

**PROYECTO DE GRADO**

“SISTEMA INDICADOR DE LA ALTERACION ESPONTANEA DE LA TEMPERATURA  
CORPORAL EN PACIENTES CON CUADRIPLAJIA, DISEÑO Y CONSTRUCCION”

ANGELA MARCELA BOHORQUEZ ORDOÑEZ

COD. 2001037

MADELEYN EUGENIA MENDOZA MARQUEZ

COD. 2000567

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MECÁNICAS

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

BUCARAMANGA

2007

**PROYECTO DE GRADO**

**“SISTEMA INDICADOR DE LA ALTERACION ESPONTANEA DE LA TEMPERATURA  
CORPORAL EN PACIENTES CON CUADRIPLAJIA, DISEÑO Y CONSTRUCCION”**

ANGELA MARCELA BOHORQUEZ ORDOÑEZ

COD. 2001037

MADELEYN EUGENIA MENDOZA MARQUEZ

COD. 2000567

Proyecto de grado para aspirar al título de  
Diseñador industrial

Director:

D.I. FRANCISCO ESPINEL CORREAL

Codirector:

ING. JOSÉ ALEJANDRO AMAYA PALACIO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MECÁNICAS

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

BUCARAMANGA

2007

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan su agradecimiento a:

Francisco Espinel Correal, Diseñador Industrial y director de este proyecto, por su aporte, guía y colaboración en el desarrollo del mismo.

José Alejandro Amaya Palacio, Ingeniero Eléctrico y codirector de este proyecto, por su asesoría y orientación en pro de los mejores resultados.

Asociación de minusválidos de Piedecuesta - Asodispie, por su cooperación y tiempo a la hora de desarrollar este proyecto.

Gracias a Dios por su guía.  
A nuestras familias y amigos por creer en nosotras y brindarnos su apoyo incondicional lo que ha hecho posible la realización de nuestros sueños y la culminación de este proyecto.

## CONTENIDO

	Pág
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1. JUSTIFICACION</b>	<b>1</b>
<b>2. ORIGEN DEL PROYECTO</b>	<b>2</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>3.1 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>4</b>
<b>3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>4</b>
<b>4. METODOLOGIA PROYECTUAL</b>	<b>5</b>
<b>5. MARCO TEORICO</b>	<b>6</b>
<b>5.1 DISCAPACIDAD FISICA</b>	<b>6</b>
<b>5.2 CUADRIPLAJIA</b>	<b>6</b>
<b>5.2.1 Médula Espinal</b>	<b>6</b>
<b>5.2.1.1 Clasificación de la lesión medular</b>	<b>7</b>
<b>5.2.1.2 Niveles de función medular y sus complicaciones</b>	<b>8</b>
<b>5.2.2 Complicaciones de la cuadriplejía</b>	<b>11</b>
<b>5.3 Temperatura corporal</b>	<b>15</b>
<b>5.3.1 Proceso de regulación térmica</b>	<b>15</b>
<b>5.3.1.1 Detección térmica aferente</b>	<b>15</b>
<b>5.3.1.2 Regulación central</b>	<b>16</b>
<b>5.3.1.3 Respuesta eferente</b>	<b>16</b>
<b>5.3.2 Variación de la temperatura corporal</b>	<b>16</b>
<b>5.3.2.1 Hipotermia</b>	<b>16</b>
<b>5.3.2.2 Fiebre</b>	<b>18</b>
<b>5.3.2.3 Hipertermia</b>	<b>20</b>
<b>5.4 POBLACIÓN DE INTERÉS</b>	<b>21</b>
<b>5.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA</b>	<b>22</b>
<b>6. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL</b>	<b>24</b>
<b>6.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA</b>	<b>31</b>

6.1.1	Elección del sensor	31
6.1.2	Diseño del sistema	32
6.1.3	Elección de materiales	32
7.	REQUERIMIENTOS	33
8.	DISEÑO DEL SISTEMA	37
8.1	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS	37
8.1.1	Generación de ideas	37
8.1.1.1	Método del diagrama morfológico	37
8.1.2	Definición de alternativas	40
8.1.2.1	Alternativa 1	41
8.1.2.2	Alternativa 2	43
8.1.2.3	Alternativa 3	45
8.1.3	Evaluación y selección de alternativas	46
8.2	EVOLUCIÓN Y DEFINICIÓN DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA	49
8.3	COMPROBACIONES	53
8.3.1	Comprobaciones técnicas	53
8.3.2	Comprobaciones ergonómicas	54
8.4	MODIFICACIONES DE LA PROPUESTA DE DISEÑO	56
8.5	CONSTRUCCIÓN Y FABRICACIÓN	58
8.5.1	Tarjeta electrónica	58
8.5.1.1	Materias primas	58
8.5.1.2	Planos técnicos	58
8.5.1.3	Procesos de fabricación	58
8.5.1.4	Costos	61
8.5.2	Carcasa	62
8.5.2.1	Materias primas	63
8.5.2.2	Planos técnicos	63
8.5.2.3	Procesos de fabricación	63
8.5.3	Empaque	65
8.5.3.1	Materias primas	66
8.5.3.2	Planos técnicos	66
8.5.3.3	Procesos de fabricación	66
8.5.3.4	Costos	69
8.6	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	69
8.6.1	Diseño del Sistema	72
8.6.2	Funcionamiento del Sistema	75
8.6.2.1	Programación del sistema	76
8.6.3	Usuarios del sistema	76
8.6.4	Secuencia de uso	77

<b>8.6.5 Manual de instrucciones</b>	<b>79</b>
<b>ESTADO DEL ARTE</b>	<b>84</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>85</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>86</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>88</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>87</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1: Funcionamiento normal de la médula espinal	7
Figura 2: La función de la médula espinal luego de la lesión	7
Figura 3: Niveles de la espina dorsal	8
Figura 4: Funciones en el Nivel C de la médula espinal	9
Figura 5: Funciones en el Nivel T de la médula espinal	10
Figura 6: Funciones en el Nivel L de la médula espinal	10
Figura 7: Los músculos que ayudan al cuerpo a respirar	11
Figura 8: Áreas de mayor presión	12
Figura 9: Monitor Multipar FEAS	24
Figura 10: Termómetro digital BEURER FT-50	26
Figura 11: Termómetro infrarrojo GERATHERM	28
Figura 12: Termómetro clínico GERATHERM	30
Figura 13: Alternativa 1	41
Figura 14: Alternativa 2	43
Figura 15: Alternativa 3	45
Figura 16: Tarjeta electrónica	58
Figura 17: Diagrama de operaciones del proceso productivo de la tarjeta electrónica.	60
Figura 18: Carcasa del sistema	62
Figura 19: Diagrama de operaciones del proceso productivo de la carcasa	64
Figura 20: Proceso de moldeo por inyección	65
Figura 21: Desarrollo del empaque	66
Figura 22: Empaque del sistema	66
Figura 23: Proceso de Termoconformado	67
Figura 24: Diagrama de operaciones del proceso productivo del	68

	empaque	
Figura 25:	Sistema de Termorregulación del cuerpo humano	69
Figura 26:	Sistema indicador de la Temperatura corporal	70
Figura 27:	Transmisor	72
Figura 28:	Componentes del Transmisor	73
Figura 29:	Receptor	74
Figura 30:	Componentes del Receptor	74
Figura 31:	Secuencia de uso del Transmisor	77
Figura 32:	Sistema de uso del receptor	79
Figura 33:	Sistema Nervioso Humano	97
Figura 34:	Sistema Nervioso Central	98
Figura 35:	Partes del Cerebro	99
Figura 36:	Áreas del Cerebro	100
Figura 37:	Partes de la Médula Espinal	102
Figura 38:	División de la Médula Espinal	103
Figura 39:	Sistema Nervioso Autónomo	104
Figura 40:	Cateterización intermitente	108
Figura 41:	Catéter de drenaje permanente para hombres	109
Figura 42:	Catéter de drenaje permanente para mujeres	109
Figura 43:	Catéter externo tipo condón para hombres	109
Figura 44:	Termistor NTC, YSI 409B	111
Figura 45:	Comparación del sistema con un patrón de medida	150

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1: Alternativas de soluciones	40
Tabla 2: Valores de utilidad relativa de las alternativas de diseño	49
Tabla 3: Materiales para la tarjeta electrónica	62
Tabla 4: Población discapacitada en Santander	128

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A: Glosario	89
Anexo B: Sistema nervioso humano	97
Anexo C: Origen de las discapacidades físicas	106
Anexo D: Programas comunes para el control de vejiga	108
Anexo E: Dispositivos para medir temperatura	110
Anexo F: Telemetría	113
Anexo G: Normatividad	115
Anexo H: Prioridad de los requerimientos	123
Anexo I: Población discapacitada	127
Anexo J: Comprobaciones	129
Anexo K: Medidas antropométricas	156
Anexo L: Planos Técnicos	161
Anexo M: Programación del sistema	176

## RESUMEN

**TITULO:** "SISTEMA INDICADOR DE LA ALTERACION ESPONTANEA DE LA TEMPERATURA CORPORAL EN PACIENTES CON CUADRIPLÉJIA, DISEÑO Y CONSTRUCCION".\*

**AUTOR:** BOHÓRQUEZ ORDÓÑEZ, Angela Marcela  
MENDOZA MÁRQUEZ, Madeleyn Eugenia. \*\*

**PALABRAS CLAVES:** Sistemas indicadores de temperatura, discapacidad física cuadriplejía, hipotermia, hipertermia, telemetría biomédica.

### DESCRIPCION O CONTENIDO:

El propósito de este proyecto fue el de diseñar y construir un modelo funcional de un sistema indicador de la alteración espontánea de la temperatura corporal en pacientes con cuadriplejía que permitiera medir, monitorear y comunicar sus variaciones a las personas cuidadoras a través del uso de telemetría biomédica y constituyéndose en un medio de apoyo ante la falla del sistema termorregulador autónomo del paciente.

El contenido del trabajo se estructuró para dar una vista general de las diferentes etapas realizadas en el proceso de diseño, cada una de estas siguió una respectiva metodología.

La primera etapa "Análisis del Problema" incluyó los capítulos del 1 al 6, en los cuales se llevó a cabo el planteamiento del proyecto, recopilación y análisis de la información. La segunda etapa correspondió al Diseño y Construcción del sistema, ésta comprendió los capítulos del 7 al 8, en los que se realizaron los criterios base para la definición del producto, el planteamiento de alternativas, selección y experimentación ergonómica y técnica, además de la inspección, validación de prototipos y la evaluación final del producto. Finalmente se registraron las conclusiones y mostraron los resultados, se citó bibliografía, y se hizo referencia a los respectivos anexos que complementan el trabajo.

---

\* Trabajo de Grado

\*\*Facultad de Físico-Mecánicas

Escuela de Diseño Industrial

Director de proyecto, Diseñador Industrial Francisco Espinel Correal.

Co-director de proyecto, Ingeniero Eléctrico José Alejandro Amaya Palacio.

## SUMMARY

TITLE: "INDICATIVE SYSTEM OF THE SPONTANEOUS ALTERATION OF THE CORPORAL TEMPERATURE IN PATIENT WITH QUADRIPLEJIA, DESIGN AND CONSTRUCTION." \*

AUTHOR: BOHÓRQUEZ ORDÓÑEZ, Angela Marcela  
MENDOZA MÁRQUEZ, Madeleyn Eugenia. \*\*

KEY WORDS: indicative system temperature, physical disability quadriplegia, hypothermic, hyper term, biomedical telemetry

### DESCRIPTION:

The purpose of this project was the one to design and to build a functional model of an indicative system of the spontaneous alteration of the corporal temperature in patient with quadriplegia that allowed to measure, monitoring and to communicate its variations to people caretakers through the use of biomedical telemetry and being constituted in a means of support before the flaw of the patient's thermoregulatory system autonomous.

The content of the work was structured to give a general view of the different stages carried out in the design process, each one of these it followed a respective methodology.

The first stage "Analysis of the Problem" it included the chapters from the 1 to the 6, in which it was carried out the position of the project, summary and analysis of the information. The second stage corresponded to the Design and Construction of the system, this included the chapters from the 7 to the 8, in those that were carried out the criterion base for the product definition, the planning of alternatives, selection and ergonomic and technical experimentations, besides the inspection, validation of prototypes and the final evaluation of the product. Finally it was registered the summation and showed the results, it was made a bibliography, and a reference was made to the respective annexes that supplement the work.

---

\* Trabajo de Grado

\*\*Facultad de Físico-Mecánicas

Escuela de Diseño Industrial

Director de proyecto, Diseñador Industrial Francisco Espinel Correal.

Co-director de proyecto, Ingeniero Eléctrico José Alejandro Amaya Palacio.

## INTRODUCCIÓN

Una de las tareas propuestas del Diseño Industrial es la de contribuir al progreso aprovechando los adelantos tecnológicos, que si bien son desarrollos puestos en función de una necesidad que en un inicio pertenece a una población en general, sus resultados terminan brindando y satisfaciendo comunidades específicas como por ejemplo al ser enfocados a sectores de población con discapacidad; este proyecto forma parte de esos desarrollos que apuntan a ese camino.

Las discapacidades físicas, psíquicas o sensoriales dificultan el desarrollo personal, la integración social, educativa o laboral de las personas que las poseen, según la O.M.S<sup>1</sup> el 15% de la población mundial está afectada por alguna discapacidad física, por lo tanto existe una preocupación por recuperar la función faltante, y cuanto esto no es posible se busca ayudarla desarrollando habilidades o mediante la dotación de elementos que permitan compensar dicha deficiencia, ejemplo de esto son las Ayudas Técnicas.

El presente proyecto esta orientado a personas con discapacidad física Cuadruplejía y tiene por objeto que éstas cuenten con una Ayuda Técnica sencilla, eficiente que permita mejorar su calidad de vida y pueda ser incorporada a su vida diaria como un medio de apoyo ante la falla del sistema termorregulador autónomo; como objetivo general se propone el diseño y construcción de un sistema que permita monitorear la temperatura corporal e indique la necesidad de asistencia.

El contenido del trabajo se ha estructurado para dar una vista general de las diferentes etapas realizadas en el proceso de diseño, cada una de estas ha seguido una respectiva metodología.

---

<sup>1</sup> El impacto tecnológico en las personas con discapacidad. Lic. Ricardo a. koon. *Investigación* [en línea] <http://www.tecnoneet.org/docs/2000/14-2000.pdf> Consulta [junio 2005]

La primera etapa corresponde al Análisis del Problema e incluye los capítulos del 1 al 6, los cuales hacen referencia al planteamiento del proyecto, recopilación de la información.

La segunda etapa corresponde al Diseño y Construcción del Sistema la cual abarca los capítulos del 7 al 8, en los cuales se realiza los criterios base para la definición del producto, el planteamiento de alternativas, selección y experimentación ergonómica y técnica de las mismas, además de la inspección, validación de prototipos y la evaluación final del producto.

En la última parte se cita bibliografía, y se hace referencia a los respectivos anexos que complementan el trabajo.

## 1. JUSTIFICACION

El proyecto surge de la necesidad de medir o controlar la temperatura corporal en pacientes con discapacidad física Cuadriplejía, que por su condición no pueden hacerlo autónomamente. Después de ocurrida la lesión el centro regulador hipotalámico encargado de los mecanismos de control térmico (vasomotricidad, metabolismo y contracción muscular) ha quedado aislado de la médula espinal haciendo inefectivo su control; por su parálisis simpática, el organismo del paciente es incapaz de regular su temperatura y ésta es influida por la del medio ambiente, quedando expuesto a crisis de hipotermia e hipertermia.

Dentro de la población santandereana existe un gran número de personas con discapacidad física: Cuadriplejía y ante la insuficiencia de equipos para el cuidado y control de la temperatura, esto se hace manualmente cumpliendo jornadas de estresante atención para lograr mantener a los pacientes dentro de los parámetros básicos de temperatura corporal.

Con base en lo anterior este proyecto plantea la necesidad de adaptar un dispositivo de medición de temperatura corporal que comunique sus variaciones, constituyéndose en un apoyo tanto para las personas que los asisten en sus casas como para el paciente, brindándoles la seguridad de tener un sistema efectivo capaz de monitorear constantemente el estado de su temperatura corporal. A su vez con este proyecto se pretende incursionar en el área de Ayudas Técnicas buscando que este diseño pueda ser implementado para mejorar la calidad de vida de este grupo social y lograr un beneficio para la región.

La primera etapa corresponde al Análisis del Problema e incluye los capítulos del 1 al 6, los cuales hacen referencia al planteamiento del proyecto, recopilación de la información.

La segunda etapa corresponde al Diseño y Construcción del Sistema la cual abarca los capítulos del 7 al 8, en los cuales se realiza los criterios base para la definición del producto, el planteamiento de alternativas, selección y experimentación ergonómica y técnica de las mismas, además de la inspección, validación de prototipos y la evaluación final del producto.

En la última parte se cita bibliografía, y se hace referencia a los respectivos anexos que complementan el trabajo.

## 2. ORIGEN DEL PROYECTO

La Cuadriplejía es una lesión en la porción superior de la médula espinal que hace referencia a la parálisis que afecta las cuatro extremidades, si bien da como resultado la parálisis completa de las extremidades inferiores, puede afectar en forma parcial o completa las superiores, dependiendo del nivel neurológico afectado. Luego de ésta lesión, los "mensajes" enviados entre el cerebro y las otras partes del cuerpo ya no fluyen a través del área dañada, y debajo del punto de la lesión la persona estará incapacitada en cierto grado: déficit motor, déficit sensorial, dificultad respiratoria, y/o trastornos en el control de esfínteres intestinal y vesical.

El impacto personal, familiar y socioeconómico que ocasiona una discapacidad física como la Cuadriplejía es muy alto; infortunadamente, el número de accidentes que causan este tipo de lesiones en la médula espinal va en aumento. La esperanza de vida promedio en un Cuadripléjico se encuentra en el 85% de la esperada en el resto de la población. Entre las causas más comunes de muerte se encuentran la ausencia de sensibilidad, las enfermedades del aparato respiratorio y del aparato urinario.

La ausencia de sensibilidad no permite informar del sufrimiento de los tejidos del organismo, por esta razón no se realizan cambios de postura causando úlceras por presión, produciendo infecciones, las cuales en casos extremos pueden representar una amenaza para la vida del paciente.

Las enfermedades más comunes del aparato respiratorio son las infecciones respiratorias debido a que los pacientes no pueden movilizar secreciones por parálisis de músculos torácicos y decúbitos prolongados; otras complicaciones son la neumonía que es la primera causa de muerte de las personas con lesiones de la médula espinal y la embolia pulmonar que es la segunda causa de muerte dentro de los primeros cinco años de ocurrida la lesión.

En el aparato urinario se presentan infecciones, ya que el control de la vejiga puede ser limitado o completamente perdido debido a la lesión, por esto los pacientes deben hacer uso de sondas vesicales permanentes, siendo ésta una de

las principales causas de morbilidad y mortalidad en los pacientes con lesión medular (LM)<sup>1</sup>, en la actualidad las cifras oscilan entre el 10-15%.

En pacientes con este tipo de discapacidad física ocurren trastornos de la termorregulación quedando desconectado el centro regulador hipotalámico de la médula espinal, haciendo inefectivos los mecanismos de control térmico, además por su parálisis simpática, el organismo es incapaz de regular su temperatura y ésta es influida por la del medio ambiente, quedando expuesto a crisis de hipotermia e hipertermia.

Por estas razones se observa la necesidad de monitorear constantemente la temperatura corporal en pacientes con Cuadruplejía a través del desarrollo de un sistema sensorial que permita prevenir los problemas presentados por la alteración en los valores de la misma evitando llegar a casos extremos y apoyar de cierta forma a las personas cuidadoras en sus casas, para prestar a tiempo los cuidados necesarios frente a estas situaciones.

---

<sup>1</sup> Complicaciones asociadas al uso de la sonda vesical permanente en el lesionado medular. García Leoni, Maria Eugenia. *Artículo* [en línea] Consulta [noviembre 2005] [http://www.lesionmedular.org/index.php?option=com\\_forum&Itemid=73&page=viewtopic&p=2934&sid=00a84d7e3c32d4d6313ec3fc81845384](http://www.lesionmedular.org/index.php?option=com_forum&Itemid=73&page=viewtopic&p=2934&sid=00a84d7e3c32d4d6313ec3fc81845384)

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y construir un sistema para monitorear la temperatura corporal en pacientes con Cuadriplejía que informe mediante señales de alarma cuando ésta se encuentra fuera de los límites normales, indicando la necesidad de asistencia.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ⊙ Diseñar la interfaz “usuario-máquina” adecuada para el perfil del usuario.
- ⊙ Evaluar alternativas para configurar un modelo funcional del sistema.
- ⊙ Documentar información, resultados de las comprobaciones técnicas y ergonómicas de la propuesta en desarrollo.

## 4. METODOLOGIA PROYECTUAL

El proyecto se desarrolla teniendo en cuenta la siguiente metodología proyectual:

- ⊙ Metodología de indagación (definición estratégica)
  - Recopilación de información: a través de páginas Web, libros, visitas (pacientes con cuadriplejía), consultas a fisioterapeutas, e ingenieros electrónicos.
- ⊙ Metodología de generación de ideas (método del diagrama morfológico)
  - Criterios que utilizan los usuarios para la definición del producto, se promueve la creatividad, en materia de productos o procesos, de una forma sistemática y estructurada.
- ⊙ Métodos de selección y evaluación de alternativas (método del valor técnico ponderado)
  - Selección y evaluación de las diferentes alternativas de diseño.
- ⊙ Inspección y validación de prototipos (construcción de prototipos)
  - Inspección a prototipos preliminares para conocer características y posibles fallas del futuro en fases tempranas del diseño.
  - Permite localizar fallas, y realizar las posibles modificaciones finales.
- ⊙ Evaluación de productos (test de usabilidad)
  - Identificar las prestaciones y limitaciones del modelo concreto.
  - Conocer el grado de satisfacción de los usuarios con el modelo concreto.
  - Identificar los fallos y errores del producto para la mejora de futuras versiones.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1. DISCAPACIDAD FÍSICA<sup>2</sup>

Se origina en una deficiencia física<sup>3</sup>, que puede ser transitoria o permanente. La deficiencia es la pérdida o anomalía en la estructura anatómica de los sistemas:

- Osteo-articular
- Nervioso
- Muscular

### 5.2. CUADRIPLEJÍA

Las lesiones de la médula espinal<sup>4</sup> pueden determinar parálisis de los cuatro miembros, y se le da el nombre de Cuadriplejía cuando la lesión se localiza en los cuatro primeros segmentos cervicales.

**5.2.1. Médula espinal<sup>5</sup>.** La médula espinal del ser humano opera muy parecido a un cableado telefónico, transmitiendo mensajes desde el cerebro al resto del cuerpo y viceversa.

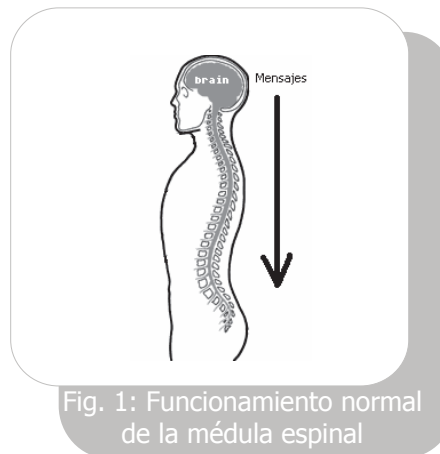
---

<sup>2</sup> Ver anexo C: Origen de las discapacidades físicas, página 106

<sup>3</sup> Ver anexo A: Glosario, página 90

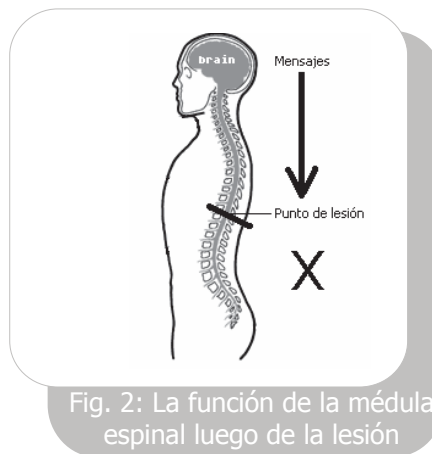
<sup>4</sup> Ver anexo B: Sistema nervioso humano, página 101

<sup>5</sup> Centro de Recursos de Florida para Lesiones de la Médula Espinal. Artículo [en línea]  
[http://www.flspinalcord.us/upload\\_documents/SurvivorsguideSpanish.pdf#search=%22centro%20de%20recursos%20de%20florida%20para%20lesiones%20de%20la%20medula%20espinal%22](http://www.flspinalcord.us/upload_documents/SurvivorsguideSpanish.pdf#search=%22centro%20de%20recursos%20de%20florida%20para%20lesiones%20de%20la%20medula%20espinal%22)  
Consulta [junio 2006]



**El impacto de las lesiones de la médula espinal.** Luego de una lesión, los “mensajes” enviados entre el cerebro y las otras partes del cuerpo ya no fluyen a través del área dañada.

En ocasiones, las funciones del cuerpo que se localizan por arriba del punto de lesión seguirán funcionando adecuadamente sin deficiencia. Sin embargo, el área debajo del punto de la lesión estará incapacitada en cierto grado: déficit motor, déficit sensorial, dificultad inicial respiratoria, y/o trastornos en el control de esfínteres intestinal y vesical.

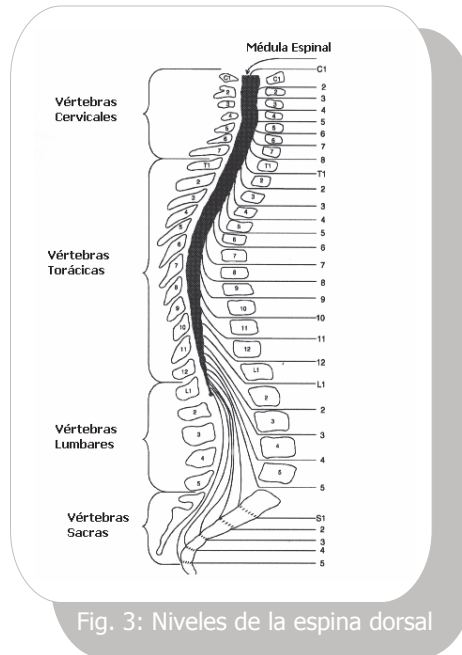


**5.2.1.1. Clasificación de la lesión medular.** Las lesiones de la medula espinal son clasificadas como completas e incompletas.

- ⊙ **Completa.** Cuando una lesión es llamada “completa”, significa que la sensibilidad y el control de movimiento debajo del punto de lesión están totalmente perdidos.

- ⊙ **Incompleta.** En una lesión incompleta, puede haber cierto control de movimiento y cierta sensibilidad por debajo del punto de lesión.

**5.2.1.2. Niveles de función medular y sus complicaciones.** Las letras y números son utilizados para identificar el área específica de la médula espinal que está comprometida en la lesión.



Hay cuatro secciones en la espina dorsal – la cervical, torácica, lumbar y sacra. Las lesiones de la médula espinal que resultan en cuadriplejía y paraplejía están localizadas en las tres secciones superiores. La pérdida de una función está asociada con el nivel de la lesión. Cuanto más alto se encuentra el punto de lesión, más funciones se pierden.

### ⊙ Nivel C – Funciones

**C-1 a C-3:** Movimiento limitado de cabeza y cuello; trastornos respiratorios dependientes de ventilador artificial; dificultad para hablar

**C-3 a C-4:** Por lo general se tiene control de la cabeza y cuello y capacidad para encoger los hombros; generalmente se adapta a la respiración sin ventilación asistida; capacidad para hablar.

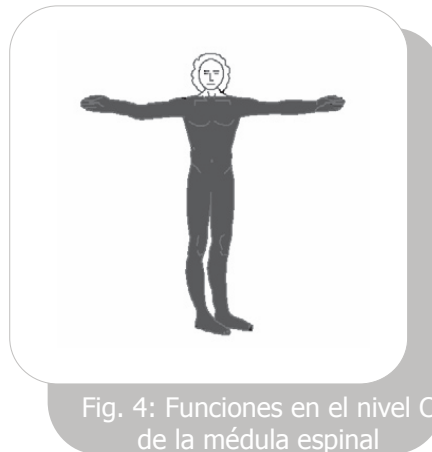


Fig. 4: Funciones en el nivel C de la médula espinal

**C-5:** Típicamente, se tiene control de la cabeza y cuello; control total de hombros; puede doblar los codos, dar vuelta las palmas para arriba; puede comer, lavarse la cara, cepillarse los dientes, y afeitarse; puede cuidar su salud por sí mismo; posiblemente pueda manejar su propia silla de ruedas; posiblemente pueda conducir.

**C-6:** Tiene movimiento de la cabeza, cuello, hombros, brazos y muñecas; puede encoger hombros, doblar codos, dar vuelta las palmas para arriba y para abajo y extender las muñecas; controlar las necesidades higiénicas; hacer quehaceres domésticos livianos; controlar y encargarse de su propio cuidado de salud; puede darse vuelta en la cama; puede trasladarse de la silla a otras superficies con la ayuda de dispositivos adaptables; puede utilizar una silla de ruedas manual.

**C-7:** Capacidades similares al nivel C-6 con mayor facilidad; mayor capacidad para enderezar codos; menor necesidad de dispositivos adaptables para desempeñarse en todas las funciones.

### ☉ Nivel T - Funciones

**C-8 a T-1:** Mayor fuerza y precisión de dedos que dan como resultado el funcionamiento casi normal; puede vivir independientemente sin dispositivos de ayuda para necesidades higiénicas y cuidado de salud personal; puede trasladarse desde la silla de ruedas hasta otras superficies sin el uso de dispositivos adaptables.

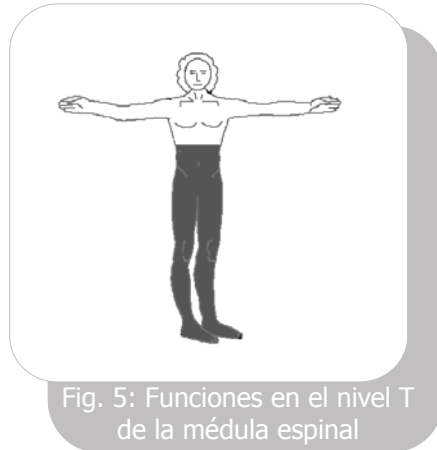


Fig. 5: Funciones en el nivel T de la médula espinal

**T-2 a T-6:** Función normal en cabeza, cuello, hombros, brazos, manos y dedos; mayor uso de músculos de las costillas y del tórax; totalmente independiente en todas las actividades; unos pocos tendrán capacidad para caminar limitada.

**T-7 a T-12:** Similar a la función T-2 a T-6 con mayores funciones y control; mayor efectividad de la tos.

### © Nivel L – Función

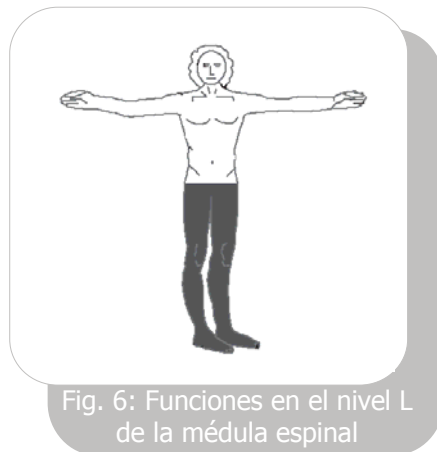


Fig. 6: Funciones en el nivel L de la médula espinal

**L-1 a L-5:** Regreso adicional de los movimientos en caderas y rodillas; caminar puede ser una función viable con la ayuda de dispositivos.

### 5.2.2 COMPLICACIONES DE LA CUADRIPLÉJIA <sup>6</sup>. Consecuencia de la cuadriplejía, se presentan las siguientes complicaciones.

⊙ **Sistema respiratorio.** Las personas con lesiones por debajo del nivel T-12 no tienen, por lo general, pérdida de la función respiratoria. Las lesiones por arriba del nivel T-12 complicarán el proceso respiratorio ya que el nivel se acerca al cerebro.

Según Spain Rehabilitation Center, y como se muestra en la figura a continuación, “el diafragma... es normalmente el músculo principal que utiliza cuando inhala, Los músculos intercostales... ayudan a expandir las costillas al inhalar. Los músculos abdominales trabajan con los otros grupos de músculos para permitirle respirar profundamente y toser”. Por lo tanto, cuando usted sufre una lesión en la médula espinal y pierde control de los músculos, también pierde cierta capacidad respiratoria.

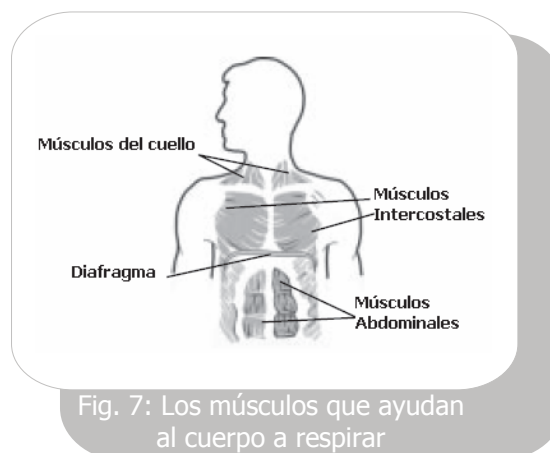


Fig. 7: Los músculos que ayudan al cuerpo a respirar

Las lesiones completas por arriba del nivel T-12 resultan en una pérdida total de la función de los músculos respiratorios ubicados debajo del nivel de la lesión. Esto puede causar varias complicaciones. Por ejemplo: una lesión completa entre la C-3 y C-5 provoca la pérdida total del control de los músculos del diafragma y un ventilador artificial es necesario para ayudar a la persona a respirar. La gente con lesiones por arriba de la C-3 necesitarán siempre usar un ventilador para ayudarlo a respirar.

---

<sup>6</sup> Centro de Recursos de Florida para Lesiones de la Médula Espinal. *Artículo* [en línea] [http://www.flspinalcord.us/upload\\_documents/SurvivorsguideSpanish.pdf#search=%22centro%20de%20recursos%20de%20florida%20para%20lesiones%20de%20la%20medula%20espinal%22](http://www.flspinalcord.us/upload_documents/SurvivorsguideSpanish.pdf#search=%22centro%20de%20recursos%20de%20florida%20para%20lesiones%20de%20la%20medula%20espinal%22) Consulta [junio 2006]

Las dos complicaciones más comunes en la lesión de la médula espinal relacionadas con la función respiratoria son la embolia pulmonar y la neumonía. La embolia pulmonar es una obstrucción en los vasos sanguíneos de los pulmones y la neumonía es una infección o inflamación de los pulmones causada por bacterias, virus y otros agentes. La embolia pulmonar es la segunda causa de muerte de las personas con lesiones de la médula espinal dentro de los primeros cinco años de ocurrida la lesión. La neumonía es la primera causa de muerte de las personas con lesiones de la médula espinal.

Estas complicaciones pueden ocurrirles a personas con cualquier nivel de lesión.

- ⊙ **Sistema de la piel.** Las complicaciones más comunes son las úlceras por presión. Son más comunes en las zonas del cuerpo con prominencias óseas como los omóplatos, las nalgas, caderas y talones.



Fig. 8: Áreas de mayor presión

Las úlceras de presión son áreas del tejido de la piel que se han abierto debido a la continua presión ejercida sobre la piel. Las personas con paraplejía y tetraplejía son vulnerables a sufrir úlceras de presión debido a que no pueden moverse con facilidad por sí mismas.

Las complicaciones debido a las úlceras por presión incluyen infección, deshidratación, anemia y desequilibrio electrolítico. También producen dolor, deformidad y pueden requerir hospitalización.

En casos extremos, la infección producida por una úlcera, puede representar una amenaza para la vida del paciente.

Tres síntomas adicionales comunes de problemas en la piel son: un aumento de espasmos, transpiración inusual y una temperatura elevada del cuerpo.

- ⊙ **Sistema Circulatorio.** Los problemas circulatorios más comunes aparecen en las personas con lesión por arriba de la T-6. Estos individuos son propensos a aumentos rápidos de la presión arterial, un síndrome denominado disreflexia autonómica.

La disreflexia autonómica es causada generalmente cuando la vejiga o intestino están llenos por un período de tiempo prolongado. Los síntomas son: presión arterial alta, dolor de cabeza, sudor y cambios de la piel por arriba del nivel de la lesión.

- ⊙ **Espasmos.** Muchos de nuestros movimientos reflejos están controlados por la médula espinal pero son regulados por el cerebro. Cuando la médula espinal es lesionada, la información proveniente del cerebro ya no puede regular la actividad refleja. Los reflejos pueden volverse exagerados con el tiempo, causando espasticidad.
- ⊙ **Espasticidad.** Hipertonía muscular de origen cerebral que se manifiesta por espasmos, por lo que hay movimientos exagerados y poco coordinados.
- ⊙ **Función sexual y reproductiva.** La lesión de la médula espinal tiene un mayor impacto en la función sexual y reproductiva de los hombres que en la de las mujeres.
- ⊙ **Síntomas sensitivos.** La interrupción completa de la sensibilidad hace que aparezca anestesia de todo el territorio inervado por debajo de la lesión.
- ⊙ **Trastornos de la termorregulación.** Al quedar desconectado de la médula el centro regulador hipotalámico, los mecanismos de control térmico (vasomotricidad, metabolismo y contracción muscular) se hacen inefectivos.
- ⊙ **Trastornos tróficos.** La ausencia de sensibilidad no permite informar del sufrimiento tisular, no se llevan a cabo cambios de postura (úlceras por decúbito) y se producen infecciones tanto respiratorias como urinarias.
- ⊙ **Hipotermia.** El tetrapléjico, debido a su parálisis simpática, es incapaz de regular su temperatura por vasoconstricción o por sudoración y se hace poiquiloterma, es decir, su temperatura es influida por la del medio ambiente, y el sujeto queda expuesto a crisis de hipotermia e hipertermia.

