

Editorial: Vulnerabilidad de los sistemas eléctricos de potencia

Ernesto Vázquez Martínez
Doctorado en Ingeniería Eléctrica, FIME-UANL,
evazquez@gama.fime.uanl.mx



La ocurrencia de grandes disturbios en distintas redes eléctricas del mundo pone de manifiesto el problema de la vulnerabilidad de los sistemas eléctricos de potencia. El ejemplo más reciente es el disturbio ocurrido en la interconexión Noreste entre Canadá y los Estados Unidos el 14 de agosto del 2003. Aunque aún no existen reportes técnicos que expliquen las razones del disturbio, la falta de redundancia y la obsolescencia en la red de transmisión fueron uno de los factores que contribuyeron a la ocurrencia del disturbio.

El objetivo básico de un sistema eléctrico de potencia es el proporcionar la energía necesaria para el desarrollo de un país, objetivo que es crítico en países en vías de desarrollo. Para alcanzar este objetivo, es necesario generar, transmitir y distribuir la energía eléctrica desde los centros de generación, ubicados en base a la disponibilidad de fuentes primarias de energía, como son el gas, el carbón, el agua o la energía nuclear, hasta los centros de consumo, considerando en todo momento restricciones económicas, de seguridad, de confiabilidad y de calidad del servicio.

Es evidente que la falta de suministro eléctrico a los consumidores tiene un impacto muy grande, pudiendo ser de índole técnica, social y política. Considerando el aspecto técnico del problema, la interrupción del suministro eléctrico ocasiona, entre otras cosas, que las líneas de producción se detengan, provocando en algunos casos daños a los equipos en dependencia del proceso del cual se trate (fundición de hojalata en hornos de inducción de arco eléctrico, por ejemplo), caos vial por ausencia de señalamientos viales, indisponibilidad de transporte de pasajeros (que opere con energía eléctrica), descomposición de materiales orgánicos bajo refrigeración, etc.



Una interrupción de servicio eléctrico puede deberse a distintas causas, como un cortocircuito, la caída de estructuras de alta o media tensión, errores en la operación y control del sistema eléctrico y, en menor medida, por acciones de sabotaje. Sin importar las causas, es también evidente que es imposible que un sistema eléctrico de potencia sea totalmente inmune a estas situaciones, debiéndose aceptar las interrupciones del servicio eléctrico como una situación normal, aunque no deseable, en un sistema eléctrico de potencia. Por lo tanto, es necesario reducir los tiempos durante los cuales se pierde el suministro de energía eléctrica, sin importar la causa, y restaurar el sistema a su condición previa.

Uno de los problemas que enfrentan las empresas de energía eléctrica, es la creciente complejidad de los sistemas eléctricos de potencia. Cada vez los equipos son operados cerca de sus límites de seguridad con el fin de satisfacer la demanda de energía; esto ha sido ocasionado por la construcción de grandes plantas de generación conectadas al sistema a través de líneas de transmisión muy largas, que impactan directamente en la estabilidad del sistema, aún en condiciones normales de operación. Una analogía para poder apreciar este problema es cuando una persona construye una pirámide con las cartas de una baraja, a medida que se incrementa la altura de la pirámide, ésta se vuelve inestable, y puede derrumbarse sola por la acción de su propio peso. En esta analogía la altura de la pirámide representa la complejidad del sistema eléctrico de potencia.

Otro problema que enfrentan los sistemas eléctricos son los bajos niveles de redundancia en sus redes de transmisión, constituidas principalmente por líneas de transmisión de alto voltaje y transformadores de potencia. Esta debe tener la capacidad suficiente para transportar la energía desde las plantas de generación hasta los grandes centros de consumo, aún cuando ocurra un corto circuito que provoque la desconexión de elementos de la red, o en el caso de que algunos de sus componentes puedan estar fuera de servicio por mantenimiento. Cuando la red se ve disminuida en su capacidad de transmisión por alguna de estas circunstancias, uno o más de sus componentes puede sufrir una sobrecarga impidiendo mantener la capacidad de transmisión. En condiciones extremas, los elementos pueden ser desconectados en forma automática para evitar que sufran daños permanentes. Sin embargo, estas desconexiones disminuyen aún más la capacidad de transmisión, ocasionando mayores sobrecargas y la desconexión de otros elementos del sistema, incluso plantas de generación. Esto representa un



efecto dominó que conlleva a un gran disturbio, que se caracteriza por apagones generalizados en distintos puntos del sistema eléctrico de potencia.

La redundancia en la red de transmisión de un sistema eléctrico de potencia se logra principalmente con la construcción de un mayor número de líneas de transmisión de alto voltaje, lo que representa inversiones millonarias. Por ejemplo, la construcción de un kilómetro de línea con un voltaje de distribución de 400,000 volts (el mayor que existe en México) es del orden de los 3 millones de pesos. Esto significa que es muy difícil mantener la capacidad de la red de transmisión, considerando el incremento anual de la demanda eléctrica, que en algunos casos puede ser más del 5%.

En México ya han ocurrido grandes disturbios; uno de ellos que afectó todo el Sistema Interconectado Nacional, ocurrió el mes de Marzo de 1990 donde una gran cantidad de usuarios quedaron sin servicio de suministro de energía eléctrica, sumando un total de 3,000 MW. Mas recientemente, han ocurrido otros disturbios de menor magnitud, pero no menos importantes. En 1993 se presentó un apagón en 9 estados del occidente del país; en 1998 se presentó otro apagón generalizado que afectó los estados de Tamaulipas, Nuevo León y parte de Coahuila; de igual forma, en el año 2002 ocurrió un apagón en el sistema eléctrico de la península de Yucatán.

Todo esto pone de manifiesto la vulnerabilidad operativa de los sistemas eléctricos de potencia que pueden colapsarse aún por pequeñas fallas o disturbios que se propagan a través de la red eléctrica y que pueden afectar todo el sistema. Para resolver esta situación es necesario que las empresas eléctricas cuenten con planes estratégicos de inversión para mantener actualizada la infraestructura de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, que permita que el sistema eléctrico opere en forma segura, confiable y económica, en beneficio de los consumidores y del país.

Este aspecto es crítico en el caso de los países en vías de desarrollo, como en México, donde la confiabilidad en el suministro de energía eléctrica representa una de las piedras angulares en el desarrollo del país. Considerando los niveles de inversión que se requieren para lograr este objetivo, es factible considerar la apertura del sector eléctrico a la inversión privada, siempre y cuando la operación y control del Sistema Interconectado Nacional permanezca bajo responsabilidad de la CFE, evitando así conflictos de intereses y asegurando el beneficio social para el país.

