



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Morelia

División de Estudios de Posgrado e Investigación

Programa de Graduados e Investigación en Ingeniería Eléctrica

T E S I S

"PROGRAMAS DE RESPUESTA DE LA DEMANDA DESPACHABLE EN MERCADOS DE ELECTRICIDAD"

Presenta:

Ing. José Antonio Estrada Calderón

Para obtener el grado de:

Maestro en Ciencias en Ingeniería Eléctrica

Director de tesis:

Dr. José Horacio Tovar Hernández

Morelia, Michoacán, junio, 2018

Resumen

En esta tesis, dos programas de respuesta de la demanda despachados por el operador independiente del sistema, y que además, son basados en incentivos son estudiados. Además, una clasificación de programas de respuesta de la demanda despachable es propuesta, con respecto al tipo de contratos que se ejerce entre los participantes del programa de respuesta de la demanda. Los programas de respuesta de la demanda despachable son divididos en programas de respuesta de la demanda despachable de un solo lado y programas de respuesta de la demanda despachable de doble lado.

El primer programa de respuesta de la demanda es de Mercado de Servicios Auxiliares, de esta forma, se incluye la participación de la demanda para obtener los requerimientos de reserva terciaria rodante y no-rodante. Además, la forma de contratación propuesta para este programa es de programas de respuesta de la demanda despachable de doble lado. Los resultados muestran que al incluir la participación de la demanda en el mercado de servicios de reserva se mejora la eficiencia global del mercado de electricidad, debido a la introducción de competencia entre generadores y demandas, y por tanto, el costo de operación del sistema se reduce.

El segundo programa es de respuesta de la demanda en emergencias. Los consumidores mantienen su capacidad de interrupción de demanda disponible al operador independiente del sistema para ser usada en condiciones de emergencia. La forma de contratación propuesta para este programa es de respuesta de la demanda despachable de un solo lado. La evaluación financiera de la instalación en planta de un generador que es usado en los periodos de interrupción es realizada. Los resultados muestran que bajo esta configuración de programas, el operador del sistema mantiene capacidad adicional para efectuar las labores de operación del sistema de potencia, y además, existen incentivos, y por tanto beneficios para los consumidores.

Índice general

Agradecimientos	i
Resumen	ii
Abstract.....	iii
Índice general	iv
Índice de figuras	vi
Índice de tablas	vii
Nomenclatura.....	ix
Índices.....	ix
Parámetros	ix
Variables.....	x
Glosario de términos.....	xii
Capítulo 1 Introducción	1
1.1 Presentación del problema.....	1
1.2 Revisión bibliográfica.....	3
1.3 Objetivos.....	8
1.4 Justificación de la tesis	8
1.5 Organización de la tesis.....	9
Capítulo 2 Respuesta de la Demanda en Mercados de Electricidad.....	10
2.1 Introducción.....	10
2.2 Respuesta de la demanda.....	11
2.3 Clasificación de respuesta de la demanda	12
2.3.1 Respuesta de la demanda despachable	13
2.3.1 Respuesta de la demanda no despachable	13
2.4 El rol de RD en mercados organizados	14
2.5 Impacto de RD en el precio del mercado de electricidad	17
2.6 Beneficios de respuesta de la demanda	19
2.7 Comentarios finales	20
Capítulo 3 Participación de la Demanda en el Mercado de Reserva.....	21
3.1 Introducción.....	21
3.2 Servicios Conexos en el Mercado Eléctrico Mexicano	22

3.3 Estados operativos del sistema de potencia y requerimiento de reserva en el mercado eléctrico Mexicano	24
3.4 Descomposición de las acciones del servicio de reserva.....	25
3.5 Comentarios finales	28
Capítulo 4 Programas de RD Despachados por el OIS.....	29
4.1 Introducción.....	29
4.2 Respuesta de la demanda despachable	30
4.2.1 Programas de RDD de un solo lado.....	32
4.2.2 Programas de RDD de doble lado	32
4.3 Formulación matemática	33
4.4 Simulaciones del modelo.....	42
4.4.1 Datos del sistema de 24 nodos IEEE.....	43
4.4.2 Resultados.....	48
4.4.2.1 Caso 1: Caso base.....	48
4.4.2.2 Caso 2: Participación de la demanda con ofertas constantes.....	52
4.4.2.3 Caso 3: Participación de la demanda con ofertas variables.....	58
4.4.2.4 Caso 4: Participación de la demanda con ofertas mayores a las de generadores	64
4.4.3 Comentarios.....	71
4.5 Servicios de interrupción I15 e I30 en el MEM Mexicano	72
4.5.1 Tarifa interrumpible I15	72
4.5.2 Tarifa interrumpible I30	73
4.6 Evaluación de la participación de los consumidores en el programa de RDD1L I15	74
4.6.1 Comentarios.....	80
Capítulo 5 Conclusiones, Aportaciones y Trabajos Futuros	81
5.1 Conclusiones.....	81
5.2 Aportaciones.....	82
5.3 Trabajos futuros.....	82
Apéndice.....	84
RDD_UC.gms	84
System24_UC.gms	94
Bibliografía.....	98