

Optimización de Termoeléctricas con Redes Neuronales

Milton Capuma Condori
Simulación de Sistemas (INF -391)
mcscoreou@hotmail.com

RESUMEN

La contaminación, debida a la emisión de gases como el oxido de nitrógeno (NO_x), necesitan ser controladas por las termoeléctricas (Principales emisores). Desde hace ya varios años atrás se ha desarrollado un programa basado en redes neuronales que permite reducir estas emisiones, sin embargo este es un primer paso ya que en muchas de las implementaciones, el programa simplemente provee instrucciones para el proceso de combustión.

Palabras Clave

Red neuronal, termoeléctrica, software, oxido de nitrógeno, contaminación, sistema experto, algoritmos de optimización, combustión.

9. INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire, principalmente el smog producido por emisiones de automóviles y empresas termoeléctricas, es un problema con el que tienen que lidiar no solo los gobiernos, si no también las personas, ¿de que manera?, pues por un lado los gobiernos dictaminando estrictas normas acerca de la emisión de gases, y por el otro, las personas (profesionales que trabajan en empresas del área), ayudando a optimizar y principalmente a reducir estas emisiones.

Uno de los más grandes problemas de emisión de NO_x, esta asociado a las termoeléctricas, sin embargo hace ya varios años y gracias al uso de un software basado en Inteligencia Artificial, específicamente basado en Redes Neuronales, se logro reducir de manera considerable el nivel de estas emisiones.

10. TERMOELECTRICAS

Una central termoeléctrica es una instalación empleada para la generación de energía eléctrica a partir de la energía liberada en forma de calor, normalmente mediante la combustión de combustibles fósiles como petróleo, gas natural o carbón [1].

Es importante para estas centrales optimizar la combustión de estos combustibles, pero principalmente las emisiones de gases contaminantes, en este sentido existen varios factores determinantes, ligados a las condiciones de operación y ajustes realizados a la caldera [2]. Un artículo reciente del CONACYT, publicado el 11 de marzo de este año, destaca la optimización que experimento la planta termoeléctrica ubicada en Tuxpan, Veracruz, en México, como principales beneficios se destacan el ahorro de combustible, .15% menos, que a su vez ahorra a la planta la suma de 1.8 millones de pesos, y sin duda el mas

Permiso para realizar copias digitales o impresas de todo o partes de este trabajo para uso personal o de aula es concedida sin pago provisto, Esas copias no deberán ser hechas o distribuidas para beneficio o ventaja comercial, dichas copias llevaran este aviso y la citación completa en la primera página. De otra manera, para copiar, republicar, anunciar en servidores o redistribuirla a listas, antes se requiere un permiso específico y/o pago.

importante, la reducción de emisiones contaminantes, aproximadamente 800 toneladas anuales.

Un caso particular es China, un país con altos índices de contaminación. Fue precisamente a causa de este hecho que el gobierno tuvo que detener el funcionamiento de muchas industrias, mientras se desarrollaban los juegos olímpicos de Beijing, también es preciso notar que el 75% de la electricidad generada, se la obtiene de la combustión de carbón, mediante procesos termodinámicos. Esto obligo al país asiático a buscar asesoramiento occidental para lograr un funcionamiento más eficiente para sus termoeléctricas.

11. SOFTWARE BOILER OP

El programa denominado Boiler OP, fue desarrollado por Energy Research Center (ERC) de la LEHIGH University, a mediados de los 90's, desde entonces el software se ha implementado en mas de dos docenas de plantas en Estados Unidos [3].

Boiler OP combina un sistema experto, una red neuronal y un algoritmo de optimización.

El ingeniero de planta configura el software

11.1 Funcionamiento

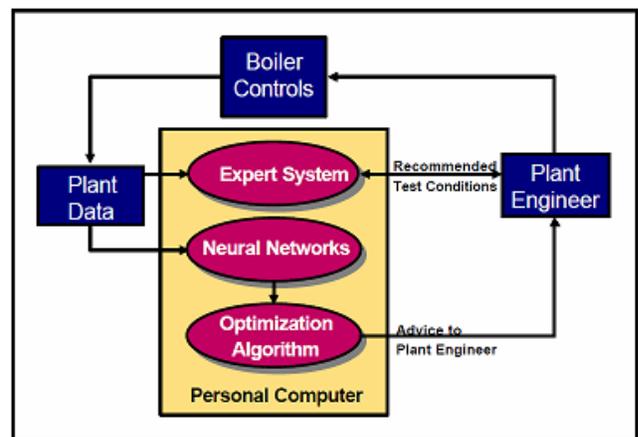


Figura 1. Funcionamiento del programa.

