

# Indice

RESUMEN  
ABSTRACT

V  
VII

## CAPITULO 1

### INTRODUCCION: GENERALIDADES SOBRE LOS MATERIALES CON MEMORIA DE FORMA Y SUS APLICACIONES.

<b>1.1</b>	<b>LA TRANSFORMACION MARTENSITICA</b>	<b>I-1</b>
1.1.1	CARACTERISTICAS FISICAS	I-3
1.1.2	CARACTERISTICAS CRISTALOGRAFICAS	I-4
1.1.3	TERMODINÁMICA	I-6
<b>1.2</b>	<b>MATERIALES CON MEMORIA DE FORMA</b>	<b>I-11</b>
1.2.1	EFEECTO MEMORIA SIMPLE	I-11
<b>1.2.2</b>	<b>EFEECTO PSEUDO ELASTICO O SUPERELASTICO</b>	<b>I-12</b>
1.2.3	EFEECTO DOBLE MEMORIA	<b>I-12</b>
<b>1.2.4</b>	<b>TRANSFORMACION TERMICA BAJO CARGA</b>	<b>I-13</b>
1.3	<b>APLICACIONES DE LA MEMORIA DE FORMA</b>	<b>I-13</b>
<b>1.3.1</b>	<b>RECUPERACION LIBRE</b>	<b>I-13</b>
1.3.2	RECUPERACION LIMITADA	I-15
<b>1.3.3</b>	<b>APLICACIONES EN BASE AL EFECTO SUPERELASTICO</b>	<b>I-15</b>
1.3.4	ACTUADORES	I-15
<b>1.4</b>	<b>MATERIALES Y PERSPECTIVAS</b>	<b>I-16</b>
<b>1.5</b>	<b>OBJETIVOS DEL TRABAJO</b>	<b>I-18</b>
<b>1.6</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>I-19</b>

## CAPÍTULO II

### MATERIALES CON MEMORIA DE FORMA DE CU-ZN-AL MONOCRISTALINOS.

<b>II.1</b>	<b>LA TRANSFORMACION MARTENSITICA EN ALEACIONES BASE CU</b>	<b>II-1</b>
II.1.1	LA FASE $\beta$ (AUSTENITA) EN LAS ALEACIONES DE CU-ZN-AL	II-2
II.1.2	LA FASE MARTENSITICA	II-2
II.1.3	MARTENSITA ESPONTÁNEA	II-3
II.1.4	MARTENSITA INDUCIDA CON CARGA APLICADA	II-3
II.1.5	DEPENDENCIA CON LA COMPOSICION	II-3
II.1.6	ESTABILIZACION DE LA MARTENSITA	II-4
II.1.7	EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS TERMICOS DE LA FASE $\beta$ . ORDEN Y VACANCIAS.	II-4
II.1.8	PRECIPITADOS $\gamma$ :	II-6
<b>II.2</b>	<b>FATIGA</b>	<b>II-7</b>
u.3	IRREVERSIBILIDADES ASOCIADAS A LA TRANSFORMACIÓN	II-7
<b>II.4</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>II-7</b>

## CAPITULO III

### DETALLES EXPERIMENTALES

<b>III.1 PREPARACION DE MUESTRAS</b>	<b>111-1</b>
111.1.1 ALEACIONES	III-1
III. 1.2 MONOCRISTALES , <b>ORIENTACIÓN</b> , DETERMINACIÓN DE Ms	III-1
III. 1.3 <b>MAQUINADO</b> DE PROBETAS DE TRACCIÓN	III-3
III. 1.4 TRATAMIENTO <b>TÉRMICO</b> GENERAL	III-4
111.1.5 <b>PULIDO</b> SUPERFICIAL	III-4
<b>III.2 EQUIPOS UTILIZADOS</b>	<b>III-5</b>
111.2.1 <b>ENSAYOS MECÁNICOS</b>	III-5
111.2.1.1 Instron 1123	III-5
111.2.1.2 MTS 810	III-5
111.2.1.3 Instron 5 567	III-5
111.2.1.4 Dispositivo de ciclado térmico bajo carga	III-6
111.2.1.5 Dilatómetro bajo carga de compresión	III-8
111.2.2 MICROSCOPIO <b>ELECTRÓNICO</b> DE <b>BARRIDO</b> (SEM)	III-8
<b>III.3 REFERENCIAS</b>	<b>III-8</b>

## CAPITULO IV

### DISEÑO CONCEPTUAL DE APLICACIONES TIPO ACTUADOR CON MATERIALES CON MEMORIA DE FORMA MONOCRISTALINOS DE CU-ZN-AL.

<b>IV.1 TRANSFORMACION TERMICA BAJO CARGA APLICADA DE MMF MONOCRISTALINOS DE CU-ZN-AL</b>	<b>IV-3</b>
<b>IV.2 DISEÑO DE APLICACIONES CON MONOCRISTALES DE CU-ZN-AL.</b>	<b>IV-4</b>
IV.2.1 PLANIFICACION DEL PRODUCTO	N-4
IV.2.2 <b>DISPOSITIVO ACTUADOR BÁSICO</b>	IV-6
IV.2.2.1 Requerimientos	IV-7
IV.2.2.2 Datos conocidos	IV-7
IV.2.2.3 Parámetros a determinar	IV-7
IV.2.3 <b>HIPÓTESIS SIMPLIFICADORAS</b> SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL NÚCLEO DE MATERIAL CON MEMORIA DE FORMA EN EL DISPOSITIVO ACTUADOR BÁSICO	I, V-8
IV.2.4 <b>HIPÓTESIS SIMPLIFICADORAS</b> SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL DISPOSITIVO ACTUADOR BÁSICO	IV-10
<b>IV.3 DISEÑO DE DISPOSITIVOS ACTUADORES</b>	<b>IV-12</b>
IV.3.1 <b>EJEMPLO</b>	IV-12
IV.3.1.1 Limitaciones a la tensión máxima	IV-12
IV.3.1.2 Histéresis	IV-14
IV.3.1.3 Longitud de la muestra de MMF	IV-14
IV.3.1.4 Determinación de la Ms y composición de la aleación	IV-15
IV.3.1.5 Selección del material elástico	IV-15
<b>IV.4 REFERENCIAS</b>	<b>IV-18</b>

