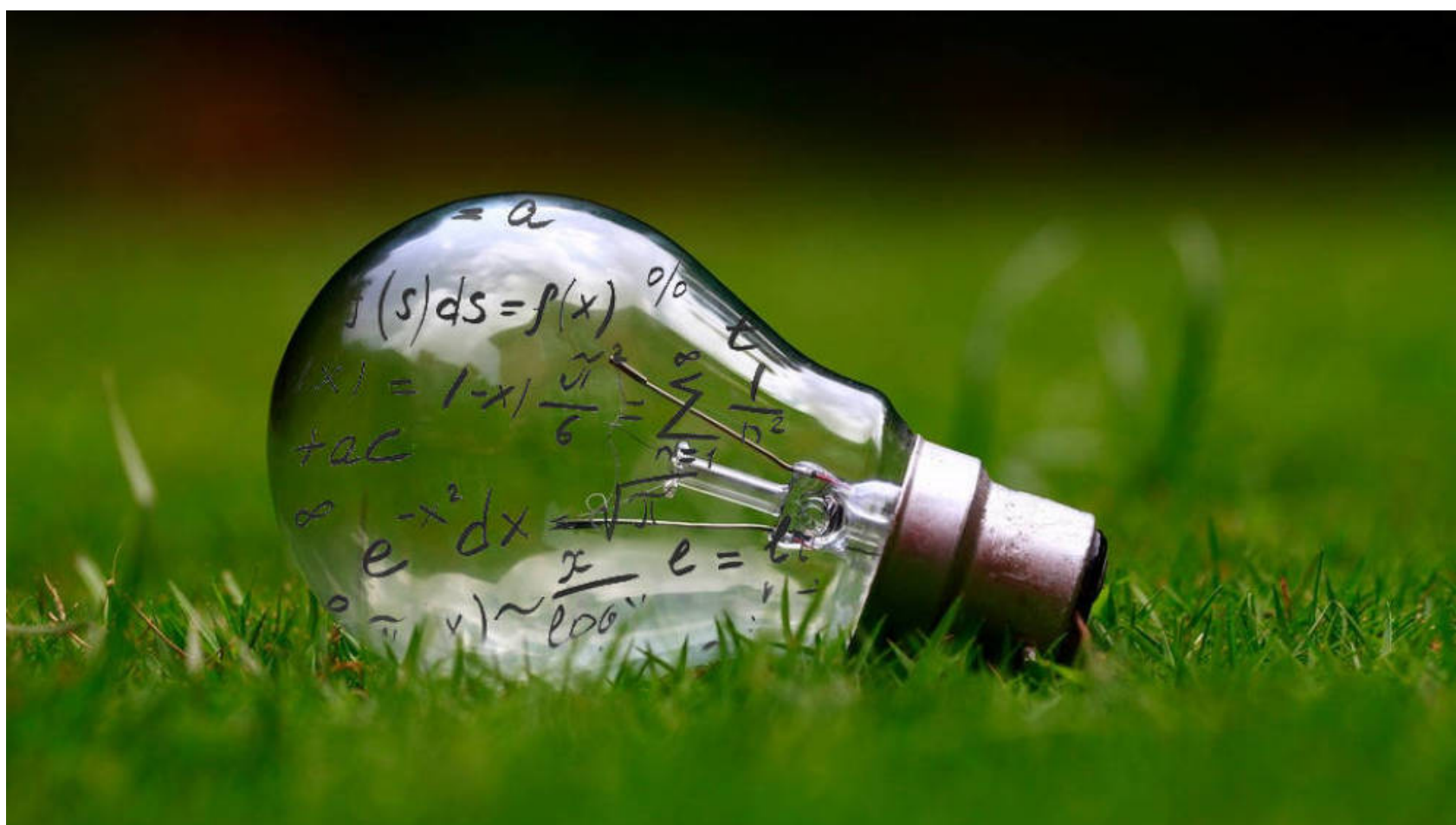


Los modelos de predicción son claves en la industria eléctrica para la estimación de la demanda y la producción de energía, y del precio de la luz

21.03.2017 – 05:00 H.