- ⊙ **Alteraciones metabólicas.** Todo tetrapléjico tiene una deficiente situación nutritiva y metabólica. Aparece hipoproteinemia y anemia, también osteoporosis por la inactividad.
- ⊙ **Control Intestinal.** Luego de una lesión de la médula espinal, se pierde el control de los músculos intestinales, el intestino puede ser clasificado como espasmódico, cuando la lesión ocurre por arriba del nivel T12
- ⊙ **Control de la vejiga.** El control de la vejiga puede ser limitado o completamente perdido debido a la lesión. Esto significa que la gente con lesiones de la médula espinal pueden no sentir la "necesidad urgente" de orinar cuando la vejiga esté llena. Como consecuencia puede ocurrir: la persona puede tener una vejiga espasmódica, lo cual significa que no sabe cuándo la vejiga se vaciará o está vacía. Esto es común cuando la lesión está por arriba del nivel T- 12.
- ⊙ **Infecciones del tracto Urinario<sup>7</sup> (ITU).** Es la complicación más frecuente del aparato urinario y la más frecuente de todas las que pueden presentar estos pacientes. El origen de esto son las bacterias. Los síntomas incluyen fiebre, escalofríos, náuseas, dolor de cabeza, incremento de espasmos, disreflexia autonómica.

Su principal causa es la presencia de sondas vesicales<sup>8</sup> permanentes con mal vaciamiento vesical. Estas infecciones se ven favorecidas por residuos vesicales grandes propios de la vejiga neurógena y por alteraciones del tracto urinario.

Los signos y síntomas<sup>9</sup> sugestivos de ITU en LM incluyen fiebre, dolor o molestias en región lumbar o suprapúbica, incontinencia urinaria, aumento de la espasticidad, hiperreflexia autonómica, orina turbia, malestar general y astenia. Los pacientes con catéteres de uso prolongado (más de 30 días) presentan un riesgo aumentado para la producción de cálculos, obstrucción de la sonda, infecciones periuritarias, pielonefritis crónica, y cáncer de vejiga.

---

<sup>7</sup> Infecciones del tracto urinario. *Artículo* [en línea] Consulta [mayo 2006] <http://idh.chiapas.gob.mx/spanish/Articulos/pdf/art08.pdf>

<sup>8</sup> Ver anexo D: Programas comunes para el control de la vejiga, página 108

<sup>9</sup> Complicaciones asociadas al uso de la sonda vesical permanente en el lesionado medular. García Leoni, María Eugenia. *Artículo* [en línea] Consulta [noviembre 2005] [http://www.lesionmedular.org/index.php?option=com\\_forum&Itemid=73&page=viewtopic&p=2934&sid=00a84d7e3c32d4d6313ec3fc81845384](http://www.lesionmedular.org/index.php?option=com_forum&Itemid=73&page=viewtopic&p=2934&sid=00a84d7e3c32d4d6313ec3fc81845384)

### 5.3. TEMPERATURA CORPORAL

El ser humano es un animal homeotermo que en condiciones fisiológicas normales mantiene una temperatura corporal constante y dentro de unos límites muy estrechos, a pesar de las amplias oscilaciones de la temperatura ambiental<sup>10</sup>.

El sistema termorregulador en un organismo sano mantiene la temperatura corporal en 37°C con umbrales de +/- 0.5; pero en pacientes cuadripléjicos, este sistema queda desconectado de la médula y su organismo es incapaz de regular la temperatura viéndose influida por la del medio ambiente y quedando expuesto a crisis de hipotermia e hipertermia.

**5.3.1. Proceso de regulación térmica.** El organismo humano sano dispone de mecanismos reguladores de la temperatura eficaces, incluso en condiciones ambientales muy agresivas.

Entre los mecanismos físicos se encuentran Radiación, Conducción, Convección y Evaporación; y entre los mecanismos fisiológicos se encuentran, frente al frío, la reducción del flujo sanguíneo superficial y el incremento de la actividad física, y frente al calor, el aumento de la sudoración y del flujo sanguíneo superficial y la disminución de la actividad física.

El proceso de regulación térmica en el ser humano se cumple en tres etapas<sup>11</sup>:

**5.3.1.1 Detección térmica aferente.** Al hipotálamo llega información proveniente de sensores de temperatura ubicados en el organismo de acuerdo al calor o frío.

- ⊙ **Detectores de calor.** Se encuentran concentrados en las vísceras abdominales y médula espinal; están encargados de vigilar básicamente las partes internas y profundas del organismo, siendo activados por la temperatura de la sangre que los irriga. Sus impulsos comienzan a llegar al

---

<sup>10</sup> Principios de urgencias, emergencias y cuidados críticos. Termorregulación. Temperatura corporal. *Artículo* [en línea] <http://www.uninet.edu/tratado/c090402.html> Consulta [enero 2006]

<sup>11</sup> Maya, Daniel. Universidad Tecnológica de Bolívar. Colombia. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CÁMARA DE CONTROL DE TEMPERATURA PARA NEONATOS [en línea] Consulta [febrero 2006] [http://zulia.colciencias.gov.co:8081/ciencia.war/search/EnGrupoInvestigacion/xmlInfo.do?nro\\_id\\_grupo=6257304ZRBR0KT](http://zulia.colciencias.gov.co:8081/ciencia.war/search/EnGrupoInvestigacion/xmlInfo.do?nro_id_grupo=6257304ZRBR0KT)

sistema nervioso central (SNC) por intermedio de las fibras C, en un rango de detección que va desde aproximadamente 32°C a 40°C.

- ⊙ **Los sensores de frío.** Se encuentran vigilando el impacto del medio ambiente exterior sobre el cuerpo (piel); se activan alrededor de los 40°C y su nivel máximo de emisión está aproximadamente a 27°C, sus impulsos llegan al SNC a través de las fibras nerviosas A-delta.

**5.3.1.2 Regulación central.** De acuerdo a la información recibida, en el centro de control térmico y energético del hipotálamo se analizan los datos, incluso información cerebral para la ideal respuesta del programa termorregulador para mantener el punto set (37°C temperatura corporal) con un límite ínter umbral que está alrededor de 0.5°C en condiciones normales.

**5.3.1.3 Respuesta eferente.** El centro de control en el hipotálamo envía órdenes hacia los diferentes puntos del organismo con el fin de favorecer o luchar contra las condiciones fuera del punto set.

### **5.3.2. Variación de la temperatura corporal**

La temperatura del cuerpo puede ser anormal debido a: hipotermia (disminución de temperatura) y fiebre e hipertermia (aumento de temperatura).

**5.3.2.1 Hipotermia<sup>12</sup>.** En humanos, la hipotermia se define como temperatura central menor de 35°C.

La hipotermia puede ser:

- ⊙ **Hipotermia accidental primaria.** Ocurre cuando una persona sana es expuesta a condiciones ambientales de frío extremo, como inmersión en agua helada.

---

<sup>12</sup> GUÍAS PARA MANEJO DE URGENCIAS. CAPÍTULO XXII. Celis, Edgar. Arellano, Luz Angela. *Artículo* [en línea] Consulta [junio 2006] <http://www.fepafem.org.ve/Guias de Urgencias/Alteraciones musculoesqueleticas %20oftalmologicas y transtornos otorrinolaringologicos/Hipotermia.pdf>

- ⊙ **Hipotermia accidental secundaria.** Es debida a enfermedad o inducida por cambios en la termorregulación y producción de calor (hipotiroidismo, intoxicación por drogas y trauma).

La hipotermia se ha clasificado en escalas de severidad de acuerdo con los cambios fisiológicos que ocurren en la medida que desciende la temperatura:

- ⊙ **Hipotermia leve:** 35°C a 32°C. Hay cambios cardiovasculares leves, como vasoconstricción, taquicardia, aumento en la presión sanguínea, todos orientados a mantener la temperatura corporal. Otros cambios son de tipo neurológico: disartria, amnesia, alteración del juicio y ataxia. Todos estos cambios son reversibles con medidas básicas de recalentamiento.
- ⊙ **Hipotermia moderada:** 32°C a 28°C. Se presentan cambios en la conducción cardíaca.
- ⊙ **Hipotermia severa:** 28°C a 20°C. La producción de calor y los mecanismos de conservación térmica comienzan a fallar.
- ⊙ **Hipotermia profunda:** 20°C a 14°C. Los pacientes se encuentran en asistolia.
- ⊙ **Hipotermia extrema:** menos de 14°C. Es incompatible con la vida, excepto cuando es inducida y controlada terapéuticamente.

Los signos y síntomas producidos por la hipotermia son:

- ⊙ **Estrés.** El estrés producido por temperaturas bajas estimula el sistema nervioso simpático, produciendo taquicardia, vasoconstricción periférica y temblor.
- ⊙ **Descenso del flujo sanguíneo cerebral.** El flujo sanguíneo cerebral desciende 6% por cada grado centígrado que baja la temperatura corporal.
- ⊙ Las manifestaciones neurológicas son fatiga, incoordinación muscular, confusión, alucinaciones, letargia y estupor.

Entre las causas de hipotermia, se encuentran:

- ⊙ **Aumento en la pérdida de calor.** Por hipotermia primaria. Es debida a exposición e inmersión. La temperatura corporal baja rápidamente durante la inmersión en agua, donde la pérdida de calor por conducción puede ser 30 veces más rápida que en el aire.
- ⊙ **Alteración en la termorregulación.** Por Trauma. La hipotermia es más común y más profunda en pacientes con lesiones severas, por lo cual es difícil determinar si el aumento de la mortalidad se debe atribuir a la hipotermia o a las lesiones asociadas.

Para evitar la hipotermia, el organismo pone en funcionamiento una serie de mecanismos de los cuales se pueden señalar:

- Vaso-constricción sanguínea (reducción de la entrega de calor al exterior)
- Desactivación de la transpiración
- Disminución de la circulación sanguínea periférica
- Temblores
- Autofagia de los tejidos grasos almacenados, transformación de los lípidos (grasas) a glúcidos de metabolización directa.
- Arrollamiento o encogimiento (forma de presentar menos superficie (piel) de contacto al medio ambiente.

Algunas de las consecuencias de hipotermia son:

- Malestar general del cuerpo
- Disminución de la destreza manual
- Anquilosamiento de las articulaciones
- Reducción de la capacidad del tacto
- Comportamiento extraño (extravagante), como consecuencia de hipotermia de la sangre que irriga el cerebro
- Congelamiento de las extremidades
- Cuando la temperatura interior del cuerpo es inferior a los 28°C aparece el riesgo de muerte por paro cardíaco).

### 5.3.2.2 FIEBRE<sup>13</sup>

La fiebre es un aumento de la temperatura corporal por encima de los límites normales causada por un efecto primario hipotalámico. Presenta una respuesta compleja e inespecífica mediada por mecanismos neuroendocrinos, inmunológicos,

---

<sup>13</sup> Fiebre. *Artículo* [en línea] "la fiebre siempre es un signo de alarma" Consulta [enero 2006] <http://www.tusalud.com.mx/120002.htm>

autonómicos y conductuales, que representa un reajuste al alza del centro termorregulador. En general se debe considerar que hay fiebre cuando la temperatura corporal se encuentre desde 38°C hasta elevaciones alarmantes de 40°C o más, en las que pueden ocurrir daños cerebrales irreversibles.

Causas de la fiebre:

- Infecciones. Virus, bacterias, hongos y/o parásitos. Esto es lo más habitual, infecciones de la garganta y vías urinarias.
- Golpe de calor.
- Infecciones bacterianas o virales.
- Enfermedades tipo gripe o resfriados.
- Dolor de garganta y faringitis estreptocócica.
- Dolores de oído.
- Gastroenteritis viral o gastroenteritis bacteriana.
- Bronquitis aguda.
- Infecciones del tracto urinario.
- Infecciones de las vías respiratorias superiores , como amigdalitis , faringitis o laringitis.
- Medicamentos como antibióticos, antihistamínicos, barbitúricos y medicamentos para la presión sanguínea alta.
- Ocasionalmente, problemas más graves, como neumonía , apendicitis , tuberculosis y meningitis.
- Enfermedad vascular del colágeno , enfermedades reumatoides y trastornos autoinmunes.
- Artritis reumatoide juvenil.
- SIDA e infección por VIH.
- Enfermedad inflamatoria intestinal.

Signos y síntomas de la fiebre:

- Dolor de cabeza
- Deshidratación
- Escalofríos
- Piloerección (piel de gallina)
- Ojos llorosos
- Dolor de oído
- Agotamiento
- Somnolencia

### 5.3.2.3 Hipertermia<sup>14</sup>

La hipertermia es el aumento de la temperatura por aumento de la producción o por disminución de las pérdidas de calor, cuando el centro hipotalámico es incapaz de controlar el aumento de la temperatura. Cuando el calor que el organismo entrega al medio ambiente es menor a la cantidad de calor que este recibe o genera por medio del metabolismo total (considerando el metabolismo basal más el metabolismo correspondiente a la labor que efectúa), el organismo tiende a aumentar su propia temperatura.

Para evitar la hipertermia, el organismo pone en marcha una serie de mecanismos, entre ellos:

- Vaso dilatación sanguínea
- Activación de las glándulas sudoríparas
- Aumento de la circulación periférica
- Modificación electrolítica de la transpiración, (donde la pérdida de ClNa puede llegar hasta 15 g/l.)

Las causas de Hipertermia son:

- Trastornos por excesiva producción de calor:
  - Hipertermia por ejercicio
  - Golpe de calor activo
  - Hipertermia maligna
  - Síndrome neuroléptico maligno
  - Catatonía letal
  - Hipertiroidismo
  - Intoxicación por salicilatos
  - Deprivación alcohólica grave
  - Estatus epiléptico
  - Tétanos
- Trastornos de la eliminación de calor:
  - Golpe de calor pasivo
  - Vestimenta inadecuada (excesiva)

---

<sup>14</sup> ACERCA DE LA FIEBRE Y LA PREVENCIÓN DE LA SEPSIS GRAVE. Dr. Alfredo Hernández Núñez. Hosp. Ped. Doc. A. A. Aballí. *Artículo* [en línea] consulta [junio 2006] <http://www.scf.sld.cu>

- Deshidratación
- Disfunción autonómica
- Anticolinérgicos
  - Alteraciones del Hipotálamo:
- Traumatismos
- Encefalitis
- Síndrome neuroléptico maligno
- Accidentes vasculares cerebrales
- Sarcoidosis
- Infecciones granulomatosas

Las consecuencias de la hipertermia son:

- Trastornos psiconeuróticos
- Trastornos sistemáticos
- Agotamiento por efecto del calor
- Anhidrosis
  - Deshidratación
  - Desalinización
  - Deficiencia circulatoria
- Calambres por efecto del calor
- Golpe de calor (hiperpirexia)
- Trastornos de piel
- Erupciones
- Quemaduras

#### **5.4 POBLACIÓN DE INTERÉS**

La población interesada en el desarrollo de este proyecto es la siguiente:

- Población<sup>15</sup> con discapacidad física Cuadruplejía: este proyecto está dirigido a satisfacer las necesidades de la población discapacitada en el área metropolitana de Bucaramanga y en el territorio nacional.

Esta población está constituida por hombres y mujeres, de cualquier edad (siendo los primeros los casos de mayor frecuencia), que han sufrido una

---

<sup>15</sup> Ver anexo I: Población discapacitada, página 127

deficiencia física, la cual puede ser la pérdida o anomalía de la estructura anatómica de los sistemas óseos musculares, nerviosos y musculares, debido a enfermedades congénitas o adquiridas.

Las causas más comunes son:

En la niñez: parálisis cerebral y poliomielitis.

En las personas mayores: enfermedades cerebro vasculares, trombosis, embolias o derrames secundarios.

En todas las edades: lesiones medulares por accidentes o traumatismos, esclerosis múltiples, traumas craneoencefálicos.

- ASODISPIE, Asociación para discapacitados de Piedecuesta, creada por un grupo de personas con discapacidad por falta de seguridad social para unir a las personas con diferentes clases de discapacidades, legalmente constituida en el año de 1998.

Naturaleza: ONG

Representante: Henry Tabares Martínez

- El personal con o sin experiencia que presta asistencia al discapacitado en los hogares u hospitales, disminuyendo así la atención constante prestada al paciente para llevar el control de su temperatura y brindándoles a través de este sistema mayor independencia pues les facilita su cuidado.

El personal con experiencia hace referencia a enfermeras, terapeutas y auxiliares que brindan asistencia a nivel hospitalario o domiciliario.

El personal sin experiencia que presta asistencia al discapacitado en los hogares, hace referencia a familiares o personas próximas a él que han sido orientados por personal capacitado en la debida atención al paciente a nivel extrahospitalario.

## 5.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACION RECOLECTADA

Según la información recolectada, se deduce:

- ⊙ Las causas de una discapacidad física pueden ser diversas, debido a esto los signos, síntomas y consecuencias que se pueden presentar son variados, algunas secuelas severas son la paraplejía y cuadriplejía.

- ⊙ Se presenta cuadriplejía cuando la lesión sufrida, hace que se afecten las cuatro extremidades.
- ⊙ La causa más común de cuadriplejía es el trauma en la médula espinal (sufrido en el sector cervical C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>), generado por lesiones traumáticas a la columna, las cuales resultan de accidentes automovilísticos, caídas en la práctica de deportes o por lesiones directas a la médula espinal, siendo los hombres en edades comprendidas de 15 a 35 años, los más afectados por este tipo de traumas.
- ⊙ Los síntomas que se presentan a causa de la cuadriplejía dependen de la localización y del tipo de lesión sufrida.
- ⊙ La temperatura corporal normal puede oscilar entre 36.5 y 37.2°C (97.8 y 99°F), los casos de hipotermia se presentan cuando la temperatura corporal desciende a menos de 35°C, la fiebre desde 37.5 a 40°C y la hipertermia desde 40°C en adelante.
- ⊙ La temperatura corporal se puede tomar de las siguientes maneras: temperatura en el oído, temperatura rectal, temperatura oral o bucal y temperatura axilar o de la piel.
- ⊙ En las personas con cuadriplejía, debido a la alteración del sistema termorregulador, la temperatura corporal no mantiene los umbrales de +/- 0.5°C, sino que presenta alteraciones o variaciones, obedeciendo esto a las altas y bajas temperaturas, exponiendo a estas personas a crisis de fiebre, hipertermia e hipotermia.

## 6. ANALISIS DEL ESTADO ACTUAL

### ANALISIS TERMOMETRO<sup>16</sup> ELECTROMEDICINA: MONITOR MULTIPAR<sup>17</sup> FEAS ELECTRONICA SA



Figura 9: Monitor Multipar FEAS

<b>DESCRIPCION</b>	Monitor electrocardiograma que posee canales opcionales: Curva respiratoria, Presión invasiva, Capnografía, Gasto cardiaco, Saturación de oxígeno, Presión no invasiva.
<b>ESTRUCTURAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor de temperatura.</li> <li>- Uno o dos canales.</li> <li>- Compatibles con termistores serie YSI 400.</li> <li>- Monitor color SVGA de 15".</li> <li>- Dimensiones: Alto: 370 mm y Ancho: 340 mm</li> <li>Peso: 17 Kg. (aprox.)</li> <li>- Tensión de alimentación: 110 V ≈ a 240 ≈ (con selección automática de voltaje) 50 Hz a 60 Hz</li> </ul>
<b>FUNCIONAL</b>	<p>Medición de temperatura corporal y/o temperatura de inyectado durante medición de Gasto Cardiaco.</p> <p>Rango de temperatura: -5°C a 45°C.</p> <p>Alarma de temperatura: Limite inferior: -5°C a 44°C Limite superior: -4°C a 45°C</p>
<b>DE USO</b>	Sólo puede ser usada por personal especializado en el manejo de equipos médicos.
<b>LEGAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norma de Calidad: ISO 9001:2000 certificado</li> <li>• Norma de Seguridad: UNE-EN60601-1</li> </ul>
<b>DE MERCADO</b>	Fabricante FEAS ELECTRONICA S.A. Precio: \$151848 Solo el monitor

<sup>16</sup> Ver anexo E: Dispositivos para medir Temperatura, página 110

<sup>17</sup> Fuente: <http://www.medicalhard.com/productos/MonitorMultiparFEAS.htm>

A continuación se analiza el Monitor Multipar FEAS tomándolo como un modelo completo de referencia en la evaluación de los demás elementos para medición de temperatura corporal encontrados en el mercado

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Es un sistema de monitoreo constante de temperatura lo que permite registrar los cambios en los valores de ésta	No es un equipo portátil
Sensor de temperatura de piel para medición constante.	Es un sistema que solo puede ser usado por personal especializado en el manejo de equipos médicos
Posee alarmas que indican el aumento o disminución de temperatura en el paciente	Es un equipo de gran tamaño.
Tiene un rango de medición que va desde -5°C a 45°C permitiendo precisión en la medida de temperatura	

## ANALISIS TERMOMETRO BEURER FT-50 DIGITAL FRONTAL<sup>18</sup>



Figura 10: Termómetro digital BEURER FT-50

<b>DESCRIPCION</b>	Termómetro digital capaz de tomar la temperatura mediante medición por infrarrojos en la frente. Marca: Beurer Modelo: FT-50
<b>ESTRUCTURAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carcasa.</li> <li>- Sensor de temperatura infrarrojo.</li> <li>- Pantalla LCD.</li> <li>- Pilas.</li> <li>- Estuche.</li> </ul>
<b>FUNCIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliza un sensor infrarrojo para medir la temperatura en la frente.</li> <li>- Medición: + 5 seg.</li> <li>- Precisión: + 0.3 °C.</li> <li>- Desconexión automática 1 minuto.</li> <li>- Aviso acústico.</li> <li>- Sensor resistente al agua.</li> </ul>
<b>DE USO</b>	El termómetro mide el calor infrarrojo emitido por la frente sin necesidad de contacto. Se ubica a una distancia máxima de 2,5 cm. y después de +/- 5 seg., se visualizará en la pantalla el valor de la temperatura corporal del paciente. Fácil limpieza con alcohol.
<b>LEGAL</b>	Cumple con las normativas europeas CE 0434
<b>DE MERCADO</b>	FABRICANTE: BEURER Precio: 39,90 EUROS

<sup>18</sup> Fuente: <http://www.keycoes.com/catalogo.asp?CAT=703>

El siguiente análisis del termómetro BEURER FT-50 DIGITAL FRONTAL, se hace a través de la comparación con un modelo completo multifuncional de uso clínico (monitor Multipar FEAS).

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Medidor de Sensor infrarrojo, no existe la necesidad de que el sensor este en contacto con la piel del paciente	Termómetro que se desconecta automáticamente después de un minuto
El sensor usado es resistente al agua, lo cual brinda seguridad al usuario por si existiese contacto con este medio	No presenta alarmas de aumento o disminución temperatura
Es un termómetro de gran precisión alcanza mediciones de + 0.3 °C	No es un sistema de monitoreo constante de la temperatura
Tiene un aviso acústico para indicar que la medición ha terminado	
Es un termómetro portátil, que hace que sea posible llevarlo consigo	
Fácil limpieza con alcohol, lo cual hace que sea factible su higiene	

## ANALISIS TERMOMETRO GERATHERM DUOTEMP<sup>19</sup>



Figura 11: Termómetro infrarrojo GERATHERM

<b>DESCRIPCION</b>	Multitermómetro para medir la temperatura por infrarrojos en la oreja, en la frente o en determinadas superficies.
<b>ESTRUCTURAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carcasa.</li> <li>- Sensor de temperatura infrarrojo.</li> <li>- Pantalla LCD.</li> <li>- Pilas.</li> <li>- Estuche para guardarlo.</li> </ul>
<b>FUNCIONAL</b>	<p>Un sensor de temperatura infrarrojo toma la temperatura (oreja, frente, superficial) y posteriormente emite una respuesta que será visualizada en la pantalla LCD.</p> <p>Tiene un rango de medición de 0°C a 100°C.</p> <p>Ofrece un almacenamiento de 10 valores medidos.</p> <p>Tiene una señal acústica y desconexión automática.</p>
<b>DE USO</b>	<p>Este termómetro es adecuado para medir la temperatura en la oreja o en la frente, así como para medir la temperatura superficial, por ejemplo de biberones o del baño del bebé.</p> <p>El sensor de temperatura toma la temperatura (oreja, frente, superficial) y posteriormente emite una respuesta que será visualizada en la pantalla LCD.</p> <p>Es de fácil limpieza.</p>
<b>LEGAL</b>	Cumple con las normativas europeas CE 0434
<b>DE MERCADO</b>	<p>Fabricante GERATHERM</p> <p>Precio: 49,95€</p>

<sup>19</sup> Fuente: [http://www.geratherm.de/sp/productgroup/level\\_id/1/id/1/](http://www.geratherm.de/sp/productgroup/level_id/1/id/1/)

El siguiente análisis del termómetro GERATHERM DUOTEMP, se hace a través de la comparación con un modelo completo multifuncional de uso clínico (monitor Multipar FEAS).

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Medidor de Sensor infrarrojo, no existe la necesidad de que el sensor este en contacto con la piel del paciente	Termómetro que se desconecta automáticamente después de un minuto
Permite medición de temperatura en la oreja, en la frente, además mide la temperatura superficial de ciertos elementos, por ejemplo de biberones o del baño de un bebé	Por el hecho de ser un Multitermómetro tiene un alto rango de medición (0 - 100°C) que no permite seguridad en la exactitud de la medida
Ofrece un almacenamiento de los últimos 10 valores medidos lo que permite llevar un control o registro de la temperatura corporal de un paciente	No es un sistema de monitoreo constante de la temperatura
Es un termómetro portátil, que hace que sea posible llevarlo consigo	No presenta alarmas de aumento o disminución temperatura
Tiene una señal acústica que indica que la medición ha terminado	
Fácil limpieza, lo cual hace que sea factible su higiene	

## ANALISIS TERMOMETRO GERATHERM CLINIC<sup>20</sup>



Figura 12: Termómetro clínico GERATHERM

<b>DESCRIPCION</b>	Termómetro para medir la temperatura corporal
<b>ESTRUCTURAL</b>	Carcasa. Sensor de temperatura. Pantalla LCD. Pilas.
<b>FUNCIONAL</b>	100 % impermeable Resistente contra todo tipo de desinfectantes convencionales Elevada precisión: +/- 0,1°C Irrompible Pantalla extra grande para una lectura más fácil Señal acústica automática Se almacena el último valor medido Gama de medición: 32,0 °C a 43,9 °C Desconexión automática Con funda para guardarlo y pila
<b>DE USO</b>	Tiene una señal acústica que avisará que la medición ha terminado. Facilidad para la limpieza.
<b>LEGAL</b>	Norma de Calidad: ISO 9001:2000 certificado Norma de Seguridad: UNE-EN60601-1
<b>DE MERCADO</b>	Fabricante GERATHERM Precio: \$16500

<sup>20</sup> Fuente: [http://www.geratherm.de/sp/productgroup/level\\_id/1/id/1/](http://www.geratherm.de/sp/productgroup/level_id/1/id/1/)

El siguiente análisis del termómetro GERATHERM CLINIC, se hace a través de la comparación con un modelo completo multifuncional de uso clínico (monitor Multipar FEAS).

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Tiene una precisión de +/- 0.1 °C, lo cual genera confianza en el usuario ya que la medición será lo mas exacta posible	Termómetro que se desconecta automáticamente después de un minuto
Maneja un rango de medición entre 32°C a 43,9°C, el rango mas cercano a la medida real de temperatura	No presenta alarmas de aumento o disminución temperatura
Almacena el último valor medido Portátil	No es un sistema de monitoreo constante de la temperatura
Señal acústica para indicar que la medición ha terminado	
Fácil limpieza, lo cual hace que sea factible su higiene	
100% impermeable lo cual genera confiabilidad al presentarse contacto con un elemento de medio acuoso	
Irrompible	

## **6.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACION RECOLECTADA**

Analizando las ventajas y desventajas de las alternativas existentes en el mercado, se concluye lo siguiente:

### **6.1.1 Elección del sensor.** Para la elección del sensor se tendrá en cuenta:

- ⊙ Se usará un sensor de temperatura para piel, porque debido a su forma facilita su ubicación en el paciente y por sus características brinda la opción de medir constantemente la temperatura del paciente.
- ⊙ Se usará un sensor con un rango de medición entre los 25°C y los 50°C el cual permitirá visualizar los cambios en la temperatura del paciente con una mayor exactitud a la generada por un termómetro comercial, generando confianza en el usuario.

### **6.1.2 Diseño del sistema.** Para el diseño del sistema se tendrá en cuenta:

- ⊙ Se diseñará un sistema que incluya alarmas visuales o auditivas que indiquen el aumento o disminución de la temperatura corporal del paciente y posibles fallos en el sistema.
- ⊙ Se diseñará un sistema que pueda ser fácilmente interpretado y utilizado por el usuario.
- ⊙ Se diseñará un sistema portátil para que pueda ser transportado con mayor facilidad.

### **6.1.3 Elección de materiales y procesos.**

- ⊙ Los materiales a usar deberán garantizar la durabilidad del sistema.
- ⊙ La tecnología y los procesos para la construcción del sistema serán los utilizados dentro de la región.
- ⊙ Los materiales a usar serán de fácil limpieza, por ser imprescindible la higiene del sistema.

## 7. REQUERIMIENTOS

<b>REQUERIMIENTOS DE USO</b>	
<b>Practicidad</b>	Los dispositivos de información y controles deben estar ubicados en lugares accesibles para el usuario.
<b>Reparación y mantenimiento</b>	La reparación y mantenimiento podrán ser realizados por personal capacitado en el área de la electrónica. Las piezas y accesorios a utilizar deben ser de uso comercial.
<b>Antropometría</b>	El sistema debe tener como prioridad la antropometría de los usuarios del sistema (pacientes y personas que asisten al paciente).
<b>Ergonomía</b>	El sistema debe contemplar factores ergonómicos como: psicológicos, ambientales, posturales, equipo-operario, equipo-paciente, peso, volumen, identificación.

<b>REQUERIMIENTOS DE FUNCION</b>	
<b>Resistencia</b>	Los materiales a usar en el sistema deben ser resistentes para evitar fallas por ruptura ante eventuales golpes, caídas y al rayado.
<b>Componentes internos</b>	El circuito electrónico debe ser operable por personal técnico de la región.
<b>Lectura e interpretación de los datos</b>	El sistema debe ser diseñado para ser usado por personal que no requiera capacitación.

<b>REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES</b>	
<b>Estructura</b>	Debe ser estable para facilitar su manipulación y ubicación en el entorno de uso.
<b>Unión</b>	Los elementos de unión del sistema deben ser universales y de fácil reemplazo. En todas las piezas removibles se debe especificar sus características técnicas para una posible sustitución.
<b>Ubicación dentro del entorno del usuario</b>	Las dimensiones del sistema deben estar determinadas por las necesidades y condiciones del ambiente del usuario.

<b>REQUERIMIENTOS TÉCNICO PRODUCTIVOS</b>	
<b>Bienes de capital</b>	La producción requiere de tecnología avanzada en electrónica
<b>Estandarización</b>	Tener en cuenta las dimensiones comerciales de los materiales para evitar su desperdicio y lograr un máximo aprovechamiento.
<b>Mano de obra</b>	Para el desarrollo del sistema se requiere de personal capacitado en el área de salud, ingeniería, y diseño industrial.
<b>Modo de producción</b>	Se utilizará un proceso productivo estandarizado para optimizar su producción.
<b>Materias primas</b>	Para la elaboración del sistema se utilizarán como materias primas aquellas de posible consecución en el mercado, que brinden calidad y confiabilidad.
<b>Proceso productivo</b>	La producción del sistema debe permitir utilizar la tecnología de la región, facilitando su construcción (Personal, herramientas y tiempo necesarios)

<b>REQUERIMIENTOS FORMALES</b>	
<b>Unidad</b>	El aspecto formal del sistema facilitará la percepción del producto como unidad permitiendo una relación directa forma-uso.
<b>Estilo</b>	El sistema debe tener un estilo formal coherente con el entorno, se considerarán la armonía en texturas, materiales y colores como herramientas fuertes de la composición.
<b>Seguridad</b>	El sistema debe generar en el usuario la sensación de seguridad en el uso

<b>REQUERIMIENTOS LEGALES<sup>21</sup></b>	
<b>UNE 60601-1</b>	Normas generales para Equipos Electromédicos
<b>NC-ISO 14040:1999</b>	Norma técnica para evaluar los aspectos ambientales y los impactos potenciales asociados con un producto.
<b>NTC 1000</b>	Norma técnica Colombiana para las unidades oficiales de medida.
<b>NORMA ISO 9001-2000</b>	Normas a seguir para obtener la certificación de calidad.
<b>RESOLUCION 000797 DE 1991</b>	Norma sobre el uso libre de frecuencias Ministerio de Comunicaciones de la República de Colombia

<b>REQUERIMIENTOS ECONOMICOS O DE MERCADO</b>	
<b>Empaque</b>	Debe tener un empaque que almacene y proteja el producto.
<b>Precio</b>	El precio estará dado por la funcionalidad del producto y calidad de los materiales y procesos empleados.

---

<sup>21</sup> Ver anexo G: Normatividad, página 115

### **REQUERIMIENTOS DE USABILIDAD**

El sistema debe adecuarse a las características físicas, funcionales de los usuarios.

El sistema debe permitir ser utilizado correctamente en los entornos previstos, siendo fácilmente transportable.

El sistema debe ser seguro y resistente en su utilización.

El aprendizaje del uso y de las instrucciones debe ser fácil e intuitivo en función de las capacidades del usuario.

El sistema debe permitir al usuario realizar las funciones para las que ha sido diseñado.

El sistema debe ser compatible y adaptable.

## 8. DISEÑO DEL SISTEMA

### 8.1. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Para el correspondiente planteamiento de alternativas de diseño se hace uso de la información recolectada, del análisis de mercado y de los requerimientos establecidos.

**8.1.1 Generación de Ideas.** Como técnica para la generación de ideas, se usa el método del análisis morfológico ideado por Zwicky, expuesto por Francisco Aguayo y Víctor Soltero, en el libro "Metodología del Diseño Industrial", Editorial Ra-Ma, España 2003, Cáp. 8, Pág. 184.

**8.1.1.1 Método del Diagrama Morfológico.** Es un método orientado a promover la creatividad, en materia de productos o procesos, de una forma sistemática y estructurada. Este método busca identificar las dimensiones estructurales de un problema y el examen de las relaciones entre ellos, la finalidad radica en encontrar alguna combinación novedosa. El procedimiento usado consiste en:

- ⊙ Designar una letra y un subíndice a cada una de las partes o subsistemas. De esta manera la combinación originaria estará dada por  $a_1, b_1, c_1, d_1, e_1, \dots, n_1$ .
- ⊙ Se considera, que cada parte o subsistema, puede llegar a ser reemplazado o puede tener distintas alternativas de diseño, por ejemplo  $a_1$  pueda ser sustituido por  $a_2, a_3, a_4, \dots, a_n$ , de este modo se puede establecer un conjunto de alternativas:

$$A: [a_1, a_2, a_3, a_4, \dots, a_n]$$

- ⊙ Se realiza sucesivamente con el resto de partes o subsistemas. Esto se puede definir para los distintos subsistemas  $c_1, d_1, e_1, f_1, g_1$ , y a partir de esto se realiza una morfología general.

A:  $[a_1, a_2, a_3, a_4 \dots a_n]$       B:  $[b_1, b_2, b_3, b_4 \dots b_n]$       C:  $[c_1, c_2, c_3, c_4 \dots c_n]$   
 D:  $[d_1, d_2, d_3, d_4 \dots d_n]$       E:  $[e_1, e_2, e_3, e_4 \dots e_n]$       F:  $[f_1, f_2, f_3, f_4 \dots f_n]$   
 G:  $[g_1, g_2, g_3, g_4 \dots g_n]$


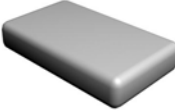







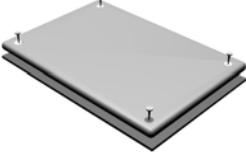

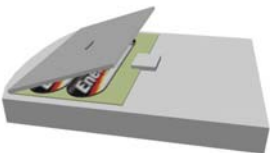

- ⊙ A partir de la morfología general, mediante un cierto proceso que depende del objeto de diseño, se forman distintas soluciones de producto por formación de grupos a partir de un elemento de cada conjunto, por ejemplo:

$$\emptyset_i = [a_5, b_1, c_2, d_1, c_6, f_3, g_4, h_3, i_2]$$

- ⊙ La técnica consiste en llevar a cabo la exploración de todas las soluciones que se puedan generar.

Al dividir en subcomponentes el sistema a diseñar, se obtienen los siguientes:

- A: Forma de la Carcasa.
- B: Ubicación del display.
- C: Ubicación de los controles.
- D: Sistema de unión de la carcasa.
- E: Compartimiento para batería.
- F: Ubicación de sensor.
- G: Tipo de textura.
- H: Tipo de sistema (inalámbrico o alámbrico).
- I: Tipo de fuente de energía.

