

Trabajo Final de Grado

Eduardo Báez, Rodrigo Duarte, Enrique Buzarquis, Pedro Gardel

edubzmz@gmail.com, rodrigodcpy@gmail.com, enrique.buzarquis@pti.org.py, pedro.gardel@uc.edu.py

Facultad de Ciencias y Tecnología

Introducción

Descripción General del Proyecto

El presente proyecto consiste en la elaboración/ desarrollo de un método que permita la estimación o predicción de la curva de carga eléctrica (demanda) en los transformadores de distribución, dada una serie de datos de entrada acerca de las características de consumo que pueden incidir en la variación de la demanda en una zona determinada.

Justificación

El objetivo de estimar la curva de carga es prever la demanda, para así adaptarse a las necesidades en distintos periodos de tiempo, a medio-largo plazo para las inversiones tempranas en nuevos equipos que sirvan de refuerzo al suministro actual y a corto plazo para la operación del sistema en tiempo real, buscando satisfacer los criterios de confiabilidad, con un suministro continuo y de calidad a los consumidores, con el agregado de posibilitar distintas acciones de control y optimización de recursos para lograr la mayor eficiencia posible del sistema eléctrico.

Objetivo

El objetivo principal del presente trabajo es desarrollar un modelo computacional mediante Redes Neuronales Artificiales capaz de estimar la demanda de energía eléctrica o curva de carga a corto plazo de un determinado puesto de distribución con determinado número de clientes asociados, teniendo en cuenta incertidumbres como factores sociales, ambientales y económicos

Materiales y Métodos

Estimación de Demanda

La estimación de la demanda o curva de carga de transformador de distribución es un procedimiento sistemático cuyo objetivo es definir de forma cuantitativa la demanda futura de un transformador y/o la demanda actual sin necesidad de instalar los equipos correspondientes. Tratando de que esta información sea lo más exacta posible, teniendo en cuenta siempre las diversas incertidumbres

Redes Neuronales Artificiales (RNA)

Se puede usar una RNA como un modelo computacional, que trata de imitar, de manera simplificada, el complejo funcionamiento del cerebro humano a través de un sistema altamente conectado de procesadores elementales llamadas neuronas, las cuales procesan informaciones a través de su estado dinámico en respuesta a señales externas, simulando la capacidad de aprendizaje del cerebro por medio de ensayos repetidos.

Descripción del Método de Estimación de Curvas de Carga.

Para la implementación de la red neuronal se utiliza la herramienta Matlab a través de su línea de comandos para la creación de una red personalizada, se opta por un modelo perceptrón multicapa (Figura 1) asociado al algoritmo de aprendizaje backpropagation error. Debido a su flexibilidad y capacidad de aprender la relación entre un conjunto de entradas y salidas, a través de un ajuste y asignación de pesos a las variables independientes correspondientes a la entrada para posteriormente aplicar esta relación a nuevos vectores de entrada similares a las presentadas en el entrenamiento. Este modelo fue comparado con otros algoritmos de aprendizaje y fue seleccionado por poseer la mejor relación entre medición y estimación.

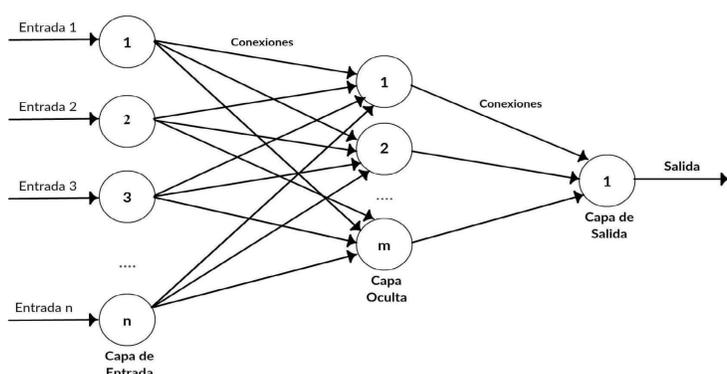


Figura 1: Arquitectura Perceptrón Multicapa

Resultados y Discusión

En la figura 2 la variabilidad de los datos en distintos días de la semana con respecto a la mediana es representada por el ancho de la barra, mostrando la simetría general para cada caso en las barras a lo largo de la semana, lo cual indica una distribución de datos más uniforme o una muy variable, siendo los datos por encima del tercer cuartil aquellos considerados como datos atípicos.