Las matemáticas están en todas partes; solo hay que saber verlas. Por ejemplo, detrás de algo tan cotidiano como apretar el interruptor de la luz cuando llegas a casa, se esconden multitud de matemáticas aplicadas. Estas son un **elemento clave en el sector energético**, ya que sustentan la base de la ingeniería; sin ir más lejos, la propia representación de las magnitudes eléctricas se hace con vectores, una herramienta geométrica. Pero hay mucho más: complejos modelos matemáticos son responsables de las predicciones que se realizan dentro del mercado eléctrico y que influyen, de diferentes maneras, en la temida factura de la luz.

[Gadgets e inventos para ahorrar en la factura de la luz](#)

R. Pérez

En plena ola de frío y los precios de la electricidad, más de uno lleva días temiendo la llegada de la próxima factura de la luz. Algunos dispositivos pueden atenuar el

susto

En el día a día de cualquier empresa eléctrica se emplean multitud de modelos matemáticos, que son **fundamentales como fuente de información** para tomar las mejores decisiones posibles en el negocio. Se utilizan tanto para predecir el precio de la luz, que le ofrecen al cliente o con el que salen a subasta junto a las demás comercializadoras; como para estimar la energía que va a consumir una persona al día siguiente; y para calcular, así mismo, cuánta energía hay que generar. Pero, ¿cómo afectan estas predicciones a los ciudadanos?

La primera preocupación: pagar mucho. La convulsión en el mercado eléctrico en los últimos meses, con subidas históricas del precio de la luz, ha dejado un escenario incierto sembrado de dudas en el que casi todo el mundo se ha llevado las manos a la cabeza. Pero hay que recordar que el impacto de esas subidas solo afecta al 46% de los consumidores domésticos, los que están acogidos al precio voluntario para el pequeño consumidor (PVPC) que varía a lo largo del año. El resto de los españoles tienen un contrato con una comercializadora del mercado libre a un precio fijo anual y no les afecta la subida de la luz. Las matemáticas pueden mejorar esa cuota fijada.

En el mercado libre, una empresa eléctrica tiene que hacer una **estimación del precio medio del mercado durante los próximos doce meses**, para poder ofrecer un precio fijo a su cliente para el año siguiente. En esa predicción entra la modelización matemática. "Para estimaciones de medio y largo plazo se utilizan modelos fundamentales, como programación matemática, lineal, lineal entera mixta y cuadrática, que en su algoritmo interno tienen en cuenta el modo de funcionamiento físico del sistema eléctrico", explica Álvaro Martínez Valle, doctor ingeniero

industrial del departamento de operaciones comerciales de [Viesgo Energía](#).

Cuanto mejores sean los modelos matemáticos que una empresa utiliza, mejores serán los precios que pueda ofrecer

Esos modelos no son 100% fiables, por lo que “al precio estimado, además del beneficio de comercialización de la empresa, hay que añadirle un margen de seguridad”, apunta. “Por eso, conceptualmente, cuanto mejores sean los modelos matemáticos que una empresa eléctrica utiliza para predecir el precio de la luz, mejores van a ser los precios que pueda ofrecer a los clientes”, asegura Martínez Valle. En resumen: a menor error en la predicción, mayor ajuste de los márgenes de seguridad, y mejor precio para el ciudadano.

La volatilidad de las energías renovables

En ese margen de seguridad que la empresa eléctrica de libre mercado debe prever, se incluye capear el riesgo que conlleva la **intermitencia de las energías renovables**, una variable sujeta a las condiciones climatológicas que entró en la ecuación hace unos años, alterando la estabilidad del sistema. Su vaivén afecta directamente a los consumidores sujetos al PVPC. “Con las energías renovables el mercado fluctúa más, los modelos son más complicados, y hay mayor volatilidad de precios. Eso explica [picos de subida como los de estos meses de invierno](#), que el ciudadano puede no comprender”, advierte Martínez Valle.