ALTERNATIVAS DE SOLUCIONES									
Sub-sistema	1			2			3		
A	 Carcasa Ovalada			 Carcasa Rectangular			 Carcasa Rectangular con base circular		
	[Orange bar]			[Blue bar]			[Green bar]		
B	 Display Superior			 Display Frontal					
	[Orange bar]			[Blue bar] [Green bar]					
C	 Controles separados			 Controles cercanos			 Controles cercanos y separados		
	[Blue bar]			[Green bar]			[Orange bar]		
D	 Sistema de encaje a presión			 Sistema de tornillos					
	[Orange bar]			[Blue bar] [Green bar]					
E	 De presión			 De levantar			 De corredera		
				[Blue bar]			[Orange bar]		

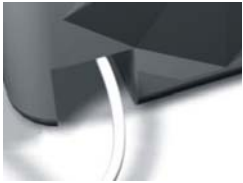

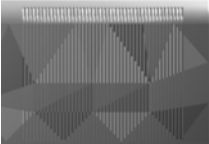






F			
	No Visible	Visible	
G			
	Textura táctil	Textura visual	
H			
	Inalámbrico	Alámbrico	
I			
	Adaptador de corriente	Batería	Adaptador de corriente y Batería

Tabla N.1: Alternativas de soluciones

Alternativa N.1:  $\emptyset_1$ : [a<sub>1</sub>, b<sub>1</sub>, c<sub>3</sub>, d<sub>1</sub>, e<sub>3</sub>, f<sub>1</sub>, g<sub>1</sub>, h<sub>1</sub>, i<sub>2</sub>]

Alternativa N.2:  $\emptyset_2$ : [a<sub>2</sub>, b<sub>2</sub>, c<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, e<sub>2</sub>, f<sub>2</sub>, g<sub>1</sub>, h<sub>1</sub>, i<sub>3</sub>]

Alternativa N.3:  $\emptyset_3$ : [a<sub>3</sub>, b<sub>2</sub>, c<sub>2</sub>, d<sub>2</sub>, f<sub>2</sub>, g<sub>2</sub>, h<sub>2</sub>, i<sub>1</sub>]

### 8.1.2 Definición de alternativas. Desarrollo de las alternativas.

**8.1.2.1 Alternativa 1.**  Sistema indicador de la alteración espontánea de la temperatura corporal en pacientes con Cuadriplejía

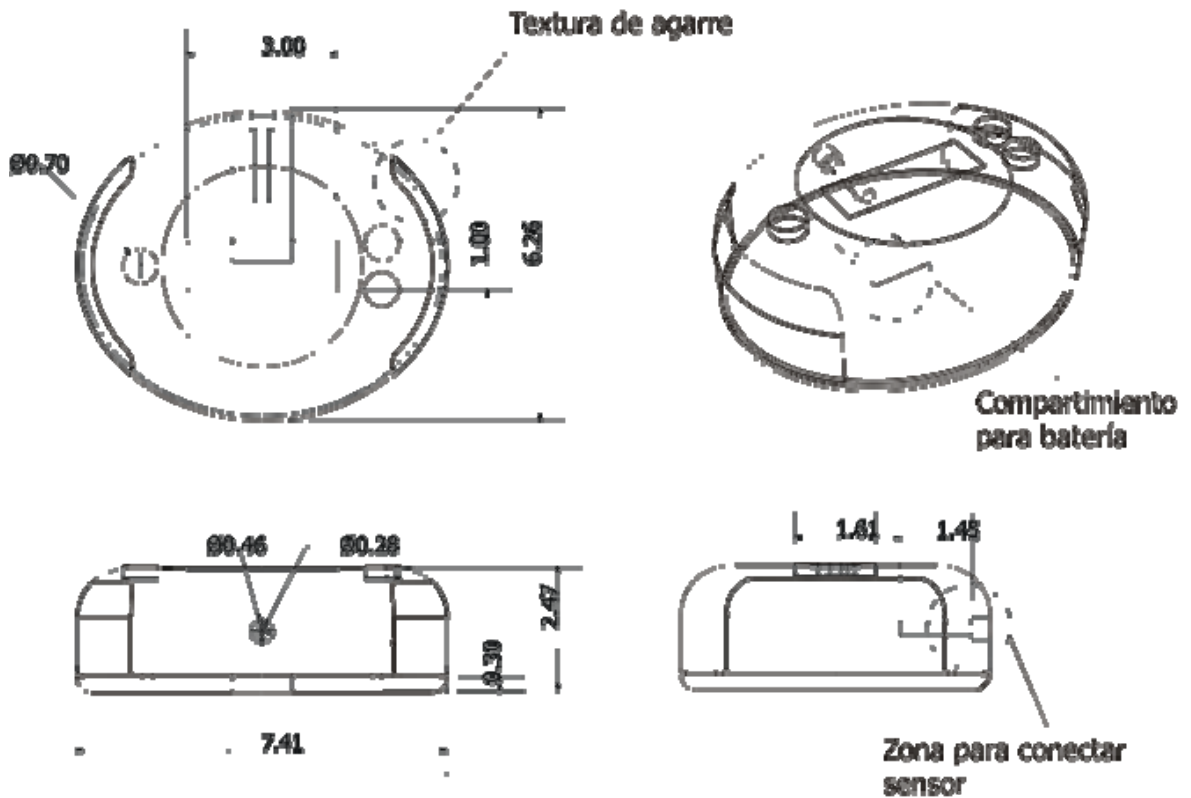


**Material:** Polipropileno PP.

**Dimensiones generales:** Emisor 7,4\*3,5\*6,2cm - Receptor 4,6\*2,5\*5,5 cm.

**Descripción:** Sistema inalámbrico de monitoreo e indicador de temperatura, elaborado en polipropileno. El sistema mide la temperatura corporal del usuario por medio de un sensor de piel, el valor de la temperatura será visualizado en el display. Aviso acústico de alta y baja temperatura. Tipo de fuente de energía: batería.

Figura 13. Alternativa 1



A continuación se evalúan las ventajas y desventajas de la alternativa 1 propuesta para el diseño del sistema indicador de la alteración de la temperatura corporal:

<b>ALTERNATIVA 1</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Alarma de alta y baja temperatura	
Utiliza un sensor de temperatura para la piel	La única fuente de alimentación es batería.
La ubicación de los terminales para el sensor y adaptador en una parte visible de la carcasa facilitan su localización por el usuario.	La ubicación de los controles cercanos podría dificultar a los usuarios la desactivación inmediata de la alarma.
La textura táctil indica al usuario una superficie de agarre para facilitar la manipulación del objeto.	La ubicación del display en la parte superior de la carcasa limita la visualización de la información.

### 8.1.2.2 Alternativa 2.   Sistema indicador de la alteración espontánea de la temperatura corporal en pacientes con Cuadriplejía

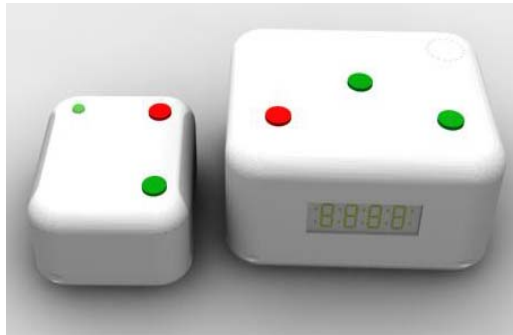
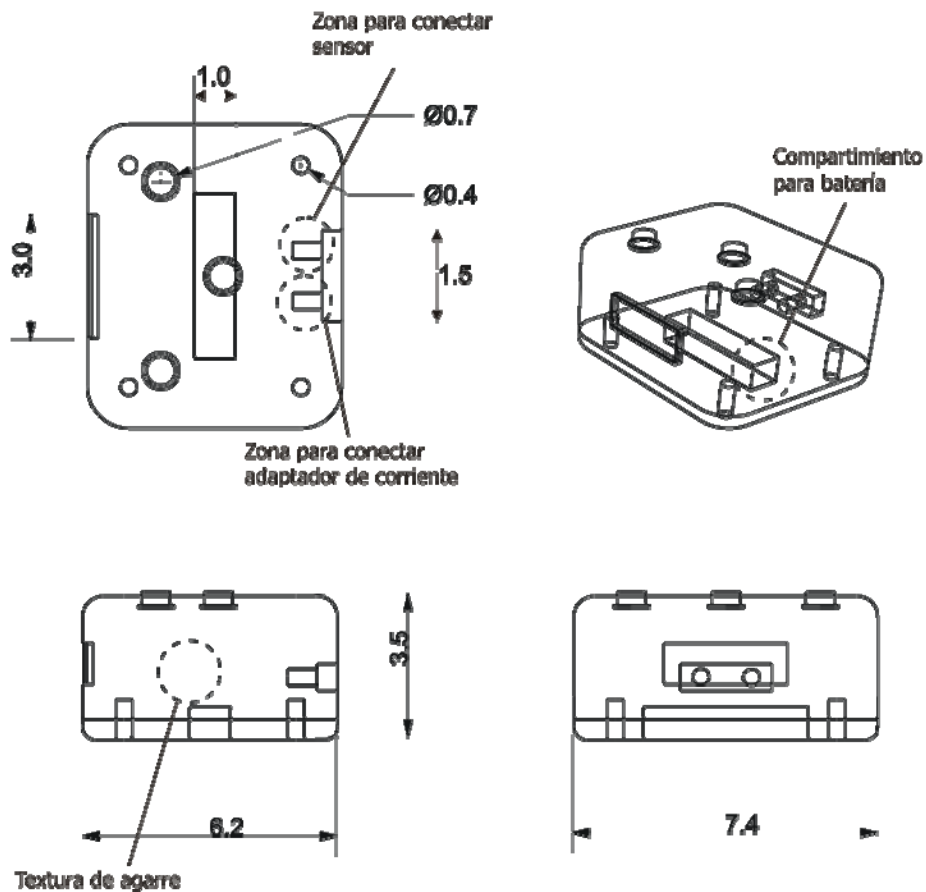


Figura 14. Alternativa 2

**Material:** Polipropileno PP.

**Dimensiones generales:** Emisor 6,2\*3,5\*7,4cm - Receptor 4,6\*2,5\*5,5 cm.

**Descripción:** es un sistema inalámbrico que mide la temperatura corporal del usuario por medio de un sensor de piel y este valor será visualizado en el display. Aviso acústico de alta y baja temperatura. Tipo de fuente de energía: adaptador para corriente y batería para facilitar el transporte del mismo.



A continuación se evalúan las ventajas y desventajas de la alternativa 2 propuesta para el diseño del sistema indicador de la alteración de la temperatura corporal:

<b>ALTERNATIVA 2</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Utiliza un sensor de temperatura para la piel	La ubicación de los terminales para el sensor y adaptador en una parte no visible de la carcasa dificultan su localización por el usuario.
Ofrece la opción de batería como fuente auxiliar y adaptador de corriente.	
Las formas rectangulares permiten un mejor ajuste de los componentes internos y un mayor aprovechamiento de los materiales.	
La textura táctil indica al usuario una superficie de agarre para facilitar la manipulación del objeto.	
Es un sistema inalámbrico, permite la comunicación de la señal de alarma a mayores distancias ( para facilitar la recepción de la señal de alarma dentro del hogar o lugares cercanos al sitio donde se encuentra ubicado el elemento transmisor)	
La ubicación del display en la vista frontal de la carcasa facilita al usuario la visualización de la información.	

**8.1.2.3 Alternativa 3.** Sistema indicador de la alteración espontánea de la temperatura corporal en pacientes con Cuadriplejía

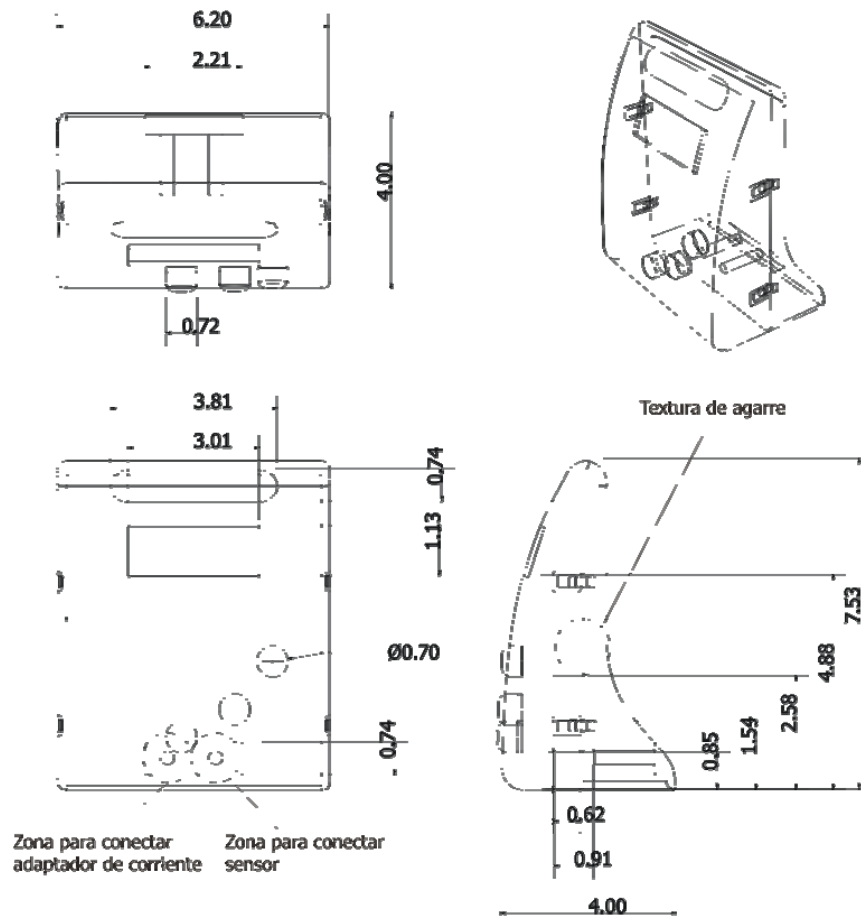


Figura 15. Alternativa 3

**Material:** Polietileno PE.

**Dimensiones generales:** 6,2\*7,4\*3,5 cm.

**Descripción:** Sistema alámbrico de monitoreo de la temperatura corporal del usuario por medio de un sensor de piel, visualizando su valor en un display, posee aviso acústico de alta y baja temperatura. Tipo de fuente de energía: adaptador para corriente.



A continuación se evalúan las ventajas y desventajas de la alternativa 3 propuesta para el diseño del sistema indicador de la alteración de la temperatura corporal:

<b>ALTERNATIVA 3</b>	
<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Utiliza un sensor de temperatura para la piel	Es un sistema alámbrico por lo tanto se limita la comunicación de la señal de alarma a cierta distancia.
Correcta ubicación del display para la visualización de los valores de temperatura del paciente.	No ofrece la opción de utilizar batería, por lo tanto no es portátil.
	La ubicación de los controles cercanos podría dificultar a los usuarios la desactivación inmediata de la alarma.
	La textura utilizada en esta alternativa es visual por lo tanto no proporciona una superficie que facilite el agarre y evite posibles deslizamientos del elemento en manos del usuario.

**8.1.3 Evaluación y selección de alternativas.** Una vez que las alternativas han sido generadas, se ha de proceder a evaluarlas para ver cuáles de ellas permiten obtener la mayor cobertura de los objetivos propuestos.

La respectiva evaluación de alternativas se llevará a cabo siguiendo “El método del valor técnico ponderado” expuesto por Francisco Aguayo y Víctor Soltero, en su libro “Metodología del Diseño Industrial”, Editorial Ra-Ma, España 2003, Cap. 8, Pág. 200.

- En este método se parte del hecho de que se han establecido un conjunto de criterios para la valoración de distintas soluciones. Así que se elabora una listado de criterios.
- Estos criterios de valoración suelen tener distinta importancia en el proceso de elección, para lo que se hace necesario jerarquizar los mismos y asignarle un peso en función a su posición en la evaluación jerárquica.

- Establecer parámetros de rendimiento o calificación de utilidad para cada uno de los objetivos.
- Calcular y comparar los valores de utilidad relativa de las alternativas evaluadas.
- Finalmente se selecciona aquella alternativa de mayor valor técnico ponderado.

**a. Lista de requerimientos de diseño:**

1. Seguridad del sistema
2. Antropometría
3. Practicidad
4. Resistencia
5. Reparación y Mantenimiento
6. Ergonomía
7. Facilidad de uso
8. Lectura e interpretación de datos
9. Facilidad de transporte del sistema
10. Estabilidad del sistema
11. Aprendizaje del uso
12. Acabados

**b. Orden de los requerimientos:**

La estimación del orden de los requerimientos principales del sistema a diseñar se realiza a través de una encuesta<sup>22</sup> a posibles usuarios.

Resultados:

1. Seguridad
2. Facilidad de uso
3. Lectura e interpretación de datos
4. Practicidad
5. Resistencia
6. Facilidad de transporte del sistema
7. Reparación y Mantenimiento
8. Aprendizaje de uso
9. Ergonomía
10. Estabilidad de sistema

---

<sup>22</sup> Ver anexo H: Prioridad de los requerimientos de evaluación, página 123

- 11. Antropometría
- 12. Acabados

**c. Ponderación relativa de los requerimientos:**

Se asigna un porcentaje a los requerimientos establecidos anteriormente.

Procedimiento: Se aplica el método de las proporciones utilizando la siguiente fórmula:

$$X = \frac{S_i}{S_T} * 100\%, \text{ en donde:}$$

X: Valor del porcentaje del requerimiento

S<sub>i</sub>: Puntos de cada requerimiento obtenidos en la encuesta

S<sub>T</sub>:  $\sum S_n: S_1 + S_2 + \dots + S_n$

- Seguridad 10%
- Facilidad de uso 9%
- Lectura e interpretación de datos 9%
- Practicidad 9%
- Resistencia 9%
- Facilidad de transporte del sistema 9%
- Reparación y Mantenimiento 8.5%
- Aprendizaje de uso 8%
- Ergonomía 8%
- Estabilidad de sistema 8%
- Antropometría 6.5%
- Acabados 6%

**d. Parámetros de rendimiento de los requerimientos:**

La siguiente escala de valoración está expuesta en el libro "Metodología del Diseño Industrial: Un Enfoque desde la Ingeniería Concurrente" Francisco Aguayo González; Víctor M. Soltero Sánchez, Editorial Ra-MA, España 2003, Cap. 8.

- 0 – No cumple
- 1 – Cumple medianamente
- 2 – Cumple
- 3 – Cumple satisfactoriamente




REQUERIMIENTOS		A1		A2		A3	
							
REQUERIMIENTO	PESO	CALIFICACION	VALOR	CALIFICACION	VALOR	CALIFICACION	VALOR
Seguridad	10%	2	20	2	20	1	10
Facilidad de uso	9%	2	18	2	18	2	18
Lectura e interpretación de datos	9%	2	18	2	18	2	18
Practicidad	9%	2	18	3	27	1	18
Resistencia	9%	2	18	2	18	2	18
Facilidad de transporte	9%	2	18	2	18	1	18
Reparación y mantenimiento	8.5%	2	17	2	17	2	17
Aprendizaje de uso	8%	2	16	3	24	1	16
Ergonomía	8%	2	16	2	16	2	16
Estabilidad	8%	2	16	2	16	1	8
Antropometría	6.5%	3	19.5	3	19.5	3	19.5
Acabados	6%	2	12	2	12	2	12
<b>TOTAL</b>				206.5		223.5	188.5

Tabla N.2: Valores de utilidad relativa de las alternativas de diseño

Después de evaluar y comparar las soluciones propuestas al diseño, se selecciona la Alternativa 2 para su evolución.

## 8.2 DEFINICION Y EVOLUCIÓN DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

### Definición:

La alternativa 2 se evoluciona conservando las soluciones seleccionadas y evaluadas anteriormente. Los aspectos más importantes de la alternativa seleccionada son los siguientes:

- Sistema inalámbrico<sup>23</sup> que otorga cierta independencia para el cuidado del paciente, debido a que envía la señal de alarma al receptor de la persona cuidadora<sup>24</sup>.
- El funcionamiento del sistema con batería y con adaptador a la corriente eléctrica le brinda grandes ventajas pues lo convierte en un sistema portátil.
- Debido a la geometría de los componentes internos (tarjeta electrónica) se adoptan las formas rectangulares para el diseño externo del sistema, logrando una mejor distribución del espacio interno y un mayor aprovechamiento del material.
- Dispositivos de información Visuales<sup>25</sup>:

CONTADOR: Es imprescindible para informar el comportamiento de la temperatura corporal<sup>26</sup> del paciente a través de números, este contador se ubica en posición frontal, perpendicular a la línea visual media<sup>27</sup> del usuario, para permitir mejor visibilidad de la información proporcionada.

INDICADORES: Ofrece información del funcionamiento del receptor, indicándole al usuario lo siguiente:

Luz verde: receptor en funcionamiento.

Luz roja: indica que la batería debe ser reemplazada.

- Dispositivos de información auditiva<sup>28</sup>:

ALARMA SONORA<sup>29</sup>: A través del sonido se informa al usuario cuando algo funciona mal, en este caso la temperatura del paciente ha salido de los límites normales; esta señal es transmitida rápidamente al receptor, el cual también está provisto de un timbre para informar al cuidador el estado de alarma del sistema.

- Controles:

---

<sup>23</sup> Ver anexo Telemetría, página 113

<sup>24</sup> Ver Población de interés, página 21

<sup>25</sup> Farrer Velásquez, Francisco y otros. "Manual de Ergonomía. Fundación MAPFRE", Ed. MAPFRE S.A., 1994

<sup>26</sup> Ver Temperatura Corporal, página 15

<sup>27</sup> Ver anexo K: Medidas antropométricas, página 157

<sup>28</sup> Farrer Velásquez, Francisco y otros. "Manual de Ergonomía. Fundación MAPFRE", Ed. MAPFRE S.A., 1994

<sup>29</sup> Ver Variación de la temperatura corporal, página 16

**BOTON PULSADOR:** el sistema cuenta con dos botones pulsadores, uno para encender o apagar la alarma y el otro actúa como un silenciador temporal de la misma.

El receptor tiene un botón pulsador para encender o apagar la alarma.

**INTERRUPTOR:** tiene la función de encender o apagar el sistema. El receptor también tiene un interruptor para encenderlo a apagarlo.

**Evolución:**

- Alternativas de materiales para el circuito impreso

<b>ALTERNATIVAS MATERIALES CIRCUITO IMPRESO</b>		
	<b>Material 1</b>	<b>Material 2</b>
	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<b>Material 1</b>	<p>Son fáciles de mecanizar y causa menos desgaste de las herramientas utilizadas</p> <p>El proceso para su producción es de 2 días.</p>	<p>Es un circuito de clase económica, fabricado en papel impregnado con resina fenólica, por lo tanto no es muy resistente y es afectado por las condiciones ambientales (la humedad, calor...)</p>
<b>Material 2</b>	<p>Sustratos de fibra de vidrio, por lo tanto brinda mayor resistencia y duración.</p> <p>Tiene un recubrimiento que se aplica sumergiendo la tarjeta o a través de un aerosol para prevenir de la corrosión y las corrientes de fuga o cortocircuitos producto de la condensación.</p>	<p>Causa mayor desgaste en las herramientas utilizadas para su construcción.</p> <p>El proceso para su producción es de 5 días.</p>

-La alternativa 2 se evoluciona conservando los aspectos básicos de funcionamiento del sistema, se procede entonces a evolucionar la parte formal del diseño del sistema.

Se inicia con una forma básica	Se eliminan los excesos de material	Se distribuyen los controles del sistema
		
Se ubican apoyos al frente de la carcasa para darle mayor estabilidad.	Se designa un zona especial para la salida del sonido	Se deja una zona en la parte posterior de la carcasa para ubicar los terminales, identificados con colores diferentes según su función.
		
Ubicación del Display para visualizar los datos de temperatura	Carcasa del receptor, ubicación de controles, indicadores y sonido	Vista general del transmisor y receptor
		
Colores utilizados para los indicadores y controles	Se adiciona información referente a las alarmas y al nombre del producto	
		

## 8.3 COMPROBACIONES

Después de definir la propuesta de diseño se realizan las comprobaciones Técnica y Ergonómica para identificar las posibles modificaciones a realizar en la propuesta de diseño del sistema.

### 8.3.1. Comprobaciones técnicas. (Ver anexo J)

Esta comprobación se realiza a través del método de comparación con un patrón de medición de temperatura (Baño termostataado), la cual se lleva a cabo en los laboratorios de la Escuela de Metalurgia y Ciencia de los Materiales de la Universidad Industrial de Santander.



Baño termostataado



Prueba Transmisor



Prueba Receptor

### Conclusiones de la comprobación:

- El sistema es estable en la medición, la muestra representada en el display es el promedio de la tabulación de 60 muestras / segundo.
- El sistema presenta elevada sensibilidad a variaciones de temperatura pequeñas haciendo que resulte muy adecuado para mediciones precisas.
- El sensor<sup>30</sup> es sensible al cambio de temperatura, visualizando en el display en con rapidez el nuevo valor de la muestra.
- La calibración del sistema se ha realizado usando la tabla que ofrece el fabricante<sup>31</sup> del sensor haciendo que la comprobación técnica sea realizada de manera manual, ya que no existen laboratorios a nivel local que se encarguen de la calibración de este tipo de elementos.

<sup>30</sup> Ver anexo E Dispositivos para medir temperatura, página 111

<sup>31</sup> Ver anexo M, Programación del sistema, pagina 176

- El termistor seleccionado no sirve para la medición de temperatura dentro de alcances amplios puesto que su variación de resistencia es demasiado grande para que pueda ser medida con exactitud utilizando un solo instrumento.
- El alcance en la medición especificado por el fabricante era de 100 metros lineales, no obstante el alcance real del sistema fue de 30 metros, se opina que esta diferencia obedece a obstáculos que interfieren y disminuyen la señal en el momento de la medición.

### 8.3.2. Comprobaciones ergonómicas. (Ver anexo J)

Esta comprobación se hace a través del Test de Usabilidad, propuesto en el Manual DATUS ¿Cómo obtener productos con alta usabilidad?, del instituto de Biomecánica de Valencia, página 52.

Se utiliza un cuestionario semiestructurado y un modelo funcional del sistema para determinar sus facultades operativas y la forma de mejorar los procesos deficientes.

#### **Conclusiones de la comprobación:**

Para la realización de esta prueba se contó con los posibles usuarios del sistema diseñado, cada uno de los participantes tuvo la oportunidad de manipular el sistema y ponerlo en funcionamiento, logrando su comprensión y dando sus opiniones acerca del mismo, las cuales fueron tomadas en cuenta para dar paso a las modificaciones del sistema de medición de temperatura corporal.

- Los usuarios presentaron confusión con el funcionamiento de los controles debido al color usado para la identificación de los mismos debido a que relacionaron el color con la función de otro tipo de aparatos electrónicos. (Rojo para on/off de otros productos con el rojo utilizado para el control de la alarma en el sistema de medición de temperatura corporal).



- Los usuarios aprecian las ventajas de este sistema de medición de temperatura corporal inalámbrico, pues les brinda autonomía en los cuidados que deben prestar al paciente, disminuyéndoles la constante atención para revisar el estado de su temperatura corporal.



- La configuración planteada del sistema contó con la aceptación de la mayoría de los participantes en la prueba, lo cual significa que existe una comprensión del funcionamiento, alcances y forma de uso del sistema.



- El sensor de temperatura utilizado requiere de aproximadamente tres (3) minutos para estabilizarse y visualizar en el display el valor de temperatura corporal del paciente.



- La región axilar es la que presenta mayor confiabilidad en el valor de temperatura y el material a utilizar para la fijación del sensor es el micropore.



#### 8.4 MODIFICACIONES DE LA PROPUESTA DE DISEÑO

A partir de la experimentación técnica y ergonómica realizada con el modelo funcional del sistema surgen algunas modificaciones:

##### **Aspecto Técnico**<sup>32</sup>

Después de la prueba de comparación con un patrón de medición realizada, se modificó la programación<sup>33</sup> del sistema para lograr mayor estabilidad en la visualización de los datos de temperatura y mayor precisión de la medida.

##### **Aspecto formal**



Después de la realización de la prueba ergonómica se detectan los problemas<sup>34</sup> presentados en la comprensión del sistema (funcionamiento de los controles) y se plantea una nueva configuración para los controles del sistema transmisor y del receptor, haciendo clara la correspondencia botón – función.

---

<sup>32</sup> Ver anexo J: Comprobaciones - Comprobación Técnica, página 146

<sup>33</sup> Ver anexo M: Programación del Sistema, página 177

<sup>34</sup> Ver conclusiones de la comprobación ergonómica, página 54

Diferenciación de funciones en los controles en el transmisor*	Se utilizan bajos relieves en los botones para indicar su función.	Diferenciación de funciones en los controles del receptor**
		
La zona para ubicar los terminales se deja visible para facilitar su localización, los terminales están identificados con colores diferentes según su función.	Se agregan texturas táctiles para facilitar el agarre	Se implementa un elemento que permita la organización de los cables del sensor y del adaptador.
		
Se incluye información referente a las alarmas y al nombre del producto.	Aspecto general del sistema	
		

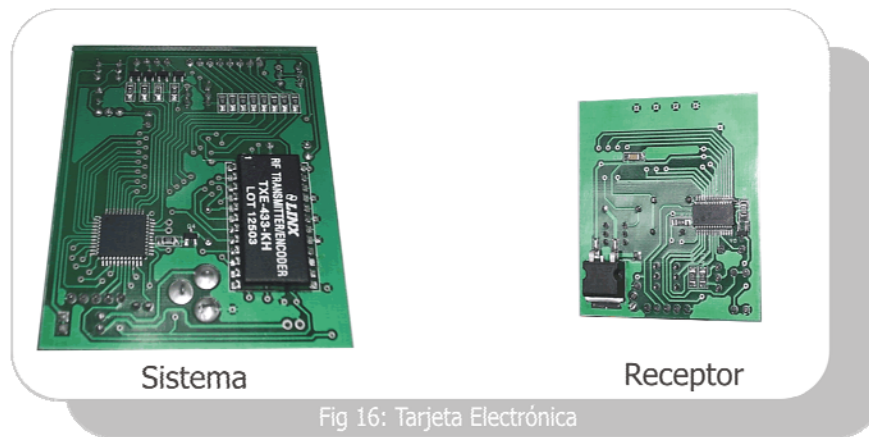
\*Se realiza la respectiva diferenciación de funciones por medio del uso del color rojo y forma ovalada para el silenciador de la alarma, este botón será el que el usuario activará cada vez que la temperatura corporal del paciente se encuentre fuera de los límites normales de temperatura. A su vez los botones de on-off del sistema y de la alarma son de color blanco, forma redonda y se usaran únicamente para activar y desactivar el sistema.

\*\*En el receptor el botón rojo ovalado activa o desactiva el funcionamiento de la alarma, y el botón blanco redondo activa o desactiva el funcionamiento del sistema.

## 8.5 CONSTRUCCIÓN Y FABRICACION

El sistema diseñado esta conformado por una tarjeta electrónica, carcasa y empaque. A continuación se describirá el proceso de fabricación para cada uno de estos elementos:

### 8.5.1 Tarjeta Electrónica



#### 8.5.1.1 Materias primas

Una placa de material aislante (fibra de vidrio), con un recubrimiento de cobre que luego servirá para interconectar los diversos componentes que constituyen el circuito, los cuales se muestran en la Tabla N 3 (página 61).

#### 8.5.1.2 Planos técnicos (Ver anexo L)

#### 8.5.1.3 Procesos de fabricación<sup>35</sup>

Para la elaboración del circuito impreso<sup>36</sup> se siguen los siguientes pasos:

- Diseño a través de medios informáticos, utilizando herramientas desarrolladas para ello; teniendo en cuenta el tamaño de los componentes, su distribución, distancia entre patillas y disposición de las mismas, sobre todo cuando se trata

<sup>35</sup> Proceso de fabricación realizado por Electrónicas AZ, Bucaramanga Colombia.

<sup>36</sup> Ver anexo L: Planos técnicos, Esquema tarjeta Electrónica página 162

de elementos con 3 o más terminales, tales como transistores o circuitos integrados.

- Realizado el diseño, se procede a la preparación de la placa virgen, incluyendo las siguientes operaciones:
  - Cortado de la placa, adecuando su tamaño al diseño realizado.
  - Limpieza de la superficie.
- Dibujo de las pistas sobre la placa: A continuación se precede a realizar, en la cara de cobre de la placa virgen, el dibujo o impresión de las pistas del circuito, aplicando una máscara temporal (grabándola con Percloruro férrico) a este proceso se le conoce como Grabado (atacado) de la placa dejando sólo las pistas de cobre deseado, es decir en los lugares donde ha de existir conexión eléctrica entre los distintos componentes.
- Limpieza y taladrado de la placa: Al acabar el proceso anterior se limpiará la placa con agua y se secará. También se puede lijar suavemente para eliminar restos. A continuación se procederá a taladrar, con una broca del diámetro adecuado, en los lugares donde vayan a ir insertados los componentes.
- Inserción de componentes y soldadura: Una vez realizados los huecos, se pasa a insertar los componentes y regletas de conexión en los lugares adecuados para posteriormente soldarlos a la placa.

### **Tecnología utilizada:**

Se utilizó tecnología de montaje superficial<sup>37</sup>, ya que los componentes son más pequeños y tienen pequeñas pestañas metálicas que pueden ser soldadas directamente a la superficie de los circuitos impresos, además se usan ambos lados de las tarjetas permitiendo una densidad de componentes mayor.

El montaje superficial se presta para un alto grado de automatización, reduciendo el costo en mano de obra y aumentando las tasas de producción. Estos dispositivos redujeron el tamaño a una cuarta parte, y su costo a la mitad, comparado con otro tipo de componentes (through hole).

Con la tecnología de montaje superficial, los componentes se sueldan a los pads en las capas exteriores de las tarjetas. En este diseño esta tecnología se combina con componentes through hole, debido a que algunos componentes están disponibles sólo en un formato.

---

<sup>37</sup> Fuente: Enciclopedia Wikipedia. <http://www.wikipedia.com>

**ELECTRONICAS A&Z**  
**Diagrama de Operaciones del Proceso Productivo**

Diagrama número: 1  
Pieza: Tarjeta Electrónica  
Nombre del proceso: Corte y ensamblado de la tarjeta para circuito electrónico  
Sección: Electrónica  
Diagrama elaborado por: Angela Bohórquez Ordóñez - Madeleyn Mendoza Márquez

Resumen de operaciones: 7  
Número de inspecciones: 3

**Corte y ensamblado de la tarjeta para circuito electrónico**

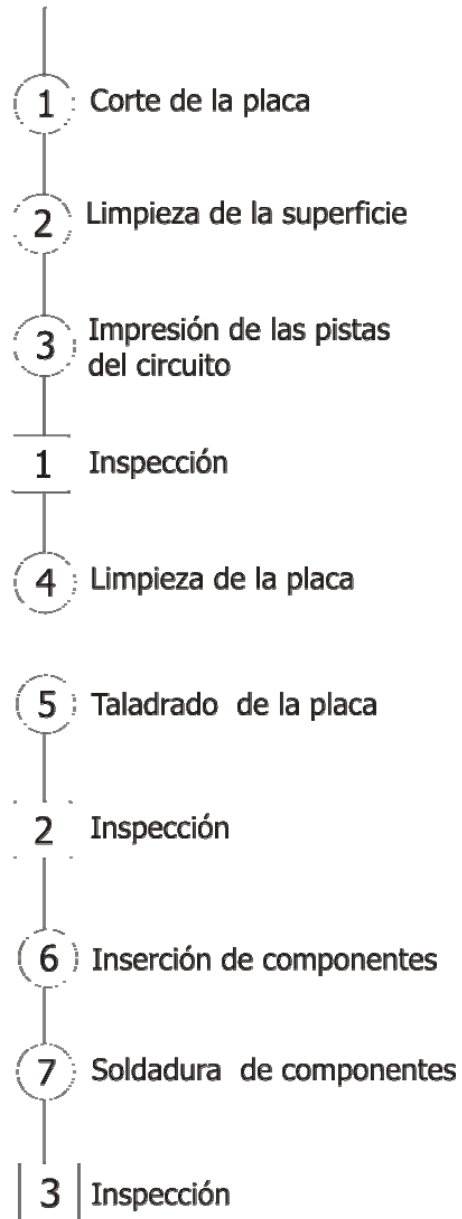


Figura 17: Diagrama de operaciones del proceso productivo del circuito impreso

### 8.5.1.4 Costos

Material	Cantidad	Valor Unitario (pesos)	Valor total (pesos)
2 C1,C2(10uF)	2	1400	2800
2C3, C4(22pF/SMD)	2	550	1100
2C5,C6(0.1uF/1206)	2	350	700
1C7(0.1uF)	2	700	700
3DISPLAY1,DISPLAY2,DISPLAY3	4	1500	6000
2D1,D2	2	300	600
1D3	1	300	300
1E1(ANTENA)	2	30000	60000
2J2	1	300	300
1LS1(BUZZER)	2	2500	2500
4 Q1,Q2,Q3,Q4	4	250	1000
1R1	1	80	80
8 R2,R4,R13,R16,R17,R18,R21,R22	8	80	640
1R3	1	80	80
2R5,R6	2	80	160
8 R7,R8,R9,R10,R11,R12,R14,R15	8	80	640
1R19 (50R_1/4W)	1	25	25
1R20	1	1200	1200
1SW1	1	900	900
1SW2 (BOTON)	2	900	1800
1U1	2	1000	1000
1U2 (PIC18f452/TQFP)	2	42500	42500
1U3 (LINX-TXE_KHserie)	2	53400	53400
1Y1	2	1800	1800
2C1C2 (25pF)	2	550	1000
1C3 (0.1Uf/1206)	1	350	350
2C4,C5 (10uF)	2	1400	2800
1C8	1	700	700

1D1 (1N4148/SOD80)	1	300	300
1D2 (1N4004)	1	300	300
1D3 (LED BI-COLOUR)	1	1200	1200
1D4 (ZENNER)	1	300	300
1J2	1	500	500
1Q (12n2222_SOT23)	1	350	350
5 R1,R4,R5,R6,R7	5	80	400
4 R2,R3,R10,R11 (4.7K_1206)	4	80	320
1R8 (6.8K_1206)	1	80	80
1R9 (2.2K_1206)	1	80	80
1R12(330_1206)	1	80	80
1R13	1	25	25
1SW3(ON/OFF)	1	900	900
1pcb de FR4 EN 2f CON TH	1	95000	95000
Batería 12 V	2	2000	4000
1 J1 (Adaptador 12V)	1	20000	20000
MATERIAL AISLANTE PLASTICO	3 secciones	4000	12000
TERMISTOR YSI 409B	1	80000	80000
<b>TOTAL MATERIALES</b>			498860
<b>DISEÑO</b>			120000
<b>MANO DE OBRA</b>			50000
<b>TOTAL</b>			668860

Tabla N. 3: Materiales para la tarjeta electrónica

### 8.5.2 Carcasa

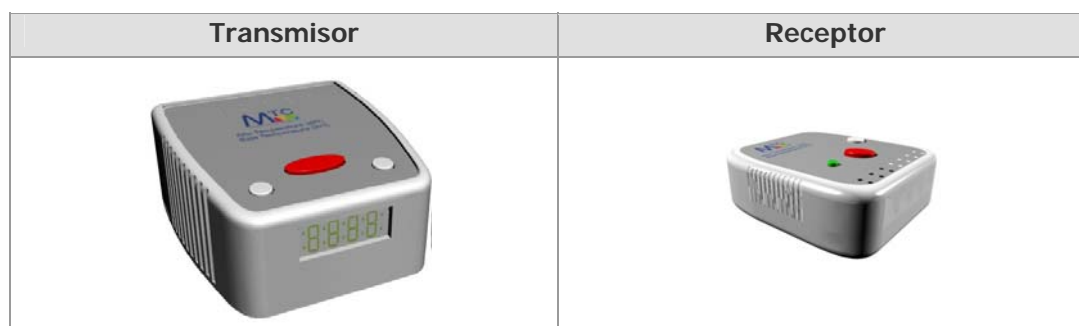


Figura 18. Carcasa del Sistema

### **8.5.2.1 Materias primas**

#### **Polipropileno**

El polipropileno se obtiene a partir del propileno extraído del gas del petróleo. Es un material termoplástico incoloro y muy ligero. Además, es un material duro, y está dotado de una buena resistencia al choque y a la tracción, tiene excelentes propiedades eléctricas y una gran resistencia a los agentes químicos y disolventes a temperatura ambiente.

