



Organización de Mercados

(Resumen. Cap 3 Power System Economics, D. Kirschen)

EM735:Auxiliar 2

05 de Septiembre 2007

Diferencias entre la Electricidad y otros mercados de “Commodities”

- Electricidad está intrincadamente amarrada a un sistema físico de entrega.
 - El sistema físico de entrega opera más rápido que en cualquier otro mercado.
 - Generación | Carga deben estar balanceados en todo instante.
 - Falla del balance => Colapso del sistema.
 - Consecuencias económicas del colapso pueden ser desastrosas.
 - El balance se debe mantener casi a cualquier costo.
 - El balance físico no se puede dejar en manos del mercado.
- Producción de electricidad se comporta como un pool.
 - Un generador no puede dirigir su producción a un consumo particular.
 - Consumidor no puede elegir que generador abastece su carga.
 - Producción de energía entre generadores es indistinguible.

Diferencias entre la Electricidad y otros mercados de “Commodities”

- Un pool es económicamente deseable
- Un colapso afecta a todo el mundo
- Demanda por electricidad presenta variaciones diarias, semanales y estacionales predecibles.
- Electricidad no puede ser almacenada en grandes cantidades.
- Capacidad debe ser suficiente para abastecer la punta de la demanda.
- Elasticidad de la demanda al precio es muy baja.

Balance entre suministro y demanda

- Por el lado de la demanda:
 - Variaciones en las necesidades.
 - Errores en las predicciones.
- Por el lado del suministrador:
 - Interrupciones de la producción
- Mercado Spot
 - Provee de una instancia para reducir el desbalance.

Mercado Spot en otros Commodities

- Características de un mercado spot:
 - Entrega es incondicional e inmediata.
 - Precio resulta de la libre interacción de compradores y vendedores
 - Precios tienden a ser volátiles porque se trata del corto plazo.
- Para reducir riesgo en el precio, la compra y venta se hace principalmente a través de contratos de largo plazo.
- Mercado spot es usado sólo para ajustes, como último recurso.

Mercado spot de energía eléctrica

- Por el lado de la demanda:
 - Errores de predicción.
- Por el lado del suministrador:
 - Fallas de generadores.
 - Disponibilidad de energético primario.
- Diferencias en generación/carga deben cubrirse entre rápidamente a instantáneamente
- Mecanismos del mercado
 - Demasiado lentos
 - Demasiado costosos:
 - rápida comunicación
 - necesidad de alcanzar una enorme cantidad de participantes

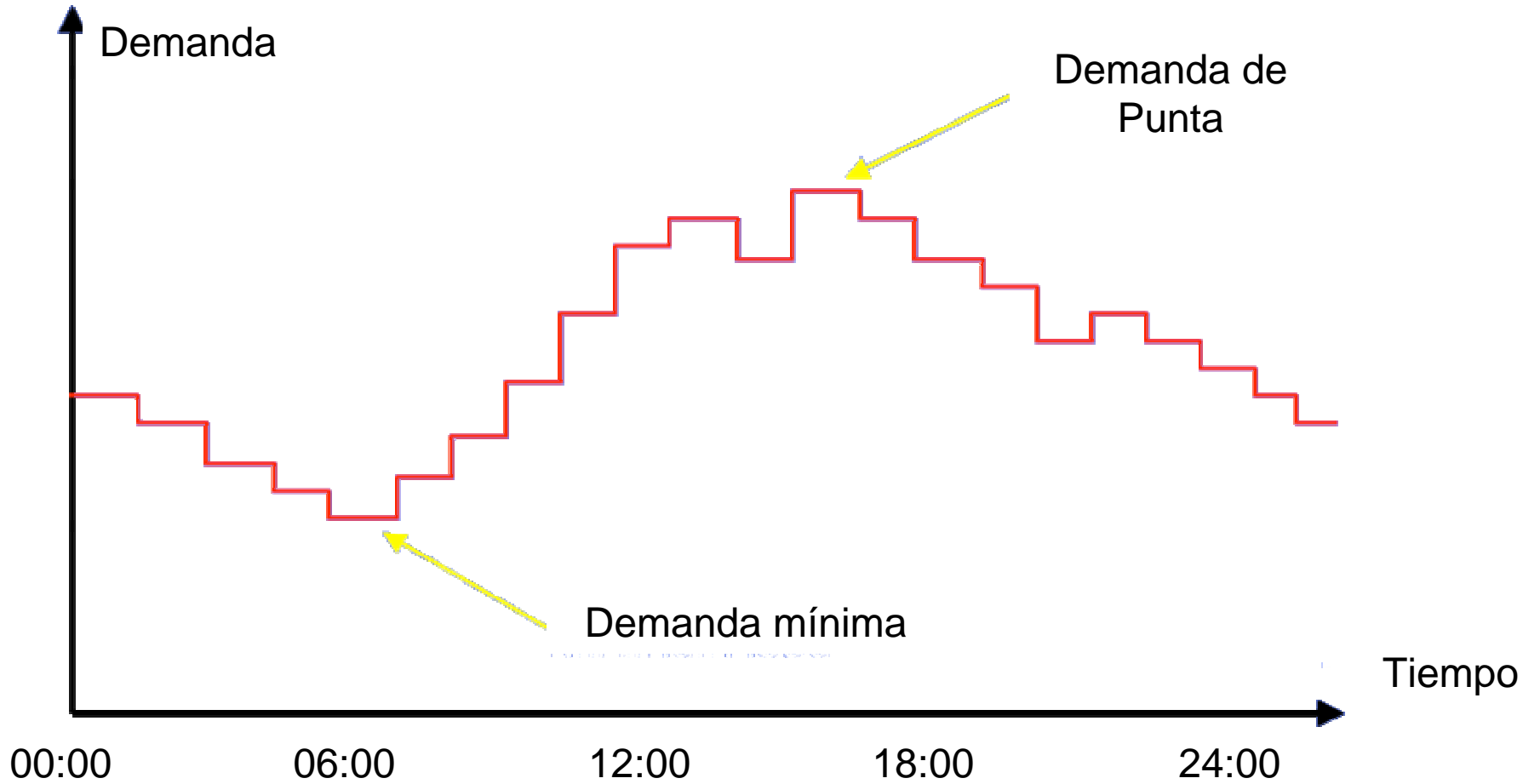
Mercado spot del tipo “Administrativo”