Parque eólico en la isla de El Hierro, en Canarias

Por ejemplo, la escasez de energía eólica porque haya soplado poco el viento, provoca **diferencias de precio** enormes, ya que entonces se tienen que arrancar centrales para cubrir la demanda energética. “Cuando el porcentaje de utilización de las renovables era pequeño, esas intermitencias en la factura no se notaban tanto”, explica el ingeniero. Esta volatilidad crea incertidumbre y una sensación negativa en el ciudadano de a pie, pero el balance no tiene por qué serlo. “Antes, sabías que el precio estaba, por ejemplo, a 50 €/MWh todo el año; ahora, te puedes encontrar unos meses un precio medio de 30 y otro de 70. Pero la media anual puede ser menos de 50. En cualquier caso, **las renovables son beneficiosas** sin ninguna duda”, recalca.

Entran en juego entonces otros modelos matemáticos: los de predicción de la producción de energía renovable. “Las centrales eólicas y solares necesitan algoritmos para estimar cuánto viento y sol, respectivamente, va a hacer mañana, y cuánta energía van a poder generar; las centrales nucleares no, porque siempre producen lo mismo”, explica Sergio Navarro Sánchez, cofundador de [Artificial Intelligence Talentum](#), empresa murciana de diseño de modelos matemáticos. No disponer de predicciones fiables precisa de un seguro que garantice el suministro, ya que “si tienes un molino de viento, le dices a Red Eléctrica Española (REE) que vas a producir 200 kW, y al final solo consigues 50, REE tiene que

arrancar rápidamente una central energética porque el cliente no puede quedarse sin electricidad; y eso es muy caro”, ejemplifica. Por eso, “conforme los modelos predictivos sean mejores, esos seguros se abaratarán y bajará el precio de la luz”, asegura Navarro Sánchez.

Matemáticas para garantizar el suministro

Antes de que los [‘millenials’](#) poblaran la tierra, en España era frecuente que hubiera cortes de luz simultáneos, e, incluso, que no hubiera suministro durante uno o dos días. Desde 1985, [Red Eléctrica de España](#) trata de **garantizar en todo momento la seguridad y continuidad del suministro eléctrico** de nuestro país. Y para ello se ayuda, también, de las matemáticas.

“Desde casi los inicios de REE se usan modelos predictivos. Primero, se utilizaron para la predicción de la demanda de energía del sistema eléctrico; después, con el desarrollo de las renovables, para la de su producción”, dice Jesús Rupérez, ingeniero industrial y jefe del Departamento de Modelos de Predicción y Cobertura de REE. “Para las previsiones de producción y demanda, se utilizan simultáneamente varios modelos y algoritmos basados en series temporales, redes neuronales y vecinos próximos”, detalla. Es decir, distintas técnicas estadísticas cuyos resultados se analizan y combinan para dar la mejor predicción posible en cada momento.

Para las previsiones de producción y demanda, se utilizan modelos y algoritmos basados en series temporales, redes neuronales y vecinos próximos

Este tipo de modelos y algoritmos está a la orden del día. Por ejemplo, las redes neuronales son una base fundamental de la [inteligencia artificial](#); y el análisis de series temporales es una herramienta básica de pronóstico que se emplea en cualquier rama de la ciencia. En estos modelos matemáticos hay presentes muchas variables. “En los de predicción de producción de energía, las variables meteorológicas, como de temperatura, de viento, y de insolación; en los de demanda, los usos y los

hábitos de los consumidores”, explica Rupérez.

Estos modelos benefician al ciudadano y le aseguran que, cuando pulse el interruptor al llegar a casa, la luz se encenderá. “La misión de REE es garantizar la seguridad de suministro. Por ello, conocer con la mayor certeza lo que va a ocurrir, permite optimizar el uso de los recursos que se tienen que movilizar y lograrlo”, dice el ingeniero de Red Eléctrica. Además, un menor margen de incertidumbre en demanda y producción se traduce en una menor movilización ineficiente de los recursos, lo que supone un ahorro en los costes. De nuevo, una esperanzadora mejora que repercute en la factura de la luz del ciudadano. Por eso, “estamos continuamente buscando mejoras y nuevas aproximaciones a los modelos y algoritmos, para tener la mejor predicción posible”, concluye Rupérez.

