



Modelos de sistemas de energía eléctrica

Funciones de análisis y estudio en la operación y
economía de un sistema eléctrico

Andrés Ramos

Contenido

1. Entornos regulatorios
2. Decisiones en una compañía eléctrica
3. Jerarquía de funciones
4. Modelos de sistemas de energía eléctrica



Objetivo de la “planificación” de los sistemas eléctricos

- Estimaciones económicas y producciones
 - Entorno de regulación centralizada
 - Cobertura de la demanda de electricidad al *mínimo coste* con una fiabilidad y calidad razonable mediante explotación *centralizada* del sistema
 - Entorno desregulado
 - Cobertura de la demanda eléctrica al mínimo coste mediante la *maximización del beneficio* neto de los *agentes*

Aspectos comparativos

	Entorno de regulación centralizada	Entorno desregulado
Objetivo	Minimización de costes del sistema	Maximización del margen de contribución de cada empresa
Toma de decisiones	Planificación centralizada del operador del sistema	Ofertas de las empresas
Competencia	Implícita	Explícita entre agentes de generación
Previsión demanda	Sólo cantidad	Cantidad y precio
Riesgo económico	Asumido por consumidores	Asumido por empresas generadoras y consumidoras

Preguntas preliminares

- ¿Qué análisis o estudios se van a realizar?
- ¿Cuáles son las decisiones relevantes a tomar con ayuda de los modelos?
 - Inversiones, operación, aprovisionamiento de combustible, acoplamiento de los grupos
- ¿Qué aspectos de las decisiones son importantes?
 - Temporalidad o cronología
- ¿A qué parte del negocio eléctrico afectan?
 - Generación (térmica, hidráulica), *trading*, transporte, distribución, comercialización