## CAPITULO V

### EFFECTOS RECUPERABLES Y NO-RECUPERABLES RELACIONADOS CON EL CICLADO PSEUDOELASTICO EN MONOCRISTALES DE CU-ZN-AL.

<b>V.1 INTRODUCCION</b>	<b>V-1</b>
<b>V.2 CICLADO PSEUDOELASTICO EN MONOCRISTALES DE CU-ZN-AL A TEMPERATURA 333 K. DEFINICION DE UN ESTADO DE REFERENCIA</b>	<b>v-5</b>
v.2.1 DETALLES Y METODO EXPERIMENTAL	V-6
V.2.1.1 Etapa 1: "estado de referencia".	V-8
V.2.1.2 Etapa 2: "estabilización estática".	v-9
V.2.1.3 Etapa 3: recuperación de la fase beta luego de la estabilización estática".	v-9
V.2.1.4 Etapa 4: "fatiga pseudoelástica".	v-9
V.2.1.5 Etapa 5: "recuperación de la fase $\beta$ después de la fatiga".	v-10
v.2.2 RESULTADOS EXPERIMENTALES	v-10
V.2.2.1 Etapa 1	v-10
v-2.2.2 Etapa 2	v-15
V.2.2.3 Etapa 3	v-15
V.2.2.4 Etapa 4	V-18
V.2.2.5 Etapa 5	V-18
V.2.2.6 Estabilización estática posterior al ciclado	V-18
<b>V.3 DISCUSION</b>	<b>v-21</b>
V.3.1 COMPORTAMIENTO ANTES DEL CICLADO.	v-2 1
V.3.2 ESTADO ASINTOTICO	v-2 1
v.3.2.1 Estabilización y recuperación de la martensita, ciclado	V-23
v.3.3 COMPORTAMIENTO LUEGO DEL CICLADO	V-25
<b>V.4 REFERENCIAS</b>	<b>V-27</b>

## CAPITULO VI

### MODELO PARA LA EVOLUCION DURANTE EL CICLADO PSEUDOELASTICO EN MONOCRISTALES DE CU-ZN-AL

<b>VI.1 INTRODUCCION</b>	<b>VI-1</b>
VI.1.1 MODELO PARA EXPLICAR LA EVOLUCION DURANTE EL CICLADO	VI-2
v1.1.2 CASO DE REFERENCIA	VI-6
VI.1.3 EFECTO DEL PERIODO DEL CICLO	VI-7
VI.1.4 EFECTO DE LA CONSTANTE DE TIEMPO DE LA ESTABILIZACIÓN DE LA MARTENSITA, $\tau_S$	VI-9
VI.1.5 EFECTO DE LA CONSTANTE DE TIEMPO DE LA RECUPERACIÓN DE LA FASE $\beta$ , $\tau_B$ :	VI-9
VI.1.6 EFECTO DE UN AUMENTO PROPORCIONAL SIMULTÁNEO DE $\tau_S$ Y $\tau_B$	VI-11
<b>VI.2 COMPARACIÓN DEL MODELO CON LOS EXPERIMENTOS</b>	<b>VI-13</b>
<b>VI.3 REFERENCIAS</b>	<b>VI-15</b>

## **CAPÍTULO VII**

### **CICLADO TÉRMICO: EVOLUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO.**

<b>VII.1 INTRODUCCION</b>	<b>VII-1</b>
<b>VII.2 RESULTADOS EXPERIMENTALES</b>	<b>VII-1</b>
<b>VII.2.1</b> CICLOS COMPLETOS, CAMBIOS EN EL COMPORTAMIENTO AALTO NUMERO DE CICLOS	VII-1
<b>VII.2.2</b> EVOLUCION DE LAS TEMPERATURAS DE TRANSFORMACION LUEGO DEL TRATAMIENTO TERMICO Y CICLOS PARCIALES	VII-3
<b>VII.2.2.1</b> Secuencia 1	VII-4
<b>VII.2.2.2</b> Secuencia 2	<b>VII-14</b>
<b>VII.2.3</b> DISCUSION	VII-16
<b>VII.3 REFERENCIAS</b>	<b>VII-17</b>

## **CAPITULO VIII**

### **APLICACIONES PROPUESTAS**

<b>VIII.1 INTRODUCCION</b>	<b>VIII-1</b>
<b>VIII.2 DISPOSITIVO TERMOSTÁTICO</b>	<b>VIII-1</b>
<b>VIII.2.1</b> PROTOTIPO Y CARACTERIZACION	<b>VIII-5</b>
<b>VIII.3 DISPOSITIVO DE TRACCIÓN</b>	<b>VIII-9</b>
<b>VIII.3.1</b> PROTOTIPO	VIII-13
<b>VIII.3.2</b> UTILIZACION DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA PARA EL POSICIONAMIENTO	VIII-15
<b>VIII.4 REFERENCIAS</b>	<b>VIII-1 6</b>

## **CAPÍTULO IX**

### **CONCLUSIONES GENERALES**

<b>REFERENCIAS</b>	<b>IX-6</b>
--------------------	-------------