

Interconexiones eléctricas internacionales. Aspectos técnicos y económicos

Michel Cabanillas
Delegado General de EDF (Electricité de France)
Delegación España

SUMARIO: I. INTRODUCCIÓN.- II. APORTACIONES DE LAS INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS. I. SEGURIDAD DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS.- 2. SEGURIDAD DE LAS ZONAS FRONTERIZAS.- 3. LA CALIDAD DEL SERVICIO A LOS CLIENTES.- 4. OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS.- III. INTERCONEXIONES. ASPECTOS TÉCNICOS.- 1. LA CAPACIDAD FÍSICA (TÉRMICA) DE LAS INTERCONEXIONES.- 2. LA CAPACIDAD RESERVADA A EFECTOS DE SEGURIDAD.- 3. LA CAPACIDAD DISPONIBLE PARA INTERCAMBIOS COMERCIALES.- IV. LOS ASPECTOS ECONÓMICOS.- 1. LA REMUNERACIÓN DE LA RED EXISTENTE.- 2. ATRIBUCIÓN DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE.- 3. FINANCIACIÓN DE LAS NUEVAS INTERCONEXIONES.- V. CONCLUSIÓN

I. INTRODUCCIÓN

Las interconexiones eléctricas internacionales permiten una vinculación entre las redes de transporte de los diferentes países. Los beneficios de estas interconexiones son: - La mejora de la seguridad de los sistemas.

- La mejora de la calidad del servicio.
- La posibilidad de lograr una reducción del precio de la electricidad.

Esta ponencia va a permitir presentar: - Los beneficios que aportan las interconexiones.

- Los aspectos técnicos de las interconexiones ilustrando estos aspectos con el ejemplo de la interconexión FRANCIA-ESPAÑA.
- Los aspectos económicos.
- Una conclusión sobre las posibles evoluciones en el futuro.

II. LAS APORTACIONES DE LAS INTERCONEXIONES ELÉCTRICAS

1. SEGURIDAD DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS

Las interconexiones eléctricas entre países permiten un apoyo mutuo cuando ocurren incidentes importantes por pérdida de uno o varios grupos o de una o varias líneas en uno de los países.

Un ejemplo de incidente de gran amplitud para ESPAÑA es el ocurrido en la zona de Barcelona en 1993 que dejó sin alimentación eléctrica a unos 5 millones de clientes. Otro ejemplo es el recién vendaval que hubo sobre Francia a finales de diciembre de 1999, que dejó sin alimentación eléctrica a 3,5 millones de clientes y provocó la avería de centenares de líneas.

El disparo de grupos

En ciertas circunstancias (y eso ha ocurrido varias veces cada año en EUROPA) se pierden en un país varios grupos de fuerte potencia por causas comunes (incidente de modo común como puede ser polución marina, algas...).

Este fenómeno se traduce por unos fuertes desequilibrios entre la demanda y la generación y una variación de la frecuencia. Si esta variación es muy importante ella misma puede provocar la pérdida de otros grupos o el delastre de una parte significativa de la demanda.

En este caso, cuando se pierde generación en un país, los grupos de todos los países interconectados eléctricamente participan para compensar este desequilibrio y queda claro que cuantos más grupos participen menos es la variación de frecuencia. Esto hace que hoy en día estas pérdidas de grupos casi no son apreciadas por los usuarios.

Este apoyo de todos los grupos de la Europa interconectada naturalmente se traduce por flujos de energía que pasan por las interconexiones internacionales.

Por ello las interconexiones son capitales para los países con pocos enlaces como puede ser Italia, y más todavía PORTUGAL y ESPAÑA Y son menos necesarias para los países bien interconectados como pueden ser por ejemplo ALEMANIA, BÉLGICA o FRANCIA.

EJEMPLO: Disparo de un grupo de 1.000 MW

En España:

- 180 MW son compensados por España y Portugal.
- 900 MW pasan por la interconexión FRANCIA/ESPAÑA procedente de toda Europa.

En Francia:

- 180 MW son compensados por FRANCIA.
- 100 MW pasan por la interconexión FRANCIA/ESPAÑA procedentes de ESPAÑA y Portugal.
- 720 MW pasan por las otras interconexiones.

El disparo de líneas

Cuando dispara una línea (tormenta, viento u otras causas) la energía que transitaba sobre estas líneas pasa a las otras líneas en función de la localización de la demanda y de los grupos. Estas líneas soportarían así una carga suplementaria en menos de 1 segundo. En algunos casos, esta sobrecarga es incompatible con la capacidad de la línea y, a su vez, esta línea dispara agravando el fenómeno. Así se producen los graves incidentes que pueden afectar a millones de clientes.