#### Propiedades físicas

- La densidad del polipropileno, esta comprendida entre 0.90 y 0.93 gr/cm<sup>3</sup> Por ser tan baja permite la fabricación de productos ligeros.
- Es un material más rígido que la mayoría de los termoplásticos. Una carga de 25.5 kg/cm<sup>2</sup>, aplicada durante 24 horas no produce deformación apreciable a temperatura ambiente y resiste hasta los 70 grados C.
- Posee una gran capacidad de recuperación elástica.
- Tiene una excelente compatibilidad con el medio.
- Es un material fácil de reciclar
- Posee alta resistencia al impacto.

#### Propiedades mecánicas

- Tiene buena resistencia superficial.
- Tiene buena resistencia química a la humedad y al calor sin deformarse.
- Tiene buena dureza superficial y estabilidad dimensional.

#### Propiedades eléctricas

- La resistencia transversal es superior a 10<sup>16</sup> Ω cm.
- Tiene muy buena rigidez dieléctrica.

#### Propiedades químicas

- Tiene naturaleza apolar, y por esto posee gran resistencia a agentes químicos.
- Presenta poca absorción de agua, por lo tanto no presenta mucha humedad.
- El polipropileno tiene una buena resistencia química pero una resistencia débil a los rayos UV (salvo estabilización o protección previa).

### **8.5.2.2 Planos técnicos (Ver anexo L)**

### **8.5.2.3 Procesos de fabricación.**

## Diagrama de Operaciones del Proceso Productivo

Diagrama número: 2

Pieza: Carcasa

Nombre del proceso: Moldeo por inyección de la carcasa

Diagrama elaborado por: Angela Bohórquez Ordóñez - Madeleyn Mendoza Márquez

Resumen de operaciones: 9

Número de inspecciones: 1

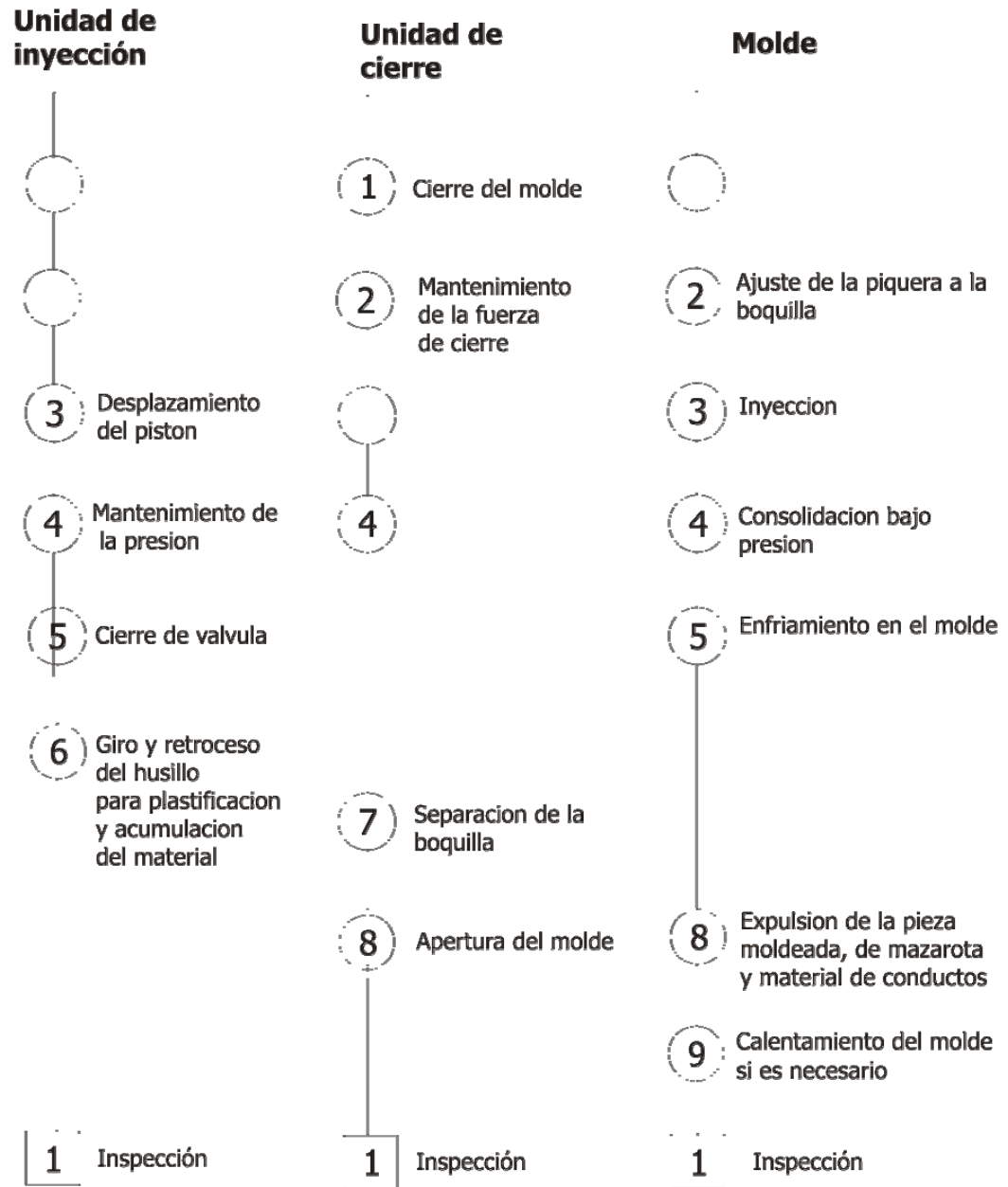


Figura 19: Diagrama de operaciones del proceso productivo de la carcasa.

## Moldeo por inyección

Es un proceso semicontinuo que consiste en inyectar un polímero en estado fundido en un molde cerrado a presión y temperatura al frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta. En ese molde el material se solidifica, comenzando a cristalizar en polímeros semicristalinos. La pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada. Es la técnica de moldeo más utilizada con materiales poliméricos.

Técnica discontinua: llenado a presión del molde + enfriamiento + desmoldeado.

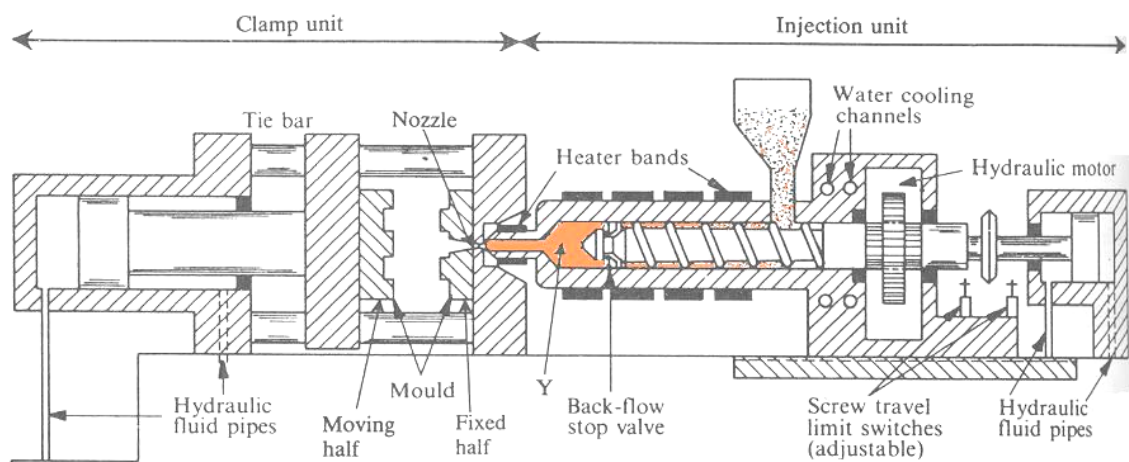


Figura 20. Proceso de moldeo por inyección

Aplicación:

- Termoplásticos cristalinos ( $T_{\text{desmoldeado}} < T_{\text{fc}}$ ) y amorfos ( $T_{\text{desmoldeado}} < T_{\text{g}}$ ).
- Duroplásticos (tiempo en molde suficiente para reticulación).
- Elastómeros (tiempo en molde suficiente para reticulación).

### 8.5.3 Empaque

El empaque del producto se fabrica en lámina delgada de cartón corrugado plastificado para proteger el producto de factores externos y además dar a conocer las características principales del mismo. El empaque interno se fabrica en lámina de polietileno de baja densidad, y tiene por función la separación, organización y protección de los elementos y accesorios que conforman el sistema.



Figura 21. Desarrollo del empaque



Figura 22. Empaque del Sistema

**8.5.3.1 Materias primas.** Cartón micro corrugado - Polietileno de baja densidad PEBD

**8.5.3.2 Planos técnicos** (Ver anexo L)

**8.5.3.3 Procesos de fabricación.** Corte, ensamble (Cartón) – Termoconformado (Polietileno)

## Termoconformado

El Termoconformado es un término genérico para la manufactura de componentes plásticos, los cuales son elaborados mediante un proceso de vacío.



Figura 23: Proceso de Termoconformado

Consiste en calentar una lámina termoplástica hasta su reblandecimiento y en forzar el material caliente y maleable contra las paredes de un molde.

Se plantea este proceso ya que la geometría del diseño permite una producción sencilla, para esto se requiere inicialmente la elaboración de un modelo en madera para proceder a la preparación de la lámina de polietileno y por último termoconformar para dar la forma planteada.

**DISTRIBUCIONES NTO**  
**Diagrama de Operaciones del Proceso Productivo**

Diagrama número: 3

Pieza: Empaque

Nombre del proceso: Termoconformado, corte y ensamblado del empaque

Resumen de operaciones: 11

Diagrama elaborado por: Angela Bohórquez Ordóñez - Madeleyn Mendoza Márquez

Número de inspecciones: 2

**Termoformado de la lámina de polietileno**

**Empaque en lámina de cartón**

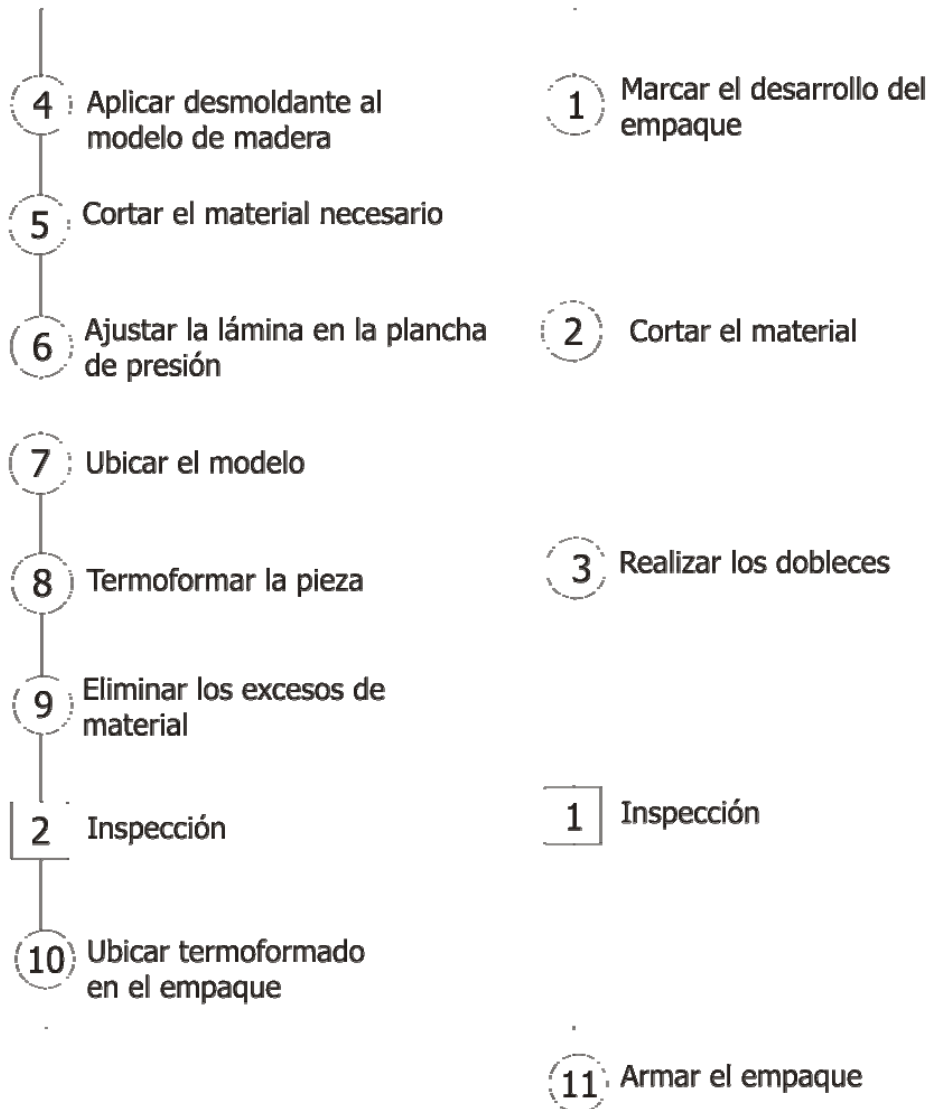


Figura 24. Diagrama de operaciones del proceso productivo del empaque

#### 8.5.3.4 Costos

Proceso	Valor Unitario (pesos)	Valor total (pesos)
Termoconformado	7000	7000
Corte, ensamble empaque cartón	10000	10000
Total		17000

#### 8.6 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Para el diseño del sistema se tuvieron en cuenta los requerimientos<sup>38</sup> planteados y aspectos concretos relacionados con el entorno de uso, la actividad prevista y las características de los usuarios<sup>39</sup> que van a utilizarlo.

Este sistema se basa en la teoría de la termorregulación del cuerpo humano, para así, diseñar un sistema alternativo que lo reemplace, en caso de falla de la regulación térmica del paciente con cuadriplejía.

En términos de teoría de control, se representa el diagrama de bloques del sistema de termorregulación corporal humana:

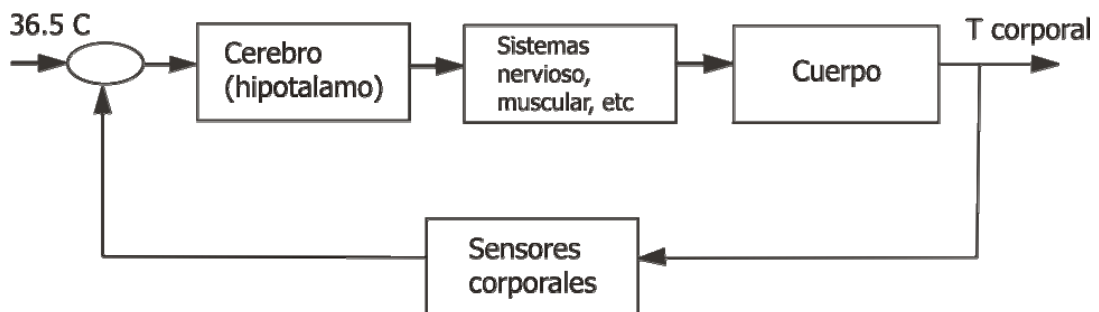


Figura 25: Sistema de Termorregulación del cuerpo humano

Donde.....

- Controlador = Cerebro (Hipotálamo).
- Actuador = Sistemas nervioso, muscular, etc.
- Planta = Cuerpo del paciente.
- Sensor = Sensores cutáneos.

<sup>38</sup> Ver Requerimientos, página 33

<sup>39</sup> Ver Cuadriplejía, página 6

El sistema de monitoreo de temperatura corporal diseñado está clasificado como un sistema de **telemetría inalámbrica móvil** de corto alcance<sup>40</sup> que permite el monitoreo constante de la temperatura del paciente con discapacidad e informa las situaciones de alarma<sup>41</sup> a un receptor a través de una señal de radio frecuencia.



Figura 26: Sistema indicador de la temperatura corporal

## Conceptualización de la propuesta de diseño

Percepción de los objetos:

- Agrupación: Tendemos a organizar los elementos, en este caso agrupamos los controles del sistema debido a la proximidad y semejanza que existe entre ellos.



Percepción del color: El sistema busca transmitir al usuario la sensación de limpieza e higiene por ser un producto para el monitoreo de un signo vital, se

<sup>40</sup> Ver anexo F: Telemetría, página 113.

<sup>41</sup> Ver Variación de la Temperatura corporal, página 16

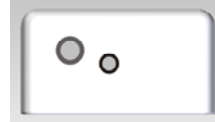
usa el color blanco como color principal ya que éste es asociado con hospitales, médicos y esterilidad. Puede usarse por tanto para sugerir o anunciar productos médicos o que estén directamente relacionados con la salud.

Percepción en lo visual:

- Referencia horizontal: Se ubican los controles del sistema en un eje horizontal, su orden facilita su lectura ya que esta se realiza de izquierda a derecha.



- Relajamiento – Tensión: La composición equilibrada y simétrica de la carcasa crea en el usuario sensaciones de relajación psicológica.
- Contorno: Se utiliza un círculo - figura plana - como forma de visualización de las conexiones de entrada para los accesorios del sistema.



- Plano: Se utiliza para delimitar y clasificar las diferentes zonas de la carcasa. Se diferencia la zona informativa del sistema mediante el uso de un plano de color gris, donde se ubica el texto, logotipo informativo y respectivos controles del sistema.



- Textura: Se origina una textura táctil que informe la forma de agarre del sistema.



Composición: Los elementos informativos ubicados en la parte inferior de la composición de la carcasa tendrán mayor peso.

- Proporción del sistema: Se crea una composición después de haber establecido y determinado el área que se va a ocupar con los elementos (logotipo, texto, controles) y el espacio que quedará ausente ya que cada elemento cumple una función determinada dentro de la composición. Las formas pequeñas de los controles generan mayor peso visual.



- Equilibrio Simétrico y Formal: La composición simétrica en el eje vertical y los elementos de los controles que crean un centro óptico que no coincide con el centro geométrico de la estructura de la carcasa, generan una composición que reflejará estabilidad, orden y calma en la percepción psicológica que el usuario tenga del sistema.



**8.6.1 Diseño del Sistema:** El sistema de medición de la temperatura esta conformado por 2 subpartes:

### Transmisor



Figura 27: Transmisor

Es la unidad encargada de visualizar el valor de la temperatura y dar una señal de alerta por alta y baja temperatura a una unidad receptora, que es la responsable de comunicar el estado de alarma del sistema.

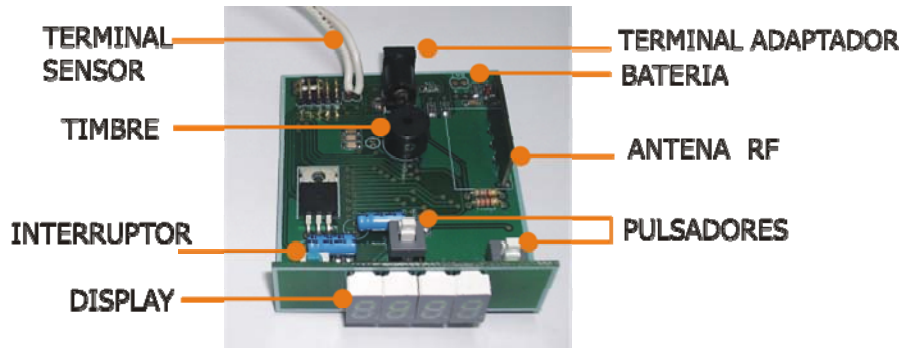


Figura 28: Componentes del Transmisor

⊙ Sensor: Termistor<sup>42</sup> YSI 409B, serie 400

Es un Termistor de coeficiente negativo de temperatura (NTC) compuesto de materiales semiconductores, altamente sensible a los cambios de temperatura, con una precisión de  $\pm 0.1$  °C censando variaciones mínimas de temperatura en el paciente.

⊙ Circuito de Control:

El Display

Está compuesto por 4 dígitos que permiten visualizar las decenas, unidades, décimas y la escala de medición de temperatura del paciente (39.9 °C).

Controles

- On-off maestro, restringe el funcionamiento del sistema
- On-off alarma, deshabilita el funcionamiento de la alarma.
- Silenciador, interrumpe temporalmente la señal auditiva de la alarma por un lapso de 90 segundos.

Alarma

---

<sup>42</sup> Ver anexo E: Dispositivos para medir temperatura, página 111.

- Alarma de Baja y Alta temperatura: Se activa una señal audible cuando la temperatura corporal se encuentra fuera de los límites normales (Mínima 35°C y Máxima 38°C), esta señal es enviada al receptor.

### Fuente de alimentación

- Terminal para adaptador de 12V
- Compartimiento auxiliar para batería de 12V el cual suministra la energía en caso de falla de la alimentación principal (adaptador)

### Receptor



Figura 29: Receptor

Recibe las señales emitidas por el transmisor y las convierte a una señal sonora para advertir al cuidador el estado de alarma del sistema, esto es posible demodulando una señal digital de 433 Mhz<sup>43</sup> a través de una antena que tiene un alcance de aproximadamente 30 metros.

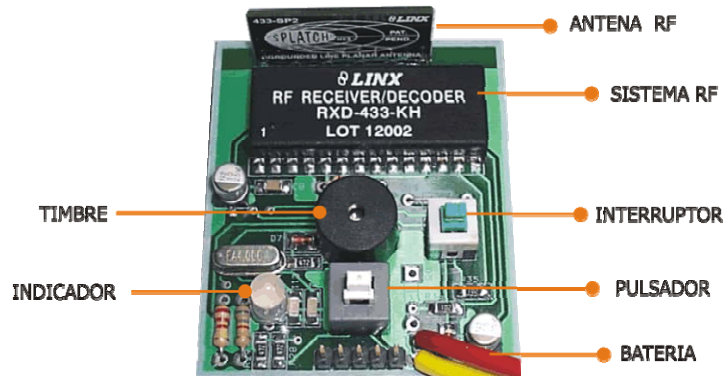


Figura 30: Componentes del Receptor

### Controles

- ON-OFF, restringe el funcionamiento del sistema

<sup>43</sup> Ver anexo G, Normatividad, Resolución N 797 de 2001 del Ministerio de comunicaciones, página 117

## Alarmas

- Alarma de Baja y Alta temperatura<sup>44</sup>: Se activa una señal audible cuando la temperatura corporal se encuentra fuera de los límites normales.
- Señal visual intermitente para indicar que el receptor inalámbrico esta encendido (luz verde).
- Alarma de Baja batería, señal visual intermitente a través de un led indicador (luz roja). Se activa cuando el voltaje de alimentación del sistema se encuentra alrededor de 7V.

### 8.6.2 Funcionamiento del sistema<sup>45</sup>

El sistema consta de un transductor (sensor) que toma una variable y la transforma en otra, es decir convierte un valor de temperatura a resistencia, estos valores de resistencia programados, hacen parte importante de la programación del microcontrolador, el cual confronta el valor de resistencia suministrado por el sensor y su correspondiente valor en la tabla.

El microcontrolador es un convertidor análogo-digital encargado de transformar los valores de resistencia (valor análogo) en valores digitales a través de un conversor interno y utilizando lógica binaria; esta señal es procesada es decir la transforma a valores de temperatura y luego es visualizada en el display el cual muestra el valor exacto de la temperatura corporal registrada por el sensor. A su vez el microcontrolador esta programado para emitir una señal de alarma en caso de sobrepasar los limites establecidos para altas o bajas temperaturas y enviar una señal de alerta al receptor.

#### Comunicación RF

El microcontrolador toma la señal análoga del sensor, las convierte a señales digitales, las cuales son moduladas y transmitidas como señales RF hacia la unidad receptora utilizando una señal de radiofrecuencia de 433 Mhz (frecuencia de transmisión) a través de una antena transmisora.

El receptor capta las señales RF y se encarga de hacer la demodulación y traducir las mismas a señales visibles para el hombre (audio).

---

<sup>44</sup> Ver Variación de la temperatura corporal, página 16.

<sup>45</sup> Ver anexo L: Planos técnicos, Esquema eléctrico del sistema, página 163.

Argumentación de funcionamiento dada por Electrónicas AZ, Tecnólogo en electrónica Ernesto Andrés Rincón.

### 8.6.2.1 Programación del sistema (Ver anexo M)

**Programación del transmisor y del receptor<sup>46</sup>:** La programación se realizó a través del programa MPLAB.

**Funcionamiento del Sensor YSI 409B:** El sensor está calibrado con base en la tabla de los valores de resistencia del sensor y su equivalencia en grados centígrados proporcionada por el fabricante<sup>47</sup>. Esta tabla de valores ha sido almacenada en el microcontrolador como parte importante de la programación.

### 8.6.3 Usuarios del sistema



**USUARIO 1:** Persona cuidadora del paciente

El personal con experiencia, enfermeras, terapeutas y auxiliares que brindan asistencia a nivel hospitalario o domiciliario y personal sin experiencia que presta asistencia al discapacitado en los hogares, familiares o personas próximas a él que han sido orientados por personal capacitado en la debida atención al paciente a nivel extrahospitalario.

**USUARIO 2:** Persona con discapacidad física Cuadruplejía

Esta población está constituida por hombres y mujeres, de cualquier edad (siendo los primeros los casos de mayor frecuencia), que han sufrido una deficiencia física, la cual puede ser la pérdida o anomalía de la estructura anatómica de los sistemas óseos musculares, nerviosos y musculares, debido a enfermedades congénitas o adquiridas, en el área metropolitana de Bucaramanga y en el territorio nacional.

---

<sup>46</sup> Programación realizada por Electrónicas AZ, Bucaramanga Colombia.

<sup>47</sup> Ver anexo M. Programación del sistema, página 176

### 8.6.4 Secuencia de uso del sistema

Para utilizar el sistema de medición constante de la temperatura corporal el usuario 1 debe realizar las siguientes operaciones dependiendo de la subpartes del sistema:

#### Secuencia de uso del transmisor:







A. Seleccione la sonda de temperatura*	B. Conecte la sonda de temperatura a la unidad	C. Aplique la sonda de temperatura al paciente**
		
D. Encienda la unidad	E. Encienda la alarma***	F. Lea la pantalla
		

Figura 31: Secuencia de uso del Transmisor

\* Inspeccione la sonda de temperatura y el cable para detectar desgastes, roturas o deshilaches Reemplácelos si es necesario

\*\* Ver Sujeción del sensor

\*\*\* Este pulsador tiene dos sonidos: corto, desactiva la alarma y largo, activa su funcionamiento

Para utilizar la unidad transmisora se debe seleccionar la fuente de alimentación adecuada para su correcto funcionamiento (adaptador de 12V o batería de 12V).

## **Sujeción del sensor**

- Ubicación de la sonda de temperatura en el paciente

El termistor NTC estará ubicado en la región axilar del paciente por ser la zona que ofrece mayor confiabilidad en la medición.

- Condiciones para la sujeción del sensor

Presión: la suficiente para asegurar una buena lectura de la temperatura, y a la vez debe permitir la libre circulación de la sangre en el paciente.

Facilidad de reemplazo del elemento de sujeción pues debe ser cambiado con regularidad (mínimo 1 vez al día) lo cual garantiza la higiene del paciente.

Bajo espesor para evitar molestias en el paciente por presencia de elementos voluminosos.

Adherencia: para evitar la separación del sensor de la piel.

Bajo costo ya que debe ser reemplazado con regularidad.

- Material para la sujeción

Para sujetar el sensor al paciente se utilizará Micropore, cinta adhesiva de papel, ideal para fijación de apósitos que requieran cambios frecuentes. Además, permite la respiración de la piel, es un adhesivo hipoalergénico que no deja residuos, no lastima la piel, no genera calor adicional a la sonda garantizando una lectura confiable del valor de temperatura.

## **Secuencia de uso del receptor:**

La unidad receptora tiene una fuente de alimentación con batería de 12V, es importante asegurarse de que esta correctamente ubicada en el compartimento y de esta forma garantizar el funcionamiento de la unidad.




A. Encienda la unidad	B. Encienda la alarma*	C. Lea el indicador de funcionamiento**
		

Figura 32: Secuencia de uso del receptor

\* Este pulsador tiene dos sonidos: corto, desactiva la alarma y largo, activa su funcionamiento

\*\* Luz verde, encendido y Luz roja indica baja batería.

### 8.6.5 Manual de instrucciones



#### Instrucciones de operación



Sistema indicador de la alteración de la Temperatura corporal

Gracias por la adquisición de MTC, Sistema indicador de la alteración de la Temperatura corporal.

Antes de utilizar el producto, lea cuidadosamente ese manual y consérvelo para futuras referencias.

  
 Bucaramanga - Colombia  
 Teléfono: 6461260  
 Dirección: Calle 68A No 27 - 60

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
¿Qué se puede hacer con el sistema MTC?	1
¿Cómo funciona el sistema MTC?	1
<b>Utilización de este manual</b>	<b>2</b>
¿Cómo debo usar este manual?	2
Resumen de seguridad	2
Indicaciones de uso	3
<b>Controles y pantalla</b>	<b>4</b>
<b>Instrucciones de Uso</b>	<b>5</b>
¿Cómo debo usar el sistema MTC?	5
<b>Preparación mediciones</b>	<b>7</b>
Selección del sensor de temperatura	7
PRECAUCIÓN	7
ADVERTENCIA	7
Conexión del sensor de temperatura al sistema	7
Aplicación del sensor de temperatura al paciente	7
Encendido del sistema	7
Encendido de la alarma	8
Lectura de la pantalla	8
Alarma	8
<b>Información de referencia</b>	<b>9</b>
Cuidado y mantenimiento	9
Accesorios	10
Petición de accesorios	10
Información técnica	10

**¿Qué se puede hacer con el sistema MTC?**

Con la opción de temperatura puede realizar lo siguiente:

- Tomar mediciones de temperatura continuas.
- Mostrar el valor de temperatura en la pantalla.
- Encender o apagar la alarma que suena cuando la unidad detecta valores de temperatura superiores o inferiores a los límites programados.

**¿Cómo funciona el sistema MTC?**

El sistema MTC está formada por: Unidad transmisora, Unidad receptora y Sensor de temperatura TERMISTOR NTC.

Al medir temperatura con esta unidad, se produce lo siguiente:

1. El termistor de la sonda de temperatura convierte la temperatura en una resistencia eléctrica.
2. La unidad transmisora mide esta resistencia, la convierte a grados Celsius y muestra de manera continua los valores de temperatura, cuando la temperatura corporal ha excedido los límites normales envía una señal al receptor.
3. La unidad receptora recibe la señal de alarma y emite una señal sonora.

### Utilización de este manual

Le recomendamos que registre la siguiente información para referencia en el futuro.

No. De serie \_\_\_\_\_ Fecha de compra \_\_\_\_\_

Nombre y dirección del distribuidor \_\_\_\_\_

#### ¿Cómo debo usar este manual?

Este folleto suplementario describe la puesta en marcha y el uso del sistema MTC. Familiarícese con todos los procedimientos del folleto antes de usar la opción de temperatura. Consulte la sección de Solución de problemas si el sistema MTC no funciona como se espera.



#### Resumen de seguridad

A continuación se incluye un breve resumen de las advertencias, precauciones y otra información de seguridad relacionada con la toma de temperatura. En el texto de este folleto encontrará advertencias y precauciones adicionales. Lea detenidamente esta sección antes de utilizar el termómetro.

2

### Utilización de este manual

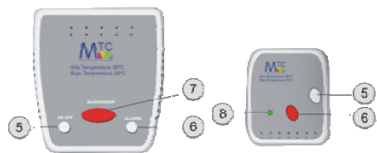
1. Lea este folleto antes de utilizar la unidad.
2. Consulte con un médico en caso de que la temperatura del paciente haya sobrepasado los límites normales.
3. Coloque los cables del paciente con cuidado para evitar que se enrosquen en el paciente y puedan producir estrangulamiento.
4. Compruebe el cableado y el correcto funcionamiento de la opción de temperatura.
5. No sumerja en agua, disolventes o soluciones de lavado el dispositivo, las baterías o los cables.
6. No esterilice el equipo a excepción de los sensores reutilizables, que pueden ser esterilizados siguiendo las instrucciones del fabricante.

#### Indicaciones de uso

La opción de temperatura está indicada para medir la temperatura de pacientes adultos y pediátricos con discapacidad física cuadriplejía, utilizando sensores de temperatura TERMISTOR NTC YSI 409B

3

### Controles y pantalla



- |              |                                            |
|--------------|--------------------------------------------|
| ① Sensor     | ⑤ ON OFF                                   |
| ② Receptor   | ⑥ ON OFF Alarma                            |
| ③ Transmisor | ⑦ Silenciador de la alarma                 |
| ④ Pantalla   | ⑧ Indicador de funcionamiento del receptor |

4

### Instrucciones de Uso

#### ¿Cómo debo usar el sistema MTC?

Para tomar mediciones seguras y exactas de temperatura, debe realizar las siguientes operaciones:

Para utilizar el Transmisor:

1. Seleccione el sensor de temperatura TERMISTOR NTC.
2. Conecte el sensor de temperatura al sistema.
3. Aplique el sensor de temperatura al paciente.
4. Encienda la unidad transmisora.
5. Encienda la alarma.
6. Lea la pantalla



5

## Instrucciones de Uso

Para utilizar el Receptor:

1. Encienda la unidad receptora.
2. Encienda la alarma.
3. Visualice el indicador de funcionamiento.



## Preparación mediciones

### Preparación para la realización de mediciones de temperatura corporal

#### Selección del sensor de temperatura

Utilice sensor de temperatura TERMISTOR NTC YSI 409B. Vea "Petición de accesorios"

#### PRECAUCIÓN

No utilice sensores de temperatura diferentes al termistor NTC. Si lo hace puede obtener una medición de temperatura inexacta.

**ADVERTENCIA** La utilización de accesorios, sensores distintos a los especificados puede producir errores en la unidad.

#### Conexión del sensor de temperatura al sistema

1. Inspeccione el sensor de temperatura y el cable para detectar desgastes, roturas o deshilaches. Reemplácelos si es necesario.
2. Conecte los cables de la sonda de temperatura al conector de temperatura.

#### Aplicación del sensor de temperatura al paciente

1. Corte una sección de Micropore para adherir el sensor al paciente.
2. Adhiera el sensor de temperatura a la zona axilar del paciente

#### Encendido del sistema

Para encender el sistema active el botón ON de la unidad

## Preparación mediciones

### Encendido de la alarma

Para encender la alarma active el botón ON de la unidad.

### Lectura de la pantalla

Si el sensor de temperatura y el cable están conectados adecuadamente, se mostrarán inmediatamente los valores de temperatura. Al leer los valores de temperatura en la pantalla, tenga en cuenta que la localización de la sonda en el paciente puede influir en las mediciones de temperatura.

El área de visualización de datos contiene la siguiente información:

Temperatura

Unidad de medición. La unidad de medición predeterminada grados Celsius (°C).

### Alarma

El sistema MTC incluye alarma de temperatura para las siguientes mediciones:

Los límites de alarma están fijados en sus valores predeterminados:

Límite superior a 38 °C y el límite inferior a 35 °C, por encima o por debajo de estos valores se activa la señal de alarma.

Ajuste predeterminado Intervalo (incrementos de 0,1)

Puede activar o desactivar la alarma de temperatura temporalmente utilizando el silenciador.

## Información de referencia

### Cuidado y mantenimiento

Este sistema es un producto de diseño y acabado superior, por lo tanto deberá ser tratado con cuidado. Las siguientes sugerencias le ayudarán a disfrutar de este producto por muchos años:

-Mantenga la unidad, así como sus accesorios fuera del alcance de los niños.

-Manténgalo seco. las precipitaciones, la humedad y los líquidos contienen minerales que corroen los circuitos electrónicos.

-No lo use ni almacene en lugares polvorientos o sucios.

-No lo almacene en lugares calurosos. Las temperaturas altas pueden acortar la vida de los dispositivos electrónicos, dañar la batería o torcer o derretir ciertos plásticos.

-No lo deje caer, no lo sacuda, ni lo golpee. los manejos bruscos pueden dañar los cuadros interiores de circuitos.

-No use productos químicos abrasivos, solventes de limpieza ni detergentes para limpiarlo.

Todas las sugerencias anteriores aplican por igual a la unidad transmisora, unidad receptora y accesorios.