Además, detrás de los cálculos de las cargas y las energías que tienen que pasar por las centrales energéticas, hay **modelos matemáticos de cálculo a tiempo real y algoritmos de simulación**.

Despensas eléctricas que no se pueden llenar

Otro aspecto clave del sistema eléctrico es que la generación y el consumo de electricidad en cada instante debe ser igual, ya que no hay un almacenamiento de esa energía eléctrica. Esta puede ser generada, transportada y transformada fácilmente, pero resulta complicado almacenarla en grandes cantidades. “Como la energía no se puede acumular, hay que procurar que la producción de energía se ajuste siempre a la demanda”, explica Rosa Espínola, doctora de Estadística e Investigación Operativa, y profesora en la Universidad Complutense de Madrid.



El balance de los operadores determina qué margen de recursos se debe movilizar en el horizonte próximo para asegurar que se van a cubrir las necesidades de los usuarios. “Esto es interesante para los generadores de energía: como todos los productores ofertan cada hora en el mercado diario, poder predecir su precio con un día de antelación hace que puedan conseguir el mayor beneficio”.

Y no solo el mayor beneficio, sino la seguridad de poder vender su energía. “En el mercado diario, se cruzan las curvas de oferta y demanda, y su corte proporciona el llamado precio de casación al que se va a pagar la electricidad”, describe Espínola. El [algoritmo de casación Euphemia](#) lo dicta. El detalle es que toda la energía que se hubiera ofertado por encima de ese precio no se compra; solo se adquiere la ofertada al precio de casación o por debajo. Las generadoras de luz con un precio superior tienen que merendarse su energía. “La idea es usar modelos de predicción lo más sofisticados posibles para que el error que se cometa en la predicción con un día de antelación sea el menor, y se maximice la rentabilidad”, destaca la investigadora.

El pez gordo se come (menos) al pequeño

Estos modelos, a la postre, también procuran una **mayor competitividad**

entre las distintas generadoras y comercializadoras, y “una mayor competencia en el mercado eléctrico repercute en beneficios para el ciudadano”, opina Espínola. ¿Qué papel juegan en esto las matemáticas?

“Los modelos matemáticos ayudan a que el ciudadano pague menos porque hacen sostenibles a muchas pequeñas compañías, que son capaces de ofrecer servicios más adaptados al cliente”, sostiene Antonio Colino, director de Energía y Operaciones de la comercializadora eléctrica [Fenie Energía](#). “Una compañía eléctrica que tenga muy buenos modelos matemáticos puede obtener beneficios del arbitraje en los mercados. Si consigue, por ejemplo, cubrir sus nóminas, tiene mayor capacidad de afinar la prima de riesgo del cliente”, explica.

Los modelos matemáticos [...] hacen sostenibles a muchas pequeñas compañías, que son capaces de ofrecer servicios más adaptados al cliente

Así, las matemáticas bien aplicadas **hacen más sostenible a una compañía eléctrica**, y permiten que comercializadoras independientes puedan competir con los [gigantes del mercado eléctrico](#). “Endesa, Iberdrola y similares dominan este mercado, la lonja es suya. Nosotros tenemos que comprar una sardina, aunque nos cueste más cara que a ellos, y cocinarla mejor en el restaurante”, ilustra Colino.

Mayor competitividad, mayor cantidad de peces entre los que elegir. Y más dudas. En pleno desarrollo tecnológico, los algoritmos también se ponen a disposición de los ciudadanos en forma de Apps para ayudarles a elegir restaurante energético. Un ejemplo es [ebooble](#), una aplicación que compara precios de diversas comercializadoras y agrupa clientes para abaratar el coste. La comida (y la factura) eléctrica está servida, y viene bien aderezada de matemáticas. ¡Qué aproveche!