

Tabla de Contenidos

RESUMEN.....	3
TABLA DE CONTENIDOS.....	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABLAS	9
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	10
1.2. ESTADO DE ARTE	11
1.3. HIPÓTESIS DEL TRABAJO	12
1.4. OBJETIVOS	12
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	12
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	12
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	13
1.6. TEMARIO.....	13
CAPÍTULO 2. DISEÑO MINI-CELDA DE CROMADO ELECTROLÍTICO.....	14
2.1. INTRODUCCIÓN	14
2.2. DESCRIPCIÓN MINI-CELDA DE CROMADO ELECTROLÍTICO	14
2.2.1. <i>Cubas</i>	16
2.2.2. <i>Estructura base</i>	20
2.2.3. <i>Barras de cobre</i>	22
2.2.4. <i>Ánodos</i>	22
2.2.6. <i>Sistema de calefacción</i>	23
2.2.7. <i>Sistema de agitación del electrolito</i>	25
2.2.8. <i>Cuidado de los baños</i>	25
2.3. PROCESO DE CROMADO	26
2.4. ETAPAS CROMADO ELECTROLÍTICO	27
2.4.1. <i>Desengrase</i>	28
2.4.2. <i>Enjuague</i>	29
2.4.3. <i>Decapado</i>	29
2.4.4. <i>Cromado</i>	30
2.5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	32
CAPÍTULO 3. CONTROL E IMPLEMENTACIÓN.....	33
3.1. INTRODUCCIÓN	33
3.2. SEGURIDAD EN EL PROCESO.....	73
3.2.1. <i>Protección de manos</i>	73
3.2.2. <i>Protección de los ojos</i>	73
3.2.3. <i>Protección respiratoria</i>	73
3.2.4. <i>Duchas y lava ojos</i>	74
3.2.5. <i>Indicaciones sobre hábitos personales a respetar en el proceso de cromado</i>	74
3.2.6. <i>Indicaciones sobre hábitos de trabajo a respetar en el proceso de cromado</i>	74
3.3. INDICACIÓN EN CASO DE ACCIDENTES	76
3.3.1. <i>Vertidos accidentales</i>	76
3.3.2. <i>Salpicaduras en piel y ojos</i>	76

3.3.3. <i>Salpicadura en batas o vestidos</i>	76
3.3.4. <i>Ingestión</i>	76
3.3.5 <i>Incendio</i>	77
3.4. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO	77
3.5. CONVERTIDOR	33
3.6. CONTROL	39
3.6.1. <i>Control de corriente</i>	39
3.6.2. <i>Control de temperatura</i>	42
3.6.3. <i>Control de agitación</i>	46
3.7. FÍSICA-QUÍMICA TRAS EL PROCESO	49
3.8. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN PROCESO DE CROMADO UTILIZANDO LA MINI-CELDA DE CROMADO	50
3.9. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	53
CAPÍTULO 4. RESULTADOS EXPERIMENTALES	54
4.1. INTRODUCCIÓN	54
4.1. FORMAS DE ONDA OBTENIDAS	54
4.2. ACABADO EN CROMO OBTENIDO	63
4.3. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	67
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES	68
5.1. TRABAJOS FUTUROS	70
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS A. ESTRUCTURA MINI-CELDA CROMADO	83
ANEXOS B. ESQUEMAS ELÉCTRICOS	87
ANEXOS C. CÓDIGO ARDUINO	90
ANEXOS D. CATÁLOGOS	92