- Procura balance generación/carga
- Lo ejecuta un “Operador de Sistema”
- Vela por la seguridad del sistema
- Debe operar sobre una base económica:
 - Uso de ofertas competitivas para el ajuste de la generación.
 - Debería aceptar ofertas también por el lado de la demanda.
 - Determinar el precio spot que “refleje costos”
- No es un mercado “verdadero” porque el precio no es el resultado directo de compradores y vendedores.
- Indispensable para concebir la electricidad como un “commodity”
- Se les conoce también como:
 - Mercados de reserva
 - Mecanismos de balance
- En USA, el mercado horario del día anterior (“Day ahead”) es llamado también el mercado spot

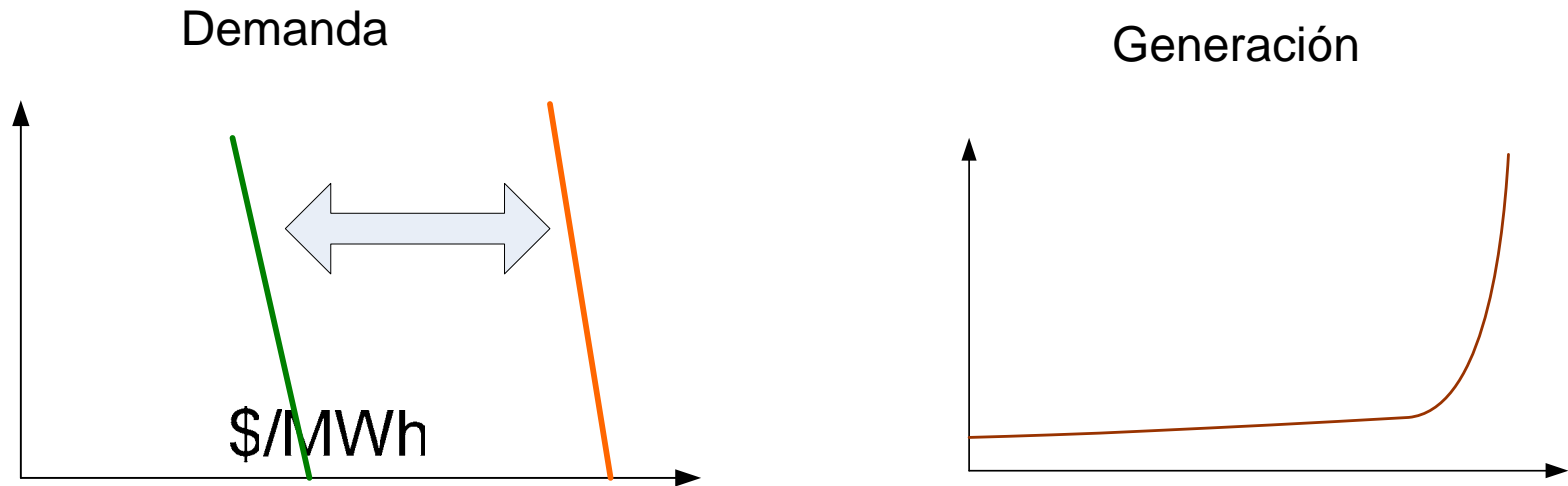
Otros Mercados

- Mercado spot OK => desbalances son resueltos apropiadamente.
- Mercado spot permite el desarrollo de otros mercados derivados.
- Precio spot es volátil.
- La mayoría de los participantes querrá mayor certeza
- Para ello se hacen transacciones anticipadamente al mercado spot
- Mercados a futuro y otros ayudan a reducir el riesgo
- Mercados a futuro deben cerrar antes de que el mercado spot funcione.

Porqué el precio spot es tan volátil ?

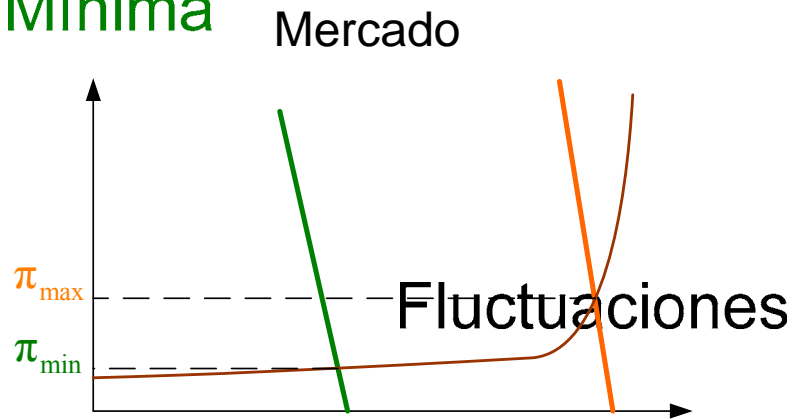


Porqué el precio spot es tan volátil ?



