

## ÍNDICE

	Página
Índice de figuras.....	iii
Índice de tablas.....	v
Introducción.....	1

### CAPÍTULO I EL HIDRÓGENO COMO VECTOR ENERGÉTICO

1.1 Antecedentes.....	3
1.2 La producción de hidrógeno.....	4
1.2.1 Diversas formas de producción de hidrógeno.....	5
1.3 Aplicaciones energéticas.....	12
1.4 Aplicaciones industriales.....	13
1.5 Economía del Hidrógeno.....	14
1.6 Perspectiva Mundial .....	14
1.7 Perspectiva en México.....	16

### CAPÍTULO II LA ENERGÍA NUCLEAR

2.1 Antecedentes históricos.....	17
2.1.1 Modelos atómicos.....	17
2.1.2 Radiación térmica, el cuerpo negro y la catástrofe del ultravioleta.....	18
2.1.3 Hipótesis de De Broglie.....	20
2.1.4 Partículas fundamentales.....	21
2.1.5 Reacciones nucleares.....	22
2.1.6 Radiactividad.....	22
2.2 El proceso de fisión.....	23
2.3 Reactores Nucleares.....	24
2.3.1 Componentes de un reactor nuclear.....	24
2.3.2 Tipos de reactores.....	26
2.4 Aplicaciones de la energía nuclear.....	31
2.5 Perspectiva mundial.....	32
2.6 Perspectiva en México.....	33

### CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS ECONÓMICOS DEL PROGRAMA HEEP

3.1 Tipos de Costos.....	37
3.2 Datos técnicos de las plantas.....	39
3.3 Factores de pago único presente y de recuperación de capital.....	39
3.4 Modelos de costos nivelados.....	41
3.5 Metodología.....	43
3.6 Introducción de datos en el software.....	44

CAPÍTULO IV  
GENERACIÓN DE HIDRÓGENO MEDIANTE UNA PLANTA  
TERMOQUÍMICA YODO-AZUFRE ACOPLADA A UNA PLANTA  
NUCLEAR

<b>4.1 El proceso Azufre-Yodo.....</b>	<b>49</b>
<b>4.2 Componentes de las plantas y datos de entrada.....</b>	<b>52</b>
<b>4.3 Análisis de casos.....</b>	<b>53</b>

CAPÍTULO V  
ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

**67**

<b>GLOSARIO DE ACRÓNIMOS .....</b>	<b>71</b>
------------------------------------	-----------

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>73</b>
--------------------------	-----------

## Índice de Figuras.

1.1 Espectros de absorción de los gases.....	3
1.1 Esquema del reformado de gas con vapor de agua.....	6
1.2. Costos de inversión dependientes de la capacidad de la planta.....	7
1.3. Celda de electrólisis básica.....	8
1.4. Producción de Hidrógeno mediante HTE con acoplamiento a un reactor HTGR.....	9
1.5. Configuración básica de una celda de combustible.....	12
2.1. Modelo atómico de Dalton.....	17
2.2. Experimento de Rutherford.....	18
2.3. Irradiancia espectral del cuerpo negro.....	19
2.4. Experimento de la doble rendija.....	20
2.5. El proceso de fisión.....	23
2.6. Diagrama con los principales componentes dentro de la vasija del reactor y la contención primaria.....	25
2.7. Esquema básico del PHWR.....	27
2.8. Ensamblajes para el combustible diseñados por E.E.U.U. y Japón.....	28
2.9. Corte del HTTR.....	29
2.10. Geometría del GT-MHR.....	29
2.12 Producción de hidrógeno a base del ciclo SI acoplada a un reactor MHR.....	30
2.12. Avance en las generaciones de reactores nucleares.....	31
3.1. Flujos de operación reales y convencionales.....	36
3.2 Sensibilidad del costo de generación de electricidad de plantas nucleoelectricas y carboelectricas en base a la tasa de descuento.....	37
3.3 Diagramas de flujo de efectivo para factores de pago único.....	40
3.4 Líneas de tiempo para cada rubro.....	41

<b>3.5. Costo nivelado de producción de hidrógeno.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1. Diagrama del ciclo S-I.....</b>	<b>50</b>
<b>4.2 Cantidad de combustible requerido y su composición.....</b>	<b>52</b>
<b>4.3 Variaciones en el precio del gas natural.....</b>	<b>54</b>
<b>4.4 Variaciones en el CNPH en función del incremento en el costo capital específico, debido a la alza en el precio del Helio.....</b>	<b>54</b>
<b>4.5 Fuentes para la obtención de yodo.....</b>	<b>55</b>
<b>4.6 Registro de variaciones en el precio anual mundial de yodo.....</b>	<b>56</b>
<b>4.7 Aportación al costo nivelado de producción de Hidrógeno por parte de la planta de producción de hidrógeno, debido a las variaciones en los precios del Yodo.....</b>	<b>57</b>
<b>4.8 Variaciones en la aportación al CNPH por parte de la planta nuclear y de producción de hidrógeno en base a la tasa de interés.....</b>	<b>58</b>
<b>4.9 Variaciones en el CNPH en las plantas nuclear y de producción de <math>H_2</math> en función de la tasa de descuento.....</b>	<b>59</b>
<b>4.10 Sensibilidad en cada rubro de la planta nuclear debida a la variación en la tasa de descuento.....</b>	<b>60</b>
<b>4.11 Sensibilidad en cada rubro de la planta de producción de hidrógeno debida a la variación de la tasa de descuento.....</b>	<b>60</b>
<b>4.11 Aportación al CNPH por parte de la H2GP en función de la potencia térmica que se destine a la generación de electricidad.....</b>	<b>63</b>
<b>4.12 Sensibilidad en el CNPH en función de la potencia térmica que se destine a la generación de electricidad.....</b>	<b>64</b>

## Índice de Tablas

1.1 Principales fuentes de producción de hidrógeno.....	5
1.2. Ciclos termoquímicos e híbridos de baja y moderada temperatura.....	10
3.1. Parámetros técnicos de la planta nuclear.....	44
3.2. Parámetros técnicos de la planta de producción de hidrógeno.....	44
3.3. Tiempos de cada suceso en el ciclo de vida.....	45
3.4. Parámetros concernientes al combustible.....	45
3.5. Parámetros económicos de cada planta.....	46
3.6. Flujo de dinero en el tiempo.....	46
3.7. Porcentaje del costo capital total destinado a operación y mantenimiento de cada planta.....	46
3.8 Aporte al CNPH en cada rubro de la planta nuclear y de producción de hidrógeno.....	48
4.1 Datos técnicos de las plantas para los distintos casos de producción de $H_2$ .....	56
4.2 Aportación al costo nivelado de producción de Hidrógeno debido a las variaciones en los precios del Yodo.....	57
4.3 Costos estimados de producción de hidrógeno para distintos procesos.....	66