

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
JUSTIFICACIÓN	9
OBJETIVO GENERAL	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
INTRODUCCIÓN	10
CAPITULO UNO: CELDAS DE COMBUSTIBLE	13
1.1 HISTORIA DE LAS CELDAS DE COMBUSTIBLE	13
1.1.1 <i>Funcionamiento</i>	14
1.1.2 <i>Aplicaciones</i>	16
1.1.3 <i>Tipos de celdas de combustible</i>	17
1.2 DESEMPEÑO DE LA CELDA	21
1.2.1 <i>Desempeño ideal</i>	21
1.2.2 <i>Desempeño actual</i>	22
1.3 CELDAS DE COMBUSTIBLE DE ELECTROLITO POLIMÉRICO (PEFC)	25
1.4 CELDAS DE COMBUSTIBLE DE METANOL DIRECTO (DMFC)	28
1.4.1 <i>Funcionamiento</i>	28
1.4.2 <i>Ventajas y desventajas</i>	29
1.5 NAFION®	32
1.5.1 <i>Propiedades</i>	33
1.5.2 <i>Membranas</i>	33
1.5.3 <i>Aplicaciones</i>	35
CAPITULO DOS: POLÍMEROS INTRÍSECAMENTE ELECTROCONDUCTORES	38
2.1 INTRODUCCIÓN	38
2.1.1 <i>Mecanismo de conducción</i>	39
2.2 POLITIOFENO	42
2.2.1 <i>Síntesis química</i>	43
2.2.2 <i>Síntesis electroquímica</i>	44
2.2.2.1. <i>Mecanismos de electropolimerización</i>	44
2.2.2.2 <i>Condiciones de electrosíntesis</i>	45
CAPITULO TRES : PARTE EXPERIMENTAL	48
3.1 MODIFICACIÓN DE LA MEMBRANA	48
3.1.1 <i>Limpieza y activación de la membrana de Nafion®</i>	48
3.1.2 <i>Electropolimerización in situ de tiofeno en la membrana de Nafion®</i>	48
3.1.3 <i>Elección del material como electrodo</i>	49
3.1.3.1 <i>Elaboración del electrodo de material compuesto</i>	50
3.1.3.2 <i>Otros materiales utilizados como electrodos.</i>	50
3.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA.	50
3.2.1 <i>Espectroscopia Infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR)</i>	50
3.2.2 <i>Microscopía Electrónica de Barrido (SEM)</i>	51
3.2.3 <i>Técnicas Electroquímicas</i>	52
3.2.3.1 <i>Voltamperometría cíclica</i>	53

3.2.3.2 Permeabilidad	54
3.3 PRUEBAS EN CELDA	55
3.3.1 <i>Preparación del ensamble</i>	55
3.3.1.1 Capa electrocatalítica	56
3.3.1.2 Preparación del Ensamble, MEA.	56
3.3.2 <i>Evaluación electroquímica en una celda de combustible</i>	56
3.3.2.1 Fase de activación	57
3.3.2.2 Curva de polarización	57
CAPITULO CUATRO: RESULTADOS Y DISCUSIONES	59
4.1 INTRODUCCIÓN	59
4.2 MODIFICACIÓN DE LA MEMBRANA	59
4.2.1 <i>Elección del electrodo de trabajo</i>	60
4.2.2 <i>Electrosíntesis de politiofeno sobre membrana de Nafion®</i>	61
4.2.3 <i>Cantidad de politiofeno formado en la electrosíntesis</i>	63
4.3 MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO	64
4.4 ESPECTROSCOPIA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	71
4.5 ELECTROQUÍMICA	72
4.5.1 <i>Voltamperometría Cíclica</i>	72
4.5.1.1 Evaluación en solución electrolítica ácida	73
4.5.1.2 Evaluación en una solución electrolítica de acetonitrilo y perclorato de litio.	75
4.5.1.3 Evaluación en una solución de Metanol 2 M	77
4.6 PERMEABILIDAD	78
4.6.1 <i>Permeabilidad de la membrana Nafion® no-modificada</i>	78
4.6.2 <i>Permeabilidad de la membrana Nafion® modificada</i>	83
4.7 PRUEBAS EN CELDA	87
4.7.1 <i>Fase de activación</i>	87
4.7.2 <i>Curva de polarización</i>	89
CAPITULO CINCO: CONCLUSIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	94