Demanda
Mínima

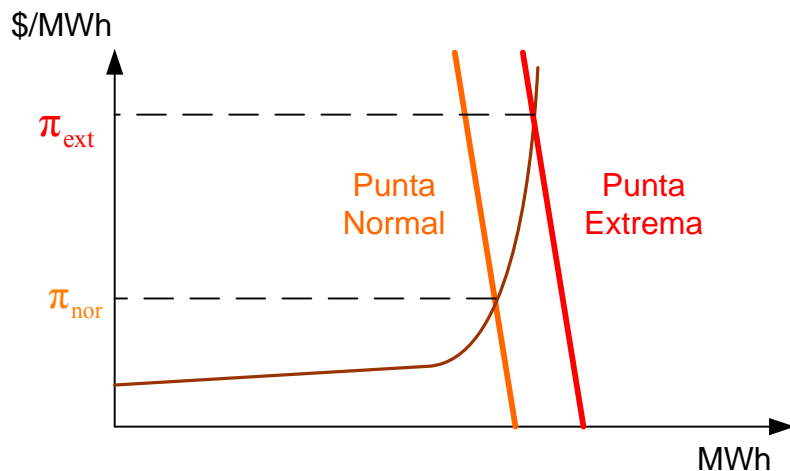
Demanda
Máxima



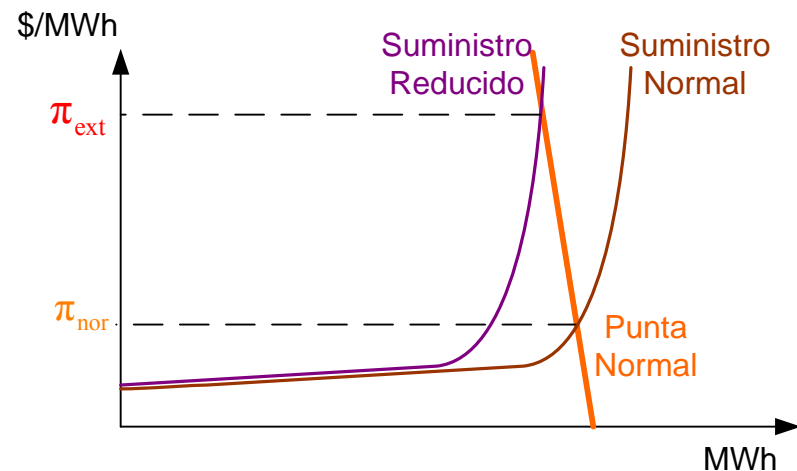
Porqué el precio spot es tan volátil?

Si hay escasez, pequeños cambios en producción / consumo causan grandes cambios en el precio

