

K4K Food4Thought:

Reflexiones sobre el apagón ibérico del 28 de abril de 2025

A las 12:33 del mediodía del 28 de abril de 2025, gran parte de España, Portugal y Andorra se quedó a oscuras. Al caer la noche, la mayor parte del suministro eléctrico había sido restablecido en las zonas afectadas, aunque algunas tardaron más en volver a estar en línea—y no sin que casi 60 millones de personas experimentaran uno de los colapsos eléctricos más significativos en Europa en décadas. En este artículo de K4K “Food for Thought”, reflexionamos sobre lo ocurrido y analizamos qué nos revela sobre el sistema eléctrico moderno. Explicamos cómo una sola falla puede desencadenar una cascada de problemas, por qué son importantes los inversores con capacidad de formación de red (“grid-forming”), y por qué reiniciar el sistema es una tarea delicada y crítica. Los apagones no son aleatorios ni misteriosos. Generalmente son el resultado de una cadena de eventos—y aunque muchas veces se pueden evitar si prestamos atención a las señales de advertencia, ningún sistema es 100 % inmune.

Nota del Autor: Aunque no soy ingeniero eléctrico, he trabajado como economista y consultor en energía desde 1997, con enfoque en mercados eléctricos e infraestructura. Estudié electricidad en la escuela secundaria y he aprendido mucho a lo largo de los años conversando con ingenieros. Esta nota no pretende ser un documento técnico, sino una reflexión razonada sobre cómo se comportan —y a veces fallan— los sistemas eléctricos modernos. Cualquier simplificación es mía, así que agradezco su comprensión si no acierto en todos los detalles técnicos. 🍷

¿Por qué se producen los apagones? Desentrañando las capas

Los apagones masivos rara vez se deben a un solo incidente aislado. En realidad, suelen ser el resultado de una reacción en cadena que involucra tres capas interrelacionadas:

1. **Desencadenantes Primarios**—el evento inmediato que inicia la crisis. Puede tratarse de una tormenta severa, temperaturas extremas, una falla de equipo, un ataque cibernético o incluso un error humano.
2. **Vulnerabilidades Estructurales**—debilidades incorporadas al sistema con el tiempo. Incluyen infraestructura envejecida, falta de mantenimiento, insuficiencia de redundancia, planificación deficiente ante eventos raros, o una dependencia excesiva en una sola fuente de energía o tecnología.
3. **Fallas Operativas o Regulatorias**—deficiencias en la gestión o gobernanza del sistema. Por ejemplo, mercados eléctricos que desincentivan la resiliencia, ausencia de normas exigibles, mala comunicación durante emergencias, o fallos en los sistemas automáticos de protección.

Cuando ocurre un desencadenante, se activa una cascada. Lo que empieza como una falla controlable se convierte rápidamente en un colapso si las vulnerabilidades estructurales y los vacíos regulatorios lo permiten. Por eso, muchos apagones parecen súbitos y totales desde fuera—pero en realidad, revelan problemas que llevaban años gestándose.

Por qué las teorías conspirativas no dan en el clavo

Dado que el colapso final suele producirse de forma abrupta y afectar a millones de personas, puede parecer un ataque coordinado o un plan secreto, terreno abonado para las teorías conspirativas. Pero la verdad tiene más fundamento y es más preocupante: estos

sucesos son fallos previsible de sistemas que descuidamos o gestionamos mal, no pruebas de agendas ocultas. Entender los apagones a través de esta lente estratificada -disparador, vulnerabilidad, gobernanza- no sólo ayuda a explicar el pasado, sino que también muestra dónde debe construirse la resiliencia futura.

