

Contenido

Resumen VII

Resum IX

Abstract XI

1. Introducción.....	1
1.1 Modelado de PEMFC.....	3
1.2 Diagnóstico de fallos en PEMFC.....	3
1.3 Objetivos de esta investigación.....	4
1.4 Estructura del Documento.....	5
2. Estado del Arte.....	7
2.1 Principios de funcionamiento de una PEMFC.....	7
2.2 Diagnóstico de fallo PEMFC.....	9
2.3 Modelos del PEMFC.....	13
2.4 Identificación paramétrica de modelos PEMFC.....	18
3. Modelo desarrollado para la pila PEMFC.....	23
3.1 Descripción de la PEMFC real.....	23
3.2 Ecuaciones del modelo.....	26
3.2.1 Ecuaciones relacionadas con la difusión de los gases en los electrodos.....	26
3.2.2 Ecuaciones de conservación de la materia aplicadas a la PEMFC.....	29
3.2.3 Voltaje de salida de la celda.....	30
3.2.4 Ecuaciones para efecto de carga de doble capa.....	33
3.2.5 Balance termodinámico de energía.....	34
3.3 Implementación del modelo en LabVIEW.....	35
3.3.1 Diagrama de bloques.....	37
3.3.2 Identificación del modelo de la PEMFC.....	40
3.4 Nuevas propuestas de algoritmos de ajuste paramétrico.....	43
3.4.1 PSO+P.....	43
3.4.2 Scout EA.....	43
3.5 Validación del modelo.....	48
4. Diagnóstico de fallos en PEMFC.....	53
4.1 Simulación de fallos.....	60
4.1.1 Fallos en medidas de temperatura de operación.....	62
4.1.2 Fallos en la placa de control y sensores.....	64

4.1.3	Fallos en las celdas	68
4.1.4	Fallos en el sistema de suministro de H ₂	70
4.1.5	Fallos del sistema de suministro de O ₂	71
4.1.6	Fallos del sistema de ventilación	74
4.2	Análisis de residuos e identificación de fallos	77
4.2.1	Metodología empleada en el análisis estadístico de los residuos	77
4.2.2	Fallos en medidas de temperatura de operación. Ejemplo de aplicación	79
4.2.2.1	Fallo 1	79
4.2.2.2	Fallo 2	85
4.2.3	Fallos en las celdas	87
4.2.3.1	Fallo 3	87
4.2.3.2	Fallo 4	89
4.2.4	Fallos en la placa de control y sensores	91
4.2.4.1	Fallo 5	91
4.2.4.1	Fallo 6	92
4.2.4.2	Fallo 7	92
4.2.4.1	Fallo 8	94
4.2.1	Fallos del sistema de suministro de H ₂	96
4.2.1.1	Fallo 9	96
4.2.1	Fallos del sistema de suministro de O ₂	98
4.2.1.1	Fallo 10	98
4.2.1.2	Fallo 11	100
4.2.1.3	Fallo 12	102
4.2.2	Fallo del compresor, Air Slpm 0%	104
4.2.2.1	Fallo 13	104
4.2.2.2	Fallo 14	107
4.3	Matriz de firmas de fallo no binarias y aislamiento de fallos	109
4.3.1	Aislamiento de fallos por medianas	110
4.3.2	Aislamiento de fallos por DS	113
4.4	Algoritmo de diagnóstico	115
5.	Otras aplicaciones y pruebas de convergencia y del Scout OA	121
5.1	Aplicación a la identificación de un banco de baterías	121
5.2	Modelo del control predictivo (MPC)	124

5.3	Análisis de Convergencia del Scout EA.....	125
6.	Discusión de los resultados	129
7.	Conclusiones y trabajos futuros.....	133
8.	Bibliografía	137
9.	Anexos.....	149
	Anexo 1. Artículo “Thermal and electrical parameter identification of a proton exchange membrane fuel cell using genetic algorithm”	150
	Anexo 2. Artículo “Experimental verification of hybrid renewable systems as feasible energy sources” 166	
	Anexo 3. Artículo “Modelling, Parameter Identification, and Experimental Validation of a Lead Acid Battery Bank Using Evolutionary Algorithms”	182
	Anexo 4. Artículo “MPC for optimal dispatch of an-AC-linked hybrid PV/ wind/ biomass/ H2 system incorporating demand response”	204
	Anexo 5. Artículo “PEMFCs Model-Based Fault Diagnosis: A Proposal Based on Virtual and Real Sensors Data Fusion”	234
	Anexo 6. Especificaciones Técnicas del Módulo NEXA1,5 kW	260
	Anexo 7. Tablas de medias por fallo y zona de operación.....	266