

## INDICE

Prólogo	XI
<b>I. Nociones Básicas. Unidades Especificas Empleadas</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Electrosíntesis</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Electrodiálisis</b>	<b>3</b>
<b>1.3. El reactor electroquímico. Componentes básicos</b>	<b>4</b>
1.3.1. Electroodos	4
1.3.2. Diafragmas	5
1.3.3. Promotores de turbulencia	8
1.3.4. Cuerpo de la celda	8
1.3.5. Juntas	9
1.3.6. Distribuidores de flujo	10
<b>1.4. Rectificadores</b>	<b>11</b>
<b>1.5. Conceptos y Unidades Básicas</b>	<b>12</b>
1.5.1. Potencial de electrodo	12
1.5.2. Voltaje	13
1.5.3. Intensidad	13
1.5.4. Densidad de corriente	14
1.5.5. Resistencia eléctrica	14
1.5.6. Resistividad	15
1.5.7. Conductividad	15
<b>1.6. Ingeniería Electroquímica. Conceptos y Unidades</b>	<b>16</b>
1.6.1. Eficacia de la corriente	16
1.6.2. Rendimiento espacio tiempo	16
1.6.3. Área electroactiva por unidad de volumen	17
1.6.4. Consumo específico de energía	17
1.6.5. Tiempo de resistencia	18
<b>2. Fundamentos de las Reacciones Electrolicas</b>	<b>21</b>
<b>2.1. La doble capa</b>	<b>21</b>
<b>2.2. La transferencia electrónica</b>	<b>23</b>
2.2.1. Introducción	23
2.2.2. Termodinámica	23
2.2.3. Cinética	24
2.3. Transporte de materia	26
<b>2.4. Transferencia electrónica y transporte de materia</b>	<b>27</b>
<b>2.5. Adsorción y electrocatálisis</b>	<b>29</b>
<b>2.6. Reacciones químicas acopladas</b>	<b>31</b>
<b>2.7. Disoluciones de electrolitos. Características y propiedades</b>	<b>31</b>
<b>2.8. Componentes del voltaje de celda</b>	<b>33</b>
<b>3. Electroodos</b>	<b>37</b>
<b>3.1. Introducción</b>	<b>37</b>
<b>3.2. Tipos de electroodos</b>	<b>38</b>
<b>3.3. Pasivación</b>	<b>41</b>
<b>3.4. Criterios de selección. Propiedades</b>	<b>43</b>
<b>3.5. Anodos</b>	<b>49</b>
<b>3.6. Cátodos</b>	<b>51</b>
<b>3.7. Nuevos desarrollos</b>	<b>52</b>
<b>4. Membranas de Intercambio Iónico</b>	<b>57</b>

<b>4.1. Introducción</b>	57
<b>4.2. Estructura y clasificación</b>	59
<b>4.3. Métodos de fabricación</b>	63
<b>4.4. Polarización</b>	64
<b>4.5. Criterios de selección. Propiedades</b>	69
<b>4.6. Membranas especiales</b>	75
4.6.1. Membranas bicapa	75
4.6.2. Membranas selectivas o iones monovalentes	76
4.6.3. Membrana aniónica para concentrar ácidos	78
4.6.4. Membrana bipolares	79
<b>5. Celdas.</b>	83
<b>5.1. Generalidades y factores de diseño</b>	83
5.1.1. Transferencia de materia	84
5.1.2. Distribuciones de corriente y potencial	86
5.1.3. Geometría de celda y electrodos	88
5.1.4. Conexiones eléctricas	89
5.1.5. Distribución hidráulica	92
5.1.6. Eliminación de calor	94
<b>5.2. Tipos de Celda</b>	97
5.2.1. Clasificación	99
5.2.2. Celdas tipo tanque	99
5.2.3. Celdas tipo filtro inerte	104
5.2.4. Celdas de lecho fluido inerte	104
5.2.5. Celdas de electrodos apilados	105
5.2.6. Celdas de electrodos porosos y lecho empaquetado	107
5.3. Criterios de selección	109
<b>6. Electrosíntesis</b>	113
<b>6.1. Introducción</b>	113
<b>6.2. Clasificación</b>	116
<b>6.3. La reacción Electroquímica. Variables</b>	119
6.3.1. Introducción	119
6.3.2. Potencial de electrodo	120
6.3.3. Material electródico	120
6.3.4. Disolvente y electrólito soporte	123
6.3.5. Tipo y geometría de celda	125
6.3.6. Densidad de corriente	125
6.3.7. Transporte de materia	126
6.3.8. El contraelectrodo	128
<b>6.4. Electrodo</b>	129
<b>6.5. Diafragmas</b>	129
<b>6.6. Modos de operación</b>	129
<b>6.7. Aplicaciones tradicionales</b>	136
6.7.1. Cloro – sosa	136
6.7.2. Desinfección. Hipoclorito sódico	144
6.7.3. Flúor	146
6.7.4. Industria metalúrgica	149
6.7.4. A. Electrowinning del cobre	149
6.7.5. Industria papelera y textil	152