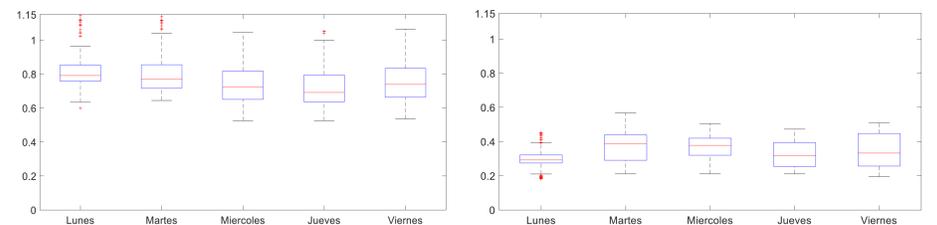


Figura 2: Dispersión de datos a estimar

En las figuras 10, 11 y 12 se presentan las comparaciones gráficas entre curvas reales de carga de un día laboral, correspondiente al PD elegido de cada zona y una curva estimada por el algoritmo, siendo esta simulación realizada utilizando una curva de temperatura variable. Por tanto la estimación trata de emular el comportamiento de la manera más aproximada posible a una situación real.

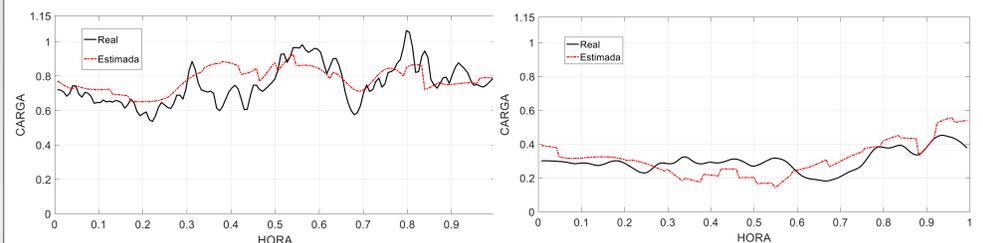


Figura 3: Comparación entre curva real y estimada

Conclusiones

Los resultados mostraron que el algoritmo es eficiente a la hora de extraer patrones y generar una curva resultante con bajos índices de error con relación a mediciones reales. Resaltando una importante reducción en costos operacionales y siendo una herramienta válida para el planeamiento de acciones/inversiones que busquen aumentar la confiabilidad del sistema de distribución.

La dispersión de los datos de entrenamiento afecta de manera negativa a la red ocasionando un aumento en el error entre los valores estimados y reales. Para este caso se observa que las curvas reales utilizadas para el entrenamiento no poseen un comportamiento lineal, ya que se ven distorsionadas por características propias de los equipos y de las zonas estudiadas, por lo que la estimación busca replicar con la mayor fidelidad posible una situación real, lo que deriva a un cambio en el método de entrenamiento, donde los datos no son introducidos en una única matriz, sino que son entrenados en intervalos de 24 horas para atender de mejor manera la variación de valores medidos en pequeños intervalos de tiempo. Esto manteniendo, y en algunos casos mejorando los índices de error y calidad en las predicciones

Bibliografía

- Agudelo, L., Velilla, E., & López, J. M. (2014). Estimación de la Carga de Transformadores de Potencia Utilizando una Red Neuronal Artificial.
- Fidalgo, J. E. L. C., & La Red, M. D. C. M. (2013). Redes neuronales artificiales. Predicción de alturas del río Paraná.
- Benítez, R., Cattani, D., Benítez, I., & Arce, A. (2014). Aplicación de Redes Neuronales Artificiales en la Previsión del Suministro Energético de la Central Hidroeléctrica de Itaipú al Sistema Eléctrico Paraguayo.
- Tepán, A., & Cristina, E. (2013). Estudio de los principales tipos de redes neuronales y las herramientas para su aplicación (Bachelor's thesis).
- Ng, Andrew. (2017). Curso de Aprendizaje Automático en la plataforma Coursera, Universidad de Stanford, Estados Unidos.
- Martínez Suarez, Laureano. (2012). Predicción de comportamientos a través de Redes Neuronales en Matlab. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Vía Blanca Km.3, Matanzas, Cuba.
- International Symposium on X. Gonzalez, A.Perea, G. Caicedo y F. Castro. (2008) "Estimación de curvas de carga en transformadores eléctricos mediante redes neuronales". Ingeniería y Competitividad. Vol 10 (2).
- C. Mallo "Predicción de la demanda eléctrica horaria mediante redes neuronales". Universidad de Oviedo, Departamento de Economía Cuantitativa.
- González Ramírez, Xiomara., Perea Meneses, Ángela., Caicedo, Ferley. (12 de Noviembre de 2008). Estimación de curvas de carga en transformadores eléctricos mediante redes neuronales. Universidad de Valle, Cali, Colombia.