

7. CONCLUSIONES

Este trabajo de tesis tiene como objetivo realizar un estudio sobre el impacto que habría en las líneas de transmisión al añadir un generador más a la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde, variando la potencia del generador que se adiciona para seleccionar la mejor opción entre tres generadores de diferentes capacidades cada uno, el AP-1000 (1200 MW), el ABWR (1350 MW) y por último el EPR (1600 MW), desde un punto de vista eléctrico y económico. Para dicha finalidad se hicieron simulaciones del sistema eléctrico conformado por la central y las líneas de transmisión aledañas con apoyo de un software de simulación de redes eléctricas, para observar qué es lo que sucedería con el flujo de la potencia sobre las líneas de transmisión, para saber si éstas se sobrecargarían, o el flujo de reactivos haría que los niveles de voltaje se elevaran o disminuyeran por el efecto de la reactancia serie o capacitiva propia de la línea.

También se hizo un análisis de corto circuito, como complemento del estudio eléctrico del mismo sistema, tomando en cuenta toda la red interconectada nacional, reducida en un equivalente, en los buses de 230 [kV] y 400 [kV] de la central, para obtener las corrientes de corto circuito al añadir el nuevo generador, y ver si el equipo de protección y los mismos buses, tenían la suficiente capacidad para manejar dichas magnitudes de corriente eléctrica.

Al realizar las simulaciones de corto circuito, se pudo observar que las corrientes de corto circuito se elevan, como era de esperarse al añadir un generador más, y por ende su contribución al corto circuito en cada uno de los buses de la central; por tal motivo se sugirió, el revisar las capacidades de los interruptores y buses, antes de conectar el nuevo generador para ver que el equipo operara sin contratiempo y sin fallos.

Por otro lado, se realizaron simulaciones de flujos de potencia con cada uno de los generadores a elegir, añadiéndolos a las dos unidades ya existentes, para ver cómo se comportaban las líneas de transmisión, al transportar la potencia. Se pudo observar que las dos unidades actuales cumplen con la demanda de la carga en la zona oriental, y al añadir cualquiera de los tres generadores con las mismas condiciones de carga, se seguía observando un comportamiento normal en el sistema, la única diferencia es que, entre más es la capacidad del generador añadido, la carga cercana a la central de Laguna Verde, cada vez es alimentada en su mayoría por los generadores de la misma, dependiendo de la capacidad del generador que se añadiera. Es decir, entre mayor es la capacidad del generador, mayor es la dependencia de la carga de la central. Para el caso de la demanda mínima, se simuló con los generadores puestos en toda su capacidad, ya que se quería observar la energía que la central podía aportar al sistema, en caso de una contingencia, y se vio que la CNLV podría aportar toda su capacidad de generación en dicho caso, no así con los generadores ABWR y EPR, con los cuales, al tener mayor capacidad de generación, mayor iba a ser la aportación de potencia que éstos pueden dar, y se puede ver que esta aportación, se vería limitada por la línea de transmisión de LAV-POZA, que conecta a Laguna Verde con Poza Rica. Lo anterior se debe a que el

nodo compensador estaba conectado al bus POZA, por tal motivo, esa línea de transmisión se volvió fundamental en este estudio, ya que nos permitió observar, cuánta cantidad de energía entraba o salía del sistema, a través de la observación de la misma. Por tal motivo, al tener una sobrecarga en esa línea de transmisión del 5% estando conectado el generador ABWR y del 22% con el generador EPR, no es viable tener capacidad instalada y no poder usarla por limitaciones en las líneas de transmisión, por tal motivo este aspecto de la simulación se usó como uno de los indicadores en la toma de decisión final.

También se tomó en cuenta el incremento en la carga conectada que se tiene en la zona oriental del país para los próximos años, y se simuló de nuevo el flujo de potencia para cada uno de los generadores, y se observó que al crecer la carga conectada, aumenta el flujo de corriente a través de las líneas de transmisión, sobrecargando las siguientes: CZM-TCL, LAV-CZM y LAV-PBD, con una sobrecarga del 8.91%, 12.62% y 13.68% respectivamente. Por tal motivo se recomienda hacer líneas de transmisión paralelas a éstas o bien hacer nuevas plantas generadoras cercanas a las localidades próximas a estas líneas de transmisión, para aminorar el flujo de potencia a través de estas líneas de transmisión. Por otro lado al observar la línea de transmisión LAV-POZA, que es el enlace de nuestro sistema con el sistema nacional, se puede ver que cualquiera de los tres generadores cumple con las especificaciones de esta línea, ya que no se sobrecarga y la pérdida de reactivos en ésta es normal, por tal motivo, en esta simulación con los nuevos valores de carga, se puede decir que cualquiera de los tres generadores cumple adecuadamente con las especificaciones eléctricas.

Al haber realizado las simulaciones, se puede ver que cualquiera de los tres generadores cumple con las necesidades de la carga de la zona oriental del país, haciendo difícil la tarea de elegir uno de los generadores, por tal motivo, se hizo uso de un método de evaluación y decisión multicriterio, en este caso el método AHP, ya que también tenía que ser evaluado el punto de vista económico para tomar una decisión, y al ser bastante flexible en ese aspecto este método de toma de decisión, lo hizo una buena herramienta para llegar a la selección final, que al tomar en cuenta como indicadores, las simulaciones de los flujos de carga y las ventajas y desventajas de cada uno y el costo de inversión, se hizo muy fácil la toma de decisión. Con este método multicriterio se pueden hacer comparaciones de tipo cualitativo y cuantitativo para obtener la mejor opción. En este caso se tuvieron sólo indicadores de tipo cuantitativo, ya que se manejaron los valores que arrojaron las simulaciones y el costo de inversión de cada uno de los generadores para representar el aspecto económico del estudio, el cual arrojó como mejor opción el generador AP-1000 de entre las tres opciones, tomando en cuenta los dos aspectos, el eléctrico y el económico.

Finalmente, se recomienda implementar el generador AP-1000, si se decide ampliar la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde, ya que tuvo ventaja sobre los generadores ABWR y EPR haciendo el análisis de jerarquía.