En este tipo de incidentes cuantas más líneas tengamos entre países, menos sobrecarga soportará cada una de ellas y así se puede evitar graves incidentes.

Ejemplo: En el incidente de 1993 sobre la zona de BARCELONA, estudios de REE han demostrado que si hubiera existido una línea más de 400 KV entre FRANCIA y ESPAÑA el incidente no hubiera provocado pérdida de clientes.

2. SEGURIDAD DE LAS ZONAS FRONTERIZAS

En varias zonas fronterizas el respaldo que aporta el país vecino es fundamental.

Las interconexiones permiten reducir las inversiones en cada país y reducen las consecuencias sobre el ambiente dando una garantía de apoyo por el país vecino en caso de necesidad.

3. LA CALIDAD DEL SERVICIO A LOS CLIENTES

La calidad del servicio a los clientes se mide generalmente considerando el número de veces y el tiempo en los cuales el suministro no está asumido, pero también apreciando la "pureza de la onda eléctrica". Este último criterio se mide por el respectivo nivel de tensión contratado y por la regularidad de la frecuencia. Hoy con los sistemas informáticos de radiocomunicación, y con los automatismos, las exigencias son cada día más fuertes.

Mantener la tensión en el nivel previsto

El plan de tensión en las zonas fronterizas de cada parte de la frontera está íntimamente vinculado con las actuaciones de los operadores del sistema de cada país y el resultado es el tránsito de energía radiactiva de un país a otro para mantener el plan de tensión requerido. Las interconexiones permiten este respaldo mutuo permanente, pero este respaldo es fundamental en caso de averías de líneas de una u otra parte de la frontera.

Mantener la frecuencia a 50 HZ

Para lograr en todo momento que la generación sea igual a la demanda se necesita que ciertos grupos sean capaces de hacer variar la carga en forma más o menos rápida, según las necesidades de la demanda.

- *La acción rápida* la hacen casi todos los grupos del sistema eléctrico europeo interconectados se llama la regulación primaria de los grupos. Esta actuación se hace desde en algunos segundos hasta algunas decenas de segundos.

La vinculación entre todos los países por las interconexiones permite contar con 25.000 MW/Hz, lo que significa que la pérdida de un grupo de los más grandes (1.300 MW) sólo provoque una variación de la frecuencia de 0,05 HZ.

Si no existieran las interconexiones, las variaciones de frecuencia serían muy importantes y provocarían frecuentes delastres de la demanda y a menudo disparos de otros grupos.

- *La acción lenta (regulación secundaria)* se realiza a continuación de la acción rápida y dura 15 ó 20 mm. Es una acción interna a cada país para que se compense la pérdida de generación en el país donde ha ocurrido. Esto se realiza en cada sistema eléctrico mediante automatismos que hacen variar la potencia de ciertos grupos para obtener el equilibrio.

Generación = Demanda Interior + Exportaciones - Importaciones Las normas en Europa es que cada país logre este equilibrio en menos de 15 mm después del incidente y para eso tienen que tener una potencia en regulación secundaria de 3 e cuando la demanda varía rápidamente $c/ =$ la demanda interna).

4. OPTIMIZACIÓN ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS

Las interconexiones internacionales permiten intercambios económicamente interesantes entre países porque se presentan situaciones muy diferentes en cada sistema con precios de equilibrio que son diferentes en cada país.

Demandas diferentes

Las curvas de la demanda de cada país son distintas porque las costumbres, los días festivos y los sistemas de regulación de la demanda, ya que los precios son diferentes.

Es obvio que si un día es festivo en ESPAÑA y no lo es en FRANCIA, grupos económicos quedan disponibles en ESPAÑA y puede ser interesante exportar de ESPAÑA a FRANCIA través de la interconexión.

Parques de generación diferentes

Las técnicas utilizadas en cada país son diferentes por razones tales como:

- La geografía y la hidraulicidad que ha justificado más o menos centrales hidráulicas (de embalse, de pasada...). - La existencia o no de carbón lignito a otros combustibles.
- La política de independencia energética que ha justificado o no un parque nuclear. - Consideraciones económicas o medio ambientales que según las hipótesis del precio al futuro del gas y del fuel han provocado tales o cuales inversiones.
- Políticas nacionales de apoyo a diversos tipos de materias primas energéticas (carbón, eólica, solar...). Los parques eléctricos de los países europeos son bastante diferentes y esto explica que pueden existir oportunidades para grandes intercambios de energía a través de las interconexiones con importantes variaciones según:
 - La hidraulicidad.
 - El precio del gas y del fuel.
 - Las políticas energéticas de cada país.