**Información de referencia****Accesorios**

Unas normas prácticas para el buen funcionamiento de los accesorios:

- Mantenga los accesorios fuera del alcance de los niños
- Cuando desconecte el cordón eléctrico de cualquier accesorio, sujete el enchufe, no el cordón, y entonces desenchúfelo.

**Petición de accesorios**

Para la petición de accesorios del Sistema MTC. Atención al cliente al número de teléfono 057 7 6 496637.

**Información técnica:**

Dimensiones:

Largo:

Ancho:

Espesor:

Modelo: Sistema MTC (No resistente al agua).

Intervalo de medición:  $\pm 0,2$  °C

Pantalla: De 7 segmentos, muestra tres dígitos y el símbolo de (°C).

Avisador sonoro: Indica que la temperatura ha sobrepasado los niveles normales

Temperatura de Conservación:  $-20$  °C a  $60$  °C.

Sensor: Termistor NTC YSI 409B

Adaptador: 12 Voltios

Batería: 1 batería de 12 voltios

Sensor: Termistor NTC

## ESTADO DEL ARTE

Proyectos de grado desarrollados a nivel local:

© **Título:** "MEDIDOR ELECTRONICO DE SIGNOS VITALES (PRESION ARTERIAL, TEMPERATURA Y FRECUENCIA CARDIACA). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN" / por Orlando Augusto Ortiz Navas, Saúl Ramírez Troncoso  
**Autor:** TESIS DE GRADO - ORTIZ NAVAS, ORLANDO AUGUSTO; Ramírez Troncoso, Saúl; Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Tesis (pregrado)  
**Año:** 1989

© **Título :** "SISTEMA DE TELEMETRIA INALAMBRICA MOVIL DE CORTO ALCANCE APLICADO A LA MEDICION DE TEMPERATURA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN" / Alban Prada Rodríguez, Gabriel Leonard Salazar González ; directores Carlos Rodrigo Correa Celis, José de Jesús Rugeles Rugeles  
**Autor:** TESIS DE GRADO - Correa Celis, Carlos Rodrigo, DIR.; PRADA RODRIGUEZ, ALBAN; Rugeles Rugeles, José de Jesús, DIR.; Salazar González, Gabriel Leonard; Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Tesis (pregrado)  
**Año:** 2003

## CONCLUSIONES

- ⊙ Se diseñó y construyó un modelo funcional del sistema indicador de la temperatura corporal para pacientes con discapacidad física Cuadriplejía cumpliendo con los requerimientos planteados.
- ⊙ Se diseñó la interfaz usuario-maquina adecuada para el perfil de cada uno de los usuarios del producto.
- ⊙ Se propusieron y evaluaron alternativas para lograr la configuración mas adecuada del sistema de medición de la temperatura corporal para pacientes con discapacidad física Cuadriplejía.
- ⊙ Se documentó la información recolectada durante el desarrollo de la investigación, los resultados de las comprobaciones técnicas y ergonómicas de la propuesta desarrollada
- ⊙ Con el desarrollo de este proyecto se promueve el uso de tecnologías inalámbricas implementadas en Colombia, a través del uso de las bandas de frecuencia de libre utilización y de baja potencia.
- ⊙ No son sólo las personas con discapacidad física son quienes pueden utilizar este producto, también existe la posibilidad de ser usado por personas de edad avanzada y personas que las necesitan coyunturalmente, durante un período de tiempo mientras se recuperan de una lesión, enfermedad o accidente.
- ⊙ El diseño para la mayoría no siempre cubrirá las necesidades de las personas que sufren discapacidades severas. No obstante, con la sensibilización de los diseñadores se podría llegar, sin grandes inversiones económicas, a una parte de las personas con deficiencias funcionales leves o moderadas.

## RECOMENDACIONES

- ⊙ La fuente de alimentación auxiliar seleccionada para el sistema (batería de 12V) ofrece una corta duración, por lo cual se considera este aspecto como una posible mejora para un funcionamiento más eficiente del sistema.
- ⊙ La transmisión por radio frecuencia del sistema no presentó el alcance esperado comparado con las especificaciones del fabricante.
- ⊙ La optimización de los componentes del circuito electrónico sería conveniente para lograr disminuir el tamaño del sistema.
- ⊙ La escala de medición de temperatura predeterminada es la Celsius, se considera la posibilidad de tener la escala de medición Fahrenheit para hacer este producto accesible para otras poblaciones.

## BIBLIOGRAFIA

- RIVERA, Julia Judith. Entrenamiento funcional a incapacitados físicos. Bucaramanga: Publicaciones UIS, 1987. Biblioteca Facultad de Salud. Bucaramanga. 1987.
- CARR, J Y SHEPHERD, R. Fisioterapia en los trastornos cerebrales. Buenos Aires: Panamericana, 1.987.
- JUÁREZ ACOSTA, F. Reducción del tiempo en el tratamiento con Bioretroalimentación-EMG de la espasticidad en la hemiplejía. Suma psicológica. 1.997; 4(2): 127-143, 1997.
- VIEL, E. El método Kabat: Facilitación Neuromuscular propioceptiva. Barcelona: Masson, 1.989.
- VILLANUEVA LÓPEZ, C. Aplicación del biofeedback electromiográfico en lesiones neuromusculares. Fisioterapia. 20: 12-18, 1.998.
- ESTRADA MUÑOZ, Jairo. Ergonomía I. Editorial Universidad Antioquia. Segunda edición. 2000.
- NORMAN, Donald. Psicología de los objetos cotidianos. Editorial NEREA S.A. ISBN 8489569185. 300 Pág.
- DATUS, ¿Cómo obtener productos con alta usabilidad? IBV. ISBN 84 – 95448 – 07 – 6. 2003.
- Experimentación y simulación en ergonomía. Ergonomía III.
- AGUAYO Francisco Y SOLTERO Víctor. Metodología del Diseño Industrial, Editorial Ra-Ma, España 2003, Cáp. 8, Pág. 184.
- FARRER VELASQUEZ, Francisco y otros. "Manual de Ergonomía. Fundación MAPFRE", Ed. MAPFRE S.A., 1994

## **ANEXOS**

## Anexo A. Glosario

### **Ataxia<sup>26</sup>**

Alteración, parcial o total, de la coordinación muscular. Puede manifestarse como temblor involuntario de partes del cuerpo durante la realización de movimientos voluntarios (típicamente en las manos), como dificultad para realizar movimientos precisos, o como dificultad para mantener el equilibrio de la postura corporal.

### **Actividades de la Vida Diaria<sup>27</sup> (AVD)**

Conjunto de acciones y conductas asociadas a ellas que una persona ejecuta todos los días o con frecuencia casi cotidiana, para vivir de forma autónoma e integrada en su medio ambiente y cumplir su papel social.

### **Calor**

Implica aquello que produce un cambio en temperatura si se le añade a una sustancia; también significa el aumento en la colisión de moléculas moviéndose al azar. El calor se puede expresar mediante la escala Fahrenheit (grados Fahrenheit, °F) o Centígrado (Celsius o grados Centígrado, °C).

### **Catéter<sup>28</sup>**

Sonda que se introduce por cualquier conducto del organismo, natural o artificial, para explorarlo o dilatarlo o para servir de guía y vehículo a otros instrumentos.

### **Conducción<sup>29</sup>**

Es el intercambio térmico que se produce entre dos objetos en contacto. La ganancia o pérdida de calor por conducción depende de la temperatura de los objetos.

---

<sup>26</sup> "Ataxia." Microsoft® Encarta® 2006. Microsoft Corporation, 2005

<sup>27</sup> DATUS (Diseño de Ayudas Técnicas bajo criterios de Usabilidad) Guía practica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas. *Proyecto de Investigación*. Edición del texto Instituto de Biomecánica de Valencia©. ISBN.: 84-95448-07-6. 2003

<sup>28</sup> "Catéter" Microsoft® Encarta® 2006. Microsoft Corporation, 2005.

<sup>29</sup> Artículo [en línea] Fuente: <http://www.mtas.es/insht/practice/cuestion16.pdf>

### **Convección<sup>30</sup>**

Es el intercambio térmico que se produce entre la piel y el aire que la rodea. La ganancia o pérdida de calor por convección depende de la temperatura y de la velocidad del aire.

### **Cuadriparesia**

Debilidad y ataxia de los 4 miembros.

### **Cuadriplejía (o Tetruplejía)**

Lesión en la porción superior de la médula espinal, da como resultado la parálisis completa de las extremidades inferiores, y puede afectar en forma parcial o completa las superiores, dependiendo del nivel neurológico afectado.

### **Deficiencia<sup>31</sup>**

Los problemas en las funciones o estructuras corporales tales como una desviación significativa o una "pérdida". Esta definición sustituye a la recogida en la anterior Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y minusvalías, de la OMS, que dice: Dentro de la experiencia de la salud una deficiencia es toda pérdida o anomalía de una estructura o función psicológica, fisiológica o anatómica.

### **Diaplejía**

Parálisis que afecta en distinta medida a los miembros del cuerpo, estando generalmente más afectada la mitad inferior.

### **Discapacidad<sup>32</sup>**

El término "discapacidad" engloba las deficiencias, las limitaciones en la actividad o restricciones en la participación sustituyendo la definición recogida en la anterior Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM), que dice: Dentro de la experiencia de la salud, una discapacidad es toda restricción o ausencia (debida a una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano.

### **Discapacitado<sup>33</sup>**

Persona que tiene impedida o entorpecida alguna de las actividades cotidianas consideradas normales, por alteración de sus funciones intelectuales o físicas.

---

<sup>30</sup> Ídem.

<sup>31</sup> Fuente de información: OMS, Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías, 1997 y del Funcionamiento, la Discapacidad y de la Salud, 2002. Madrid: IMSERSO. [www.ceapat.org/6\\_centro/centro05.jsp](http://www.ceapat.org/6_centro/centro05.jsp)

<sup>32</sup> Ídem.

<sup>33</sup> "Discapacitado" Microsoft® Encarta® 2006. © Microsoft Corporation, 2005.

## **Espasmos**

Contracción violenta, involuntaria y anómala de los músculos, producida generalmente por mecanismo reflejo. El espasmo tónico, o calambre, se caracteriza por ser una contracción muscular muy prolongada y potente que se relaja con lentitud.

## **Evaporación<sup>34</sup>**

La evaporación es el único de los mecanismos que implica pérdida de calor, ésta pérdida depende de la humedad y de la velocidad del aire.

## **Fiebre**

Aumento en la temperatura corporal por encima de la temperatura normal, generalmente indica que existe algún proceso anormal del cuerpo.

## **Hemiplejía<sup>35</sup>**

Resultado de una lesión de la motoneurona superior que se manifiesta en el lado contrario a la zona encefálica dañada, originando como consecuencia una serie de trastornos motores (inicialmente parálisis) y sensitivos en dicho hemicuerpo, pudiendo afectar más a unas zonas que a otras (mayor afectación del miembro superior habitualmente).

## **Hipertermia**

Aumento inusual en la temperatura corporal por encima de lo normal, existe un déficit de disipación del calor producido. Es originada por una interrupción en las actividades del cuerpo para el control de la temperatura.

## **Hipertonía**

Aumento exagerado del tono muscular.

## **Hipotálamo**

Regula el funcionamiento de los sistemas nerviosos simpático y parasimpático, lo cual significa que regula cosas como el pulso, la presión sanguínea, la respiración, y la activación fisiológica en respuesta a circunstancias emocionales.

## **Hipotermia**

Es la disminución de la temperatura corporal, y se produce cuando la velocidad de enfriamiento excede a la cantidad de calor producido. Dicha disminución de la

---

<sup>34</sup> Fuente: <http://www.mtas.es/insht/practice/cuestion16.pdf>

<sup>35</sup> Recuperación funcional total en pacientes hemiparético izquierdo post – traumatismo craneal. Barroso, Juan M. García, María Isabel. Domínguez, Rosario. Mikhailenok, Eugene. *Artículo* [en línea]. <http://www.uninet.edu/union99/congress/indlib.html> Consulta [enero 2006]

temperatura corporal afecta al cerebro alterando la capacidad de la persona para pensar con claridad o moverse normalmente. La hipotermia severa también puede causar latidos irregulares del corazón que provocan insuficiencia cardíaca y la muerte.

### **Homeostasis<sup>36</sup>**

Conjunto de fenómenos de autorregulación conducentes al mantenimiento de una relativa constancia en la composición y propiedades del medio interno del organismo.

### **Homeostasis de la Temperatura**

Se refiere al mantenimiento/equilibrio a niveles constantes de la temperatura interna del cuerpo. Se trata de llegar a un equilibrio térmico y calórico, el cual ocurre cuando la ganancia de calor es igual a la pérdida/disipación de calor.

### **Incontinencia Urinaria<sup>37</sup>**

Es el escape involuntario de orina desde las vías urinarias inferiores, lo cual genera un problema social y de higiene. El grado de continencia de un paciente individual puede abarcar un rango amplio, desde una pérdida continua de orina asociada con incontinencia fecal hasta el escape de sólo algunas gotas durante el esfuerzo.

### **Infección**

Contaminación patógena del organismo por agentes externos bacteriológicos (hongos, bacterias, protozoos, rickettsias o virus) o por sus toxinas. Una infección puede ser local —confinada a una estructura— o generalizada extendida por todo el organismo.

### **Infecciones del Tracto Urinario (ITU)<sup>38</sup>**

Designa en forma genérica a cualquier infección o inflamación bacteriana localizada en cualquier nivel de las vías urinarias. Una inflamación (o una infección) de las vías urinarias inferiores afecta a la vejiga (cistitis) y a la uretra (uretritis).

### **Lesión medular espinal (LME)**

Se deben a una lesión traumática que da por resultado una contusión, un desgarro parcial o un desgarro total en la médula espinal, además de las consecuencias

---

<sup>36</sup> "Homeostasis" Microsoft ® Encarta® 2006 Microsoft Corporation, 2005.

<sup>37</sup> Enfermería/ Principios Y Práctica (Tomo II). Practica de Los Cuidados de Enfermería en el Adulto. Unidad X. Sistemas Renal Y Urinario 43. Manejo De Enfermería de Adultos con Trastornos de las Vías Urinarias. BEARE, Patricia Gauntlett / MYERS, Judith. ED. Médica Panamericana, Madrid. 1993.

<sup>38</sup> Ídem.

psíquicas, sociales y económicas que conlleva dicha condición de minusvalía física permanente o irreversible.

### **Minusvalía<sup>39</sup>**

En el ámbito de la salud, minusvalía es una situación desventajosa para un individuo determinado, consecuencia de una deficiencia o de una discapacidad, que limita o impide el desempeño de un rol que es normal en su caso (en función de su edad, sexo y factores sociales y culturales). El término "Minusvalía" ha quedado reemplazado por los nuevos conceptos, positivos, recogidos en la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud, elaborada por la OMS.

La Ley de Integración Social del Minusválido define: "Se entenderá por minusválido toda persona cuyas posibilidades de integración educativa, laboral o social se hallen disminuidos como consecuencia de una deficiencia previsiblemente permanente, de carácter congénito o no, en sus capacidades físicas, psíquicas o sensoriales."

### **Monoplejía**

Parálisis de un sólo brazo o pierna.

### **Parálisis cerebral<sup>40</sup>**

Es una alteración de la postura y del movimiento que a veces se combina con alteraciones de las funciones superiores, producidas por una lesión no progresiva, a nivel del Sistema Nervioso Central. Esta lesión puede suceder durante la gestación, el parto o durante los primeros años de vida, y puede deberse a diferentes causas.

### **Paraplejía**

Parálisis de los miembros inferiores, las dos piernas.

### **Paresia<sup>41</sup>**

Parálisis leve que consiste en la debilidad de las contracciones musculares.

### **Pielonefritis<sup>42</sup>**

Inflamación de los riñones por infección bacteriana.

---

<sup>39</sup> Fuente de información: OMS, Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías, 1997 y del Funcionamiento, la Discapacidad y de la Salud, 2002. Madrid: IMSERSO. [www.ceapat.org/6\\_centro/centro05.jsp](http://www.ceapat.org/6_centro/centro05.jsp)

<sup>40</sup> Parálisis cerebral. *Artículo* [en línea] [http://www.cnice\\_mecd.es](http://www.cnice_mecd.es) Consulta [enero 2006]

<sup>41</sup> "Paresia" Microsoft® Encarta® 2006. © Microsoft Corporation, 2005.

<sup>42</sup> "Pielonefritis" Microsoft® Encarta® 2006. © Microsoft Corporation, 2005.

### **Poiquiloterms<sup>43</sup>**

Incapacidad de regulación de la temperatura del cuerpo, por lo que esta varía de acuerdo con la temperatura ambiental.

### **Radiación<sup>44</sup>**

Es el intercambio térmico que se produce entre dos objetos a diferente temperatura. La ganancia o pérdida de calor por radiación depende de la temperatura de los objetos.

### **Receptores de temperatura**

Existen dos tipos de receptores de temperatura, uno central y otro periférico. El receptor central (en el hipotálamo) consiste de neuronas sensibles al calor y neuronas sensibles al frío. Los receptores periféricos o cutáneos son sensibles al calor y frío. Estos envían impulsos (aférentes) hacia la médula espinal. El impulso continúa hasta llegar a la región hipotalámica del cerebro.

### **Retención Urinaria<sup>45</sup>**

Es la evacuación insuficiente de la vejiga con la persistencia resultante de un volumen residual significativo o una estasis urinaria. El enlentecimiento del flujo urinario promueve la proliferación bacteriana. La orina estancada contribuye al desarrollo de ITU y de cálculos si el problema no es tratado.

### **Sensor**

Es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa (e.g. un termómetro de mercurio) o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico a digital, un computador y un display) de modo que los valores sensados puedan ser leídos por un humano.

### **Sistema Nervioso Autónomo**

Es la porción del SN relacionada con la regulación de las funciones viscerales y del medio interno. Desarrolla funciones automáticas, no controladas voluntariamente.

### **Temperatura**

La magnitud física que se emplea para medir en términos físicos las sensaciones de caliente y frío. Los cambios de temperatura provocan alteraciones en las

---

<sup>43</sup> "Poiquiloterms" Microsoft® Encarta® 2006. © Microsoft Corporation, 2005.

<sup>44</sup> Fuente: <http://www.mtas.es/insht/practice/cuestion16.pdf>

<sup>45</sup> Enfermería / Principios Y Práctica (Tomo II). Practica de Los Cuidados de Enfermería en el Adulto. Unidad X. Sistemas Renal Y Urinario 43. Manejo De Enfermería de Adultos con Trastornos de las Vías Urinarias. BEARE, Patricia Gauntlett / MYERS, Judith. ED. Médica Panamericana, Madrid. 1993.

propiedades físicas de los cuerpos sobre los que actúan. La temperatura se mide en grados, cuya definición depende de las escalas térmicas consideradas: Celsius, Fahrenheit, absoluta (Kelvin), Réaumur.

### **Temperatura corporal**

Medida del grado de calor del organismo. La temperatura corporal interna o central es una constante del medio interno, mantenida en valores cercanos a los 37°C.

### **Termistor<sup>46</sup>**

Es una resistencia no lineal, ya que la corriente que la atraviesa no es función lineal del voltaje. Es tan sensible que con él pueden medirse cambios de temperatura de hasta 0.01°C, es esencialmente un semiconductor compuesto de una mezcla sintetizada de óxidos metálicos.

### **Termistor NTC (Negative Temperature Coefficient)<sup>47</sup>**

Un termistor de coeficiente negativo de temperatura (NTC) es aquel cuya resistencia disminuye a medida que la temperatura aumenta.

### **Termistor PTC (Positive Temperature Coefficient)<sup>48</sup>**

Un termistor de coeficiente positivo de temperatura (PTC) es aquel cuya resistencia aumenta conforme aumenta la temperatura.

### **Termometría**

Es la parte de la física que se encarga de la medida de la temperatura.

### **Termopar<sup>49</sup>**

Unión de dos metales diferentes entre los cuales existe un voltaje que cambia directamente con la temperatura; es decir, al aumentar la temperatura aumenta el voltaje en forma proporcional.

### **Termorregulación<sup>50</sup>**

Regulación de la temperatura para mantenerla entre ciertos límites.

### **Termorresistencias**

Sensores pasivos de tipo analógico basados en el cambio de resistividad eléctrica de algunos metales o semiconductores con la temperatura.

---

<sup>46</sup> "Termistor." Microsoft® Encarta® 2006. Microsoft Corporation, 2005.

<sup>47</sup> Idem.

<sup>48</sup> Idem.

<sup>49</sup> Idem.

<sup>50</sup> "Termorregulación" Microsoft® Encarta® 2006. © Microsoft Corporation, 2005.

**Tisular**<sup>51</sup>

Pertenciente o relativo a los tejidos de los organismos.

**Traumatismo raqui-medular (TRM)**<sup>52</sup>

Lesión traumática del raquis y la médula espinal, que resulta en algún grado de compromiso, transitorio o permanente de las funciones neurológicas. (American Spinal Injury Association).

---

<sup>51</sup> "Tisular" Microsoft® Encarta® 2006. © Microsoft Corporation, 2005.

<sup>52</sup> Trauma vertebro-medular. *Articulo* [en línea] Consulta [enero 2006]  
<http://www.fm.unt.edu.ar/NuevaVersion/Dependencias/Neurologia/Trauma%20Vertebro%20Medular.PDF>

## Anexo B. Sistema nervioso humano<sup>53</sup>

El sistema nervioso humano, es el dispositivo más complejo ideado por la naturaleza. No solo controla todos los procesos que ocurren en nuestro cuerpo recibiendo información de las diferentes partes del mismo y enviando instrucciones para que la maquinaria funcione correctamente, sino que también nos permite interactuar con el medio ambiente, recibiendo, procesando y almacenando los estímulos recibidos por los órganos de los sentidos. El sistema nervioso, y en particular el cerebro, constituyen una central de inteligencia responsable de que podamos aprender, recordar, razonar, imaginar, crear y gozar de sentimientos.

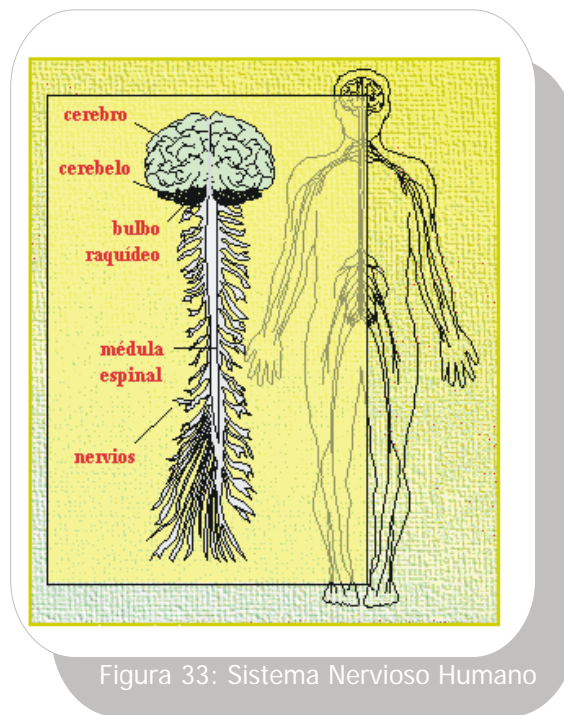


Figura 33: Sistema Nervioso Humano

<sup>53</sup> Neurología. *Artículo* [en línea] <http://www.iqb.es/neurologia/visitador/v001.htm> consulta [febrero 2006]

## Anatomía del sistema nervioso

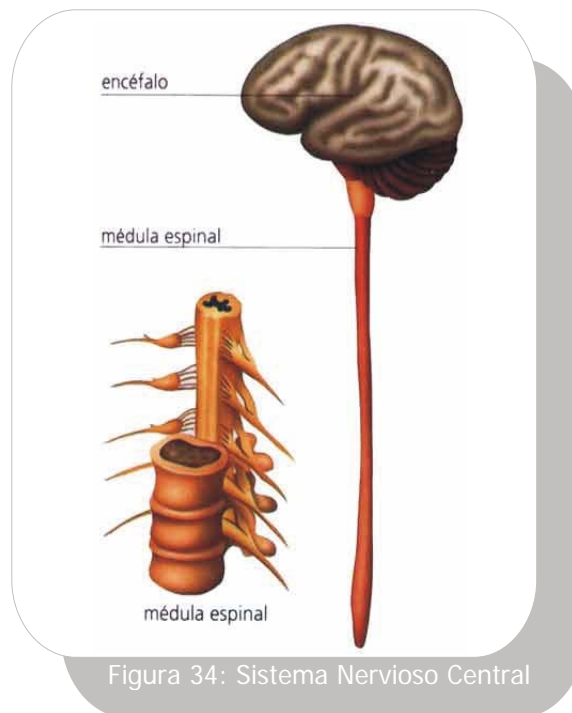
El sistema nervioso puede dividirse en tres grandes bloques

### 1. - Sistema nervioso central:

El sistema nervioso central está formado por el cerebro y la médula espinal.

En él residen todas las funciones superiores del ser humano, tanto las cognitivas como las emocionales. Está protegido en su parte superior por el cráneo y en parte inferior por la columna vertebral.

Consta de las siguientes partes: Encéfalo y Médula espinal

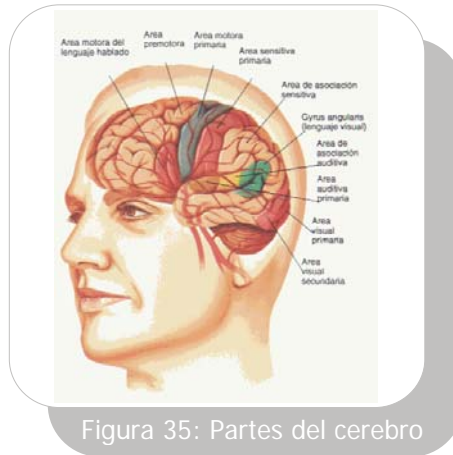


### ENCEFALO

Se denomina encéfalo, a la porción del sistema nervioso encerrado en la cavidad craneal y continua con la médula espinal a través del agujero occipital. Lo envuelven tres meninges, la duramadre, la aracnoides y la piamadre que tienen continuidad con las correspondientes meninges de la médula espinal.

El encéfalo se divide en tres partes principales:

## ⦿ Cerebro



Constituye la masa principal del encéfalo y es lugar donde llegan las señales procedentes de los órganos de los sentidos, de las terminaciones nerviosas nociceptivas y propioceptivas. Se desarrolla a partir del telencéfalo.

El cerebro procesa toda la información procedente del exterior y del interior del cuerpo y las almacena como recuerdos. Aunque el cerebro sólo supone un 2% del peso del cuerpo, su actividad metabólica es tan elevada que consume el 20% del oxígeno.

Se divide en dos hemisferios cerebrales, separados por una profunda fisura, pero unidos por su parte inferior por un haz de fibras nerviosas de unos 10 cm, llamado **cuerpo calloso** que permite la comunicación entre ambos.

En cada hemisferio se distinguen:

La **sustancia blanca**, más interna constituida sobre todo por fibras nerviosas amielínicas que llegan a la corteza.

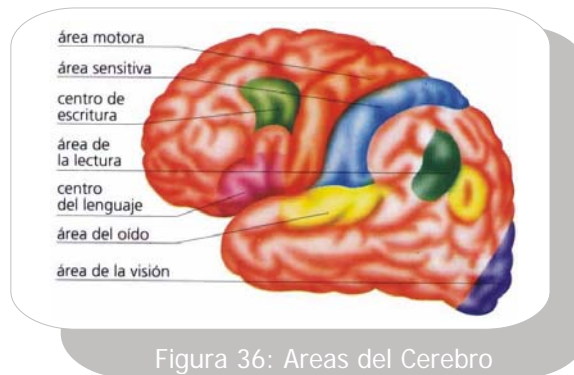
La **corteza cerebral** o sustancia gris, de unos 2 ó 3 mm de espesor.

Las áreas sensitiva y motora de los músculos voluntarios se encuentran en los lóbulos parietal y frontal, respectivamente. Los centros nerviosos de los sentidos se localizan en lóbulos concretos, y junto a cada uno de ellos existe un archivo o centro de la memoria.

Algunas facultades intelectuales se localizan en los lóbulos frontales, y otras no tienen localización exacta.

El centro del lenguaje se encuentra en el hemisferio izquierdo del cerebro, y es en este centro donde se forma la idea que cada palabra expresa. Otros centros cercanos contienen los "archivos" del significado de las palabras, "buscan" las palabras que precisamos para expresar lo que queremos decir.

El siguiente paso es la materialización de la idea a través de los impulsos nerviosos, que hacen actuar los órganos de la fonación (lenguaje hablado) o conducen los músculos del brazo y de la mano (lenguaje escrito).



El diencéfalo origina el tálamo y el hipotálamo:

### **Tálamo:**

Consiste en dos masas esféricas de tejido gris, situadas dentro de la zona media del cerebro, entre los dos hemisferios cerebrales. Es un centro de integración de gran importancia que recibe las señales sensoriales y donde las señales motoras de salida pasan hacia y desde la corteza cerebral. Todas las entradas sensoriales al cerebro, excepto las olfativas, se asocian con núcleos individuales (grupos de células nerviosas) del tálamo.

### **Hipotálamo:**

Situado debajo del tálamo en la línea media en la base del cerebro, está formado por distintas regiones y núcleos hipotalámicos encargados de la regulación de los impulsos fundamentales y de las condiciones del estado interno de organismo (homeostasis, nivel de nutrientes, temperatura). El hipotálamo también está implicado en la elaboración de las emociones y en las sensaciones de dolor y placer. En la mujer, controla el ciclo menstrual.

El hipotálamo actúa también como enlace entre el sistema nervioso central y el sistema endocrino.

### ⊙ Cerebelo

Es un pequeño órgano situado debajo del lóbulo occipital del cerebro. Es un centro reflejo que actúa en la coordinación y el mantenimiento del equilibrio. El tono del músculo voluntario, como el relacionado con la postura y con el equilibrio, también es controlado por esta parte del encéfalo. Así, toda actividad motora, desde jugar al fútbol hasta tocar el violín, depende del cerebelo.

### ⊙ Tronco del encéfalo

Se refiere a todas las estructuras que hay entre el cerebro y la médula espinal, esto es, el mesencéfalo o cerebro medio, el puente o protuberancia y el bulbo raquídeo o médula oblongada.

#### Protuberancia

También se ubica debajo del lóbulo occipital del cerebro, por delante del cerebelo. Actúa como estación de transmisión de las vías sensitivas y de las vías motoras.

#### Bulbo raquídeo

Es una prolongación de la protuberancia y conecta directamente con la médula espinal. Regula importantes funciones involuntarias del organismo a través del centro respiratorio (frecuencia de la respiración), del centro vasomotor (contracción y dilatación de los vasos sanguíneos) y del centro del vómito. Debido a su gran importancia, el encéfalo está muy bien protegido.

Además del cráneo, que constituye una sólida estructura ósea, cuenta con tres membranas muy delgadas o meninges: la duramadre, la aracnoides; y la piamadre, que evitan el contacto directo con los huesos del cráneo. Los ventrículos cerebrales también segregan líquido cefalorraquídeo, que sirve para amortiguar posibles golpes en la cabeza.

## **MEDULA ESPINAL**

Es la parte del sistema nervioso contenida dentro del canal vertebral. En el ser humano adulto, se extiende desde la base del cráneo hasta la segunda vértebra lumbar.

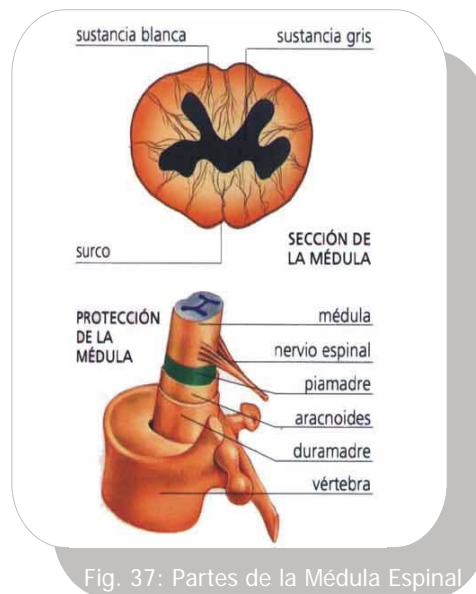


Fig. 37: Partes de la Médula Espinal

En la base del cráneo, se continúa con el bulbo raquídeo. La médula está encerrada en una funda triple de membranas, las meninges: la duramadre espinal o membrana meníngea espinal (paquimeninge), la membrana aracnoide espinal y la piamadre espinal.

La médula espinal está dividida de forma parcial en dos mitades laterales por un surco medio hacia la parte dorsal y por una hendidura ventral hacia la parte anterior; de cada lado de la médula surgen 31 pares de nervios espinales, cada uno de los cuales tiene una raíz anterior y otra posterior.

Los nervios espinales se dividen en:

- nervios cervicales: existen 8 pares denominados C1 a C8
- nervios torácicos: existen 12 pares denominados T1 a T2
- nervios lumbares: existen 5 pares llamados L1 a L5
- nervios sacros: existen 5 pares, denominados S1 a S5
- nervios coccígeos: existe un par

Los últimos pares de nervios espinales forman la llamada cola de caballo al descender por el último tramo de la columna vertebral.

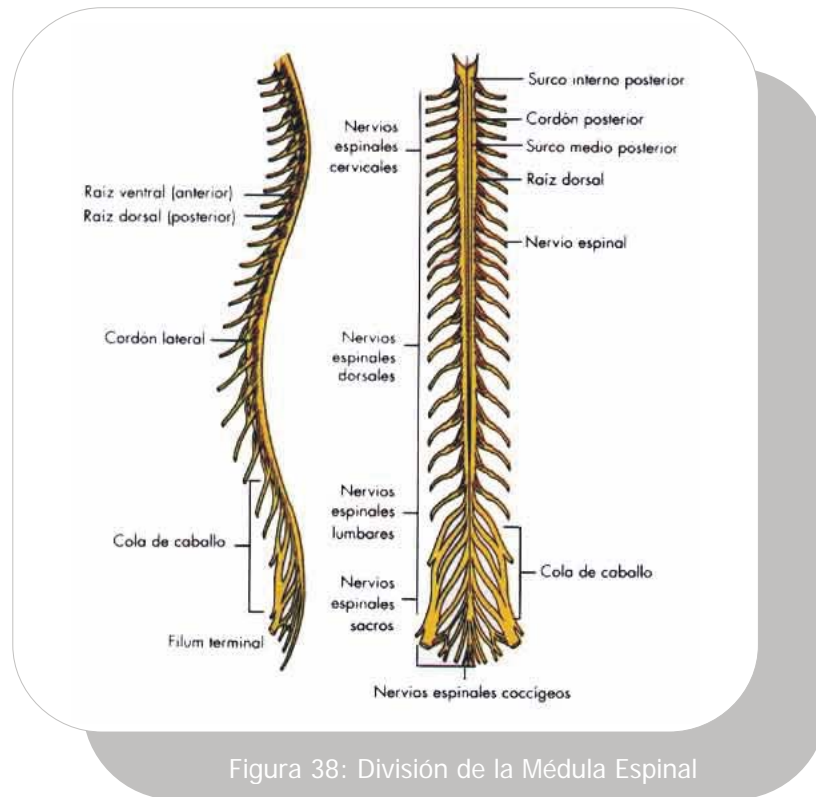


Figura 38: División de la Médula Espinal

La médula espinal es de color blanco, más o menos cilíndrica y tiene una longitud de 45 cm. Tiene una cierta flexibilidad, pudiendo estirarse cuando se flexiona la columna vertebral. Esta constituida por sustancia gris que, a diferencia del cerebro se dispone internamente, y de sustancia blanca constituida por haces de fibras mielínicas de recorrido fundamentalmente longitudinal.

### **Función**

La médula espinal transmite los impulsos ascendentes hacia el cerebro y los impulsos descendentes desde el cerebro hacia el resto del cuerpo. Transmite la información que le llega desde los nervios periféricos procedentes de distintas regiones corporales, hasta los centros superiores. El propio cerebro actúa sobre la médula enviando impulsos. La médula espinal también transmite impulsos a los músculos, los vasos sanguíneos y las glándulas a través de los nervios que salen de ella, bien en respuesta a un estímulo recibido, o bien en respuesta a señales procedentes de centros superiores del sistema nervioso central.

## 2. - Sistema nervioso periférico:

Constituye el tejido nervioso que se encuentra fuera del sistema nervioso central, representado fundamentalmente por los nervios periféricos que inervan los músculos y los órganos.

## 3.- Sistema nervioso autónomo o vegetativo:

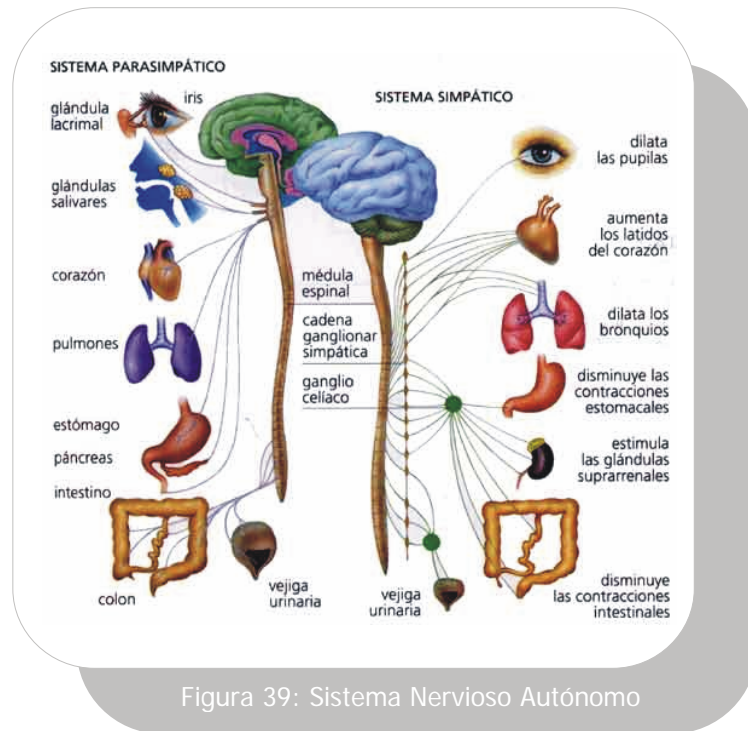


Figura 39: Sistema Nervioso Autónomo

El sistema nervioso autónomo regula las funciones internas del organismo con objeto de mantener el equilibrio fisiológico. Controla la mayor parte de la actividad involuntaria de los órganos y glándulas, tales como el ritmo cardíaco, la digestión o la secreción de hormonas.

