

ÍNDICE

1 CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Objetivos	5
1.3 Estructura de la tesis	7
2 CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES: MERCADOS ELÉCTRICOS Y SUBASTAS DE ENERGÍA	9
2.1 Actualidad en los mercados eléctricos.....	10
2.1.1 Características de operación en la industria eléctrica.....	10
2.1.2 Operación tradicional de los sistemas eléctricos	14
2.1.3 Proceso de liberalización del sector eléctrico.....	17
2.1.4 Componentes del mercado liberalizado.....	20
2.2 Evolución de la participación de la demanda en el sector eléctrico.....	30
2.2.1 Participación de la demanda en mercados regulados	31
2.2.2 Participación de la demanda en mercados liberalizados	31
2.2.3 Beneficios de la participación de la demanda.	33
2.2.4 Barreras a la Participación de la Demanda.....	35
2.2.5 Tipos de productos de participación de la demanda.	40
2.3 Mecanismos de Subasta y de Mercado.....	42
2.3.1 Tipos de subastas	43

Diseño e Implementación de Metodología de Subasta Iterativa Aplicada a Mercados Eléctricos Competitivos

2.3.2	Mercados.....	45
2.3.3	Mercado mayorista de energía.....	48
2.3.4	Subasta iterativas	52
2.4	Conclusiones del capítulo	54
3	CAPÍTULO 3. ANTECEDENTES: LA ECONOMÍA EXPERIMENTAL Y LOS MERCADOS ELÉCTRICOS.....	59
3.1	Introducción	59
3.2	Metodología y experimentación	61
3.2.1	Etapas de la Experimentación.....	64
3.2.2	Requisitos básicos para la investigación experimental	67
3.2.3	Replicabilidad y control.....	72
3.2.4	Instrucciones	74
3.2.5	Motivación y recompensa.....	75
3.2.6	Ensayos	77
3.2.7	Muestras.....	77
3.2.8	Sesiones.....	79
3.2.9	Repetición del Experimento	79
3.2.10	Validez de los experimentos.....	80
3.3	Elementos de un Experimento Económico.....	80
3.4	Aplicación del método experimental en la Economía.....	82
3.4.1	Experimentos económicos desarrollados en mercados eléctricos.....	86
3.5	Conclusiones del capítulo	94

4 CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA Y EXPERIMENTACIÓN DE LOS NUEVOS MECANISMOS DE SUBASTA APLICADOS A L MERCADO DIARIO	97
4.1 Introducción	98
4.2 Objetivos	99
4.3 Subasta Uniforme Iterativa	100
4.3.1 Identificación del Problema	100
4.3.2 Hipótesis	101
4.3.3 Variables relevantes	102
4.3.4 Diseño del Experimento	105
4.3.5 Establecer el grupo experimental y el grupo de control	105
4.3.6 Aplicación del estímulo al grupo experimental	107
4.3.7 Evaluación de los resultados y análisis de la teoría	108
4.4 Experimento Económico	108
4.4.1 Entorno de Laboratorio	109
4.4.2 Institución	114
4.5 Subasta Uniforme con Recursos de Demanda	120
4.5.1 Identificación del Problema	120
4.5.2 Hipótesis	121
4.5.3 Variables relevantes	122
4.5.4 Diseño del Experimento	122
4.5.5 Entorno de Laboratorio	122
4.5.6 Institución	123
4.6 Conclusiones	127

5 CAPÍTULO 5.RESULTADOS.....	131
5.1 Mecanismo de Subasta Uniforme Iterativa	131
5.1.1 Resultados en el Escenario de Competencia	135
5.1.2 Resultados en el Escenario de Concentración de Generación	137
5.1.3 Validación de las hipótesis	138
5.2 Mecanismo de Subasta Uniforme con Recursos de Demanda.....	140
5.2.1 Resultados anuales.....	143
5.2.2 Validación de la hipótesis.....	150
5.3 Conclusiones	152
6 CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES.....	155
6.1 Conclusiones	155
6.2 Aportaciones	158
6.3 Futuras líneas de investigación	159
7 ANEXO A. LABORATORIO VIRTUAL WEL-IUA	161
8 BIBLIOGRAFÍA	171

