

Universidad Carlos III de Madrid  
Departamento de Ingeniería Eléctrica.

Julio Usaola García.

Regulación de sistemas eléctricos.

Tema 3. Cuestiones teóricas.

**Pregunta 1.** Renta de congestión.

Sean dos sistemas A y B, conectados mediante una interconexión de  $T$  MW de capacidad. En un momento dado, los precios de los sistemas son  $\pi_A > \pi_B$ .

1. Demuéstrese que la renta de congestión en un sistema con dos zonas es el producto de la capacidad de interconexión por la diferencia precios entre las zonas.
2. Dedúzcase cuál es el valor del multiplicador de Lagrange asociado a la capacidad de transmisión entre los sistemas.

**Solución**

$$RC = P_{DA}\pi_A + P_{DB}\pi_B - P_{GA}\pi_A - P_{GB}\pi_B = \pi_A(P_{DA} - P_{GA}) - \pi_B(P_{GB} - P_{DB}) = (\pi_A - \pi_B)T \quad (1)$$

El multiplicador de Lagrange pedido es igual a  $\pi_A - \pi_B$ .

**Pregunta 2.** FTR comprado por el vendedor.

Obtégase cuál es el balance de pagos y cobros entre un consumidor y un productor en zonas con distintos precios si la transacción de energía se realiza mediante un contrato por diferencia y se supone que el vendedor ha adquirido derechos de transmisión.

**Solución**

$$\begin{aligned} \text{Pagos comprador} &= \text{Pagos al mercado} + \text{Contrato por diferencias} \\ &= E_C\pi_{M2} + E_C(\pi_C - \pi_{M2}) = E_C\pi_C \\ \text{Ingresos vendedor} &= \text{Ventas al mercado} + \text{Contrato por diferencias} + \text{Derechos de transmisión} \\ &= E_C\pi_{M1} + E_C(\pi_C - \pi_{M2}) + E_C(\pi_{M2} - \pi_{M1}) = E_C\pi_C \end{aligned}$$

**Pregunta 3.** Desvíos

En la hora  $h$  en un mercado de precio doble se tienen los siguientes datos:

Precio del mercado diario: 50 R/MWh



Precio del desvío a subir: 50 R/MWh

Precio del desvío a bajar: 65 R/MWh

En la hora  $h + 1$  en un mercado de precio doble se tienen los siguientes datos:

Precio del mercado diario: 55 R/MWh

Precio del desvío a subir: 55 R/MWh

Precio del desvío a bajar: 45 R/MWh

Indíquese cómo ha sido el desvío del sistema, a subir o a bajar, en las horas  $h$  y  $h + 1$ .

### **Solución**

En la hora  $h$  el desvío del sistema ha sido a bajar. Los precios de la hora  $h + 1$  son incorrectos: el precio del desvío a bajar no puede ser inferior al del mercado diario.

### **Pregunta 4.** Renta de congestión entre España y Portugal.

Búsquese la renta de congestión entre España y Portugal en distintos momentos. Compárese la potencia intercambiada y la capacidad de la interconexión en los momentos en que se produce renta de congestión. La información puede encontrarse en el siguiente enlace <https://www.esios.ree.es/es?locale=es>

### **Pregunta 5.** Datos de mercado eléctrico.

Indíquense los siguientes datos para un mes cualquiera. Los datos para el MIBEL pueden encontrarse en el informe mensual correspondiente de OMIE (<https://www.omie.es/es/publicaciones>).

- Precios mínimo, medio y máximo del mercado diario
- Discrepancias con los precios de Portugal.
- Energía negociada en el mes en MIBEL.
- Renta de congestión entre España y Portugal y entre España y Francia.
- Importaciones de energía en España (en %)
- Energía negociada en los mercados intradiarios de subastas y continuo y volumen económico de las transacciones realizadas.
- Banda horaria media de secundaria en MW a subir y a bajar.
- Precio final medio de la demanda nacional y porcentaje de este precio que representa el precio del mercado diario.
- Tecnología que más ha contribuido a la cobertura de la demanda y porcentaje que ha cubierto.

### **Pregunta 6.** Mercados internacionales.

Indíquense los datos solicitados para un día cualquiera en los mercados siguientes:

- Mercado centroeuropeo EPEX <https://www.epexspot.com/en>.
- Mercado italiano GME <https://www.mercatoelettrico.org/it/>.
- Mercado escandinavo Nordpool <https://www.nordpoolgroup.com/>
- Precios mínimo, medio y máximo del mercado diario

- Productos que se negocian en el mercado.
- Características de los mercados de ajuste en cada sistema.

**Pregunta 7.**

Obtégase la discrepancia en OMIE entre el precio horario de la energía obtenido considerando solo ofertas simples de venta y el obtenido tras la aplicación de las condiciones complejas. Las curvas de oferta y demanda agregadas de OMIE se pueden encontrar en el enlace <https://www.omie.es/es/market-results/daily/daily-market/daily-hourly-price>.