La función del sistema nervioso autónomo es la regular la función de los órganos, según cambian las condiciones medioambientales. Para ello, dispone de dos mecanismos antagónicos:

### ⊙ Sistema nervioso simpático

Tiene la misión de activar el funcionamiento de los órganos del cuerpo y estimular diversas reacciones en casos de emergencia o de gasto energético: aumenta el metabolismo, incrementa el riego sanguíneo al cerebro, dilata los bronquios y las pupilas, aumenta la sudoración y el ritmo cardíaco, eleva la presión

sanguínea con la constricción de las arterias y estimula las glándulas suprarrenales.

#### ⊙ Sistema nervioso parasimpático

Tiene una función retardadora, opuesta a la del simpático: el organismo lo utiliza en situaciones de reposo y relajación, ya que es un sistema ahorrador de energía. Interviene en la digestión, de ahí la sensación de somnolencia que se sufre después de comer.

El sistema parasimpático se encarga de disminuir el ritmo cardíaco, contraer los conductos respiratorios, disminuir la presión arterial, aumentar la secreción nasal, de saliva y lacrimal, y aumentar los movimientos peristálticos y las secreciones intestinales.

## Anexo C. Origen de las discapacidades físicas

Las discapacidades físicas se pueden originar por diversos factores, entre ellos:

### ⊙ Enfermedad cerebro vascular (ECV) <sup>54</sup>

Son todos los trastornos en los cuales se daña un área del cerebro en forma permanente o transitoria a causa de isquemia o hemorragia cerebral, en los cuales unos o más vasos sanguíneos presentan alteración generando daño de tejido y déficit motor, sensitivo, perceptivo o cognitivo. Se debe a que el cerebro requiere un aporte constante de sangre ya que su metabolismo es aerobio, el cual le suministra oxígeno y glucosa a las neuronas para su correcto funcionamiento, si el cerebro es privado de sangre se pierde la conciencia en minutos y se produce daño permanente.

Signos y síntomas

- Adormecimiento y debilidad repentina en un hemicuerpo
- Dolor De Cabeza
- Confusión Repentina
- Mareo
- Perdida Del Equilibrio
- Afasia Sensitiva o Motora
- Parálisis Facial
- Incontinencia Urinaria
- Disfagia
- Disartria

### ⊙ Parálisis cerebral<sup>55</sup>

Las afectaciones más comunes son la perturbación del tono muscular, postura y movimiento, así como las interferencias producidas en el desarrollo neuropsíquico, así en algunas personas la parálisis cerebral es apenas apreciable, mientras que

---

<sup>54</sup> Rivera, Julia Judith. Entrenamiento funcional a incapacitados físicos. Publicaciones UIS – Salud. Bucaramanga. 1987. Págs. 4 - 24.

<sup>55</sup> Parálisis cerebral. *Artículo* [en línea] [http://www.cnice\\_mecd.es](http://www.cnice_mecd.es) Consulta [enero 2006]

otras pueden estar muy afectadas y necesitar de terceras personas para su vida diaria.

Dependiendo de la zona corporal afectada se distinguen varios tipos de parálisis:

- Monoplejía: parálisis de un sólo brazo o pierna.
- Hemiplejía: parálisis de uno de los dos lados del cuerpo, el derecho o izquierdo.
- Paraplejía: parálisis de los miembros inferiores, las dos piernas.
- Tetraplejía o cuadriplejía: parálisis de los cuatro miembros del cuerpo, brazos y piernas.
- Diaplejía: parálisis que afecta en distinta medida a los miembros del cuerpo, estando generalmente más afectada la mitad inferior.

#### ⊙ Traumatismo raqui-medular<sup>56</sup> (TRM)

El traumatismo raqui-medular (TRM) es el daño que se produce al tejido nervioso dentro del canal raquídeo. La mayoría de los TRM son causados por trauma a la columna vertebral, afectando así la habilidad de la médula espinal para enviar y recibir mensajes, desde el cerebro hacia los sistemas corporales que controlan la sensibilidad, la fuerza motora y las funciones autónomas por debajo del nivel de la lesión, y desde estos sistemas hacia el cerebro.

Los TRM son claramente más frecuentes en varones, entre 25 y 35 años, y sus causas<sup>57</sup> más frecuente son:

- Accidentes de tránsito
- Laborales
- Deportivos, sobre todo en deportes de fricción
- Accidentes por inmersión

Los signos de un TRM son:

- Dolor o presión intensos en el cuello o en la espalda.
- Hormigueo o pérdida de la sensación en las manos, pies o dedos.
- Pérdida parcial o completa del control de cualquier parte del cuerpo.
- Dificultad para respirar después del trauma.
- Protuberancia inusual a lo largo de la columna.

---

<sup>56</sup> Lesiones de la medula espinal. *Artículo* [en línea] <http://www.cirugiadelacolumna.com> Consulta [diciembre 2005]

<sup>57</sup> Trauma vertebro-medular. Etiología y epidemiología de los TRM. *Artículo* [en línea]. <http://www.fm.unt.edu.ar/NuevaVersion/Dependencias/Neurologia/Trauma%20Vertebro%20Medular.PDF> Consulta [enero 2006]

## Anexo D. Programas comunes para el control de vejiga<sup>58</sup>

### Dispositivos de Drenaje Externo<sup>59</sup>

Los dispositivos de drenaje urinario externos se encuentran disponibles para hombres y mujeres. Estos catéteres deben ser retirados e higienizados diariamente. Es fundamental vigilar la aparición de signos de irritación y soluciones de continuidad en la piel.

#### 1. Cateterización intermitente

Un tubo hueco, flexible y fino el cual es introducido dentro de la vejiga a través de la uretra y permite que la orina drene hacia fuera.



Figura 40: Cateterización intermitente

---

<sup>58</sup> Centro de Recursos de Florida para Lesiones de la Médula Espinal. *Artículo* [en línea] [http://www.flspinalcord.us/upload\\_documents/SurvivorsguideSpanish.pdf#search=%22centro%20de%20recursos%20de%20florida%20para%20lesiones%20de%20la%20medula%20espinal%22](http://www.flspinalcord.us/upload_documents/SurvivorsguideSpanish.pdf#search=%22centro%20de%20recursos%20de%20florida%20para%20lesiones%20de%20la%20medula%20espinal%22) Consulta [junio 2006]

<sup>59</sup> Enfermería / Principios Y Práctica (Tomo II). Unidad X. Sistemas Renal Y Urinario 43. Manejo De Enfermería de Adultos con Trastornos de las Vías Urinarias. BEARE, Patricia Gauntlett / MYERS, Judith. ED. Médica Panamericana, Madrid. 1993.

## 2. Catéter de drenaje permanente

Un catéter que permanece continuamente colocado. Este tipo de catéter tiene un balón en el extremo el cual es inflado con agua estéril una vez que el extremo está dentro de la vejiga. El balón inflado evita que el catéter se salga.



Fig 41: Catéter de drenaje permanente para hombres

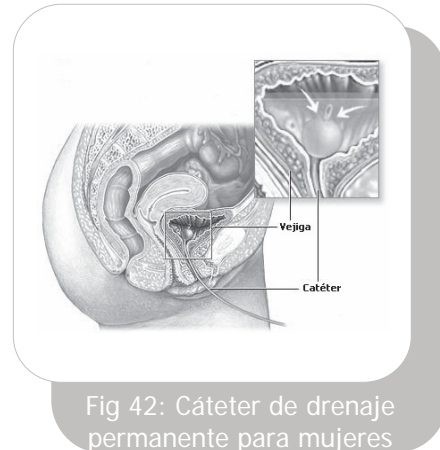


Fig 42: Catéter de drenaje permanente para mujeres

## 3. Catéter externo tipo condón para hombres

Un condón especial que puede ser conectado a un catéter. El condón mantiene al catéter en su lugar y recoge la orina.



Fig 43: Catéter tipo condón para hombres

## Anexo E. Dispositivos para medir Temperatura

Hay varios tipos de dispositivos que se utilizan como termómetros. El requisito fundamental es que empleen una propiedad fácil de medir que cambie de forma marcada y predecible al variar la temperatura<sup>60</sup>.

### ⊙ Termómetro de mercurio<sup>61</sup>

Formado por un capilar de vidrio de diámetro uniforme comunicado por un extremo con una ampolla llena de mercurio. El conjunto está sellado para mantener un vacío parcial en el capilar. Cuando la temperatura aumenta el mercurio se dilata y asciende por el capilar. La temperatura puede leerse en una escala situada junto al capilar.

### ⊙ Termómetros infrarrojos

Son termómetros que tienen un sensor que capta la energía térmica emitida por los cuerpos sin necesidad de contacto.

### ⊙ Tiras de temperatura

Las tiras de temperatura son láminas autoadhesivas a prueba de temperatura con elementos sensibles al calor. Estos elementos sensibles reaccionan a una temperatura definida, cuando la alcanzan, el color cambia de gris claro o amarillo a negro. Este cambio de color es irreversible incluso después de que el objeto a medir se enfría. Son muy adecuadas para la medición de temperatura en lugares de difícil acceso, en controles a largo plazo, etc.

### ⊙ Termistores

Se basan en la variación de la resistencia en los metales en función de la temperatura. Al aumentar la temperatura disminuye la resistencia. El coeficiente

---

<sup>60</sup> Termometría. *Artículo* [en línea] consulta [diciembre 2005]  
[http://www.fisicanet.com.ar/fisica/f2ap02/apf2\\_15b\\_Termometria.php](http://www.fisicanet.com.ar/fisica/f2ap02/apf2_15b_Termometria.php)

<sup>61</sup> Ídem.

de temperatura es el parámetro que determina la variación de resistividad en positiva, como en un termistor PTC, o negativa como en un termistor NTC.

- Termistor PTC:

Se utilizan en una gran variedad de aplicaciones: limitación de corriente, sensor de temperatura, desmagnetización y para la protección contra el recalentamiento de equipos tales como motores eléctricos. También se utilizan en indicadores de nivel, para provocar retardos en circuitos, como termostatos, y como resistores de compensación.

El termistor PTC pierde sus propiedades y puede comportarse eventualmente de una forma similar al termistor NTC si la temperatura llega a ser demasiado alta.

- Termistor NTC:

Se emplean en su fabricación óxidos semiconductores de níquel, zinc, cobalto, etc. La relación entre la resistencia y la temperatura no es lineal sino exponencial:

$$R = A * e^{\frac{B}{T}}$$

, donde A y B son constantes que dependen del termistor.

La característica tensión-intensidad (V/I) de un termistor NTC presenta un carácter peculiar ya que, cuando las corrientes que lo atraviesan son pequeñas, el consumo de potencia ( $R * I^2$ ) será demasiado pequeño para registrar aumentos apreciables de temperatura, o lo que es igual, descensos en su resistencia óhmica; en esta parte de la característica, la relación tensión-intensidad será prácticamente lineal y en consecuencia cumplirá la ley de Ohm.

### **TERMISTOR NTC 409B SERIE 400 (adultos)**



Fig 44: Termistor YSI 409B

Para medir temperatura de la piel. Sensor de disco que ofrece una superficie limpia de acero para el contacto con la piel del paciente unido a un cable flexible recubierto en vinilo.

#### Beneficios

- Compatibilidad: sondas diseñadas con conectores estandarizados.
- Seguridad: Sin la necesidad para de usar adaptador y aislamiento eléctrico de los conductores, las sondas reusables eliminan las preocupaciones sobre seguridad
- Costo-efectividad: tienen un costo por debajo de la competencia

#### Características

- Longitud del cable: 310 cm.
- Constante de tiempo 1.1 segundos
- Rango de temperatura:  $-40$  to  $100^{\circ}\text{C}$
- Diámetro del disco: 9.5 mm
- Exactitud:  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$
- Limpieza: las sondas deben ser limpiadas con un detergente apacible y agua para remover los excesos
- Terminación: estándar 0.25" plug de teléfono.
- Normas: calibradas mediante los estándares del NIST (National Institute of Standards and Technology de los US) y poseen la marca CE (certificado por el Medical Device Directive MMD 93/42/EEC)

## Anexo F. Telemetría

La telemetría es un sistema de medida de magnitudes físicas que permite transmitir esta a un observador lejano.

La telemetría biomédica se puede clasificar en tres grupos, según el tipo de dispositivos telemétricos que se empleen. Estos grupos son:

1. Dispositivos puestos en funcionamiento en el interior del organismo vivo.
2. Instalaciones de radio de varios canales para medios de investigación y transporte módulos de entrenamiento, cohetes, aviones en los que se halla alojado en el cuerpo a examinar, y en las que algunos canales han sido provistos de dispositivos complementarios capaces de transmitir diversas magnitudes biofísicas.
3. Equipos de pequeño peso y volumen que son instalados en la superficie del cuerpo que se desea examinar y que generalmente son denominados biotelemétricos.

Las ventajas generales de la telemetría son:

- Mediciones a distancia.
- No se interfiere con la actividad normal.
- Medición multiparamétrica.
- Permite análisis en tiempo real (comparación con sistema Holter).
- Monitorización de signos vitales con duración limitada solo por la fuente de poder.

Frecuencias utilizadas en biotelemetría:

Se han establecido internacionalmente rangos de alta frecuencia, VHF (canales vacantes de TV) y Ultra alta frecuencia UHF para EMS (Emergency Medical Services) únicamente para telemetría de monitoreo continuo para pacientes en vigilancia las frecuencias utilizadas son:

38-41 MHz Intensidad de campo 10 mVolts/metro a 15 metros

88-108 MHz Intensidad de campo 50 mVolts/metro a 15 metros  
174-216 MHz Intensidad de campo 150 mVolts/metro a 30 metros  
155.13 MHz, 155.43 MHz, 462.95 MHz, 468.175 MHz para servicios médicos  
de emergencia EMS.

Potencia utilizada 10 a 15 miliwatts. Anchos de banda 200 KHz en todos los casos.

## Anexo G. Normatividad

### ⊙ NORMA UNE – EN ISO 9999<sup>62</sup>

La norma UNE-EN ISO 9999, de Clasificación de Ayudas Técnicas, contiene una amplia oferta de productos dirigidos especialmente a personas con discapacidad y personas mayores.

### ⊙ NORMA ISO 9001

La norma ISO 9001, conjunto de reglas de carácter social y organizativo para mejorar y potenciar las relaciones entre los miembros de una organización. Cuyo último resultado, es mejorar las capacidades y rendimiento de la organización, y conseguir un aumento por este procedimiento de la calidad final del producto.

Estos principios básicos de la gestión de la calidad, son reglas de carácter social encaminadas a mejorar la marcha y funcionamiento de una organización mediante la mejora de sus relaciones internas. Estas normas, han de combinarse con los principios técnicos para conseguir una mejora de la satisfacción del consumidor.

### **Principios de la norma de calidad<sup>63</sup>**

Estos mejoran la capacidad de competencia y permanencia de cualquier empresa u organización.

Los 8 Principios básicos de la gestión de la calidad o excelencia:

1. Organización enfocada a los clientes  
las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto comprender sus necesidades presentes y futuras, cumplir con sus requisitos y esforzarse en exceder sus expectativas.
2. Liderazgo  
Los líderes establecen la unidad de propósito y dirección de la organización. Ellos deben crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal

---

<sup>62</sup> I+D+I AL SERVICIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD Y LAS PERSONAS MAYORES Libro blanco Primera edición: 2003, © IBV, ISBN: 84-95448-06-8, Depósito Legal: V.

<sup>63</sup> Fuente: [http://www.buscarportal.com/articulos/iso\\_9001\\_2000\\_gestion\\_calidad.html](http://www.buscarportal.com/articulos/iso_9001_2000_gestion_calidad.html)

pueda llegar a involucrarse totalmente para lograr los objetivos de la organización.

3. Compromiso de todo el personal  
El personal, con independencia del nivel de la organización en el que se encuentre, es la esencia de la organización y su total implicación posibilita que sus capacidades sean usadas para el beneficio de la organización.
4. Enfoque a procesos: Los resultados deseados se alcanzan más eficientemente cuando los recursos y las actividades relacionadas se gestionan como un proceso.
5. Enfoque del sistema hacia la gestión:  
Identificar, entender y gestionar un sistema de procesos interrelacionados para un objeto dado, mejora la eficiencia y la eficacia de una organización.
6. La mejora continua debería ser el objetivo permanente de la organización.
7. Enfoque objetivo hacia la toma de decisiones  
Las decisiones efectivas se basan en el análisis de datos y en la información.
8. Relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores  
Una organización y sus proveedores son independientes y una relación mutuamente benéfica intensifica la capacidad de ambos para crear valor y riqueza.

#### ⊙ **NORMA UNE-EN 60601-1**<sup>64</sup>

Esta Norma Internacional aplica a la seguridad básica y la actuación esencial del equipo eléctrico médico y los sistemas eléctricos médicos.

#### ⊙ **NORMA NTC 1000**<sup>65</sup>

En Colombia, las unidades oficiales de medida son las contenidas en el Sistema Internacional de Unidades.

#### ⊙ **NORMA 4 DE LAS NACIONES UNIDAS**

“Las ayudas técnicas y la accesibilidad, en general, deben ser provistos de forma gratuita o a un precio suficientemente bajo como para que todas las personas que las necesiten puedan comprarlas” (norma 4)<sup>66</sup>.

---

<sup>64</sup> Fuente: [www.tecnologias-sanitarias.com/electromedicina/seguridad.htm](http://www.tecnologias-sanitarias.com/electromedicina/seguridad.htm)

<sup>65</sup> Guía del consumidor colombiano. Control metrológico “Temperatura” *Artículo* [en línea] [http://www.inpsicon.com/elconsumidor/archivos/guia\\_consumidor.pdf](http://www.inpsicon.com/elconsumidor/archivos/guia_consumidor.pdf) consulta [enero 2006]

<sup>66</sup> Organización de Naciones Unidas (ONU), Op. cit., p. 13

**⊙ RESOLUCIÓN NÚMERO 797 DE 8 DE JUNIO DE 2001 DEL  
MINISTERIO DE COMUNICACIONES**

Por la cual se atribuyen unas bandas de frecuencias radioeléctricas para su libre utilización dentro del territorio nacional.

**LA MINISTRA DE COMUNICACIONES**

En el ejercicio de sus facultades legales y en especial de las que le confiere la Ley 72 de 1989, el Decreto Ley 1900 de 1990, el Decreto 1130 de 1999, los Decretos 2041 y 555 de 1.998 y 1705 de 1.999 y,

**CONSIDERANDO**

- 1.** Que el artículo 18 del Decreto 1900 de 1990 establece que el espectro electromagnético es de propiedad exclusiva del Estado y como tal constituye un bien de dominio público, inenajenable e imprescriptible, cuya gestión, administración y control corresponden al Ministerio de Comunicaciones.
- 2.** Que según lo dispuesto en el artículo 19 del Decreto 1900 de 1990, las facultades de gestión, administración y control del espectro electromagnético comprenden, entre otras, las actividades de planeación y coordinación, la fijación del cuadro de frecuencias, la asignación y verificación de frecuencias, el otorgamiento de permisos para su utilización, la protección y defensa del espectro radioeléctrico, la comprobación técnica de emisiones radioeléctricas, el establecimiento de condiciones técnicas de equipos terminales y redes que utilicen en cualquier forma el espectro radioeléctrico, la detección de irregularidades y perturbaciones, y la adopción de medidas tendientes a establecer el correcto y racional uso del espectro radioeléctrico, y a restablecerlo en caso de perturbación o irregularidades.
- 3.** Que el Comité Consultivo Permanente CCPIII de 1.996 de la CITEI recomendó el uso libre de algunas porciones del espectro radioeléctrico en aplicaciones de radios de operación itinerante, como una herramienta para la optimización del espectro radioeléctrico, en razón a la ocupación del mismo y a la demanda creciente de servicios y actividades de telecomunicaciones en los países americanos.
- 4.** Que el numeral 33.8 del artículo 2º del Decreto 1705 de 1999 "Por el cual se modifica el Decreto 2041 de 1.998", establece que: VALOR DE LA

CONTRAPRESTACIÓN POR EL USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO QUE SE AUTORICE DE MANERA GENERAL. El uso del espectro radioeléctrico para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM) y para aplicaciones en recinto cerrado que se autoricen de manera general y expresa por parte del Ministerio de Comunicaciones, es libre.

5. Que el Ministerio de Comunicaciones considera necesario acoger los estudios adelantados por el Centro de Investigación de las Telecomunicaciones CINTEL para que se adopte por vía reglamentaria el uso libre del espectro radioeléctrico en aplicaciones industriales, científicas y médicas ICM y dispositivos electrónicos que por su baja potencia y corto alcance pueden ser operados en determinadas bandas de frecuencias sin que logren causar interferencia perjudicial a servicios de telecomunicaciones primarios o secundarios.

6. Que en razón de los adelantos tecnológicos se hace necesario designar y atribuir unas frecuencias y bandas de frecuencias radioeléctricas para su uso libre por parte del público en general.

#### **RESUELVE:**

**Artículo 1o.** OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN. La presente Resolución tiene por objeto atribuir frecuencias y bandas de frecuencias radioeléctricas para su uso libre por parte del público en general y definir las características técnicas de operación para su uso, en las condiciones que se establecen en la presente Resolución.

**Artículo 2o.** DEFINICIONES. Para los efectos de la presente Resolución se establecen las siguientes definiciones:

**TELECOMUNICACIÓN.** Se entiende por telecomunicación toda emisión, transmisión o recepción de señales, escritura, imágenes, signos, sonidos, datos o información de cualquier naturaleza, por hilo, radio, u otros sistemas ópticos o electromagnéticos.

**RADIOCOMUNICACIÓN:** Toda telecomunicación transmitida por medio de las ondas radioeléctricas.

**TELEMANDO, TELECOMANDO:** Utilización de las telecomunicaciones para la transmisión de señales destinadas a iniciar, modificar o detener a distancia el funcionamiento de los dispositivos de un equipo.

TELEMEDIDA (Telemetría): Aplicación de las telecomunicaciones que permite indicar o registrar automáticamente medidas a cierta distancia del instrumento de medida.

TELEALARMA: Alarma remota. El alertamiento en un punto central vía radio de la ocurrencia de una situación o evento deseado o indeseado en un punto remoto.

TELECONTROL: Control de equipos operacionales a distancia usando una combinación de telemetría y telecomando.

DISPOSITIVO DE TELEMETRÍA BIOMÉDICA. Aparato de radiocomunicaciones usado para transmitir medidas de fenómenos biomédicos tanto de humanos como de animales a un receptor.

DISPOSITIVO PARA AYUDA DE AUDITORIO. Aparato de radiocomunicaciones usado para proveer ayuda auditiva a personas normales o minusválidas. El dispositivo puede ser usado para entrenamiento auricular en instituciones educativas, para asistencia en lugares de reuniones públicas, tales como iglesias, teatros o auditorios y para asistencia a individuos minusválidos o impedidos.

SENSOR DE DISTURBANCIA DE CAMPO. Aparato de radiocomunicaciones que establece un campo de radio frecuencia en su vecindad y detecta cambios en el campo resultado del movimiento de personas u objetos dentro de su rango.

DISPOSITIVO PERIFÉRICO. Dispositivo de entrada y salida de un sistema que alimenta y/o recibe datos de una unidad central de procesos digital

DISPOSITIVOS DE OPERACIÓN MOMENTÁNEA. Dispositivos que emplean únicamente señales de control, para aplicaciones en sistemas de telealarmas como apertura de puertas y switches remotos. Pueden ser activados manual o automáticamente y su periodo de transmisión máximo debe ser de 5 segundos. Se exceptúan de esta limitación los dispositivos empleados en los sistemas de detección de fuego, seguridad y salvamento, los sistemas de radio control para modelos y juguetes o de transmisión continua, tales como de voz o video y las transmisiones de datos.

RADIOS DE OPERACIÓN ITINERANTE: Aparatos transreceptores portátiles, monocanales de voz, para la transmisión y recepción de señales radioeléctricas en operaciones itinerantes y de tránsito, radio a radio, que operan con niveles de potencia nominal menor a dos (2) vatios, según las especificaciones técnicas establecidas en la presente Resolución.

**OPERACIÓN ITINERANTE:** Operación de radiocomunicación entre aparatos transreceptores portátiles, sin necesidad de estaciones de base o repetidoras, en sitios o lugares geográficos no especificados dentro del territorio nacional, por periodos variables u ocasionales de tiempo, con las características técnicas y dentro de las frecuencias radioeléctricas, determinadas por el Ministerio de Comunicaciones.

**INTERFERENCIA PERJUDICIAL.** Cualquier emisión, radiación o inducción que pone en peligro el funcionamiento de un servicio de radionavegación o de servicios de seguridad o que degrada seriamente, impide o interrumpe repetidamente un servicio de radiocomunicaciones explotado de acuerdo con el reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

**Artículo 3o.** FRECUENCIAS Y BANDAS DE FRECUENCIAS. Las frecuencias y bandas de frecuencias radioeléctricas relacionadas a continuación, podrán ser utilizadas libremente por el público en general, en aplicaciones de: telemetría, telecomando, telealarmas, telecontrol vehicular, dispositivos de operación momentánea, microfonía inalámbrica y transreceptores de voz y datos, y radios portátiles de operación itinerante, que posean bajos niveles de potencia o de intensidad de campo, con las características técnicas particulares descritas en los siguientes casos:

**FRECUENCIAS Y BANDAS DE FRECUENCIAS PARA APLICACIONES DE TELEMETRÍA Y TELECONTROL CON BAJOS NIVELES DE POTENCIA O DE INTENSIDAD DE CAMPO.**

FRECUENCIAS (MHz)	LÍMITE DE POTENCIA O DE INTENSIDAD DE CAMPO	Sección 1.01 Sección 1.02 <b>APLICACIÓN</b>
0,045 a 0,490	1mW	Localizadores de cables
0,535 a 1,705	100 mW	Telemetría Biomédica
26,957 a 27,283	300 mW	Controles remotos para modelos
29,72 a 30,0	300 mW	
36,0 a 36,6	300 mW	
72,0 a 74,8	300 mW	
174 a 216	700 mW	
433 a 434,79	10 mW	Telecomando, Telecontrol, Controles remotos para modelos
433,0 a 434,79 451,025 a 451,675	1 mW	Medidores de agua
426,0250 a 426,1375	1 mW	Telemetría, Telecontrol
426,0375 a 426,1125	1 mW	
429,2500 a 429,2375	10 mW	

429,8125 a 429,9250	10 mW	
433,0 a 434,79	10 mW	
449,8375 a 469,9250	10 mW	
469,4375 a 469,4875	10 mW	
894 a 896	500 uV /m (a 3 m)	Medición de características de materiales
897,125 a 897,500	500 uV /m (a 3 m)	
905 a 908	500 uV /m (a 3 m)	
915 a 924	500 uV /m (a 3 m)	
924 a 928	500 uV /m (a 3 m)	
928 a 929	500 uV /m (a 3 m)	
932 a 935	500 uV /m (a 3 m)	
936,125 – 940,000	500 uV /m (a 3 m)	

#### BANDAS DE FRECUENCIAS PARA DISPOSITIVOS DE OPERACIÓN MOMENTÁNEA

BANDAS DE FRECUENCIAS (MHZ)	LÍMITE DE POTENCIA O DE INTENSIDAD DE CAMPO (a 3 metros)
40,66 a 40,70	10 mV/m
70 a 108	1250 uV/m (470 nW)
138 a 149,9	1250 a 3750 uV/m
150,5 a 156,5	1250 a 3750 uV/m
156,9 a 174	1250 a 3750 uV/m
174 a 260	1250 a 3750 uV/m
260 a 328,6	3750 a 12500 uV/m
335,4 399,9	3750 a 12500 uV/m
406 a 470	3750 a 12500 uV/m
470 a 960	12500 uV/m (47 uW)
Mayor a 1427	12500 uV/m (47 uW)

#### **Artículo 4o.** DE LOS RADIOS PORTÁTILES ITINERANTES

**Artículo 5o.** INTERFERENCIAS PERJUDICIALES. Los sistemas, equipos, aparatos y dispositivos que utilicen para su operación las frecuencias y bandas de frecuencias previstas en la presente Resolución, no deben causar interferencia perjudicial a las estaciones de un servicio primario o secundario a las que se les hayan asignado frecuencias con anterioridad o se les puedan asignar en el futuro, ni tampoco podrán reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones de un servicio primario o secundario.

**Artículo 6o.** INFRACCIONES Y SANCIONES EN MATERIA DE TELECOMUNICACIONES. Los usuarios de las frecuencias y bandas de frecuencias de que trata la presente Resolución, que utilicen libremente el espectro radioeléctrico para su telecomunicación, deberán operar sus aparatos

exclusivamente en las frecuencias radioeléctricas atribuidas y dentro de los parámetros técnicos establecidos.

La contravención a la presente disposición dará lugar a las sanciones de orden administrativo a que hubiere lugar, acorde con el Decreto Ley 1900 de 1990 y conforme a las normas legales vigentes.

**Artículo 7o.** VIGENCIA. Esta Resolución rige a partir de su publicación y deroga las normas que le sean contrarias.

**PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE.**

LA MINISTRA DE COMUNICACIONES, MARIA DEL ROSARIO SINTES ULLOA

## **Anexo H. Prioridad de los requerimientos de evaluación**

### **Objetivo principal**

Establecer la prioridad de los requerimientos evaluadores de las alternativas de diseño planteadas.

### **Tipo de usuarios**

Personas que realizan la asistencia a pacientes con discapacidad física cuadriplejía, en este caso personal de enfermería del Hospital Universitario de Santander. Participaran en esta encuesta 10 personas sin restricción de sexo, el rango de edad está comprendido entre los 18 y 60 años.

### **Técnica utilizada: Encuesta**

Es un cuestionario estructurado que se da a una muestra de la población y está diseñado para obtener información específica de los entrevistados. Se plantea este método porque el cuestionario es de fácil aplicación y los datos obtenidos son confiables, porque las respuestas se limitan a las alternativas mencionadas.

### **Equipo**

Para las pruebas se utilizarán cuestionario y lápiz.

### **Tiempo del experimento**

Máximo 5 a 7 minutos

### **Procedimiento**

La prueba se aplica en forma individual a los sujetos en condiciones ambientales normales, antes de iniciar la prueba se les explicará en que consiste y el significado de cada uno de los términos utilizados en la misma.

### **Observación**

Fue necesaria la explicación de los términos utilizados en la encuesta, debido al desconocimiento de la terminología por parte de los encuestados.

## Modelo de la Encuesta

Se esta desarrollando un estudio orientado a conocer las características principales del sistema a diseñar para la medición constante de la temperatura corporal en pacientes con Cuadriplejía. Solicitamos su colaboración para que nos suministre algunos datos de nuestro interés, agradecemos su atención, solo utilizaremos algunos minutos de su tiempo.

Nombre Encuestado \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Nivel de educación del encuestado:

1. Primaria 2. Secundaria 3. Universitaria 4. Postgrados 5. No tiene

Ocupación actual:

1. Empleado 2. Independiente 3. Desempleado 4. Informal 5. Estudiante

Se dará un listado de características del sistema y se le pide evaluar su importancia de acuerdo a lo siguiente, siendo 1 el menos importante y 10 si es más importante.

CARACTERISTICAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Seguridad										
Antropometría										
Practicidad										
Resistencia										
Reparación y mantenimiento										
Ergonomía										
Facilidad de uso										
Lectura e interpretación de datos										
Facilidad de transporte del sistema										
Estabilidad de sistema										
Aprendizaje de uso										
Acabados										

Resultados de la encuesta:

CARACTERÍSTICAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Seguridad							1			9
Antropometría					5		1	2		2
Practicidad						1		1	2	6
Resistencia							2	1		7
Reparación y Mantenimiento			1					1	2	6
Ergonomía					2		1	2		5
Facilidad de uso						1				9
Lectura e interpretación de datos							2		1	7
Facilidad de transporte del sistema						1	1	1		7
Estabilidad de sistema				1			1	1	2	5
Aprendizaje de uso		1						2		7
Acabados	1				4	1	1			3

A continuación se muestran los puntos obtenidos para cada característica:

CARACTERÍSTICAS	RESULTADOS
Seguridad	97
Antropometría	68
Practicidad	92
Resistencia	92
Reparación y Mantenimiento	89
Ergonomía	83
Facilidad de uso	96
Lectura e interpretación de datos	93
Facilidad de transporte del sistema	91
Estabilidad de sistema	83
Aprendizaje de uso	88
Acabados	64

Según los datos arrojados por la encuesta la prioridad para los requerimientos es la siguiente:

- Seguridad
- Facilidad de uso
- Lectura e interpretación de datos
- Practicidad
- Resistencia
- Facilidad de transporte del sistema
- Reparación y Mantenimiento
- Aprendizaje de uso
- Ergonomía
- Estabilidad de sistema
- Antropometría
- Acabados

## **Anexo I. Población discapacitada (Colombia)**

Según los datos estimativos de la Organización Mundial de la Salud (OPS) un 12% del total de la población de un país puede encontrarse en condición de discapacidad. Para Colombia, esto puede significar 5 millones de habitantes con discapacidad.

El DANE<sup>67</sup> en su Boletín de mayo de 2006 sobre el Censo de 2005, informa que al realizar un análisis a los resultados arrojados por la ronda de los Censos en América Latina para el decenio del 2000, se han arrojado los siguientes resultados: Venezuela (3,9%), México (1,8%) y Chile (2,2%) Ecuador (4,6%) Brasil (8,5%) y Colombia (6,4%), de estos resultados se puede observar que la población con discapacidad o deficiencias, varía entre el 1,8 y el 8,5%. Es importante destacar que un análisis comparado en términos cuantitativos y cualitativos a nivel latinoamericano es difícil, pues existen formas disímiles de abordar la discapacidad, algunos países se refieren a invalido, lisiado, impedido, minusválido, entre otras.

Los datos preliminares arrojados por el Censo del 2005 en Colombia, señalan que la tasa de prevalencia de discapacidad para el total de la población es del 6,4%, la cual es mayor en hombres (6,6%) que en mujeres (6,2%). Por número de limitaciones, se señala que de las personas con discapacidad, el 71,2% presenta una limitación, el 14,5% dos limitaciones, el 5,7% tres limitaciones y el 8,7 % tres o más limitaciones permanentes.

De igual forma, el Censo de 2005, reporta la prevalencia mayor de limitaciones permanentes en la población adulta. En el grupo de 50 a 54 años, el 10,6% de los hombres y el 10,1% de las mujeres presentan limitaciones permanentes.

---

<sup>67</sup>Fuente: <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-109523.html>

## Población discapacitada (Santander)

SEXO Y GRUPOS DE EDAD	TOTAL	POBLACION CON ALGUNA DISCAPACIDAD	TIPO DE DISCAPACIDAD (2)						NINGUNA DE LAS ANTERIORES
			CEGUERA	SORDERA	MUDEZ	RETRASO O DEFICIENCIA MENTAL	PARALISIS O AUSENCIA DE MIEMBROS SUPERIORES	MIEMBROS INFERIORES	
TOTAL NAL	1.584.601	27.035	9.956	8.479	2.231	5.090	2.808	3.120	1.557.566
0 – 14	550.542	3.032	822	571	447	1.095	272	285	547.510
15 – 44	748.517	7.801	1.862	1.487	1.001	2.702	943	972	740.716
45 – 64	205.725	7.049	3.192	2.077	452	780	763	759	198.679
64 y más	79.814	9.153	4.080	4.344	331	513	830	1.104	70.660
HOMBRES	778.179	14.023	4.580	4.497	1.149	2.708	1.683	1.762	764.156
0 – 14	280.882	1.684	411	319	251	632	151	173	279.198
15 – 44	360.039	4.352	954	813	506	1.489	619	603	355.687
45 – 64	99.828	3.540	1.390	1.125	234	369	472	460	96.288
65 y más	37.430	4.447	1.825	2.240	158	218	441	526	32.983
MUJERES	806.422	13.012	5.376	3.982	1.082	2.382	1.125	1.358	793.410
0 – 14	269.660	1.348	411	252	196	463	121	112	268.312
15 – 44	388.478	3.449	908	674	495	1.213	324	369	385.029
45 – 64	105.900	3.509	1.802	952	218	411	291	299	102.391
65 y más	42.384	4.706	2.255	2.404	173	295	389	578	37.678

Tabla N.4: Población discapacitada en Santander

Población total censada en hogares particulares, por tipo de discapacidad, según sexo y grupos de edad. Total departamento.

## **Anexo J. Comprobaciones**

### **A. INVESTIGACION Y EXPERIMENTACION ERGONOMICA**

Para asegurar que el producto cumpla con las especificaciones de diseño e ingeniería y sobre todo las consideraciones humanas debe ser sometido a un proceso de inspección dirigido especialmente hacia las necesidades del usuario tales como utilidad, seguridad, facilidad de mantenimiento e instalación, costo, confort y facilidad de uso. Esta investigación debe considerar tanto las personas que van a utilizar el producto como el sistema dentro del cual estará ubicado.

