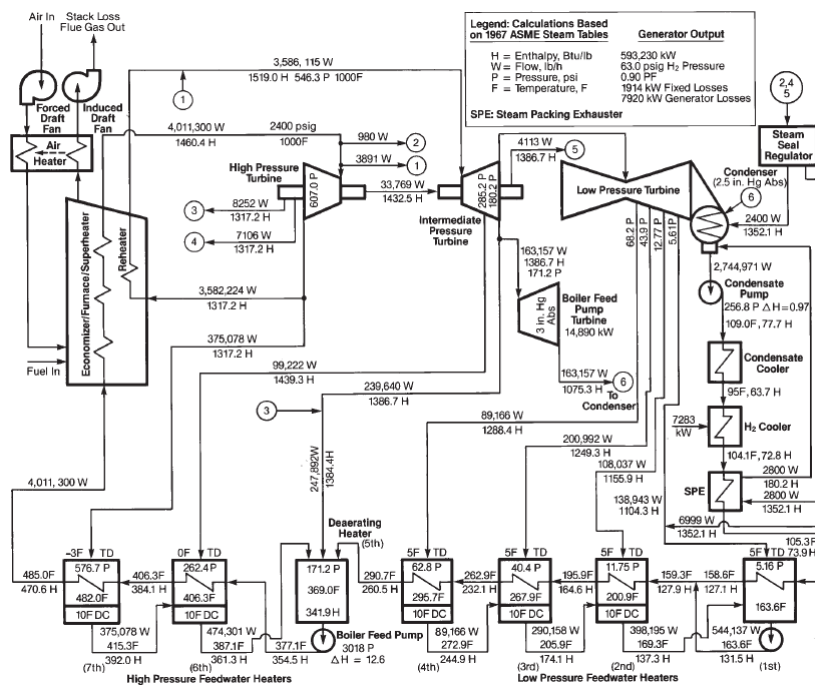


Método de Spencer, Cotton y Cannon

Tema de Trabajo Profesional - Rama Termomecánica

Tutor: Ing. Pablo Barral
 67.04 Termodinámica IA
 67.33 Tecnología del Calor

pbarra@fi.uba.ar



15 de agosto de 2019

Objetivos

Los objetivos de este trabajo son desarrollar un modelo que permita simular el comportamiento de un ciclo térmico Rankine de generación existente en particular en distintas condiciones de carga siguiendo el Método de Spencer, Cotton y Cannon y extraer lineamientos para una metodología general.

Justificación

Debido a diversos factores, hoy en día no hay en los generadores de energía eléctrica y en los cogeneradores un departamento dedicado a un análisis de los parámetros de operación desde un punto de vista térmico (sopesando el impacto de los parámetros en la potencia y el consumo específico). Esta carencia provoca una operación ciega, de poco poder predictivo y sin una cuantificación de la merma de la eficiencia provocada por cada fenómeno.

Para poder realizar el análisis de los datos de operación contra los de proceso es necesario construir una referencia comparable a partir de características constructivas de los equipos. Si bien existe un potente software comercial en la temática (la suite *Thermoflow*, desarrollada por profesionales egresados del MIT), este es cerrado y no se puede acceder libremente a las ecuaciones que estipula para el modelado, limitando el campo de acción del ingeniero de proceso. También los fabricantes otorgan los datos de performance esperada. Sin embargo, sólo lo hacen para casos particulares y resulta deseable poder realizar esta tarea con independencia y con condiciones de borde a priori desconocidas.

Existen, disponibles en la literatura, los trabajos de K. C. Cotton, desarrollados con el apoyo de General Electric, en los que se detallan métodos para estimar el comportamiento de los ciclos para distintas situaciones. Este método permite predecir el comportamiento para *cualquier* estado de carga, a partir de mínimos datos. De todo esto se desprende que es conveniente aplicarlos críticamente un caso de estudio, de modo de adaptarlo a nuestras necesidades.

Por otra parte, conocer el comportamiento de un ciclo térmico en distintas situaciones permite realizar estudios de factibilidad de cogeneraciones más representativos y refinados, en casos con curvas anualizadas de demanda, en lugar de escenarios estáticos.

Asimismo, resulta interesante poder continuar y ampliar la línea de trabajo comenzada en el año 2015 por un grupo de profesionales del Departamento con especialistas españoles y mexicanos. Línea en la que, además, no se encuentra trabajando nadie en el país.

Finalmente, sostenemos que este trabajo permitirá a alumnos avanzados de la carrera de Ingeniería Mecánica conocer el detalle constructivo de un ciclo térmico de una central, sus parámetros de proceso, su filosofía de control, así como bibliografía especializada y el uso de herramientas informáticas comunes en el área.