Optimización local o global

Las interconexiones internacionales hasta un cierto grado permiten pasar de una optimización nacional a una optimización global.

El hecho de poder contar con el respaldo del país vecino permite evitar inversiones muy costosas para pasar las puntas de demanda excepcionales.

Un estudio a nivel europeo ha mostrado que las interconexiones internacionales podrían permitir ahorrar de 4.000 a 6.000 millones de euros por año en comparación a una situación donde cada país sería aislado. Además, conviene añadir que esta cooperación entre los países europeos tiene también un impacto positivo sobre el medio ambiente mejorando la calidad del aire, ya que los grupos que se usan en situación de demanda excepcional usan en general como combustible el fuel y tienen un rendimiento menor que los que funcionan a menudo.

III. INTERCONEXIONES. ASPECTOS TÉCNICOS

1. LA CAPACIDAD FÍSICA (TÉRMICA) DE LAS INTERCONEXIONES

La capacidad de cada línea está limitada por el efecto térmico debido a la energía transportada (efecto OHM y alargamiento del conductor).

CAPACIDAD TÍPICA EN MVA	VERANO	INVIERNO
Línea de 400 KV	1.200 MVA	1.400 MVA
Línea de 225 KV	320 MVA	400 MVA
Línea de 150 KV	100 MVA	120 MVA

Por ejemplo la interconexión FRANCIA/ESPAÑA tiene una capacidad de 3.000 MVA en verano y 3.500 en invierno.

La capacidad de las interconexiones entre países es muy diferente en EUROPA de un país a otro, y los países peninsulares como ESPAÑA, ITALIA o PORTUGAL tienen una capacidad

de interconexión más débil que con los países bien interconectados como ALEMANIA, BÉLGICA Y FRANCIA.

El nivel de interconexión de un país P_1 con un país P_2 se mide en los estudios europeos con:

$$I_1 = \frac{\text{Capacidad de la interconexión } P_1-P_2}{\text{Potencia media de la demanda del país } P_1}$$

$$I_2 = \frac{\text{Capacidad de la interconexión } P_1-P_2}{\text{Potencia media de la demanda del país } P_1 + \text{Potencia de la demanda en } P_2}$$

I_1 = Capacidad de la interconexión P_1-P_2

Potencia media de la demanda del país P_1

I_2 = Capacidad de la interconexión P_1-P_2

Potencia media de la demanda del País P_1 + Potencia de la demanda en P_2

Ejemplo: Interconexión ESPAÑA-FRANCIA

I_1 invierno = $3.500/20.000 = 0,17$ para ESPAÑA

I_2 invierno = $3.500/20.000 + 48.000 = 0,05$

Estos valores son muy bajos en comparación con los de otros países, lo que puntualiza el muy bajo nivel de la capacidad de la interconexión entre FRANCIA y ESPAÑA.

2. LA CAPACIDAD RESERVADA A EFECTOS DE SEGURIDAD

Como ya hemos visto en el capítulo sobre la seguridad de los sistemas las interconexiones desempeñan un papel fundamental para la seguridad.

En todo momento para hacer frente a un incidente, la interconexión tiene que ser la posibilidad de transitar una gran cantidad de energía para apoyar al país que lo necesita.

Por ejemplo, en el caso de la interconexión FRANCIA-ESPAÑA se reserva permanentemente una gran parte de la capacidad para la seguridad del sistema ESPAÑOL y PORTUGUÉS. Al contrario FRANCIA que tiene varias interconexiones necesita menos el respaldo de la Península Ibérica cuando se pierden grupos.

3. LA CAPACIDAD DISPONIBLE PARA INTERCAMBIOS COMERCIALES

Varios tipos de acuerdos o contratos comerciales pueden necesitar un flujo de energía en las interconexiones.

Los acuerdos de largo plazo y las participaciones en centrales

Cuando existen acuerdos antiguos, por ejemplo, cuando un P, ha pagado una parte de la inversión de una central en el país vecino P_2 , los acuerdos contemplan una obligación de pasar la parte que le correspondía en la interconexión $P_2 - P_1$, este tipo de acuerdo tiene una cierta prioridad en la utilización de la interconexión.