Esta experimentación ayudará a:

1. Determinar la confiabilidad y facilidad de mantenimiento de los componentes desde el punto de vista humano.
2. Determinar que el diseño de un componente concuerde con una eficiente práctica o relación ergonómica.
3. Evaluar posibles cambios de diseño antes del modelo funcional final.
4. Evaluar bajo condiciones reales si el sistema es operable y efectivo.
5. Evaluar si el sistema puede ser operado, mantenido y controlado por el personal asignado.
6. Descubrir puntos críticos inadecuados en la relación hombre-máquina y posibles cambios a realizar en el producto que mejoren la compatibilidad hombre-máquina

### **EXPERIMENTACIÓN ERGONOMICA**

Este sistema indicador de la alteración espontánea de la temperatura corporal ha sido diseñado para un fin específico y a través de este experimento se busca probar cada pieza del producto para estimar su funcionamiento bajo condiciones dadas, la facilidad de instalación y el mantenimiento.

## **Variables que contribuyen a la fidelidad de una prueba**

Es necesario incluir variables que tienen un efecto importante en el funcionamiento del sistema.

*Exploración:* esta prueba se realiza sobre un modelo funcional. Se realizará un cuestionario que permitan conocer la opinión del operador sobre ciertos aspectos generales que permitan la evaluación del sistema, tales como visibilidad y legibilidad de la información, compatibilidad entre dispositivo y funcionamiento, y manipulación del sistema y sus accesorios.

*Comparación entre dos o más piezas de un equipo:* para hacer estimaciones cualitativas.

## **Objetivos de la experimentación**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la usabilidad del sistema.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ⊙ Determinar que el diseño de los componentes del sistema concuerden lo mejor posible con una eficiente practica.
- ⊙ Evaluar las dificultades operativas del sistema por el personal asignado.
- ⊙ Evidenciar puntos críticos e inadecuados en la interfaz persona-sistema y posibles cambios a realizar en el producto que mejoren su compatibilidad.

### **METODOLOGIA A UTILIZAR:**

Para medir la usabilidad del sistema se elige un grupo de usuarios que realicen una serie de tareas específicas en el escenario del sitio bajo estudio.

- A. Se realiza una observación directa de la operatividad de los usuarios y medición de datos, en cuanto a:

- ¿Cuánto tiempo tardan en realizar cada tarea?
  - ¿Cuántas dificultades cometen al realizar la tarea?
  - ¿Qué tipo de dificultades se cometen al realizar la tarea?
  - ¿Qué dificultades han tenido durante la realización de la tarea?
- B. Se determina que es lo que realmente se puede averiguar:
- Que aspectos de la interactividad de los usuarios con el sitio se quieren realmente estudiar.
  - Se divide el objetivo general en objetivos simples fácilmente medibles.
- C. Diseño del test:
- Identificar el colectivo de usuarios para las pruebas.
  - Determinar el diseño experimental: de que forma se organizarán y ejecutarán las pruebas para eliminar del experimento las variables sin interés.
- D. Desarrollar las tareas que los usuarios realizaran durante cada experimento y el escenario apropiado.
- E. Especificar las máquinas y software auxiliar, así como otros medios (video, audio, espejos) para las pruebas.
- F. Identificar el personal requerido para explicar las pruebas y recoger los datos:
- Testers
  - Facilitador
- G. Conseguir usuarios de manera que resulte una muestra representativa.
- H. Establecimiento de la prueba
- Preparación de los aparatos de medida
  - Preparar la muestra de usuarios que realizaran las pruebas.
- I. Ejecución de la prueba
- Preparación del sujeto para la prueba: Normalmente estará incómodo. Hay que darle instrucciones y explicarle las reglas.
  - Ejecución del test en si, y toma de datos: Normalmente sin mucha interacción con el usuario, salvo aquellas preguntas que pueden ayudarnos a determinar por que hizo alguna acción.
- J. Interrogar al usuario: Discutir la prueba con el usuario una vez finalizada.

K. Analizar los datos

- Resumir y esquematizar los datos de preferencias del usuarios durante la prueba, en base a lo observado, lo comentado con el, sus observaciones, lo expresado en cuestionarios, etc.

### Desarrollo y preparación del instrumento de registro de datos

1. Codificación del usuario: estará dado por el número de la ficha.
2. Perfil del usuario:
  - Persona cuidadora: edad, sexo, lateralidad.
  - Persona con Discapacidad: Nivel de discapacidad, edad, sexo.
3. Juicios a evaluar:  
Legibilidad de la información, visibilidad de los dispositivos de información, ubicación de los dispositivos de información, compatibilidad entre dispositivo y función, activación de controles, acceso de controles, facilidad de aplicación del sensor al paciente y confiabilidad de la medición.
4. Escala de clasificación:  
Por medio de esta escala se determina en forma cuantitativa y cualitativa la eficiencia del producto, mediante la identificación de las actitudes y errores del usuario.

Para la toma de datos se utilizará el siguiente criterio de evaluación:

ESCALA	VALOR
Completamente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Moderadamente de acuerdo	3
De acuerdo	4
Completamente de acuerdo	5

5. Desarrollo de la prueba: se desarrollara con una muestra de 10 personas.
6. Se lleva a cabo la evaluación de los datos obtenidos para tomar decisiones.

### Propósito de la experimentación

El propósito del experimento es de carácter exploratorio. Donde se pretende evaluar cada uno de los principios de usabilidad: Utilidad, Facilidad De Uso,

Facilidad De Aprendizaje, Rapidez, Posibles errores, Intuición, Satisfacción del usuario; y de esta forma determinar: las facultades operativas del sistema identificando la forma de mejorar los procesos deficientes, como su utilidad operativa y desarrollando métodos o normas efectivas para la realización de las tareas.

### **Identificación de variables experimentales**

- ⊙ **Variables independientes:** están las variables personales o características propias de los usuarios como:

Edad:

- Personas con discapacidad física Cuadriplejía de cualquier nivel de lesión, desde los 2 años de edad.
- Personas cuidadoras: se manejara un rango de edades comprendido entre los 18 - 60 años.

Sexo: participan en el experimento usuarios de sexo masculino y femenino.

Localización Geográfica: La prueba para el experimento se realizará en el entorno natural de los usuarios (hogar o clínica).

- ⊙ **Variables dependientes:** se encuentran las medidas de la conducta humana afectadas por las variables independientes como la habilidad de operación del sistema, la facilidad de adaptar el sensor al discapacitado, la comprensión del sistema, la interfaz sistema-persona.

### **Descripción del experimento:**

#### COMPRESION DEL SISTEMA

### **Objetivo principal**

Evaluar la interfaz sistema-persona propuesta en la alternativa seleccionada para determinar su fiabilidad.

### **Tipo de usuarios:**

- Personas que realizan la asistencia a pacientes con discapacidad física cuadriplejía. Se escogerán 10 personas sin restricción de sexo y ocupación, el rango de edad está comprendido entre los 18 y 60 años.
- Personas con discapacidad física Cuadriplejía

**Técnica utilizada:**

La estrategia para alcanzar los objetivos propuestos se realizará a través de *Simulaciones con un modelo sencillo*, este modelo debe contener todos los elementos y condiciones que tendrá el sistema en la realidad.

**Descripción de tareas a realizar durante la prueba:**

Las tareas a realizar por el usuario son las siguientes

Para el transmisor:

- A. Seleccionar el sensor de temperatura
- B. Conectar el sensor de temperatura al sistema
- C. Aplicar el sensor de temperatura al paciente
- D. Encender el sistema
- E. Encender la alarma
- F. Leer la pantalla

Para el receptor:

- A. Encender el sistema
- B. Encender la alarma
- C. Visualizar el indicador de funcionamiento del receptor

**Equipo:** Para desarrollar el experimento se utilizará un modelo funcional del sistema. Se utilizará una videocámara y cámara fotográfica para registrar las pruebas, cuestionario, lápiz.

**Tiempo del experimento:** máximo 45 minutos.

**PROCEDIMIENTO**

La prueba se aplica en forma individual a los usuarios en condiciones ambientales normales, antes de iniciar el experimento se leerá a los sujetos una serie de instrucciones acerca de la tarea. Se realizará la prueba con el modelo funcional y después de valorarlo, tendrán que contestar un cuestionario de valoración en cuanto a la distribución de los controles e indicadores, y a la facilidad de aplicación del sensor al paciente.

A continuación se presenta el modelo de la ficha a utilizar para la evaluación del modelo:

**Evaluación de usabilidad del sistema indicador de la alteración espontánea de la temperatura corporal en pacientes con Cuadriplejía.**

**Persona que asiste al discapacitado**

EDAD: \_\_\_\_\_ años.

SEXO:  Masculino  Femenino

**Persona con Discapacidad Cuadriplejía**

EDAD: \_\_\_\_\_ años.

SEXO:  Masculino  Femenino

Descripción Funcional del paciente:

**C1**\_\_\_\_ **C2**\_\_\_\_ **C3**\_\_\_\_ **C4**\_\_\_\_ **C5**\_\_\_\_ **C6**\_\_\_\_

**TAREAS A REALIZAR**

Las tareas a realizar por la persona que asiste al discapacitado son las siguientes:  
Antes de iniciar con las tareas el usuario debe revisar la fuente de alimentación del sistema, batería o adaptador para la unidad transmisora y batería para la unidad receptora.

Para el transmisor:

- A. Seleccionar el sensor de temperatura
- B. Conectar el sensor de temperatura al sistema
- C. Aplicar el sensor de temperatura al paciente
- D. Encender el sistema
- E. Encender la alarma
- F. Leer la pantalla

Para el receptor:

- A. Encender el sistema
- B. Encender la alarma
- C. Visualizar el indicador de funcionamiento del receptor

**Marque con una X la opción deseada:**

1. La ubicación de los interruptores, pulsadores, indicadores de funcionamiento y sonido es la adecuada.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Medianamente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

2. La activación de los controles es sencilla.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Medianamente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

3. La compatibilidad entre los dispositivos y controles con su respectiva función es clara.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Medianamente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

4. El tamaño de los interruptores, pulsadores, indicadores de funcionamiento es el adecuado.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Medianamente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

5. El tamaño y ubicación de la información escrita facilitan su lectura.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Medianamente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

6. La conexión de los accesorios a la unidad es comprensible.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Medianamente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

7. La aplicación del sensor al paciente es fácil.

Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Medianamente de acuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo

## TOMA Y ANALISIS DE DATOS

### 1. RECOLECCION DE LOS DATOS

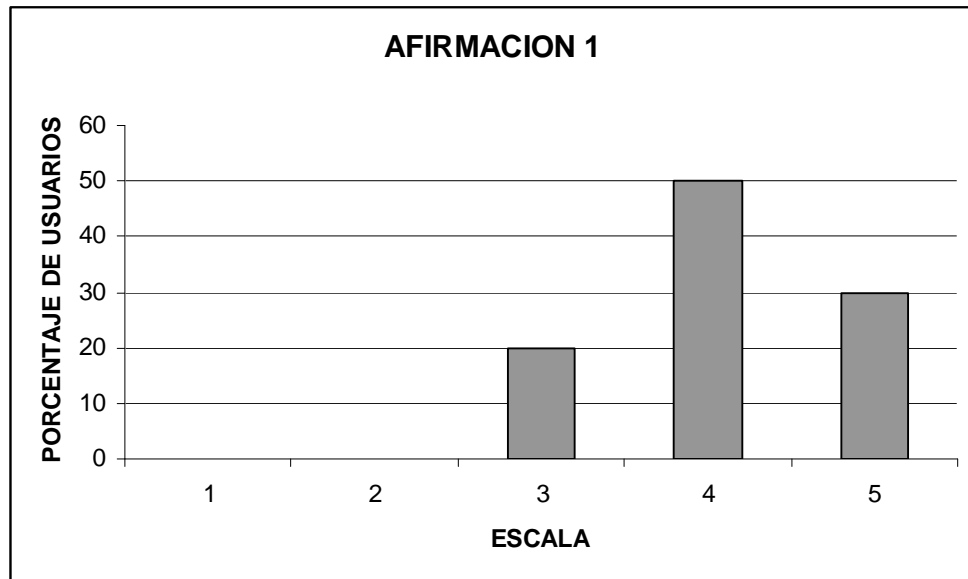
A continuación se muestra la valoración dada por cada usuario a cada una de las afirmaciones del test de usabilidad:

Afirmaciones		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
USUARIOS	U1	5	4	5	5	4	5	5
	U2	4	4	3	4	4	5	4
	U3	5	4	3	5	5	5	5
	U4	4	5	3	5	4	3	4
	U5	5	5	5	4	4	5	5
	U6	3	4	3	4	4	4	4
	U7	4	4	3	4	5	4	4
	U8	4	4	3	4	4	5	4
	U9	3	4	3	4	4	5	4
	U10	4	4	3	4	4	5	4

### 2. RESULTADOS

**AFIRMACION 1:** La ubicación de los interruptores, pulsadores, indicadores de funcionamiento y salida de sonido es la adecuada.

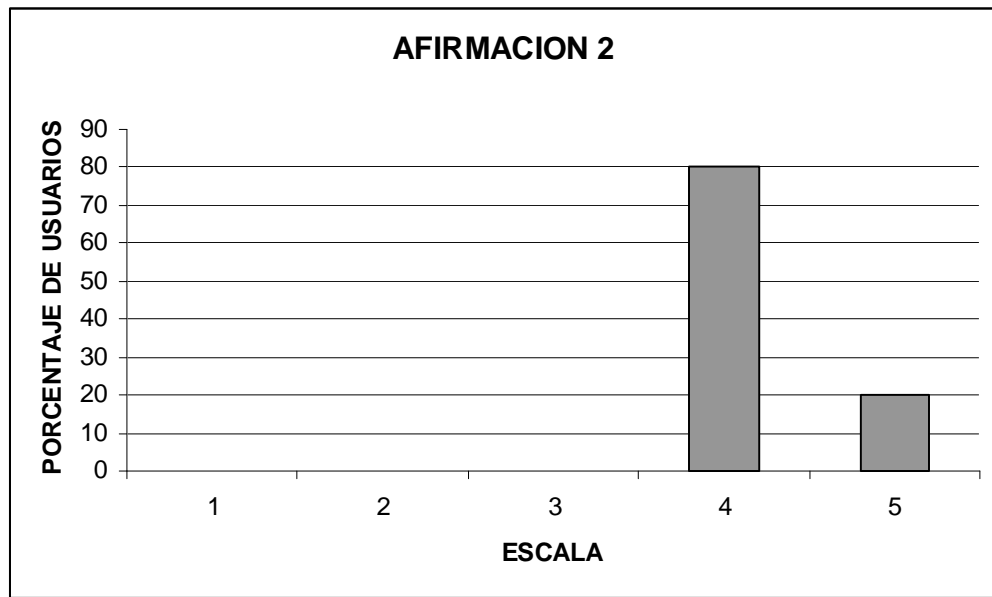
ESCALA									
1		2		3		4		5	
#U	%	#U	%	#U	%	#U	%	#U	%
0	0	0	0	2	20	5	50	3	30



Importancia	Conclusión
Evalúa la distribución de los dispositivos y controles del sistema	El 50% de los usuarios está de acuerdo con la facilidad que presenta el sistema, en referencia al acceso a los controles para la respectiva manipulación del mismo.

**AFIRMACION 2:** La activación de los pulsadores e interruptores es fácil.

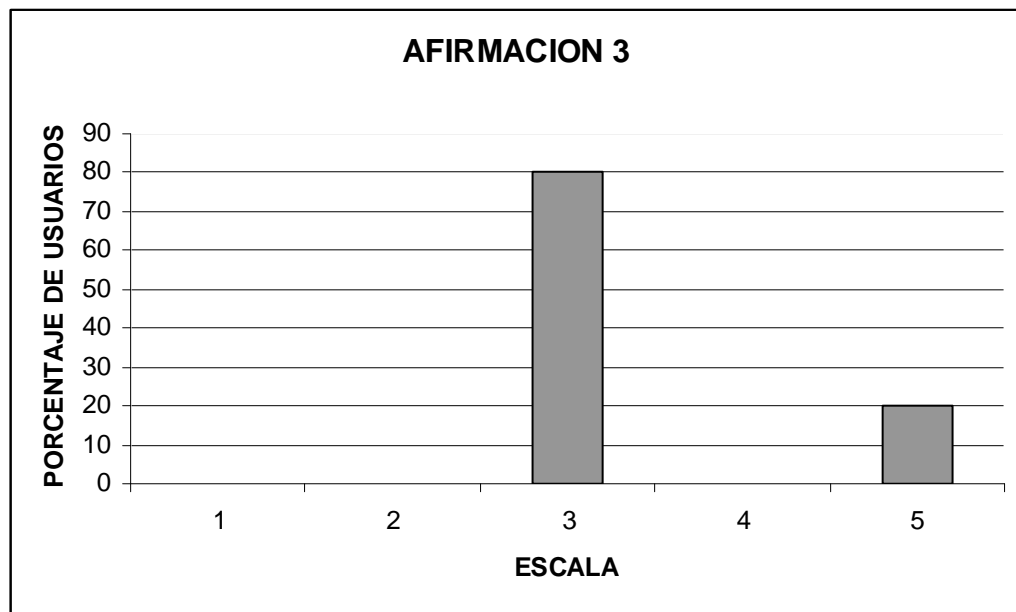
ESCALA									
1		2		3		4		5	
#U	%	#U	%	#U	%	#U	%	#U	%
0	0	0	0	0	0	8	80	2	20



Importancia	Conclusión
Evalúa la activación de los controles y dispositivos del sistema	El 80% de la muestra esta de acuerdo con la facilidad de activación de los controles y puesta en marcha del sistema.

**AFIRMACION 3:** La compatibilidad entre los dispositivos y controles con su respectiva función es clara.

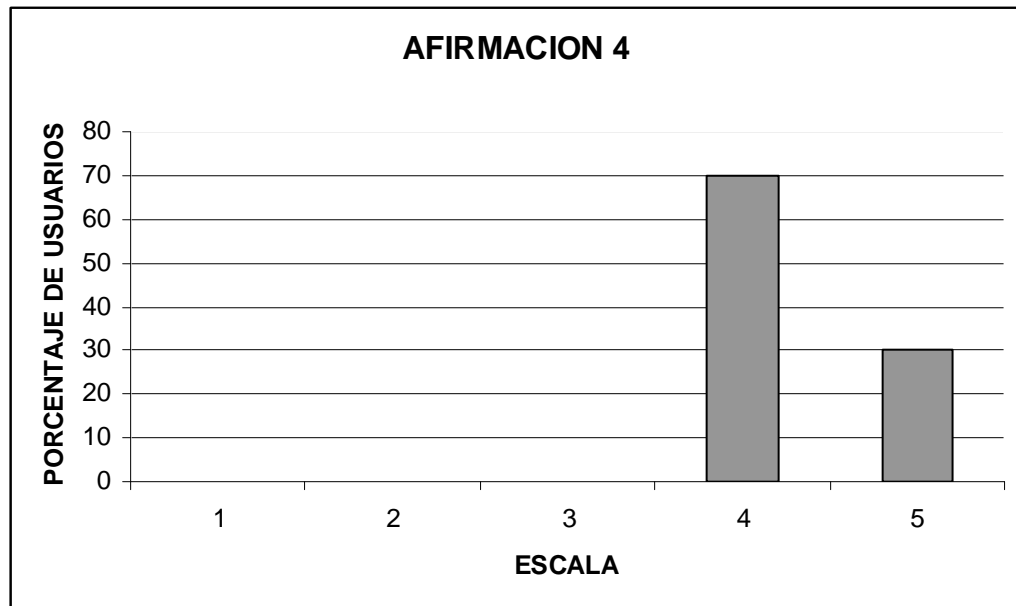
ESCALA									
1		2		3		4		5	
#U	%	#U	%	#U	%	#U	%	#U	%
0	0	0	0	8	80	0	0	2	20



Importancia	Conclusión
Comprueba la relación de los controles e indicadores del sistema y la función que cada uno de ellos desempeña.	La mayor parte de la muestra (80%), considera que no es muy clara la relación entre los controles y la función realizada por estos, debido a que los participantes en la prueba relacionaron los colores del sistema con la función de otro tipo de aparatos electrónicos. ( rojo para on/off del producto)

**AFIRMACION 4:** El tamaño de los interruptores, pulsadores, indicadores de funcionamiento es el adecuado.

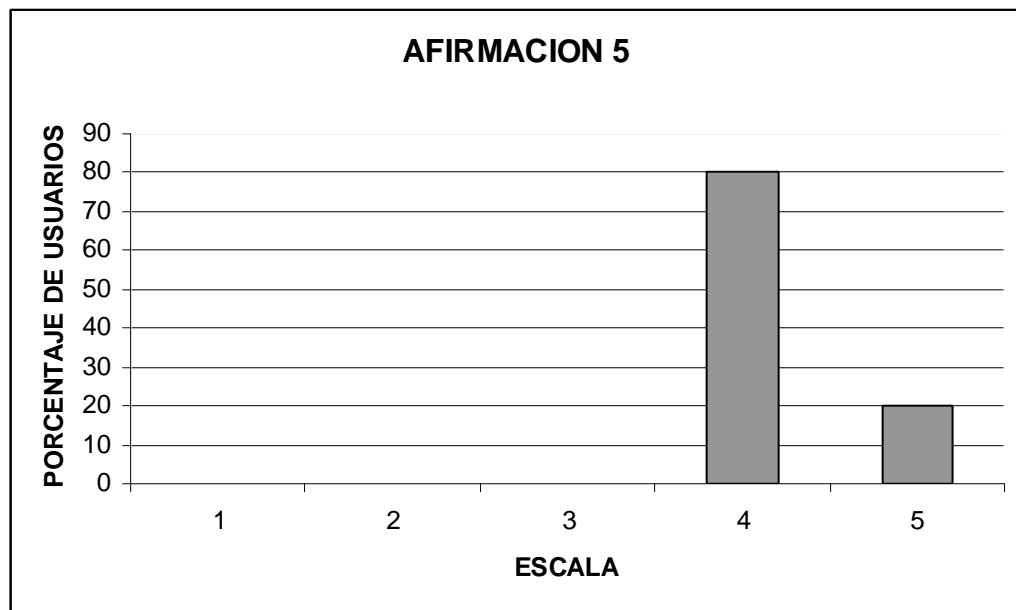
ESCALA									
1		2		3		4		5	
#U	%	#U	%	#U	%	#U	%	#U	%
0	0	0	0	0	0	7	70	3	30



Importancia	Conclusión
Determina la visibilidad de los dispositivos informativos del sistema	El 70% de los usuarios esta de acuerdo con la visibilidad de los dispositivos informativos facilitándoles su ubicación y utilización.

**AFIRMACION 5:** El tamaño y ubicación de la información escrita facilita su lectura.

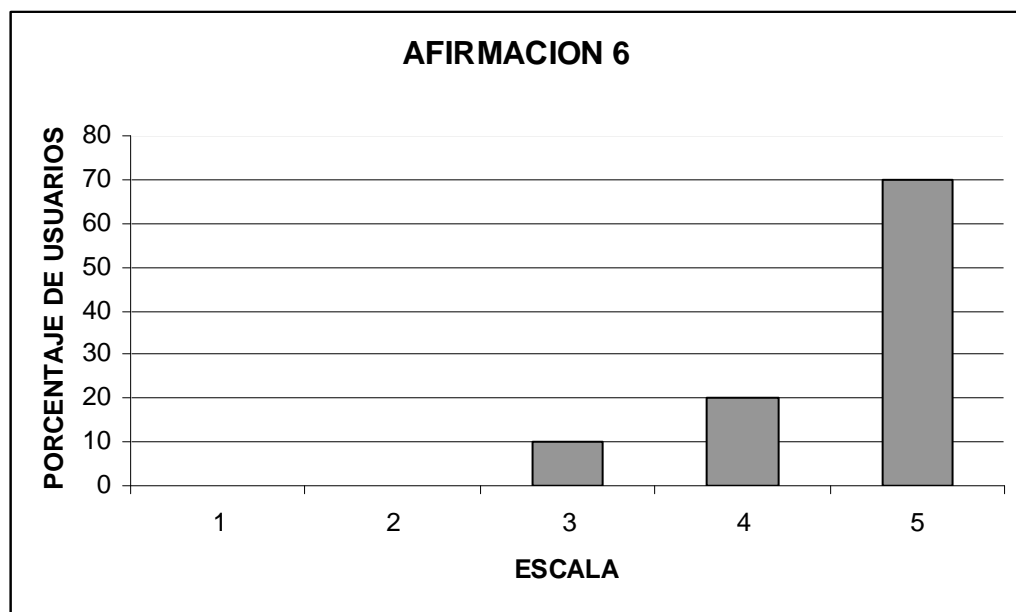
ESCALA									
1		2		3		4		5	
#U	%	#U	%	#U	%	#U	%	#U	%
0	0	0	0	0	0	8	80	2	20



Importancia	Conclusión
Establece el nivel de legibilidad informativa del sistema	El 80% de la muestra esta de acuerdo con el tamaño y ubicación de la información facilitándoles la interpretación.

**AFIRMACION 6:** La conexión de los accesorios a la unidad es sencilla.

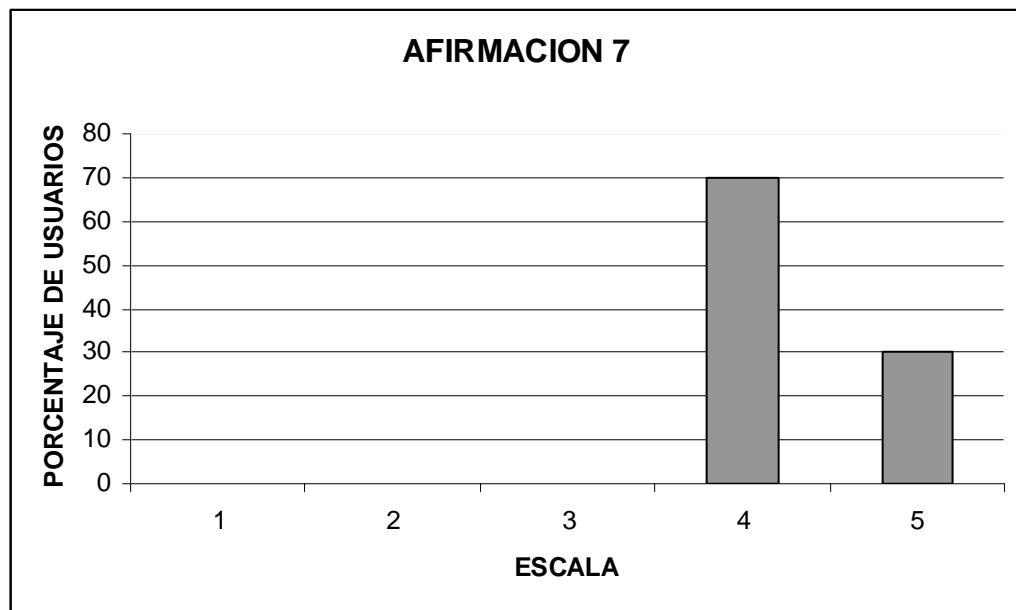
ESCALA									
1		2		3		4		5	
#U	%	#U	%	#U	%	#U	%	#U	%
0	0	0	0	1	10	2	20	7	70



Importancia	Conclusión
Evalúa la facilidad de conexión de los accesorios a la unidad.	El 70% de los participantes ubica cada accesorio en su respectivo lugar dentro del sistema.

**AFIRMACION 7:** La aplicación del sensor al paciente es fácil

ESCALA									
1		2		3		4		5	
#U	%	#U	%	#U	%	#U	%	#U	%
0	0	0	0	0	0	7	70	3	30



Importancia	Conclusión
Evalúa la facilidad de aplicación del sensor al paciente	El 70% de usuarios aplica con facilidad el sensor al paciente.

### 3. POSIBLES RUIDOS DEL EXPERIMENTO

- El material del modelo (madera y cartón) puede causar un poco de inseguridad durante su manipulación.

### 4. CONCLUSIONES

A continuación se muestran las ventajas y desventajas presentadas por el sistema indicador de la temperatura después de realizada la prueba ergonómica.

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<p>La configuración planteada del sistema contó con aceptación entre los participantes de la prueba, y entregó los siguientes puntos positivos:</p> <p>Es clara la visibilidad y legibilidad de la información.</p> <p>Es un producto de fácil lectura.</p> <p>La ubicación de controles, acceso y respectiva activación es adecuada.</p> <p>La manipulación del sistema es sencilla.</p> <p>Existe facilidad en la aplicación del sensor al paciente.</p> <p>Existe coherencia entre los elementos que conforman el sistema.</p>	<p>El lenguaje de color utilizado en los controles causa confusión entre los participantes de la prueba.</p> <p>No existe un elemento que permita la organización de los cables del sensor y del adaptador.</p>

## **B. COMPROBACIONES TECNICAS**

### **Objetivo General:**

Evaluar a través de diferentes experimentos el comportamiento del sistema.

### **Objetivos Específicos:**

- Observar y diferenciar las ventajas y desventajas de utilizar un Termistor.
- Encontrar la relación entre la variación de la resistencia eléctrica con la temperatura de un termistor.

### **Marco Teórico:**

#### **Termistor**

El termistor es un dispositivo resistivo con semiconductores termosensibles cuya resistividad varía en función de la temperatura (T), las sondas termistor NTC son adecuadas para medidas en campos limitados de temperatura (la sonda YSI serie 400 tiene un rango de medición de 0 a 70°C). Tienen un coeficiente de temperatura negativo. Esto significa que a medida que la temperatura aumenta la resistencia del termistor disminuye.

El cambio por grado centígrado en un termistor es mayor, esto hace que sea muy sensible respecto a pequeños cambios de temperatura, esta sensibilidad va acompañada por una alinealidad muy grande, usualmente sobre un rango de temperatura menor.

#### **Calibrado del termistor**

Para obtener medidas de temperatura fiables con un termistor ha de realizarse una calibración previa. Para ello se determina la resistencia del termistor en función de la temperatura dentro de un amplio rango de valores. En este proyecto se realiza la calibración utilizando la tabla temperatura vs. resistencia proporcionada por el fabricante de la sonda NTC YSI serie 400.

#### **Errores en la medición**

Existe una correspondencia entre la variable de entrada y la de salida, representando esta última el valor de la variable de entrada. Siempre que el valor representado corresponda exactamente al de la variable de entrada el instrumento estará efectuando una medición correcta. En la práctica, los instrumentos determinan en general unos valores inexactos en la salida que se apartan en menor o mayor grado del valor verdadero de la variable de entrada, lo cual constituye el error de la medida. El error es universal e inevitable y acompaña a

toda medida aunque esta sea muy elaborada, y se efectuó un gran número de veces. Es decir, el valor verdadero no puede establecerse con completa exactitud y es necesario encontrar unos límites que lo definan, de modo que sea práctico calcular la tolerancia de la medida.

### **Tipos de Errores de los Instrumentos**

Un instrumento representativo, se considera que está bien calibrado, cuando en todos los puntos de su campo de medida, la diferencia entre el valor real de la variable y el valor indicado o registrado o transmitido, está comprendida entre los límites determinados por la precisión del instrumento.

En un instrumento ideal (sin error), la relación entre los valores reales de la variable comprendidos dentro del campo de medida, y los valores de lectura del aparato es lineal. En la Fig. A, puede verse esta relación.

En particular, si el instrumento es un transmisor electrónico, cuando el índice adopta las posiciones 0, 50, 100% de la escala, las señales de salida correspondientes son: 4, 12 y 20 mA C.C., respectivamente.

En condiciones de funcionamiento estático, las desviaciones respecto a la relación lineal indicada, dan lugar a los errores de calibración de los instrumentos, suponiendo que estas desviaciones no superan la exactitud dada por el fabricante del instrumento ya que en este caso consideraríamos el instrumento calibrado aunque no coincidiera exactamente la curva variable-lectura con la recta ideal

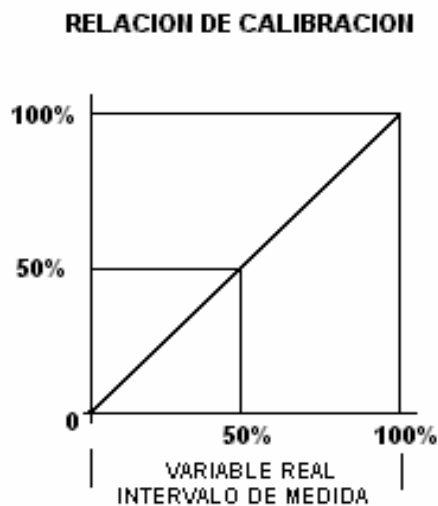


Fig. A Calibración

Las desviaciones de la curva variable real–lectura de un instrumento típico, tal como el de la Fig. B, con relación a la recta ideal representa los errores de medida del aparato. Esta curva puede descomponerse en tres que representan individualmente los tres tipos de errores que pueden hallarse en forma aislada o combinada en los instrumentos:

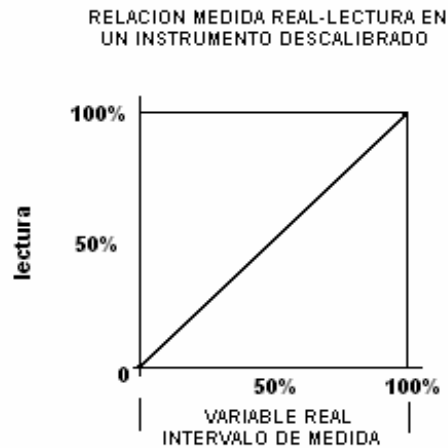


Fig. B Relación medida real-lectura.

- **Error de Cero:** Todas las lecturas están desplazadas un mismo valor con relación a la recta representativa del instrumento. Este tipo de error puede verse en la Fig. C, en la que se observara que el desplazamiento puede ser positivo o negativo. El punto de partida o de base de la recta representativa cambia sin que varíe la inclinación o la forma de la curva.

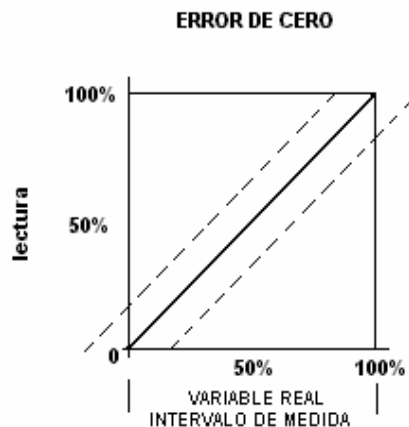


Fig. C Error de cero

- **Error de Multiplicación:** Todas las lecturas aumentan o disminuyen progresivamente con relación a la recta representativa, según puede verse

en la Fig. D en la que se observara que el punto base no cambia y que la desviación progresiva puede ser positiva o negativa.

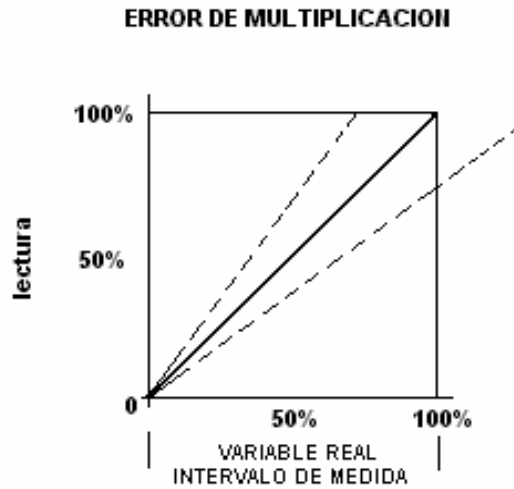


Fig. D Error de multiplicación

- **Error de Angularidad:** La curva real coincide con los puntos 0 y 100 % de la recta representativa, pero se aparta de la misma en los restantes. En la figura E, puede verse un error de este tipo. El máximo de la desviación suele estar hacia la mitad de la escala.

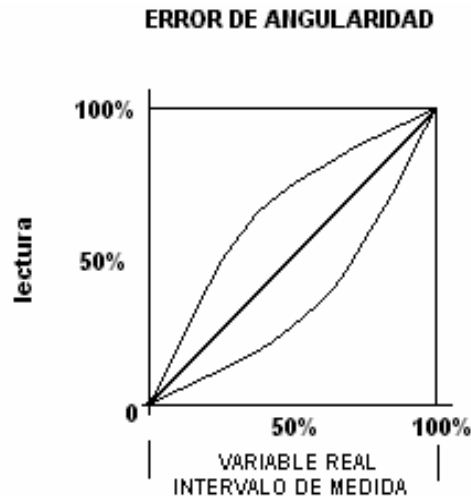


Fig. E Error de angularidad.

Los instrumentos pueden ajustarse para corregir estos errores, si bien hay que señalar que algunos instrumentos, por su tipo de construcción, no pueden tener error de angularidad.

## Experimentos

### Experimento 1. Comparación del sistema con un patrón de medición de temperatura.

#### Prueba 1. Preliminar

Para realizar la comprobación de instrumentos medidores de temperatura pueden emplearse varios dispositivos, que utilizan medidas patrones, en este caso, al ser un sistema con sonda NTC, se usa el baño termostataado, ya que éste permite medir los cambios de la resistencia del termistor para diferentes temperaturas prefijadas.

#### Materiales

- Termistor 409B YSI serie 400
- Baño termostataado
- Fuente de Energía



Figura 45: Comparación del sistema con un patrón de medida

#### Procedimiento

Para iniciar el laboratorio asegúrese que:

- Las válvulas de drenaje estén completamente cerradas.
- Los acoples estén bien ajustados a las mangueras y no halla escape de agua.
- El termistor este correctamente energizado.
- El nivel de agua es suficiente, de lo contrario, la resistencia calefactora del baño se desconecta automáticamente.

## Método operativo del baño

1. Medir la resistencia que marca el termistor cuando la vaina está en contacto con el aire del laboratorio (sin tocar nada más) y medir con un termómetro la temperatura ambiente.
2. Colocar el baño termostático a una temperatura de 30 °C. Introducir el sensor en el baño y medir la resistencia. Anotar el resultado.
3. Aumentar la temperatura del baño. Dejar que esta temperatura se estabilice según podemos leer en el termómetro que acompaña a la cubeta del baño y que se encuentra sumergido en él. Un tiempo adecuado para una buena estabilización puede ser 5 – 10 min.
4. Repetir el procedimiento anterior hasta llegar a la temperatura de 51°C.
5. Registrar en una tabla los valores obtenidos para cada temperatura en °C.