Lista de Figuras

Fig. 1 Mini-celda de cromado proyectado en Autodesk Inventor.	15
Fig. 2 Cuba proyectada en Autodesk Inventor	17
Fig. 3 Estructura Base	21
Fig. 4 Cinturón de acero	21
Fig. 5 Barra de cobre	22
Fig. 6 Deposición Cubas proyectadas en Autodesk Inventor.	27
Fig. 7 Baño electrolítico fuente: scielo.org.co	31
Fig. 8 Esquema convertidor general [17]	33
Fig. 9 Semiconductor SCR (a) Símbolo, (b) Estructura, (c) Esquema equivalente, (d) Tiristor ensamblado por presión, modelo 80RIA.[17].	34
Fig. 10 Curva característica de un tiristor.[17]	36
Fig. 11 Esquema de generación de un pulso α	37
Fig. 12 Desfase entre rampas	38
Fig. 13 Modelo Simplificado Sistema	39
Fig. 14 Diagrama de bloques del sistema con un controlador PI	41
Fig. 15 Lugar Geométrico de las raíces usando un controlador PI	41

Fig. 16 Respuesta del sistema utilizando control PI.....	42
Fig. 17 Estructura de cromado.....	43
Fig. 18 Controlador industrial fuente: Veto.cl.....	44
Fig. 19 Esquema de control	45
fig. 20 Esquema Tarjeta Control de Temperatura	45
Fig. 21 Arduino one fuente: gopixpic.com.....	46
Fig. 22 Tarjeta de control velocidad.....	47
Fig. 23 Tarjeta electrónica, moto reductor DC.....	48
Fig. 24 Corriente versus ángulo de disparo resistencia	57
Fig. 25 Voltaje versus ángulo de disparo resistencia.....	57
Fig. 26 Corriente versus ángulo de disparo mini-celda.....	59
Fig. 27 Voltaje versus ángulo de disparo mini-celda	59
Fig. 28 Respuesta del sistema ante cambio de referencia desde 0.8 [A] a 42.4 [A]. canal (amarillo) 10A/, canal 2 (verde) 100V/, versus tiempo 100ms/	60
Fig. 29 Respuesta del sistema ante cambio de referencia desde 0.37 [A] a 27.4 [A], canal 1 (amarillo) 20A/, canal 2 (verde) 100V/, versus tiempo 50 ms/	61
Fig. 30 Variación de corriente escalonada. canal 1 (amarillo) 10A/, canal 2 (verde) 100V/ versus tiempo 2000ms/	62
Fig. 31 Probetas	63
Fig. 32 Probetas cromadas.....	64
Fig. 33 Acabados defectuosos Zoom 4X.....	65
Fig. 34 Corte transversal probeta Zoom A 12X, Zoom B 4X	66
Fig. 35 Puntos de medición cromo decorativo	66
Fig. 36 Puntos de medición cromo duro.....	67
Fig. 37 Materias Tóxicas; fuente: CCHC	78
Fig. 38 Materias Corrosivas; fuente: CCHC	78
Fig. 39 Riesgo Eléctrico; fuente: CCHC	78
Fig. 40 Prohibido Fumar; fuente: CCHC	79
Fig. 41 Entrada prohibida a personas no autorizadas; fuente: CCHC	79
Fig. 42 Protección obligada de la vista; fuente: CCHC.....	79
Fig. 43 Protección obligatoria de las vías respiratorias; fuente CCHC	80
Fig. 44 Protección Obligatoria de las manos; fuente: CCHC.....	80
Fig. 45 Protección obligatoria del cuerpo; fuente: CCHC.....	80
Fig. 46 Extintor; fuente: CCHC.....	81
Fig. 47 Vía de evacuación fuente:CCHC	81
Fig. 48 Salida de emergencia fuente:CCHC.....	82
Fig. 49 Ducha de emergencia; fuente CCHC	82
Fig. 50 Lavado de ojos; fuente CCHC	82

Lista de Tablas

Tabla 1 Propiedades físicas resilam 95.	18
Tabla 2 Datos Fibra MAT.	20
Tabla 3 Etapas de Cromado y Químicos Utilizados.....	28
Tabla 4. Valores rectificador conectado a resistencia 4,7 Ohm	56
Tabla 5. Valores rectificador conectado a la mini-celda de cromado	58
Tabla 6. Valores usados galvanizado	64