Incremento en la demanda



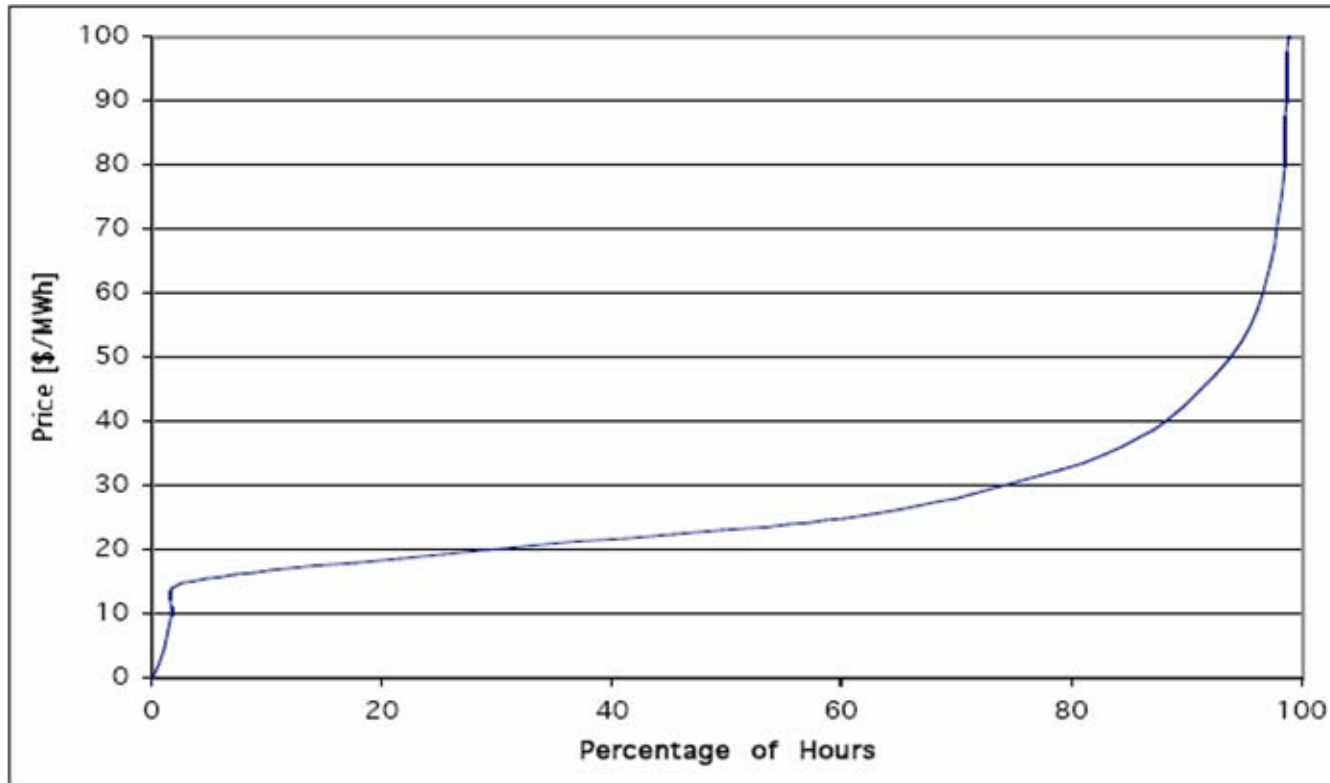
Reducción de la oferta



- Qué ocurre en sistemas donde la incertidumbre en la disponibilidad de energía es amplia?
- Qué trabajo pueden hacer los embalses del sistema ?

Porqué el precio spot es tan volátil

Curva de Duración de Precios PJM (USA) en 1999



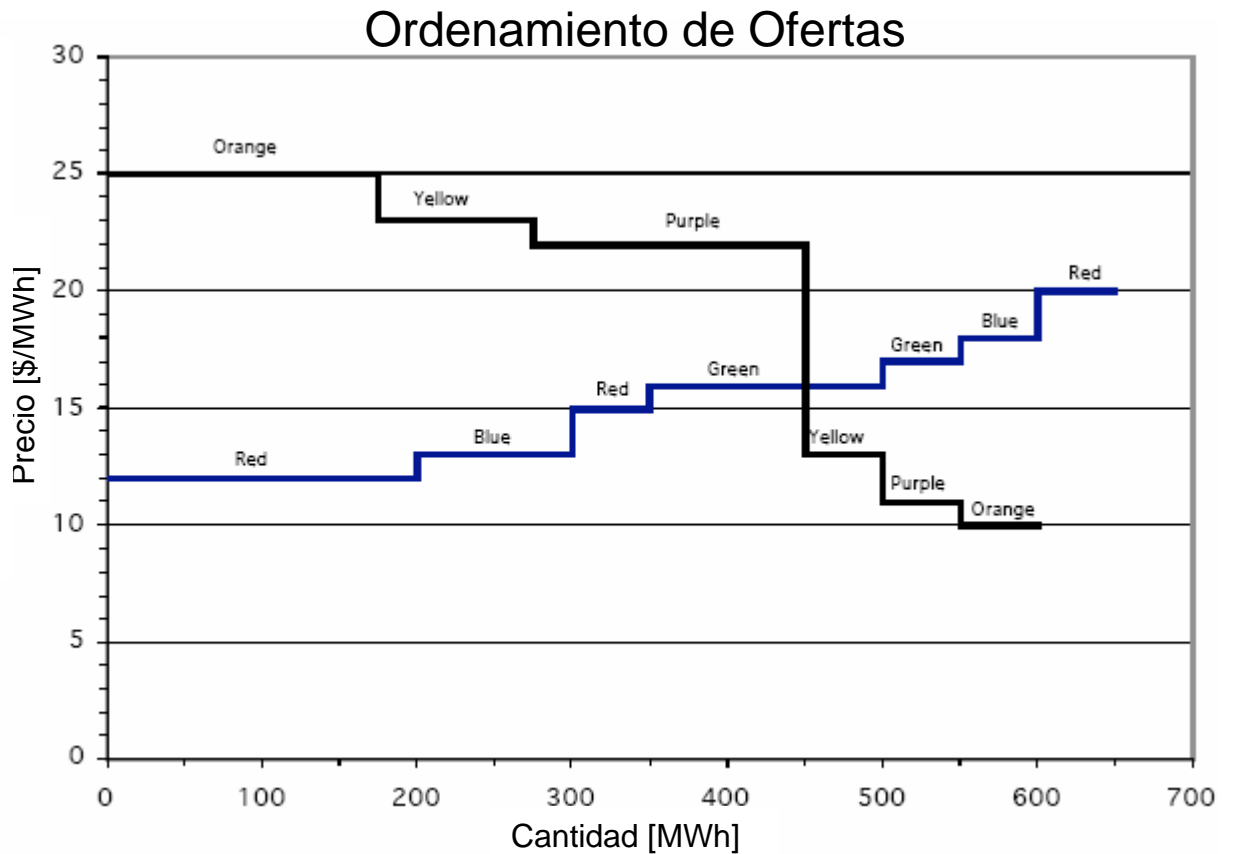
Mercados a futuro (en adelante)

- Dos enfoques:
 - Transacción centralizada (“Pool en bolsa del día previo, Power Exchange”).
 - Transacción bilateral.
- Transacción centralizada en Pool
 - Todos los productores envían ofertas de venta.
 - Los consumidores ofertas de compra.
 - Operador de mercado determina ofertas exitosas y precio de mercado.
 - En algunos mercados la demanda es pasiva, i.e. no participa. Se usa una predicción.