3.1.1 Sistema Experto

El ingeniero de planta configura el software de acuerdo a los equipos y los objetivos, entonces el sistema experto recomienda un programa de prueba, y el control de ajustes para los puntos de prueba, el ingeniero de prueba ajusta los controles de la caldera de acuerdo a lo anterior, y los datos de prueba son recolectados por el *sistema de adquisición de datos*, que los almacena en una base de datos. Los datos almacenados son utilizados por el sistema experto para definir los test-point en la secuencia de prueba.

Luego de finalizar la prueba los datos son exportados hacia una red neuronal (ver Figura 1).

11.1.1 Red Neuronal

Los datos recolectados bajo la guía del sistema experto son usados para entrenar a la red neuronal embebida.

Las redes neuronales no necesitan modelos físicos, estas aprenden por medio de la observación de datos.

La red neuronal usada, es una de propagación hacia atrás. La arquitectura consiste en tres diferentes capas llamadas nodos, estas capas definidas como: entrada, salida y capas ocultas, esta arquitectura brinda la capacidad de analizar relaciones no lineales. Una red neuronal aprende de las correlaciones entre las entradas y salidas, a través de las capas ocultas. Si todas las correlaciones fueran lineales entonces, las entradas y salidas estarían conectadas de manera directa pero, en el proceso de combustión muchas de las relaciones son independientes (no lineales).

La red neuronal usada por el programa, esta optimizada para la aplicación de los ajustes de combustión, de esta manera se logra que el programa sea más eficiente y la red neuronal aprenda con una cantidad mínima de información.

11.1.2 Cálculos de Optimización

El algoritmo de optimización es utilizado para determinar las óptimas soluciones, basadas en los objetivos del usuario.

El programa requiere que el usuario determine si esta buscando la menor emisión de NO_x, o si esta buscando alcanzar un nivel dado de NO_x, con el óptimo número de unidades. Una vez que estos límites son establecidos, el algoritmo determina matemáticamente la mejor solución, basada en la información obtenida de la red neuronal.

Los creadores del programa aseguran que muchos fueron los métodos de optimización, que se exploraron en busca de uno que mejor resulte para los fines del programa, y en definitiva el Nelder and Mead Simplex Method, fue el que presento los mejores resultados. Este método utiliza una búsqueda directa de acercamiento llamada método simplex.

11.2 El Programa y los Operadores de planta

El programa actualmente presenta dos modos de operación.

El modo denominado “supervisory-mode”, es decir el programa simplemente provee una serie de instrucciones que deben ser seguidas por el operador de la caldera, estas instrucciones son desplegadas a través de la pantalla, por el asesor en línea, en tiempo real.

El asesor en línea (On-Line Advisor), permite al personal de la planta; revisar el estado de las operaciones de la caldera, ya que esto afecta de manera directa a la emisión de NO_x, y el consumo de unidades; examinar las consecuencias de ajustes impropios; explorar ajustes alternativos y re-optimizar los ajustes de la caldera con nuevas restricciones.

El modo “Closed-loop” permite un mayor control del programa, permitiendo a este mantener los niveles de NO_x, en los determinados por los ingenieros de planta, ya que en ocasiones se observo que las emisiones de NO_x, se desviaron de los niveles permitidos, esto debido a la calidad del carbón, limpieza del horno, cambios en las condiciones de equipos, etc. Estos cambios ocasionaron que los niveles de emisión de NO_x, sean mayores que los deseados, y en otras ocasiones menores.

12. CONCLUSION

Las aplicaciones de las redes neuronales son vastas, la optimización mediante estas, principalmente de la manera que aquí se plantea, es un claro ejemplo de que aún quedan muchos mas procesos que carecen de eficiencia. Las redes neuronales, al ser una copia de la manera en que nuestro cerebro opera, nos brindan la posibilidad de dotar a maquinas de ese factor de razonamiento, cuyo objeto final no es, sino la búsqueda de una salida eficiente.

13. REFERENCIAS

- [18] Definición de termoeléctrica.
http://es.wikipedia.org/wiki/Central_termoeléctrica.
- [19] “ERC and PEPCO commercializing software for optimizing boiler operation.”
Lehigh Energy Update. 1997 Vol. 15
http://www.lehigh.edu/energy/publications/leu_index.htm
- [20] “ERC takes lead in optimizing China’s coal-fired power plants” 2009, 12 de Enero.
http://www3.lehigh.edu/News/V2news_story.asp?iNewsID=3065
- [21] Optimizan termoeléctricas con redes neuronales. 2009, 11 de Marzo.
<http://www.conacyt.mx/Comunicacion/Agencia/notas/Tecnologia/boilerop-cidesi.htm>
- [22] Boiler OPT™ Low NO_x Optimizer
Intelligent Combustion Optimization
http://www.metso.com/automation/index.nsf/FR?ReadForm&ATL=/automation/ep_prod.nsf/WebWID/WTB-041110-2256F-02FE4.