Si en esta interconexión se pusiera un peaje se tendría que considerar que este costo se identifica como un coste a la transición.

NB: Este tipo de problema está en discusión en los grupos de trabajo impulsados por la Comisión Europea y aquí se ha manifestado el punto de vista del autor.

Los contratos bilaterales

Se trata por ejemplo del contrato del generador G_1 del país P_1 que tiene un contrato con un cliente calificado C_2 del país P_2 . El generador G_1 puede desear que la energía que produce pase por la interconexión $P_1 \rightarrow P_2$.

Las compras y las ventas en el POOL

Cuando existe un POOL en un sistema eléctrico los actores de los otros países pueden comprar o vender en este POOL si están autorizados. Esto necesita que se pueda pasar por la interconexión las cantidades ofertadas.

Ejemplo del POOL español:

En el POOL español los agentes externos autorizados pueden comprar o vender energía.

Esto necesita que los operadores de los sistemas autoricen la circulación de esta energía por su sistema y después sobre la interconexión.

Tomemos por ejemplo una oferta TRACTEBEL-POOL ESPAÑOL, ésta necesita los acuerdos de cada operador de los sistemas BELGA, FRANCÉS Y ESPAÑOL para el pasaje por sus propias redes y además un acuerdo entre los dos operadores de sistema en cada interconexión BÉLGICAFRANCIA y FRANCIA-ESPAÑA.

Otros aspectos técnicos

En realidad no se puede considerar en forma separada cada interconexión porque lo que importa es la suma de los intercambios en cada sentido y el tránsito físico.

IV. LOS ASPECTOS ECONÓMICOS

1. LA REMUNERACIÓN DE LA RED EXISTENTE

Este tema es importante naturalmente para las empresas porque condiciona su rentabilidad, pero también para los otros actores, ya que el precio del transporte representa, por ejemplo en alta tensión, 15% del precio al cliente. Es también uno de los criterios que permite dar más o menos fluidez al mercado y a los intercambios.

El mecanismo que determina los precios se fundamenta en general sobre: la rentabilidad del capital invertido más los costes de explotación.

Ejemplo de repartición de los costes:

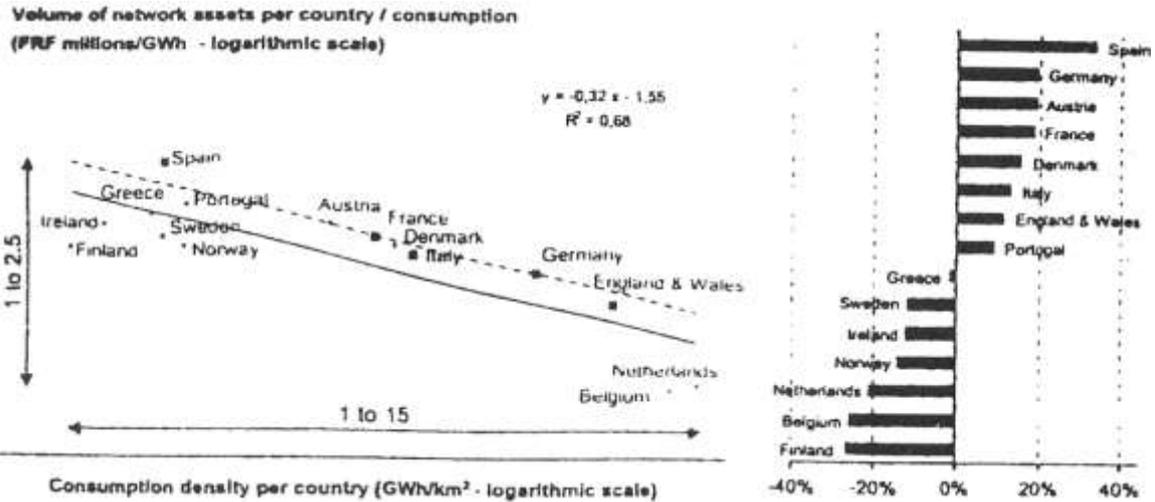
- Amortización de las obras 25% a 30%.
- Provisiones para renovación de la red 20%.
- Cargas de explotación 30 a 35 %.
- Pérdidas eléctricas en la red 2 a 3 %. -Servicios sistemas y congestión 2 a 3%.
- Cargas físicas y tasas 10 a 15 %.