Hay que recordar que ningún sistema eléctrico es infalible. Habrá fallos. Los operadores del sistema utilizan una serie de herramientas y criterios para mantener los niveles de frecuencia y tensión dentro de unos límites seguros. Intentan anticiparse a los problemas y tienen planes de reserva para todo tipo de contingencias. Pero a veces, se desata el caos. Cuando eso ocurre, aplican medidas para aislar el problema. La mayoría de las veces funciona: puede que notes que las luces parpadean un segundo. Es raro, pero los problemas pueden escalar y propagarse en cascada por toda la red.

Y estos fallos no discriminan por nivel de renta: las interrupciones del suministro pueden afectar por igual a economías de renta baja, media y alta. La siguiente Tabla 1 presenta un registro seleccionado de apagones significativos ocurridos en todo el mundo desde 2020, con énfasis en sus causas técnicas, las poblaciones afectadas y las debilidades estructurales del sistema. Al diferenciar entre los desencadenantes inmediatos y las fallas más profundas —ya sean estructurales o regulatorias—, el análisis pone de relieve cuán complejas e interconectadas se han vuelto las interrupciones eléctricas modernas, y por qué la planificación para la resiliencia debe ir más allá del clima.

Tabla 1: Principales apagones recientes: Incidentes mundiales, causas técnicas y vulnerabilidades sistémicas

Fecha	Ubicación	Duración	Personas Afectadas	Demanda Máxima Estimada (GW)	Tipo de Apagón	Categoría de Causa Raíz	Causa Técnica
28 Abr 25	España, Portugal, Andorra	~11h	~58M	~55 GW	Apagón total	Falla de Infraestructura	Inestabilidad de frecuencia; fallo de transmisión
25 Feb 25	Chile (nacional)	~1 día	~18,6M	~10–12 GW	Apagón total	Falla de Infraestructura	Falla en software/protección electrónica; desconexión de línea de 500 kV
05 Ago 24	Omán	3–6h	~4M	~7–8 GW	Apagón parcial	Clima Extremo	Fallo de transmisión; escasez de reserva
15 Jul 24	Nigeria (Red Nacional)	~24h	~200M	~14–16 GW	Apagón total	Múltiples Factores	Restricciones en el suministro de gas, infraestructura envejecida, mantenimiento deficiente, vandalismo y interrupciones operativas debido a acciones sindicales.
08 Dic 23	Mumbai, India	~10h	~20M	~3–4 GW	Apagón localizado	Inestabilidad Cibernética/ Red	Inestabilidad de red; disparo de transmisión
08 Sep 23	Libia	~12h	~6M	~5 GW	Apagón parcial	Clima Extremo	Colapso de frecuencia; fallo técnico
23 Ene 23	Pakistán	~12h	~230M	~25 GW	Apagón total	Gestión de Red	Caída de frecuencia; fallo general
20 Dic 22	Jordania (parcial)	~6h	~2M	~3 GW	Apagón parcial	Falla de Infraestructura	Fallo técnico; alta demanda

Tabla 1: Principales apagones recientes: Incidentes mundiales, causas técnicas y vulnerabilidades sistémicas

Fecha	Ubicación	Duración	Personas Afectadas	Demanda Máxima Estimada (GW)	Tipo de Apagón	Categoría de Causa Raíz	Causa Técnica
24 Nov 22	Ucrania (parcial)	Horas–días	~10M	~5 GW	Apagón parcial	Falla de Infraestructura	Ataques con misiles a infraestructura energética
04 Oct 22	Bangladés	~7h	~140M	~13–14 GW	Apagón total	Falla de Infraestructura	Fallo de red; disparo de transmisión
13 Jul 21	Cuba	~12h	~11M	~3 GW	Apagón total	Gestión de Red	Incendio en subestación; infraestructura envejecida
14 Feb 21	Texas, EE. UU.	Horas–días	~12M	~75 GW	Cortes rotativos	Infraestructura Envejecida	Congelación; pérdida de generación
07 Ene 21	Kazajistán	~6h	~16M	~9–10 GW	Apagón parcial	Falla de Infraestructura	Desequilibrio de red; caída de central de carbón
20 Oct 20	Taiwán	~6h	~2M	~35 GW	Apagón parcial	Falla de Infraestructura	Evento de disparo de generador

Fuente: ChatGPT, DeepSeek, Wikipedia, investigación de K4K.