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Estructura típica de un sistema eléctrico	12
Figura 2.2 Estructura típica de una empresa verticalmente integrada.	15
Figura 2.3 Mejoras en el mercado y en la operación del sistema debidas a la participación de la demanda	32
Figura 3.1 Etapas de la experimentación	65
Figura 3.2 Proceso del trabajo experimental	71
Figura 4.1 Túnel de máxima eficiencia del bienestar social en curvas no continuas de oferta y demanda.	104
Figura 4.2 Curvas agregadas de oferta y demanda en el experimento.	110
Figura 4.3 Dotación de los agentes en el escenario de competencia	112
Figura 4.4 Dotación de los agentes en el escenario de concentración de generación	113
Figura 4.5 Diagrama de flujo de la Subasta Uniforme.	116
Figura 4.6 Diagrama de flujo de la Subasta Uniforme Iterativa.	119
Figura 4.7 Diagrama de flujo de la Subasta Uniforme con Recursos de Demanda.	126
Figura 5.1 Precio de mercado y energía casada en la sesión 1 del escenario de competencia del grupo de control.	133
Figura 5.2 Bienestar social ideal y eficiencia económica en la sesión 1 del escenario de competencia del grupo de control.	133
Figura 5.3 Excedente de generadores y consumidores en la sesión 1 del escenario de competencia del grupo de control.	134
Figura 5.4 Precio de mercado promedio y desviación estándar en los periodos de demanda analizados en el escenario de competencia.	136

Diseño e Implementación de Metodología de Subasta Iterativa Aplicada a Mercados Eléctricos Competitivos

Figura 5.5 Promedio de la eficiencia general del mercado en los periodos de demanda analizados en el escenario de competencia.	136
Figura 5.6 Precio de mercado promedio y desviación estándar en los periodos de demanda analizados en el escenario de concentración de generación.	137
Figura 5.7 Promedio de la eficiencia general del mercado en los periodos de demanda analizados en el escenario de concentración de generación.	138
Figura 5.8 Curvas de oferta y demanda del Programa resultante de la casación ejecutado por el OMEL y nuevo precio de mercado obtenido con el uso de recursos de demanda.	142
Figura 5.9 Evolución del precio de mercado P_m y el nuevo precio P_{m_0} en el año 2010.	144
Figura 5.10 Precio inicial p_m y ratio de precio inicial (p_m) y precio final (p_{m_0}) de mercado.	144
Figura 5.11 Volumen económico del mercado y ahorro económico producido por el uso de recursos de demanda.	146
Figura 5.12 Ahorro en VET por uso de recursos de demanda a lo largo del año 2010.	147
Figura 5.13 Los 100 mayores DWO_0 obtenidos en el año 2010, el Wdo empleado y su efecto en VET.	148
Figura 5.14 Evolución del DWO_0 a lo largo del año 2010.	149
Figura 5.15 Reducción en el precio de mercado en función de la demanda reducida.	149
Figura A.1 Ventana para el establecimiento de parámetros generales.	163
Figura A.2 . Ventana de parámetros de consumidores.	164
Figura A.3 Ventana de parámetros de Vendedores.	165
Figura A.4 Pantalla de juego de un jugador “Vendedor” en subasta uniforme.	166
Figura A.5 Pantalla de juego de un jugador “Comprador” en subasta uniforme.	167
Figura A.6 Pantalla de juego de un jugador “Vendedor” en subasta iterativa.	168
Figura A.7 Pantalla de juego de un jugador “Comprador” en subasta iterativa.	169

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Modelos de estructura de los sistemas eléctricos	27
Tabla 3.1 Experimentos económicos aplicados a los mercados eléctricos	92
Tabla 4.1 Diseño del experimento.	106
Tabla 5.1 Resultados del escenario de competencia.	136
Tabla 5.2 Resultados del escenario de concentración de generación.	138
Tabla 5.3 Resultados de la aplicación de recursos de demanda en el mercado diario de MIBEL el día 26 de diciembre de 2010 a las 22:00 horas.	141
Tabla 5.4 Ahorros en <i>VET</i> en función del porcentaje de demanda reducida.	150