

Tarea 1

Profesor: Francisco D. Muñoz

60 puntos

Instrucciones

- Respete los límites de espacio para las preguntas en que estos se mencionan.
 - Se descontará 1 punto por cada falta de ortografía (e.g., 5 o más faltas de ortografía en una pregunta de 5 puntos resulta en un puntaje igual a 0 en la pregunta en cuestión).
 - No es necesario que pegue los códigos de los modelos utilizados en su documento de respuestas.
1. (20 puntos) Basado en [1] y [2] responda las siguientes preguntas por separado. Limite su respuesta a no más de una página y media en total para a) y b) en agregado.
 - a) (5 puntos) Liste los principales elementos que constituyen un mercado eléctrico que funciona adecuadamente.
 - b) (5 puntos) ¿Qué desafíos podría presentar un proceso de reforma o desregulación en mercados eléctricos?
 - c) (10 puntos) Explique el efecto correlación y el efecto de orden de mérito descritos en [1]. Describa cómo estos 2 efectos causan que el valor de la generación a partir de fuentes solares y eólicas sea decreciente en la medida que aumenta el nivel de penetración de estos recursos en un sistema.
 2. (30 puntos) Utilizando los datos de demanda para 670 bloques representativos para un año (i.e., $H_t = 8760/670$) entregados en el archivo adjunto, implemente un problema de despacho económico en un lenguaje como AMPL, AIMMS, Pyomo u otro¹ considerando lo siguiente:

Cuadro 1: Generación instalada

Tecnología	K_i [MW]	HR_i [MMBtu/MWh]	CC_i [\$/MMBtu]	MCF_i	FOR_i
Diesel	3.000	11.0	16.36	1	0
CCGT	4.000	8.2	7.32	1	0
Coal	10.000	10.4	2.89	1	0,2
Hydro	8.000	-	0	0,37	0

donde H_t es el largo de cada bloque, K_i es la capacidad instalada, HR_i es la eficiencia de la planta de energía, CC_i es el costo de combustión, MCF_i es el factor de planta anual máximo, y FOR_i es la

¹Por su tamaño, es altamente improbable que pueda resolver este problema usando Excel Solver.

tasa de falla del generador. Para efectos prácticos modele la central Hydro como una central térmica simplemente con un factor de planta máximo anual (i.e., despreocúpese de balances de agua por bloque, volumen del agua embalsado por bloque, etc.). Además, considere un costo de desprendimiento de carga $VOLL = 500$ \$/MWh.

Para evitar errores de arrastre, al resolver el problema de despacho económico con los datos de arriba el costo total de operación óptimo al año debería ser de \$4,674.02 millones.

- a) (5 puntos) Plantee el problema de optimización a resolver de manera algebraica (i.e., sin reemplazar números).
 - b) (10 puntos) Presente una tabla con energía total generada al año por generador en GWh, factor de planta anual por generador, y utilidades anuales por generador en \$ millones.
 - c) (5 puntos) Calcule el precio promedio de la energía en \$/MWh. Recuerde que el precio promedio es $p = \frac{\sum_{t=1}^T H_t D_t p_t}{\sum_{t=1}^T H_t D_t}$, donde p_t es el precio de la energía en el bloque t en \$/MWh.
 - d) (5 puntos) En una tabla muestre el cambio en costos totales de operación si es que se aumenta la capacidad de cada generador en 1 MW, para cada generador de manera independiente (Abusando notación, $\frac{\Delta C_i}{\Delta K_i} = \frac{C(K_i+1) - C(original)}{1 \text{ MW}}$). Los resultados deben ser menores o iguales a cero y se deben presentar en unidades de \$ millones/MW. ¿Por qué para algunas tecnologías los resultados de estas dos columnas son iguales y para otras no? ¿Cuál tecnología es (marginamente) más valiosa para el sistema?
 - e) (5 puntos) Si interpreta la restricción de factor de planta anual máximo como una restricción de agua disponible durante el año (i.e., total de agua disponible al año en MWh es $MCF_{Hydro} \cdot K_{Hydro} \cdot 8760$) ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar el operador del sistema por 1 MWh más de agua al año (en \$/MWh)? ¿A qué se parece ese valor?
3. (10 puntos) Supongamos que el 100 % de la capacidad Hydro y CCGT son de una firma que llamaremos A. El resto de la capacidad instalada se reparte entre otras firmas mas pequeñas. Esta firma A importa gas natural para operar la central CCGT desde USA sin ninguna influencia del coordinador del sistema o regulador. Si utilizamos MCF_{CCGT} como un parámetro proxy que indica el volumen de gas importado para el año, grafique los costos totales del sistema y las utilidades de la firma A en función de $MCF_{CCGT} \in [0, 1]$. ¿Tiene incentivos la firma A a importar el nivel de gas socialmente óptimo para el sistema (i.e., el que minimiza los costos totales)?

Referencias

- [1] Lion Hirth. The market value of variable renewables: The effect of solar wind power variability on their relative price. *Energy economics*, 38:218–236, 2013.
- [2] Fereidoon P Sioshansi. Electricity market reform: What have we learned? what have we gained? *The Electricity Journal*, 19(9):70–83, 2006.