La causa exacta del apagón en la península ibérica se conocerá con el tiempo. Pero los primeros indicios apuntan a que dos grandes generadores en el suroeste de España se desconectaron en rápida sucesión. Red Eléctrica de España (“REE”), el operador del sistema eléctrico español, logró gestionar el primer evento, pero no contaba con suficiente capacidad de respuesta rápida para estabilizar el sistema tras el segundo. También se han planteado otras hipótesis—por ejemplo, una caída inexplicada en la señal de demanda podría haber llevado a REE a desconectar una parte importante de la generación innecesariamente. En ambos casos, el resultado sería el mismo: una caída repentina de la frecuencia del sistema, que ocurre cuando la demanda real supera la oferta disponible. A medida que la frecuencia caía, las centrales térmicas comenzaron a entrar en modo de autoprotección, desconectándose para evitar daños en los equipos—como cuando en casa “saltan los plomos” tras un cortocircuito. Cada desconexión provocaba una nueva caída de la frecuencia, lo que a su vez desencadenaba más desconexiones en una cadena en cascada. ¿El resultado? Zas. Se fue la luz en toda Iberia.

Esto no se extendió al resto de Europa porque la red española se desconectó automáticamente en los Pirineos. Puede sonar drástico, pero es exactamente lo que se supone que debe ocurrir: contener el problema y, una vez resuelto, reactivarlo con cuidado. Es como contener una enfermedad infecciosa, pero en milisegundos.

¿Qué podemos hacer al respecto?

Merece la pena prestar atención a algunos aspectos clave. Uno de ellos es la creciente importancia de los inversores de formación de red (“grid-forming”) frente a los inversores seguidores de red y los condensadores síncronos. Probablemente necesitaremos más de los primeros, ya que permiten a las plantas fotovoltaicas y a las baterías proporcionar inercia sintética, un sustituto de la inercia real generada por las centrales térmicas giratorias. Los condensadores síncronos—grandes máquinas giratorias conectadas permanentemente a la red—también podrían ser útiles en ciertos casos, especialmente cuando se requiere inercia mecánica real o capacidad de cortocircuito.

Hoy en día, la inercia mecánica procede de las masas giratorias de las centrales convencionales: turbinas de vapor alimentadas por calderas o turbinas de gas (básicamente, motores a reacción industriales). Estas giran 50 veces por segundo (50 Hz) y son difíciles de acelerar o frenar, lo que las convierte en un estabilizador natural de la frecuencia, simplemente por el hecho de seguir girando.

Los paneles fotovoltaicos y las baterías no giran, obviamente. Las turbinas eólicas giran, pero son más ligeras que las enormes turbinas de las centrales nucleares, de gas de ciclo combinado, etc. por lo que su contribución a la inercia física es limitada. Pero con el hardware y el software adecuados, pueden emular este efecto: la inercia sintética. Culpar a las renovables de los problemas de la red es una tontería. La transición energética no consiste sólo en introducir las renovables en la red con sistemas de control desarrollados en el siglo XX. La transición energética requerirá cambios en las redes y la adaptación de los sistemas de control. Es de esperar que se produzcan fallos de vez en cuando como parte de esta evolución.

¿Por qué se tardó tanto en reiniciar la red?

En realidad, REE respondió con competencia bajo presión. No todas las centrales de generación pueden ayudar a reiniciar un sistema desde cero: muchas necesitan energía externa sólo para arrancar. Incluso las centrales hidroeléctricas necesitan salas de control para abrir las compuertas. Reiniciar la red es complicado: todo debe estar en perfecto equilibrio, o todo volverá a fallar.

Sr. Kim Keats Martínez

Madrid, 30 abril 2025.