Ejemplo en esquema de Bolsa

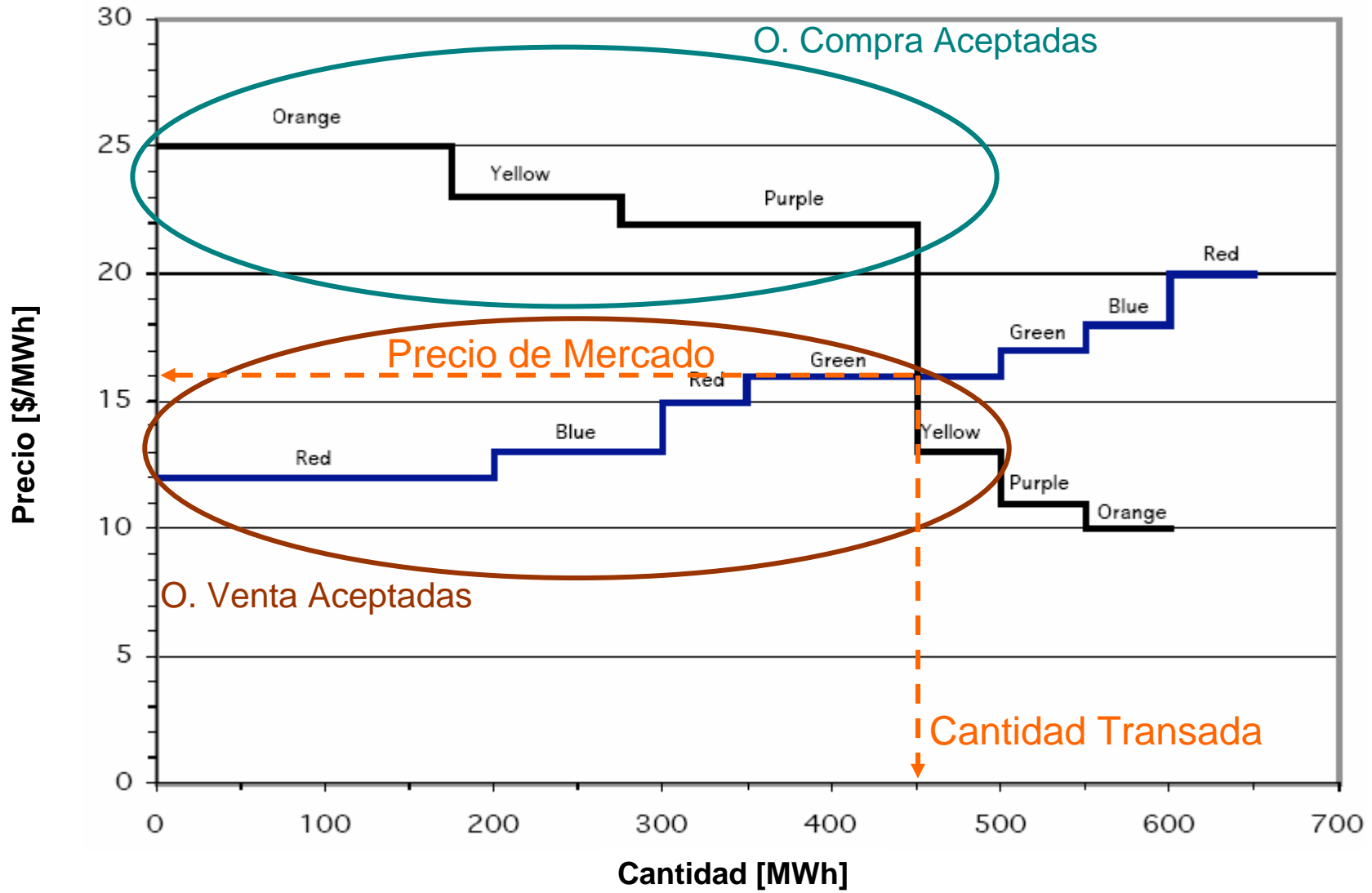
Ofertas de Compra y Venta para el periodo de 9:00 a 10:00 del 11 de Junio

Oferta	Compañía	Cantidad [MWh]	Precio [\$/MWh]
Compra	Red	200	12.0
	Red	50	15.0
	Red	50	20.0
	Green	150	16.0
	Green	50	17.0
	Blue	100	13.0
	Blue	50	18.0
Venta	Yellow	50	13.0
	Yellow	100	23.0
	Purple	50	11.0
	Purple	150	22.0
	Orange	50	10.0
	Orange	200	25.0



Ejemplo en esquema de Bolsa

Casación



Ejemplo en esquema de Bolsa

Resultado de las transacciones en la bolsa:

- Precio Spot= 16 [\$/MWh]
- Cantidad = 450 [MWh]
- Volumen Transado= $16 \times 450 = 7,200$ [\\$]