Metodología del Trabajo

Se propone la aplicación del Método de Spencer, Cotton y Cannon junto con el de la Elipse de Stodola a un ciclo térmico real, de una central existente de Argentina. De este ciclo se poseen los balances de 100 %, 75 % y 50 %. Se

tratará, entonces, de conseguir que el modelo prediga el comportamiento de los parámetros de proceso partiendo únicamente de información presente en el estado de plena carga.

Para esta aplicación se trabajará en la construcción de un simulador informático utilizando el software *Engineering Equation Solver*, que se encuentra disponible. Este tiene la capacidad de resolver ecuaciones no lineales como las termodinámicas y cuenta con una amplia biblioteca de funciones de estado. No serán realizados estudios CFD.

Relación con otros Trabajos

Este trabajo tiene como antecedentes el Trabajo Profesional (en colaboración) del tutor, basado en desarrollos de especialistas españoles del Instituto CIRCE de la Universidad de Zaragoza y el curso sobre Diagnóstico de Ciclos Térmicos Complejos dictado en la Facultad, en conjunto con un especialista mexicano en la temática.

Estos trabajos estuvieron focalizados en métodos de comparación entre operación y referencia, utilizando modelos totalmente ad hoc (una extrapolación totalmente numérica) para poder construirla, por limitaciones en la génesis de los proyectos.

En paralelo, se prevé la propuesta de un Trabajo Profesional análogo para el comportamiento de otro de los equipos principales de un ciclo combinado o cogeneración: la Caldera de Recuperación.

Una vez concluidos ambos servirán como precedente de una tercera propuesta: la aplicación, en Argentina, del desarrollo del especialista mexicano a un caso real.

Bibliografía Principal

1. Spencer, R. C., Cotton, K.C., y Cannon, C.N. (1974). *A Method for Predicting the Performance of Steam Turbine-Generators... 16,500 KW and larger*. New York: The American Society of Mechanical Engineers.
2. Cooke, D. (1984). *On Prediction of Off-Design Multistage Turbine Pressures by Stodola's Ellipse*. New York: The American Society of Mechanical Engineers.
3. Cotton, K.C. (1998). *Evaluating and Improving Steam Turbine Performance*. (2ª ed.) Rexford, NY: Cotton Fact Inc.
4. Pérez Cícala, F.I. (2017). *Modelización de ciclos Rankine mediante el método de Spencer, Cotton y Cannon*. Tesis de Maestría. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
5. Muñoz de la Torre, C. (2012). *Aplicación del Método de Spencer, Cotton y Cannon*. Sevilla: Escuela Técnica Superior de Ingeniería.
6. Weir, C. D. (1985). *An Analytical Approach to the Estimation of the Performance of Steam Turbine Cycles Off-Design*. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Power and Process Engineering, 199(1), 33-43.

7. Wright, J. S. (1996). *Steam Turbine Cycle Optimization, Evaluation, and Performance Testing Considerations*. Schenectady, NY: GE Power Generation.
8. Albert, P. G. (1996). *Thermal Performance Evaluation and Assessment of Steam Turbine Units*. Schenectady, NY: GE Power Generation.
9. Barral, P., Rinaldi, G., y Sapollnik, A. (2017). *Diagnóstico Termoeconómico de Plantas de Generación*. Trabajo Profesional de Ingeniería Mecánica, rama termomecánica. Buenos Aires: Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.

Bibliografía Complementaria

1. Verein Deutscher Ingenieure - Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (2010). *VDI Heat Atlas*.(2^a ed.) Berlin: Springer-Verlag.
2. Kreith, F. (Ed.) (2000). *The CRC Handbook of Thermal Engineering*. Boca Raton, FL: CRC Press.
3. Bejan, A. (2013). *Convective Heat Transfer*.(4^a ed.) Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
4. Bejan, A., y Kraus, A. (2003). *Heat Transfer Handbook*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
5. Klein, S., y Nellis, G. (2009). *Heat Transfer*. New York: Cambridge University Press.
6. Klein, S., y Nellis, G. (2012). *Thermodynamics*. New York: Cambridge University Press.
7. Klein, S., y Nellis, G. (2012). *Mastering EES*. Madison, WI: F-Chart Software.
8. Kitto, J., y Stultz, S. (Ed.) (2005). *Steam/its generation and use*.(41^a ed.) Barberton, OH: The Babcock & Wilcox Company.
9. Drbal, L., Boston, P., y Westra, K. (Ed.) (1996). *Power Plant Engineering/by Black & Veatch*. Berlín: Springer Science+Business Media, Inc.
10. Mataix, C. (1998). *Turbomáquinas Térmicas*.(3^a ed.) Madrid: Dssat.
11. Korpela, S. A. (2011). *Principles of Turbomachinery*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
12. González, F.(2019). *Introducción a las Turbomáquinas*. Apuntes de Cátedra. Buenos Aires: Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.