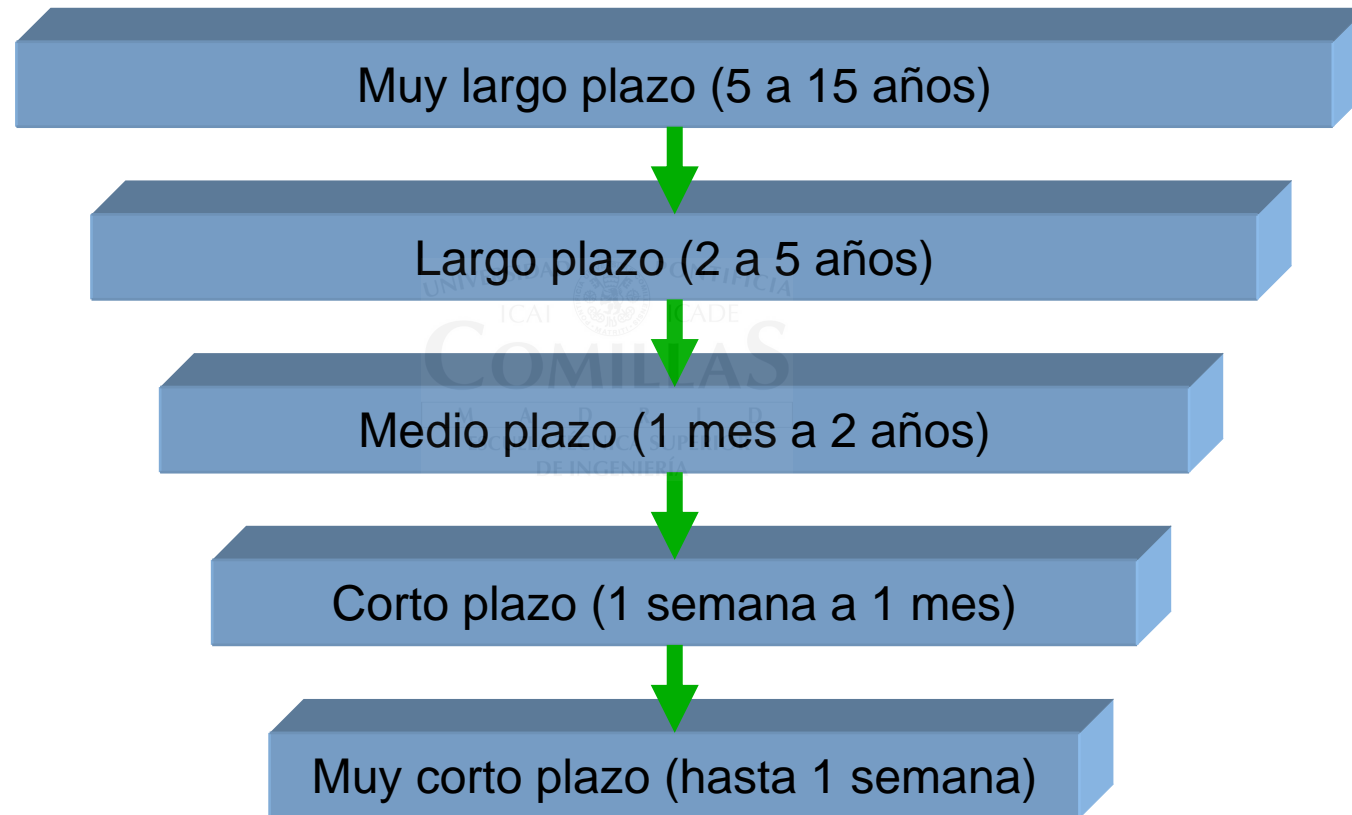
Decisiones en una compañía eléctrica

- Muy complejas
- Con horizontes temporales de aplicación muy diversos
 - Desde decenas de años hasta tiempo real
- Implica necesidad de jerarquía de funciones para desagregar las decisiones
- Condicionan el desarrollo de los modelos y los métodos a utilizar

Jerarquía de funciones

- Relacionada con estructura departamental o de funcionamiento de la empresa
- Necesaria para hacer manejable la complejidad de las mismas
- Deben representar adecuadamente las principales características y decisiones del sistema en cada nivel jerárquico
- Articuladas para lograr la explotación “óptima” del sistema eléctrico
- Decisiones de nivel superior comprometen a niveles inferiores

Jerarquía temporal de funciones



Funciones de *operación y economía* en sistema eléctrico

- Expansión de la generación o de la red
- Análisis del equilibrio de mercado
- Planificación económica de ingresos y costes de operación. Estrategias de venta en mercado
- Operación de la red de transporte
- Análisis de restricciones de red
- Coordinación hidrotérmica
- Programación del mantenimiento
- Generación de ofertas de energía
- Análisis y gestión de riesgos

“Nuevas” funciones en entorno desregulado

- ANÁLISIS, VALORACIÓN Y PROTECCIÓN frente al RIESGO
 - Predicción de precios de mercado
 - Compra de combustibles
 - Venta de electricidad
- ESTRATEGIAS y TÁCTICAS
 - Cuota de mercado objetivo
 - Precio de mercado objetivo
 - Análisis de tácticas de la competencia

Muy largo plazo (5 a 15 años)

- Previsión de precios de energía en el mercado
- Decisión de expansión del equipo generador
 - Instalación de nuevos grupos
 - Retirada de las existentes
- Contratos de compra/venta de energía (internacionales, grandes consumidores, comercializadoras)
- Contratos de compra de combustible

Largo plazo (2 a 5 años)

- Análisis de cuotas de mercado y nuevos entrantes
- Gestión del ciclo de combustible nuclear
- Gestión de embalses hiperanuales
- Gestión de la demanda a largo plazo (medidas en tarifas, campañas de publicidad)
- Ciclos de mantenimiento de los grupos térmicos

Medio plazo (1 mes a 2 años) (i)

- Mantenimiento preventivo programado de térmicas y nucleares
- Gestión del ciclo de combustible nuclear
- Gestión de los embalses anuales
- Gestión del bombeo estacional
- Gestión de la demanda (tarifas con discriminación horaria, interrumpibilidad)