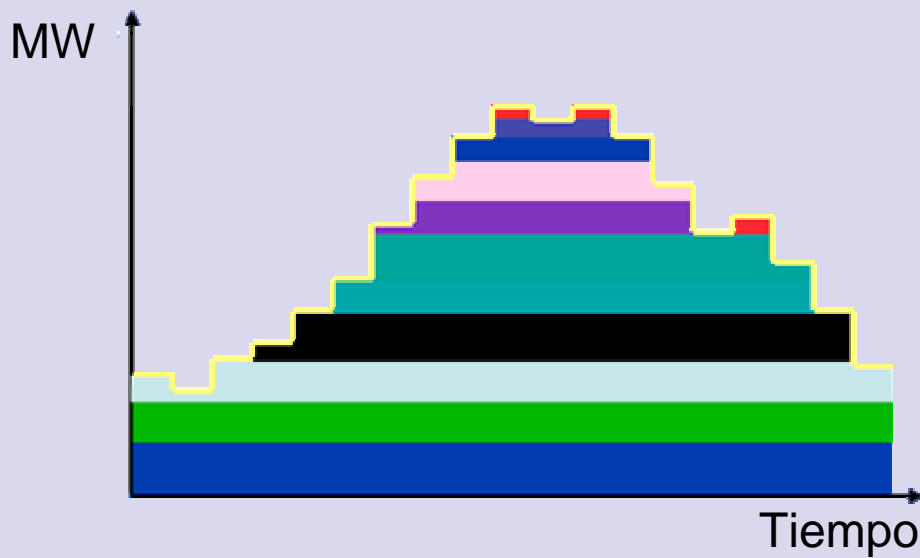
Compañía	Producción [MWh]	Consumo [MWh]	Ingresos [\\$]	Gastos [\\$]
Red	250		4,000	
Blue	100		1,600	
Green	100		1,600	
Orange		200		3,200
Yellow		100		1,600
Purple		150		2,400
Total	450	450	7,200	7,200

Unit Commitment en el mercado del pool

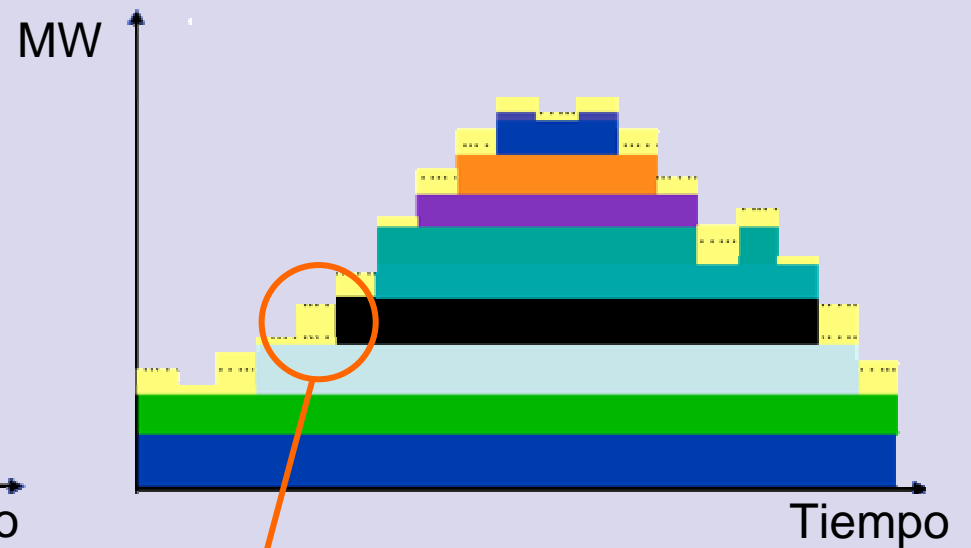
- Razones para no tratar cada periodo del mercado en forma aislada:
 - Restricciones de operación en las centrales
 - Tiempos de partida/parada, tasas de toma de carga
 - Ahorros derivados de la programación de la operación
 - Costos de partida, mínimos técnicos
- => Ofertas complejas de generadores
 - Ofertas por unidad de generación
 - Curva de costos marginales (lineal por partes)
 - Precios de partida
 - Parámetros (min/max MW, min/max Up/Down).
- Se permite ofertas a muy bajo precio para asegurar la permanencia en la programación.

Efecto de las restricciones

Programación ideal sin restricciones



Programación con restricciones



Generadores más caros cubren los déficit

Pool Pay as Bid ?

- Porque transar todo a un único precio ?
- Porqué no pagar a cada generador exactamente lo que oferto?
 - Generador “económico” no querrá arriesgar ingreso inframarginal.
 - Intentará adivinar el precio spot y ofertará cerca.
 - Error ocasional -> queda fuera del despacho.
 - Incremento de la incertidumbre -> aumento del precio
 - Qué ocurre con las señales de largo plazo a la inversión?

Mercados Bilaterales

- El mercado bilateral es la forma habitual del comercio de commodities.
- Sólo existe: comprador y vendedor
- Transacción es un arreglo privado entre las partes
- Precio y cantidad negociadas directamente
- Ningún otro agente está involucrado
- No existe precio oficial
- Facilitado por “brokers” y operadores de mercados electrónicos.
- Toma distintas formas dependiendo de la escala de tiempo

Tipos de Mercados Bilaterales

- Mercado de contratos personalizados de largo plazo:
 - Términos flexibles
 - Son negociados entre las partes
 - Pueden durar desde meses a años
 - Ventajas: precio y condiciones estables por un periodo largo.
 - Desventajas: costos de la negociación es alto.
 - Valiosos en el ámbito de grandes cantidades
- Mercado de contratos bilaterales “over the counter”:
 - Pequeñas cantidades
 - Entrega en formatos estándar.
 - Ventajas: bajos costos de transacción
 - Usado para ajustar una posición previo al despacho

Tipos de Mercados Bilaterales

- Mercado electrónico:
 - Comprador y vendedor entregan ofertas en un mercado sobre una base computacional.
 - Todos pueden observar las cantidades y precios ofertados.
 - Acuerdo automático entre ofertas de compra y venta.
 - Participantes son anónimos
 - Ventajas: rápido, barato, buena fuente de información sobre el mercado

Ejemplo de Mercado Bilateral

Unidades Generadoras de propiedad de RePower

Unidad	Pmin [MWh]	Pmax [MWh]	Costo Marginal [\$/MWh]
A	100	500	10.0
B	50	200	13.0
C	0	50	17.0

Mercado de Futuros para el 11 de Junio de 2:00 a 3:00 p.m.

