inyección directa como demostración de viabilidad de este concepto propuesto, considerando su aplicación potencial para el desarrollo de plantas de potencia de altas prestaciones con cero emisiones. En tales circunstancias, se emplea una membrana conductora mixta iónica-electrónica para generar O₂ a partir del aire local. Para ello, se recupera la energía residual de los gases de escape mediante un ciclo Brayton adaptado con el fin de proporcionar las condiciones adecuadas para el correcto funcionamiento de la membrana en términos de temperatura y relación de presión alimentación-permeado. Asimismo, se diseña un sistema de captura de carbono (CC) local, compuesto esencialmente por dos compresores alternativos, tres unidades de refrigeración con separación de líquidos (flashes) y un tanque de almacenamiento de CO₂, teniendo en cuenta las temperaturas de salida de los flashes y la presión de funcionamiento de la última etapa de purificación del CO₂.

En primer lugar, se diseña el modelo del sistema de oxicomcombustión con el motor y sus componentes auxiliares (intercambiadores de calor y turbocompresores) y, a continuación, el sistema es evaluado bajo condiciones de oxicomcombustión para la curva de plena carga del motor desde 1250 rpm hasta 3500 rpm en ausencia del CC, contrastando sus resultados con el comportamiento del MEC convencional de referencia. En segundo lugar, se amplía el mapa de funcionamiento de carga del motor de oxicomcombustión hasta los límites de estabilidad del sistema modificando el dosado oxígeno-combustible y la temperatura de los gases de escape para tres regímenes del motor. Por último, se diseña el CC y se lo acopla a la unidad de generación de O₂, reciclando el agua y el exceso de O₂ del CC de nuevo a la admisión del motor. A este

respecto, un barrido es llevado a cabo sobre el inicio de la inyección y el flujo másico de agua recirculada para encontrar el punto de funcionamiento óptimo a 3500 rpm con respeto a la compensación entre las prestaciones del motor y la potencia de refrigeración adicional.

A continuación, se mejora y adapta el modelo del sistema completo de oxidación con captura de carbono para una aplicación realista a escala de laboratorio y una prueba de concepto experimental, siguiendo la misma filosofía de compensación. Aunque el diseño final del motor de oxidación con captura de carbono presenta un ligero empeoramiento de prestaciones comparado con el MEC convencional de referencia a 3500 rpm, este nuevo concepto propuesto puede seguir siendo competitivo desde el punto de vista de la eficiencia energética como tecnología emergente que puede contribuir a la concepción de plantas de generación de potencia con emisiones cero a escala industrial comercial.