

## ÍNDICE GENERAL

---

Índice de Figuras .....	ii
Índice de Tablas.....	iv
Introducción.....	1
Capítulo 1: La Energía Nuclear.....	3
1.1 Antecedentes Históricos .....	3
1.2 Tipos de Reactores Nucleares.....	3
Reactores de primera generación .....	4
Reactores de segunda generación.....	4
Reactores de tercera generación.....	5
Generación III .....	5
Generación III+.....	5
Reactores de cuarta generación .....	6
1.3 Perspectiva actual .....	7
Capítulo 2: El Hidrógeno como vector energético.....	11
2.1 Aplicaciones Energéticas.....	11
2.2 Aplicaciones industriales .....	13
Celdas de Combustible.....	13
Industria Automotriz.....	21
Celdas de combustible portátiles.....	27
2.3 La producción de hidrógeno .....	29
Otros procesos de producción de hidrógeno .....	31
Capítulo 3: Descripción del uso del programa HEEP .....	33
3.1 Modelo Económico de la planta nuclear .....	33
3.2 Modelo económico de la planta de producción de hidrógeno .....	35
3.3 Metodología .....	35
Capítulo 4: Generación de hidrógeno mediante una planta de electrólisis de alta temperatura acoplada a una planta nuclear.....	41
4.1 Consideraciones y datos de entrada.....	41
4.2 Resultados .....	43
Análisis de sensibilidad .....	54
Capítulo 5: Análisis de Resultados y Conclusiones .....	59

Acrónimos.....	61
Bibliografía.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Fig. 1.1 Cuarto de control de la planta nuclear en Obninsk.....	3
Fig. 1.2 Esquema de una planta nuclear.....	4
Fig. 1.3 Diagrama general de un VHTR.....	6
Fig. 1.4 Central nuclear de Paluel, Francia.....	8
Fig. 1.5 Reactor portátil SSTAR.....	9
Fig. 2.1 Esquema del átomo de hidrógeno.....	11
Fig. 2.2 Perspectiva del desarrollo del mercado del hidrógeno.....	12
Fig. 2.3 Celda de Combustible.....	14
Fig. 2.4 Curva característica de polarización.....	15
Fig. 2.5 Celda PAFC <i>Fuji-Electric 100kw</i> .....	17
Fig. 2.6 Celda de combustible PEMFC de <i>Horizon fuel cell technologies</i> .....	18
Fig. 2.7 Celda de combustible AFC de 300W-10KW de <i>Astris Energi Inc</i> .....	19
Fig. 2.8 Celda de combustible <i>MTU Friedrichshafen MCFC</i> .....	20
Fig. 2.9 Celda combustible SOFC de <i>Delphi Corporation</i> .....	21
Fig. 2.10 BMW que utiliza hidrógeno como combustible.....	22
Fig. 2.11 Esquema del BMW Hydrogen 7.....	23
Fig. 2.12 Estación de abastecimiento de hidrógeno desarrollada por <i>Air Products, Inc</i> ....	24
Fig. 2.13 Motor <i>Ford V10</i> .....	25
Fig. 2.14 Cargador MiniPAK de <i>Horizon</i> .....	28
Fig. 2.15 Esquema general de producción de hidrógeno mediante electrólisis de alta temperatura con un reactor HTGR.....	30

Fig. 3.1 Pantalla de selección del programa HEEP .....	37
Fig. 3.2 Detalles técnicos de la planta nuclear, la planta de hidrógeno y el método de transporte .....	38
Fig. 3.3 Línea de tiempo de cada uno de los rubros.....	39
Fig. 3.4 Detalle de los costos para la planta nuclear, planta de hidrógeno y método de transporte.....	40
Fig. 4.1 Costo nivelado de Energía unitaria de producción de hidrógeno para el <i>Primer Caso</i> .....	43
Fig. 4.2 Costo desglosado de la planta nuclear para el <i>Primer caso</i> .....	44
Fig. 4.3 Costo desglosado de la planta de hidrógeno para el <i>Primer caso</i> .....	45
Fig. 4.4 Costo nivelado de Energía unitaria de producción de hidrógeno para el <i>Segundo caso</i> .....	47
Fig. 4.5 Costo desglosado de la planta nuclear para el <i>Segundo caso</i> .....	48
Fig. 4.6 Costo desglosado de la planta de hidrógeno para el <i>Segundo caso</i> .....	49
Fig. 4.7 Costo nivelado de Energía unitaria de producción de hidrógeno para el <i>Tercer caso</i> .....	51
Fig. 4.8 Costo desglosado de la planta nuclear para el <i>Tercer caso</i> .....	52
Fig. 4.9 Costo desglosado de la planta de hidrógeno para el <i>Tercer caso</i> .....	53
Fig. 4.10 Energía eléctrica de proceso contra costo nivelado total.....	55
Fig. 4.11 Potencia total contra la potencia eléctrica requerida para el proceso, dejando constante la producción de hidrógeno .....	56
Fig. 4.12 Eficiencias de conversión de energía térmica a hidrógeno respecto a la temperatura .....	56
Fig. 4.13 Requerimientos totales de energía para la electrólisis de alta temperatura.....	57
Fig. 4.14 Variación del costo nivelado respecto a la tasa de descuento .....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1. Datos técnicos de la planta nuclear, la planta de hidrógeno y el sistema de transporte.....	42
Tabla 2. Aportación en el costo por parte de la planta nuclear, planta de hidrógeno y transporte para <i>Primer caso</i> .....	43
Tabla 3. Desglose de la aportación de la planta nuclear para el <i>Primer caso</i> .....	44
Tabla 4. Desglose de la aportación de la planta de hidrógeno para el <i>Primer caso</i> .....	45
Tabla 5. Aportación en el costo por parte de la planta nuclear, planta de hidrógeno y transporte para el <i>Segundo caso</i> .....	47
Tabla 6. Desglose de la aportación de la planta nuclear para el <i>Segundo caso</i> .....	48
Tabla 7. Desglose de la aportación de la planta de hidrógeno para el <i>Segundo caso</i> .....	49
Tabla 8. Aportación en el costo por parte de la planta nuclear, planta de hidrógeno y transporte para el <i>Tercer caso</i> .....	51
Tabla 9. Desglose de la aportación de la planta nuclear para el <i>Tercer caso</i> .....	52
Tabla 10. Desglose de la aportación de la planta de hidrógeno para el <i>Tercer caso</i> .....	53
Tabla 11. Variación de la producción anual de hidrógeno .....	54
Tabla 12. Comparación del costo nivelado variando la potencia eléctrica de proceso .....	55