Contrato	Fecha Contrato	Identificador	Comprador	Vendedor	Cantidad [MWh]	Precio [\$/MWh]
Largo Plazo	10-Ene	LP1	Cheapo Energy	Re Power	200	12.50
Largo Plazo	07-Feb	LP2	Borduria Steel	Re Power	250	12.80
Futuro	03-Mar	FP1	Quality Electrons	Re Power	100	14.00
Futuro	07-Abr	FP2	Re Power	Perfect Power	30	13.50
Futuro	10-May	FP3	Cheapo Energy	Re Power	50	13.80

<u>Capacidad de Producción</u>		750 [MWh]			
<u>Posición</u>	Venta	600 [MWh]	Compra	30 [MWh]	
<u>Posición Neta</u>	Vende	570 [MWh}			

Ejemplo de Mercado Bilateral

Ofertas vigentes en la bolsa (Power Exchange) a media mañana del 11 de Junio para el periodo 2:00 a 3:00 p.m.

11 de Junio 2:00 - 3:00	Identif.	Cantidad [MWh]	Precio [\$/MWh]
Ofertas Venta	V5	20	17.50
	V4	25	16.30
	V3	10	14.40
	V2	20	13.90
	V1	25	13.70
Ofertas Compra	C1	20	13.50
	C2	30	13.30
	C3	10	13.25
	C4	30	12.80
	C5	50	12.55

Ejemplo de Mercado Bilateral

Contratos tomados en la bolsa electrónica por Re Power

Compromete 60 MW de la
unidad B (CMg=13)

Posición Neta:

- Vende: 630 [MWh]

Autodespacho:

- Unidad A: 500 [MWh]
- Unidad B: 130 [MWh]
- Unidad C: 0 [MWh]

11 de Junio 2:00 - 3:00	Identif.	Cantidad [MWh]	Precio [\$/MWh]
Ofertas Venta	V5	20	17.50
	V4	25	16.30
	V3	10	14.40
	V2	20	13.90
	V1	25	13.70
Ofertas Compra	C1	20	13.50
	C2	30	13.30
	C3	10	13.25
	C4	30	12.80
	C5	50	12.55

Desperfecto en Unidad B limita su generación a 80 MW

Alternativas:

- Pagar al precio spot la energía faltante.
- Completar el déficit con la unidad B.
- Tomar contratos de compra en la bolsa.

Ejemplo de Mercado Bilateral

Ofertas restantes en la bolsa previo al cierre

El desbalance es por 50 [MWh]
Comprar es más barato si precio es inferior a costo marginal de la unidad C (17 [\$/MWh]).

Nueva Posición Neta:

- Vende: 580 [MWh]

Autodespacho:

- Unidad A: 500 [MWh]
- Unidad B: 80 [MWh]
- Unidad C: 0 [MWh]

11 de Junio 2:00 - 3:00	Identif.	Cantidad [MWh]	Precio [\$/MWh]
Ofertas Venta	V5	20	17.50
	V4	25	16.30
	V3	10	14.40
	V2	20	13.90
	V1	20	13.70
Ofertas Compra	C4	30	12.80
	C5	50	12.55

Mercado Pool vs Bilateral

Pool

- Administrado centralizadamente
- Precio no es del todo transparente
- Facilita las funciones de seguridad
- Hace posible la optimización central
- Orígenes en la industria eléctrica histórica

Bilateral

- Económicamente puro
- Precio puesto por las partes
- Posibilidad de regatear.
- Generador asume riesgo de la programación
- Debe coordinarse con funciones de seguridad
- Más abierto para introducir ajustes

Ambos mercados puede coexistir

Ejemplo en el Mercado Spot Administrado

Posición de RePower

Unidad	Pprog [MW]	Pmin [MW]	Pmax [MW]	Costo Marginal [\$/MW]
A	500	100	500	10.0
B	80	50	200	13.0
C	0	0	50	17.0

Oferta de RePower al Spot

Tipo oferta	Unidad	Cantidad [MWh]	Precio [\$/MWh]
Venta (aumento)	C	50	17.5
Compra (reducción)	B	30	12.5
	A	400	9.5

Mercado Spot puede ser imperfecto.

Aunque es deseable, a nadie se le obliga a ofertar costos marginales.

Proceso de Liquidación

En el Pool

- OM recibe el pago de los consumos
- OM paga a los generadores
- Toda la energía se transa al precio spot.

Mercado Bilateral

- Los contratos se cancelan directamente entre las partes como si todo hubiera ocurrido de acuerdo a lo pactado

Mercado Spot

- Produce más o consume menos => recibe diferencia a precio spot
- Produce menos o consume más => paga diferencia a precio spot

Liquidación en el Ejemplo

11 de Junio de 2:00 a 3:00 p.m.