Medio plazo (1 mes a 2 años) (ii)

- Análisis de cobertura de la demanda
- Previsión de compras/consumos de combustibles
- Previsión económica de precios del mercado e ingresos/costes de explotación

Corto plazo (1 semana a 2 meses)

- Gestión de grupos de bombeo
- Programación de paradas de fin de semana
- Gestión semanal/mensual de los embalses



Muy corto plazo (hasta 1 semana)

- Programación semanal (asignación de grupos térmicos y despacho económico, *self unit commitment*)
- Gestión de arranques y paradas de los grupos térmicos (paradas nocturnas)
- Gestión del bombeo diario y semanal
- Envío de ofertas de energía y otros servicios al Operador del Mercado

Tabla de funciones (i)

	Muy largo plazo (5 a 15 años)	Largo plazo (2 a 5 años)	Medio plazo (1 mes a 2 años)	Corto plazo (1 semana a 1 mes)	Muy corto plazo (hasta 1 semana)
Gestión de la demanda	Función de la demanda	Medidas en tarifas, campañas de publicidad	Tarifas con discriminación horaria, interrumpibilidad		Función de la demanda residual
Generación nuclear	Expansión. Instalación nuevos grupos. Retirada existentes	Gestión del ciclo de combustible nuclear	Mantenimiento preventivo programado		
Generación térmica	Expansión. Instalación nuevos grupos. Retirada existentes	Ciclos de mantenimiento de los grupos. Previsión nuevos entrantes	Mantenimiento preventivo programado	Programación de paradas de fin de semana	Programación semanal (asignación de grupos y despacho económico). Gestión de arranques y paradas (paradas nocturnas)
Combustibles	Previsión de precios. Gestión de aprovisionamiento		Previsión de compras y consumos		

Tabla de funciones (ii)

	Muy largo plazo (5 a 15 años)	Largo plazo (2 a 5 años)	Medio plazo (1 mes a 2 años)	Corto plazo (1 semana a 1 mes)	Muy corto plazo (hasta 1 semana)
Generación hidráulica		Gestión de embalses hiperanuales	Gestión de los embalses anuales	Gestión semanal/mensual de los embalses	
Bombeo			Gestión del bombeo estacional	Gestión del bombeo semanal	Gestión del bombeo diario y semanal
Red de transporte	Expansión. Nuevos circuitos.	Conexión a red de nuevos grupos. Decisión de nuevos circuitos			
Precios marginales del sistema	Previsión de precios		Previsión económica de precios del mercado e ingresos/costes de explotación		
Contratos compra/venta electricidad	Gestión de contratos. Cobertura de riesgos	Análisis de cuotas de mercado	Análisis de cuotas de mercado. Ofertas en mercados de futuros	Análisis de cobertura de la demanda propia. Ofertas en mercado diario de energía	Ofertas en mercado de energía y otros mercados

Modelos de sistemas de energía eléctrica

- Algunas de estas funciones de análisis se realizan con ayuda de modelos matemáticos



- Los modelos para nuevo entorno desregulado son **conceptualmente** diferentes a los del entorno de regulación centralizada, aunque algunos de los anteriores son perfectamente válidos

Modelos de sistemas de energía eléctrica (i)

- Modelo de explotación de la generación a nudo único o generación/red a corto y medio plazo
- Modelo de expansión de la generación y/o de la red
- Modelo de valoración de inversiones o nuevos entrantes
- Modelo de equilibrio de mercado a medio plazo
- Modelo de generación de ofertas para los diferentes mercados a corto plazo
- Modelo de estimación de precios del mercado

Modelos de sistemas de energía eléctrica (ii)

- Modelo de fiabilidad de la generación
- Modelo de operación/fiabilidad generación/red
- Modelo de coordinación hidrotérmica estocástica a medio plazo
- Modelo de valoración de riesgos y contratos