Estos costes son variables de un país a otro y de una compañía a otra según:

- La antigüedad de la red.

- La densidad de la demanda.
- Las técnicas utilizadas. -El régimen impositivo y las tasas.
- La repartición de la generación.

EJEMPLO: VARIACIÓN SEGÚN LA DEMANDA



2. ATRIBUCIÓN DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE

Existen en el mundo varios mecanismos de atribución de la capacidad disponible de las interconexiones y cada uno tiene explicaciones históricas, económicas o políticas.

Ejemplos:

- Atribución de la capacidad según quién ha pagado o va a pagar esta interconexión.
- Atribución de la capacidad a todo el que quiera utilizarla mediante un peaje, el mismo para todos en iguales condiciones.
- Atribución de la capacidad mediante un peaje determinado por subasta entre todos los que presenten ofertas.
- Atribución de la capacidad a los que primero han perdido esta capacidad.

Cada sistema tiene sus ventajas y sus inconvenientes y en estos momentos ESTO (Asociación de las transportistas) impulsada por la comunidad europea está procurando proponer para la comunidad un método único de TRANSPARENTE-EFICAZ y que NO SEA DISCRIMINATORIO cuando la interconexión es insuficiente. El método para elegir entre las ofertas es uno de los aspectos fundamentales que está todavía en discusión.

Ejemplo: Interconexión FRANCIA/ESPAÑA con criterios de aceptación de las ofertas que son diferentes para España (criterios REE) y para FRANCIA (criterios EDF-ESE). Los dos actores están acercando sus métodos teniendo en cuenta las discusiones entre los expertos europeos para lograr que la gestión de la interconexión FRANCIA-ESPAÑA sea más eficaz y menos discriminatoria.

3. FINANCIACIÓN DE LAS NUEVAS INTERCONEXIONES

La financiación de estas inversiones se relaciona claramente con los mecanismos de remuneración y con quienes se benefician de la nueva interconexión.

Se observa en general que la liberalización de los sistemas eléctricos provoca una reducción del desarrollo de la red por no encontrar empresas que se arriesguen a invertir.

Uno de los mecanismos para incentivar estas construcciones de líneas es constituir fondos para el desarrollo de las interconexiones donde se afectan:

- Parte del peaje pagado por todo agente que utilice la interconexión existente.
- La integridad de 10 que aceptan de pagar los actores para utilizar la interconexión cuando hay “una congestión”.
- Ayudas de los países involucrados y de la Comunidad Europea.

V. CONCLUSIÓN

Las interconexiones internacionales desempeñan un papel muy importante para la construcción de un espacio eléctrico europeo con la libre circulación de la electricidad, esto va a permitir que los precios de la electricidad se nivelen en EUROPA.

Pero no hay que olvidarse que las interconexiones son en prioridad un medio que permite LA GARANTÍA DEL SUMINISTRO Y LA SOLIDARIDAD entre los países.

Otra ventaja, como 10 hemos visto, que permiten las interconexiones es la CALIDAD del producto electricidad (frecuencia tensión).

Por fin hay un INTERÉS ECONÓMICO.

También podemos imaginar a largo plazo que cuando se armonicen las políticas energéticas y salariales los precios de la generación en cada país se van a aproximar y el interés económico de los intercambios podrá evolucionar. La corriente liberal actual no tiene que ocultar que la electricidad es un producto de primera necesidad y que las compañías eléctricas tienen ante todo que garantizar a sus clientes que el producto electricidad queda disponible.

Para lo que se refiere a la interconexión ESPAÑA/FRANCIA hay que subrayar que es la interconexión más débil entre dos países de la Comunidad Europea. Otro aspecto importante es que esta interconexión es fundamental para la SEGURIDAD de los sistemas ESPAÑOL y PORTUGUÉS Y que se ha acordado entre operadores de los dos sistemas reservar una gran parte de la capacidad de la interconexión en este tema. Por fin la interconexión ESPAÑA-FRANCIA tiene que permitir intercambios económicos en forma TRANSPARENTE, EFICAZ Y SIN DISCRIMINACIÓN. Para lograr estos objetivos hacen falta todavía estudios y discusiones.

El desarrollo de nuevas interconexiones FRANCIA-ESPAÑA necesita particularmente estudios técnicos y medioambientales, pero además supone que los métodos de financiación y remuneración en Europa de las nuevas interconexiones se precisen integrando el nuevo contexto económico y apreciando cómo éste podría funcionar.

