

Tarea 2

Fecha de entrega : Viernes 12 de Octubre de 2018 hasta la medianoche por Webcursos
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. (30 puntos) Considere un sistema con capacidad instalada como el que se describe abajo en la tabla y asuma que es posible expandir la capacidad de todos los generadores a un costo anual I_i en \$/MW-yr. Se considera además la posibilidad de agregar capacidad de una central eólica cuyo perfil de generación normalizado (i.e., factor de planta máximo por bloque, $W_t \in [0, 1]$) es igual al del perfil de Tchamma en el Excel con datos. Asuma además que la demanda en cada uno de los 670 bloques creció al doble.

Cuadro 1: Generación instalada

Tecnología	K_i [MW]	MC_i [\$/MWh]	MCF_i	FOR_i	I_i [\$/MW-yr]	E_i [Ton CO_2 /MWh]
Diesel	2.000	180	1	0	50.000	0,75
CCGT	5.000	60	1	0	80.000	0,50
Coal	9.000	30	1	0,2	300.000	1,00
Hydro	8.000	0	0,37	0	260.000	0
Wind	0	0	1	0	200.000	0

donde H_t es el largo de cada bloque, K_i es la capacidad instalada, MC_i es el costo marginal de operación, MCF_i es el factor de planta anual máximo, FOR_i es la tasa de falla del generador, I_i es el costo de inversión anualizado por tecnología, y E_i es el factor de emisiones. 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 planificación de largo plazo con los datos de arriba (sin considerar un impuesto a las emisiones) el costo total al año (inversiones + operación) debería ser de \$13.865,2 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 inversiones por tecnología en MW, energía total generada al año por tecnología en GWh, y factor de planta anual por generador.
- c) (10 puntos) A usted se le ha encargado ahora analizar el efecto que tendría un impuesto (TAX) a las emisiones de CO_2 en el sistema. Para ello, considere valores de $TAX \in \{0, 5, 10, 20, 40, 80\}$, todos en $\$/Ton CO_2$, y muestre sus resultados en una tabla como la siguiente.

Cuadro 2: Efecto de $CO_2 TAX$ en costos totales, inversiones en MW, y emisiones totales del sistema.

TAX [\$/Ton CO_2]	Costo Total [\$ M]	Inv. Convencionales [MW]	Inv. Hydro [MW]	Inv. Wind [MW]	Emisiones Totales [M Ton CO_2]
.

Inv. Convencionales es la suma de inversiones en Diesel, CCGT, y Coal en MW. Lo mismo para Inv. Hydro e Inv. Wind. Ojo que son sólo las inversiones, no la suma de la capacidad instalada y las inversiones. Ojo además que los costos totales y las emisiones totales del sistema están en millones de USD y millones de Ton de CO_2 , respectivamente.

Aproximadamente, ¿cuál sería el impuesto necesario para reducir las emisiones a la mitad de lo que resultaría si el impuesto fuera igual a cero?

- d) (5 puntos) Elabore un gráfico de Emisiones Totales versus $CO_2 TAX$ y responda lo siguiente. ¿Por qué la reducción de emisiones no es lineal en el impuesto?
2. (30 puntos) Considere los datos de demanda y un perfil de generación solar normalizado (i.e., factor de planta máximo por bloque, $W_t \in [0, 1]$) entregado en el archivo adjunto para 24 horas. La forma de la curva de demanda (no la magnitud) corresponde a la del Sistema Interconectado Central en Chile para un día tipo desde las 00:00 hasta las 23:00 horas en Enero de 2015.
- a) (10 puntos) En un solo gráfico muestre las curvas de demanda neta (demanda del sistema - generación solar disponible, puede ser negativa) versus horas del día para $K_{Solar} \in \{0, 300, 600, 900, 1300\}$ MW y responda lo siguiente. Basado en la lectura adjunta The Duck Has Landed de Meredith Fowlie del Energy Institute en Berkeley, describa brevemente los dos principales desafíos de la integración de renovables (principalmente solar).
 - b) (10 puntos) Asuma de ahora en adelante que $K_{Solar} = 1200$ MW (i.e., un escenario de alta penetración solar) y $MC_{Solar} = 0$ $\$/MWh$. En el sistema hay 2 generadoras térmicas instaladas, una CCGT y una Coal, con las siguientes características: $K_{CCGT} = 500$ MW, $K_{Coal} = 1000$ MW, $MC_{CCGT} = 60$ $\$/MWh$ y $MC_{Coal} = 30$ $\$/MWh$. Sólo la central Coal posee un mínimo técnico de operación de 100 MW, no hay restricciones de rampas ni costos de partida. Resuelva el problema de pre-despacho para las 24 horas, el costo óptimo de operación para las 24 horas debería ser de \$538.240,8. Se pide lo siguiente:
 - (3 puntos) Muestre en un gráfico de columnas apiladas como el siguiente el nivel de despacho por generador por hora.

- (3 puntos) Calcule el vertimiento total de energía solar en MWh (total=suma de vertimientos por hora) y como % del total de energía solar disponible (disponible=generado+vertimientos) en total durante el día.
- (4 puntos) ¿Por qué es óptimo no utilizar toda la energía que podría generar la central Solar siendo que $MC_{Solar} < MC_{Coal} < MC_{CCGT}$? ¿Es un problema de factibilidad, optimalidad, o ambos? Recuerde que no hay almacenamiento.

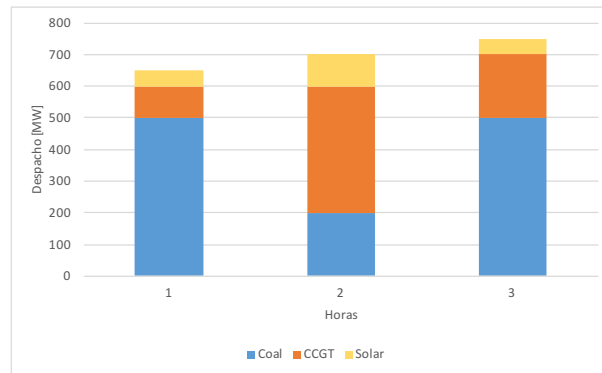


Figura 1: Ejemplo de gráfico de columnas apiladas que muestra los niveles de despacho en MW de las centrales CCGT, Coal, y Solar para sólo 3 horas de operación.

- c) (5 puntos) Suponga ahora que además de un mínimo técnico, la central Coal posee restricciones de rampas máximas de partida y parada de 50 MW/h. Vuelva a elaborar el gráfico anterior considerando estas restricciones adicionales. Además, muestre un tercer gráfico pero ahora ignorando restricciones de mínimos técnicos y rampas de partida y parada. ¿Cómo cambian los niveles de vertimiento solar en función de la flexibilidad del sistema (calcúlelos)?
- d) (5 puntos) ¿En qué se relacionan los casos que acabamos de analizar con la disputa legal que existe entre generadores ERNC (principalmente solares) con la central Guacolda en el norte de Chile en el 2016? Resuma la disputa y relaciónela con sus resultados. Limite su respuesta a no más de media página.