- Precio Spot 18.25 [\$/MWh]
- Unidad B de Re Power sólo pudo producir 10 [MWh] por falla
- RePower tuvo un déficit de generación de 70 [MWh]
- 40 [MWh] de la oferta de venta Re Power al Spot fueron aceptados. (50 [MWh] a 17.5 [\$/MWh])

Liquidación en el Ejemplo

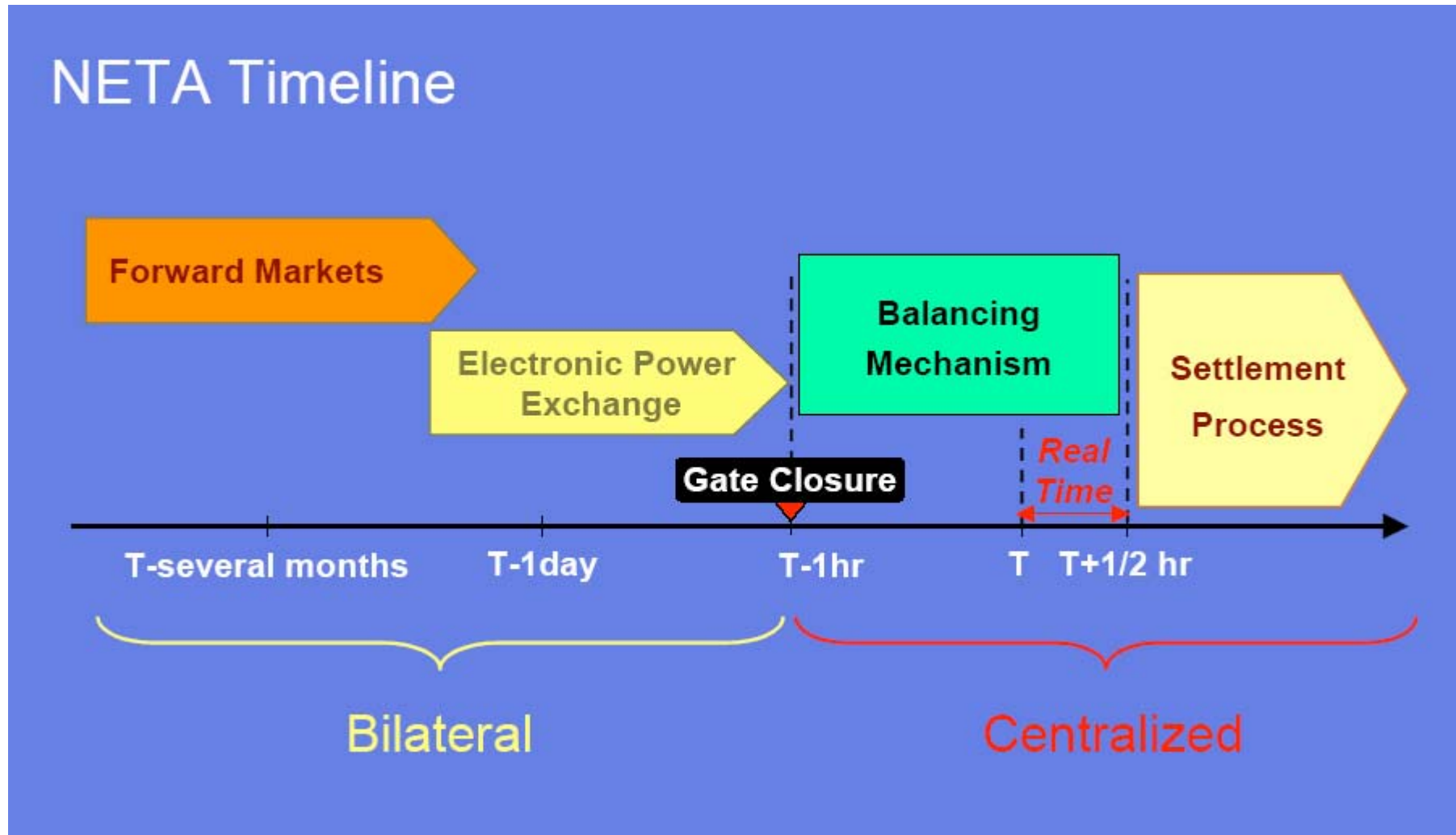
Mercado	Tipo	Cantidad [MWh]	Precio [\$/MWh]	Ingresos [\$]	Gastos [\$]
Futuros Forwards	Venta	200	12.5	2,500	
	Venta	250	12.8	3,200	
	Venta	100	14	1,400	
	Compra	-30	13.5		405
Power Exchange	Venta	50	13.8	690	
	Venta	20	13.5	270	
	Venta	30	13.3	399	
	Venta	10	13.25	133	
	Compra	-20	14.4		288
	Compra	-20	14.3		286
	Compra	-10	14.1		141
Mercado Spot	Venta	40	18.25	730	
	Desbalance	-70	18.25		1,278
Totales		550		9,322	2,398
Balance Comercial				6,924	
Operación del Spot				-7.9%	

Si tuviera en su poder una opción “call” por 100 MWh

- Cuál tendría que ser su precio para que la ejerciera? $< \$18.25$.
- Si la prima fue de \$ 250, tendrá una utilidad si el precio de la opción es:
 $< 18.25 - 250/100 = \$ 15.75$

Ejemplo de Mercado con estas características

- NETA = New Electricity Trading Arrangements. Reino Unido desde 2001
- Se basa en transacciones bilaterales hasta donde es posible.
- Reemplazó al pool centralizado con bolsa y pago por capacidad.



Price volatility in the balancing mechanism