6.7.5. A. Clrato sodico	152
6.7.6. Otras	155
<b>6.8. Aplicaciones Avanzadas</b>	157
<b>6.8.1. Producción de compuestos orgánicos</b>	157
6.8.1. A. Introducción	157
6.8.2. B. Fibras	157
6.8.3. C. Química fina	162
6.8.4. D. Industria farmacéutica	168
6.8.2. Producción de ozono	175
6.8.3. Medio ambiente	179
6.8.3. A. Introducción	179
9.8.3. B. Tratamiento de efluentes líquidos	179
9.8.3. C. Tratamiento de efluentes gaseosos	187
<b>6.9. Criterios de selección</b>	191
<b>6.10. Ventajas y limitaciones</b>	192
<b>6.11. Análisis preliminar de viabilidad</b>	194
<b>7. Electrodiálisis</b>	199
7.1. Introducción	199
7.2. Electroodos	202
7.3. Membranas	203
7.4. Espaciadores	203
7.5. Conexiones a la red	205
7.6. Configuraciones de celda	205
7.6.1. Celdas de dos compartimentos	206
7.6.2. Celdas de cuatro compartimentos	206
7.6.3. Celdas de tres compartimnetos	207
7.7. Modos de operación	208
7.7.1. Continuo	209
7.7.2. Discontinuo	210
7.7.3. Semicontinuo	210
7.8. Variables de diseño	211
<b>7.9. Electrodiálisis reversibles</b>	218
<b>7.10. Aplicaciones tradicionales</b>	221
7.10.1. Potabilización de aguas	221
7.10.2. Fabricación de sal de mesa	224
7.10.3. Sector lácteo	226
<b>7.11. Aplicaciones Avanzadas</b>	228
7.11.1. Industria química	228
7.11.2. Industria alimentaria	230
7.11.3. Industria farmacéutica	231
7.11.4. Industria metalúrgica	233
7.11.5. Biotecnología	234
7.11.6. Enfluentes industriales	237
<b>7.12. Electrohidrólisis. Membranas Bipolares</b>	238
7.12.1. Principio de funcionamiento	238
7.12.2. Aplicaciones	243
7.12. 2. A. Industria metalúrgica	243
7.12.2. B. Industria química y biotecnológica	245

7.12.2. C. Desulfuración de gases	246
7.12.2. D. Otras	249
7.13. Criterios de selección	254
7.13.1. Electrodiálisis	256
7.13.2. Electrohidrólisis	256
7.14. Análisis preliminar de viabilidad	257
7.14.1 Electrodiálisis	258
7.14.2. Electrohidrólisis	261
<b>8. Situación Tecnológica. Evolución. Conclusiones</b>	267
<b>8.1. Electrosíntesis</b>	267
8.1.1. Electroodos	270
8.1.2. Membranas	270
8.1.3. Celdas	271
<b>8.2. Electrodiálisis</b>	271
8.2.1. Módulos de electrodiálisis	272
8.2.2. Membranas	272
<b>8.3. Conclusiones</b>	275
Apéndice 1. Resistividad de los materiales electródicos	277
Apéndice 2. Parámetros cinéticos de los materiales electródicos	279
Apéndice 3. Propiedades de las membranas comerciales	283
Apéndice 4. Potenciales de pares redox de interés industrial	289
Apéndice 5. Campo electroquímico de los disolventes orgánicos	291
Apéndice 6. Celdas comerciales	293
A.6.1. Descripción de Celdas Comerciales	393
A.6.1.1. Electrosíntesis	301
A.6.1.2. Electrodiálisis	301
Apéndice 7. Procesos orgánicos	311
Apéndice 8. Relación de fabricantes y proveedores	313
A.8.1. Celdas de electrosíntesis	313
A.8.2. Módulos de electrodiálisis	314
A.8.3. Membranas de intercambio iónico	316
Apéndice 9. Fichas de instalaciones	319
A.9.1. Electrosíntesis	319
A.9.2. Electrodiálisis	319
A.9.3. Electrohidrólisis	321
A.9.3.1. Washington Steel Corp	321
A.9.3.2. Allied Signal	321
Apéndice 10. Vocabulario y acrónimos	323
Apéndice 11. Bibliografía	331
Índice alfabético	337