## Registro de la prueba:

### Modelo: Comparación del sistema con un patrón de medición de temperatura.

Experimentación Técnica Preliminar.

Fecha 25/01/07

Inicio de la prueba: 9:00 a.m.

Lugar: Laboratorio de Corrosión - Escuela de Metalurgia UIS

Responsables de la prueba: Ing. Eléctrico José Alejandro Amaya.  
Técnico Ambrosio Carrillo Carrillo.

Estudiantes interesados: Angela Bohórquez Ordóñez  
Madeleyn Mendoza Márquez

Patrón de medida para calibración: Baño termostático.

Voltaje: 12v

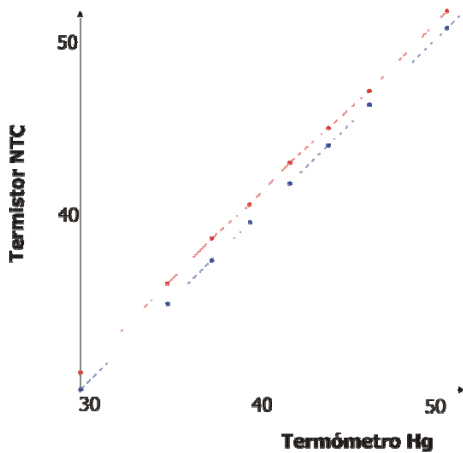
Corriente: 0.06 A.

Medio de trabajo: Agua.

- Termómetro de mercurio.
- Precisión del termómetro: 0.2°C

	Mediciones							
<b>Termómetro Hg</b>	30	35	37.5	39.6	42	44.2	46.4	51
<b>Termistor</b>	31	36.2	38.8	40.8	43.2	45.2	47.4	52

## Tabulación de los datos



En esta gráfica se aprecia el error presentado por el termistor con respecto a la comparación con el termómetro de Hg.

- Termistor
- Termómetro Hg

### OBSERVACION:

Las mediciones ofrecidas por el sensor presentan una diferencia aproximada de 1°C con respecto al patrón de medida utilizado, para deducir el valor exacto del error presentado en el sistema diseñado se aplica la Regresión lineal por mínimos cuadrados.

### Formulación del problema:

Mínimos cuadrados<sup>68</sup> es una técnica de optimización matemática que, dada una serie de mediciones, intenta encontrar una función que se aproxime a los datos (un "mejor ajuste"). Intenta minimizar la suma de cuadrados de las diferencias ordenadas (llamadas residuos) entre los puntos generados por la función y los correspondientes en los datos.

Supóngase que el conjunto de datos consiste en los puntos  $(x_i, y_i)$  siendo  $i = 1, 2, \dots, n$ . Queremos encontrar una función  $f$  tal que  $f(x_i) = y_i$ .

Donde  $f(x) = a + bx$ , es la ecuación de la recta, se aplica la siguiente ecuación

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2.$$

Después de aplicar el método de regresión lineal por mínimos cuadrados, se obtienen los siguientes datos:

---

<sup>68</sup> CREUS SOLÉ, Antonio. Libro de Instrumentación Industrial. Marcombo - Boixareu. Sexta edición. 1997

$a_1 = 1.4$  (desviación aproximada, gráficamente traducida en el desplazamiento de la recta en el eje vertical)

$r_1 = 0.99998$  (Correlación)

Una vez deducido el valor del error (1.4), se modifica la programación del transmisor reduciendo así la diferencia que existía entre las mediciones ofrecidas por el sensor con respecto al patrón de medición.

## Prueba 2. Experimentación final

### Registro de la prueba:

**Modelo: Comparación del sistema con un patrón de medición de temperatura.**

Experimentación Técnica Final.

Fecha 29/01/07

Inicio de la prueba: 9:30 a.m.

Lugar: Laboratorio de Corrosión - Escuela de Metalurgia UIS

Responsables de la prueba: Ing. Eléctrico José Alejandro Amaya.

Técnico Ambrosio Carrillo Carrillo.

Estudiantes interesados: Angela Bohórquez Ordóñez

Madeleyn Mendoza Márquez

Patrón de medida para calibración: Baño termostático.

Voltaje: 12v

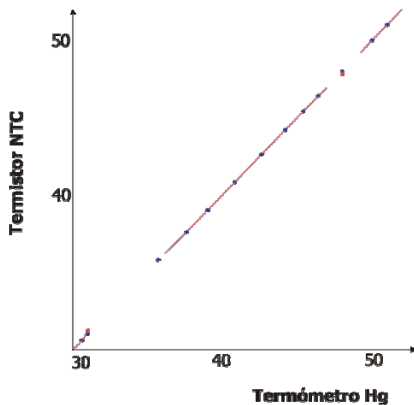
Corriente: 0.06 A.

Medio de trabajo: Agua.

- Termómetro de mercurio.
- Precisión del termómetro: 0.2°C

	Mediciones												
<b>Termómetro Hg</b>	30.6	31	35.7	37.6	39.0	40.8	42.6	44.2	45.4	46.4	48	50	51
<b>Termistor</b>	30.6	31.4	35.8	37.6	39.0	40.8	42.6	44.2	45.4	46.4	47.8	50	51

### Tabulación de los datos



En esta gráfica se aprecia el error presentado por el termistor con respecto a la comparación con el termómetro de Hg.

● Termistor

● Termómetro Hg

Después de aplicar el método de regresión lineal por mínimos cuadrados, se obtienen los siguientes datos:

$a_2 = 0.134$  (desviación aproximada)

$r_2 = 0.99994$  (Correlación)

### **Conclusiones**

- La relación entre la resistencia y la temperatura es negativa y no lineal.
- El sistema es estable en la medición, la muestra representada en el display es el promedio de la tabulación de 60 muestras / segundo.
- Presenta elevada sensibilidad a variaciones de temperatura haciendo que resulte muy adecuado para mediciones precisas.
- El sensor es sensible al cambio, mostrando con rapidez la nueva muestra.
- La calibración del sistema se ha realizado usando la tabla que ofrece el fabricante del sensor haciendo que la comprobación técnica sea realizada de manera manual, ya que no existen laboratorios a nivel local que se encarguen de la calibración de este tipo de elementos.
- Su pequeña masa, le permite velocidades de respuesta muy altas.
- El termistor seleccionado no sirve para la medición de temperatura dentro de alcances amplios puesto que su variación de resistencia es demasiado grande para que pueda ser medida con exactitud utilizando un solo instrumento.

### **Experimento 2. Medición del alcance de la transmisión por Radio Frecuencia**

#### **Prueba. Medida de una señal de Telemetría.**

Se realiza la comprobación de la medida de señal de telemetría del sistema indicador de temperatura, usando la frecuencia correspondiente a la banda de 433 MHz.

#### **Materiales**

- Fuente reguladora de voltaje y Batería 12v
- Unidad Transmisora
- Unidad Receptora

## Procedimiento

- Marcar una distancia de 50 metros, la cual se dividirá en 5 tramos, con una separación de 10 metros entre cada uno de ellos.
- Encender el transmisor, el receptor y sus respectivas alarmas.
- Evaluar en cada uno de estos puntos la señal enviada desde el transmisor al receptor.
- Registrar los datos obtenidos.
- Anotar las conclusiones u observaciones de la prueba.

## Registro de la prueba

### Modelo: Medición del alcance de la transmisión por Radio Frecuencia.

Medida de una señal de Telemetría.

Fecha 29/01/07

Inicio de la prueba: 9:30 a.m.

Lugar: Laboratorio de Corrosión - Escuela de Metalurgia UIS

Responsables de la prueba: Ing. Eléctrico José Alejandro Amaya.

Técnico Ambrosio Carrillo Carrillo.

Estudiantes interesados: Angela Bohórquez Ordóñez

Madeleyn Mendoza Márquez

Fuente regulada de energía

Voltaje: 12v

Corriente: 0.06 A.

Batería 12v

Transmisor

Receptor

	Distancia (en metros)				
	10	20	30	40	50
Recepción de información	X	X	X	-	-

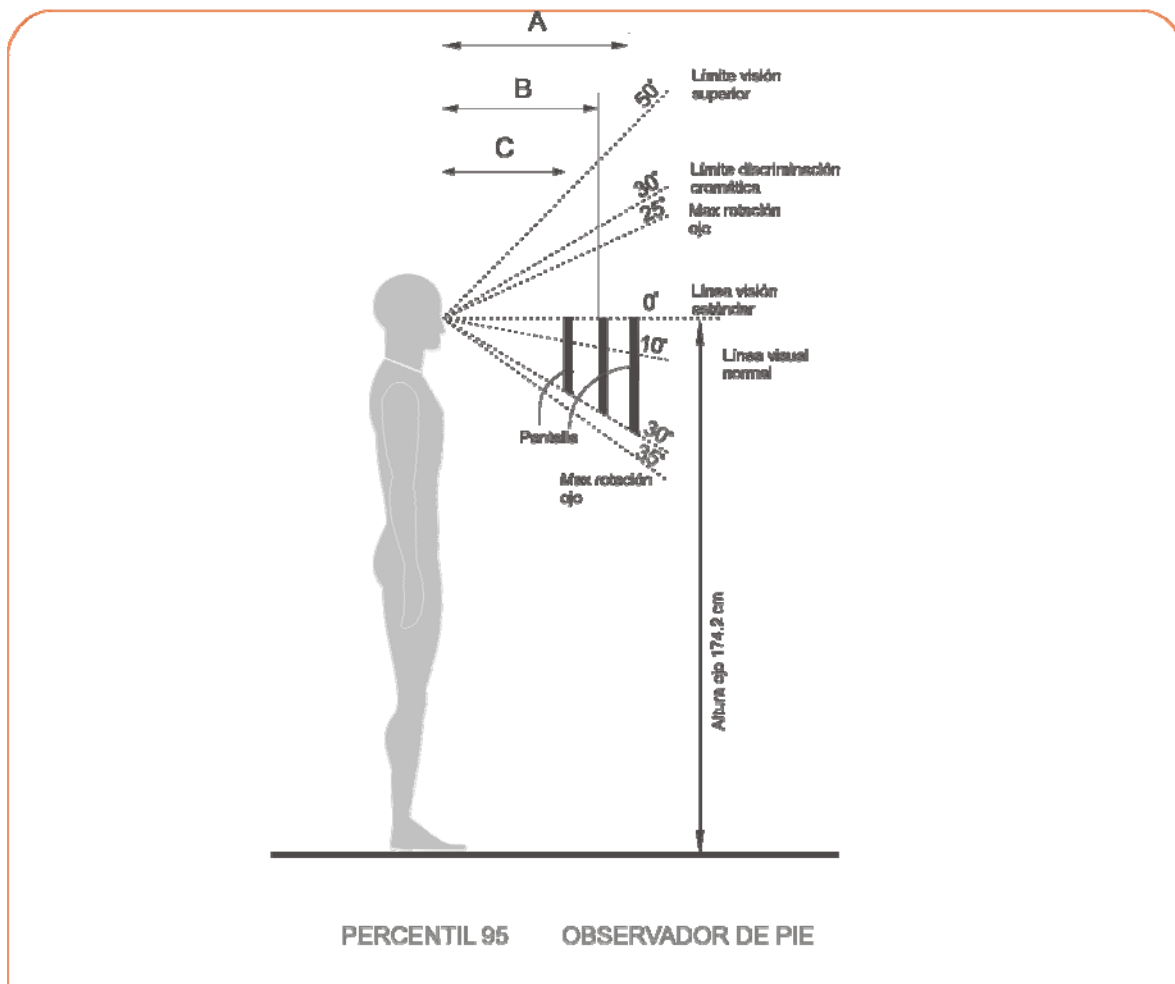
## Conclusiones

- El alcance en la medición especificado por el fabricante era de 100 metros lineales, no obstante el alcance real del sistema fue de 30 metros, se cree que esta diferencia obedece a obstáculos que interfieren y disminuyen la señal en el momento de la medición.

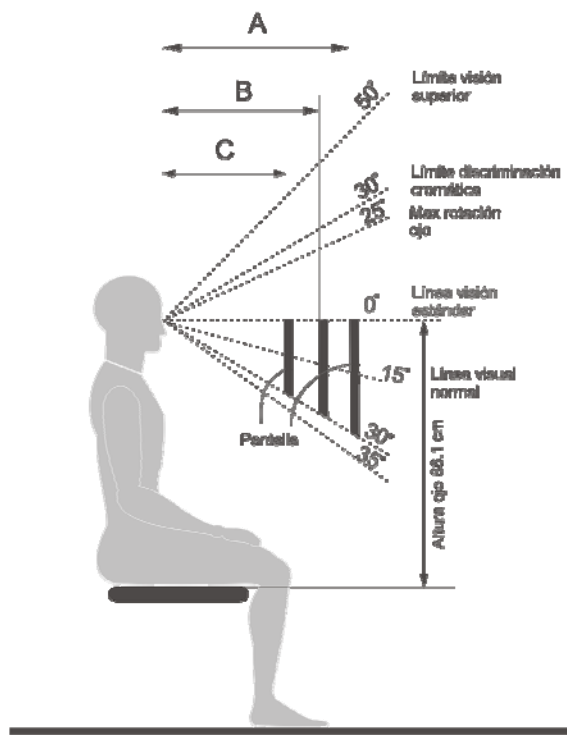
## **Anexo K. Medidas antropométricas<sup>69</sup>**

---

<sup>69</sup> PANERO, Julius. ZELNIK, Martin. Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona. 1983.



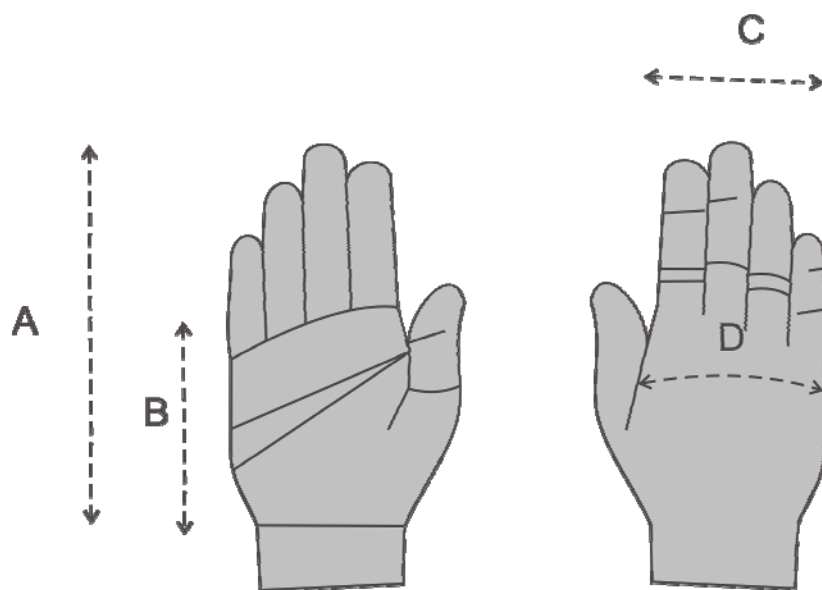
MODULO DE COMUNICACION VISUAL	
DATO ANTROPOMETRICO	MEDIDA (cm)
A	71.1-13.7
B	45.7-55.9
C	33.0-40.6



PERCENTIL 95 OBSERVADOR SENTADO

### MODULO DE COMUNICACION VISUAL

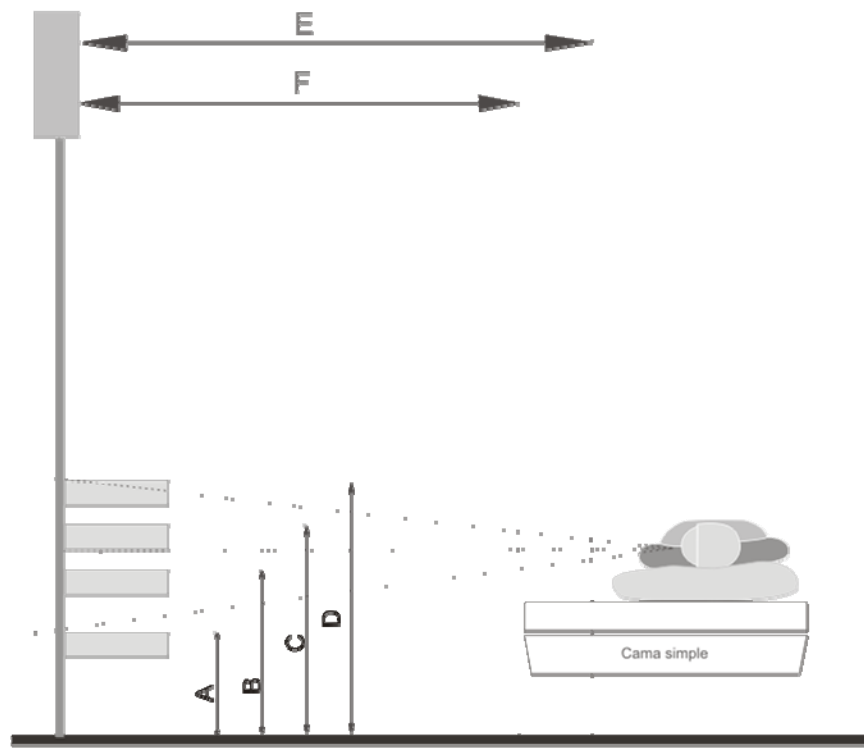
DATO ANTROPOMETRICO	MEDIDA (cm)
A	71.1-13.7
B	45.7-55.9
C	33.0-40.6



PERCENTIL 95

### DIMENSIONES DE LA MANO

DATO ANTROPOMETRICO	MEDIDA (cm)
A	20,5
B	11,8
C	9,6
D	23,1



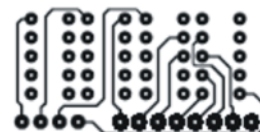
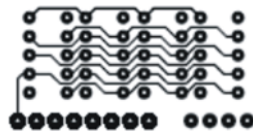
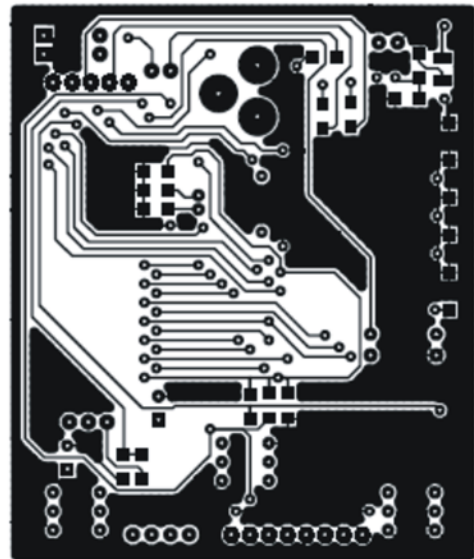
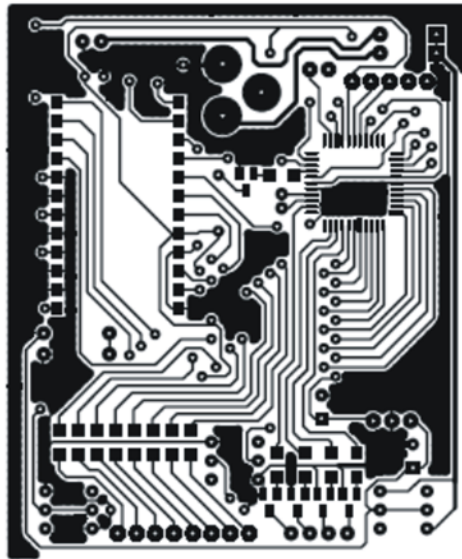
PERCENTIL 95 OBSERVADOR ACOSTADO

### DORMITORIO VISION Y LINEAS VISUALES

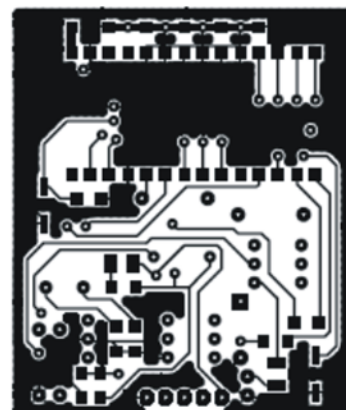
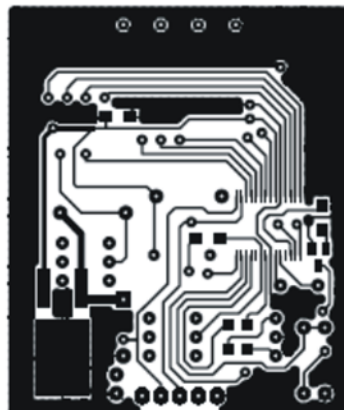
DATO ANTROPOMETRICO	MEDIDA (cm)
A	40,6
B	55,9
C	76,2
D	91,4
E	177,8
F	152,4

## **Anexo L. Planos Técnicos**

ESQUEMA TARJETA ELETRONICA

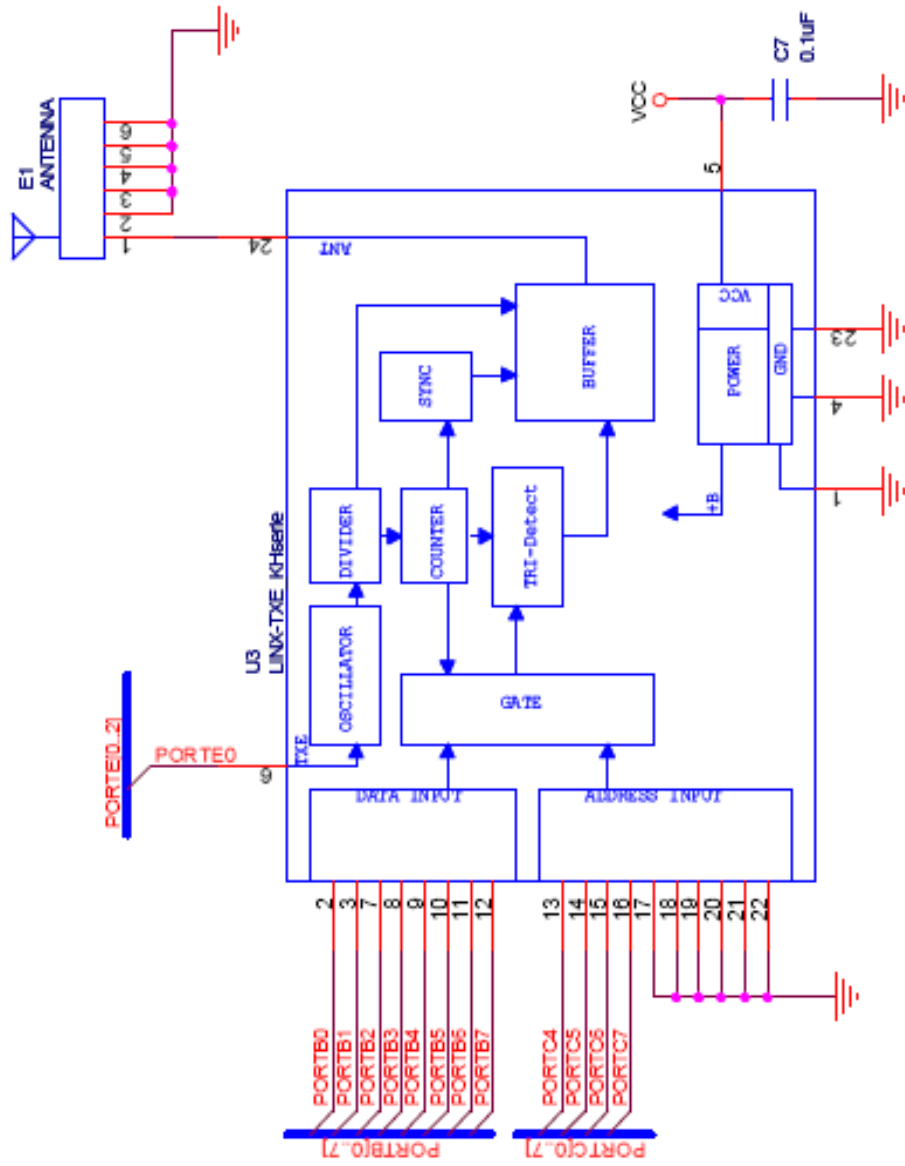


TRANSMISOR

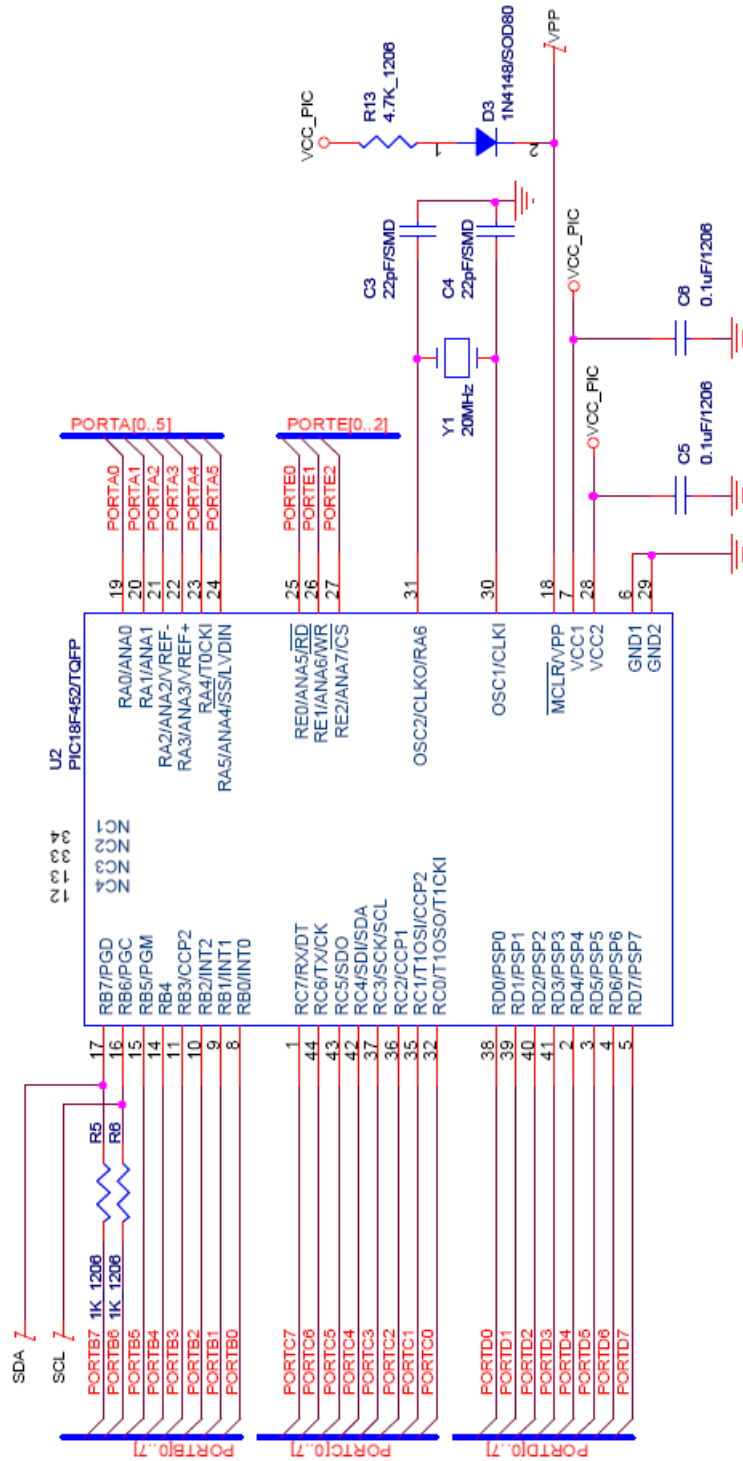


RECEPTOR

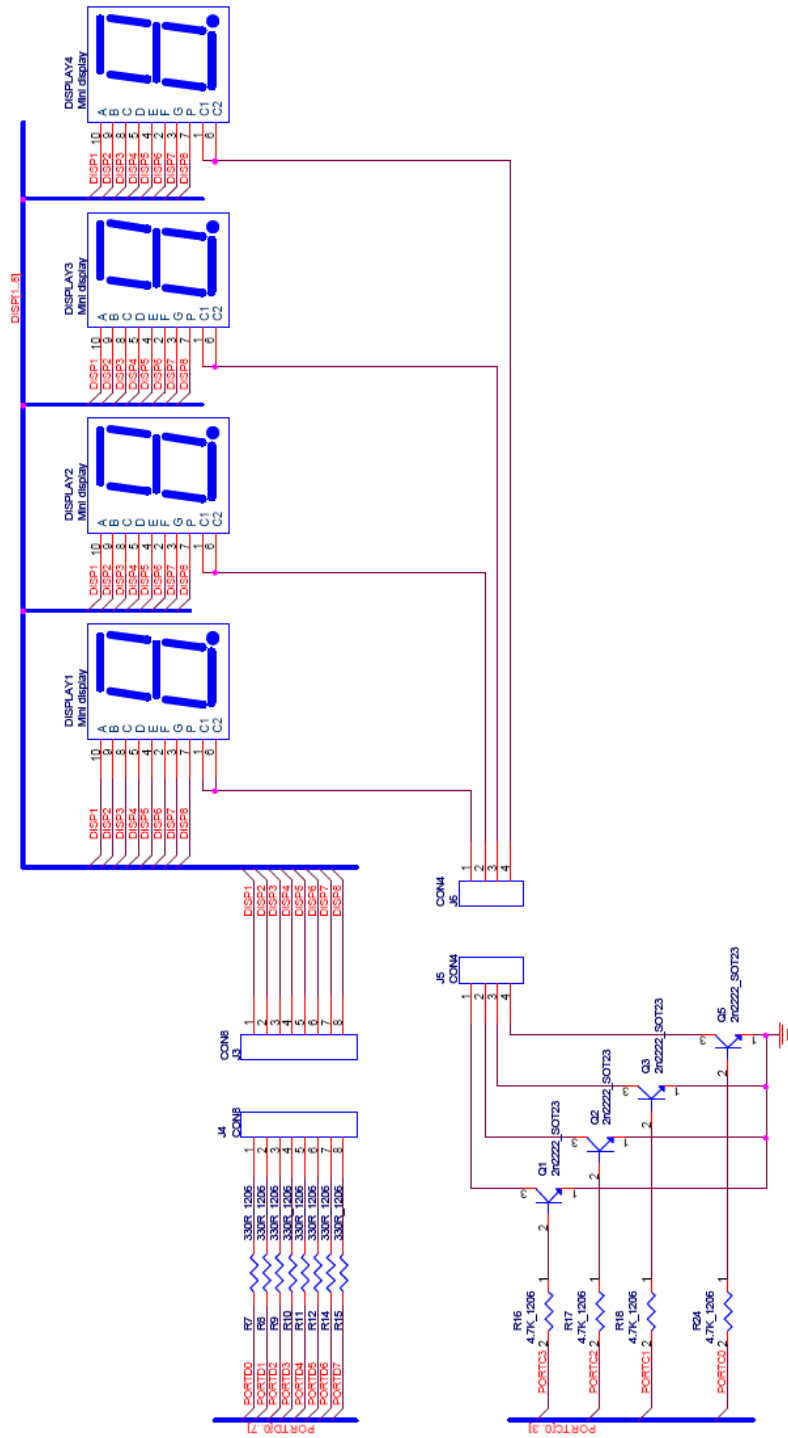
# ESQUEMA ELECTRICO DEL TRANSMISOR



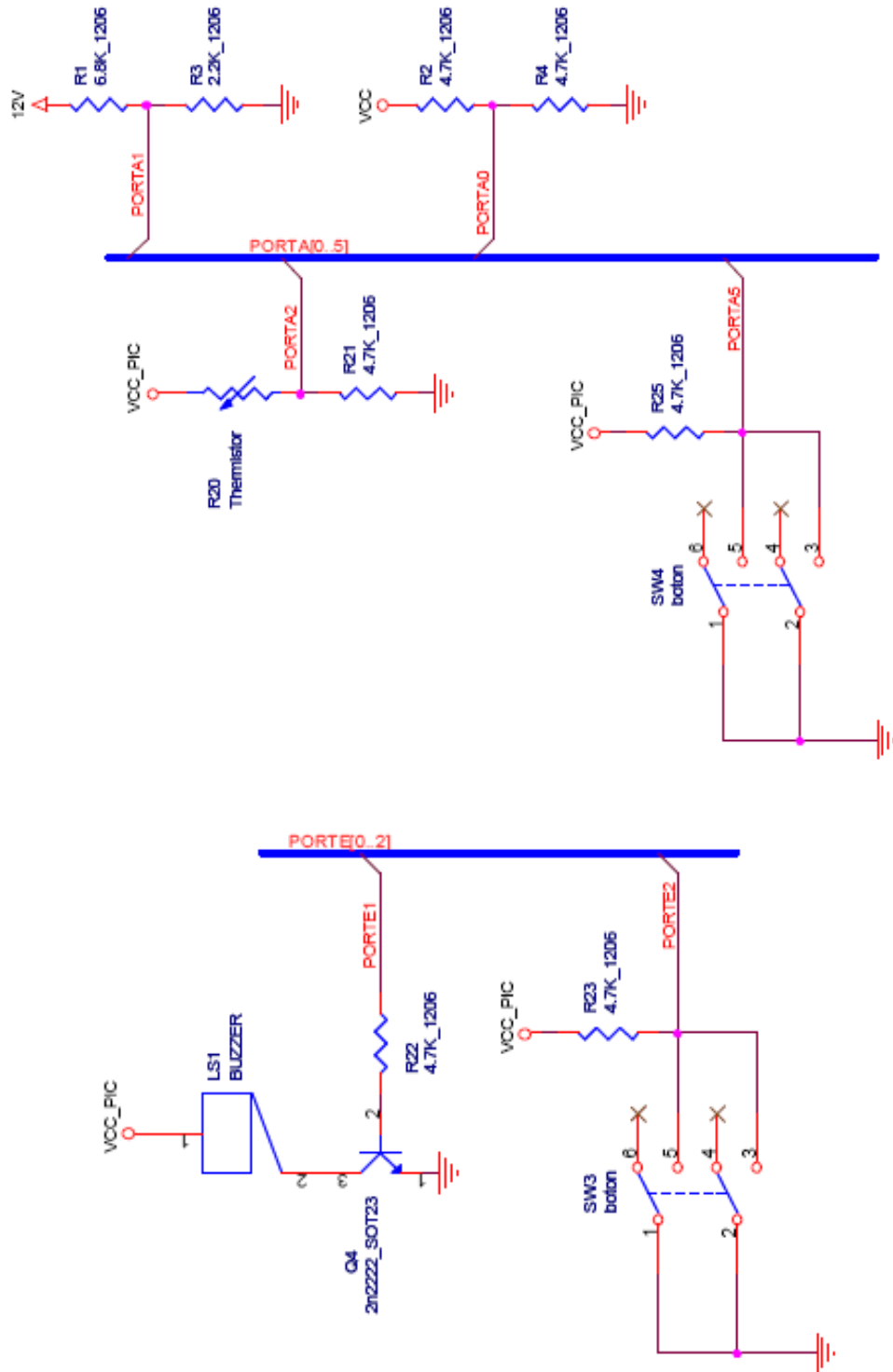
# ESQUEMA ELECTRICO DEL TRANSMISOR



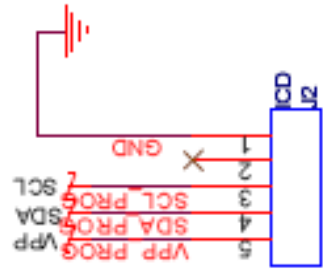
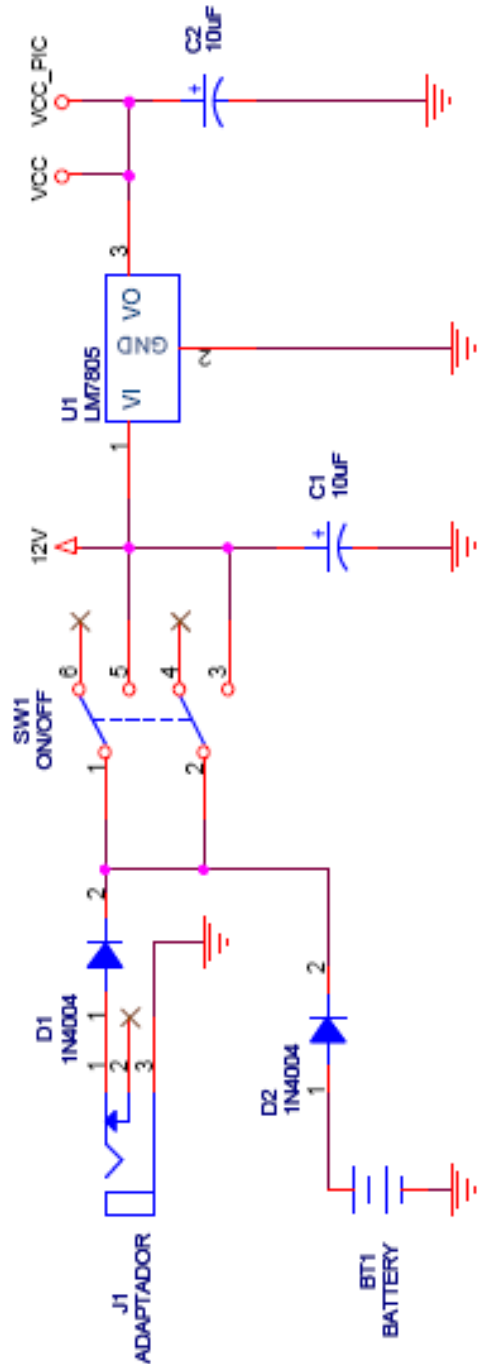
# ESQUEMA ELECTRICO DEL TRANSMISOR



# ESQUEMA ELECTRICO DEL TRANSMISOR



# ESQUEMA ELECTRICO DEL TRANSMISOR





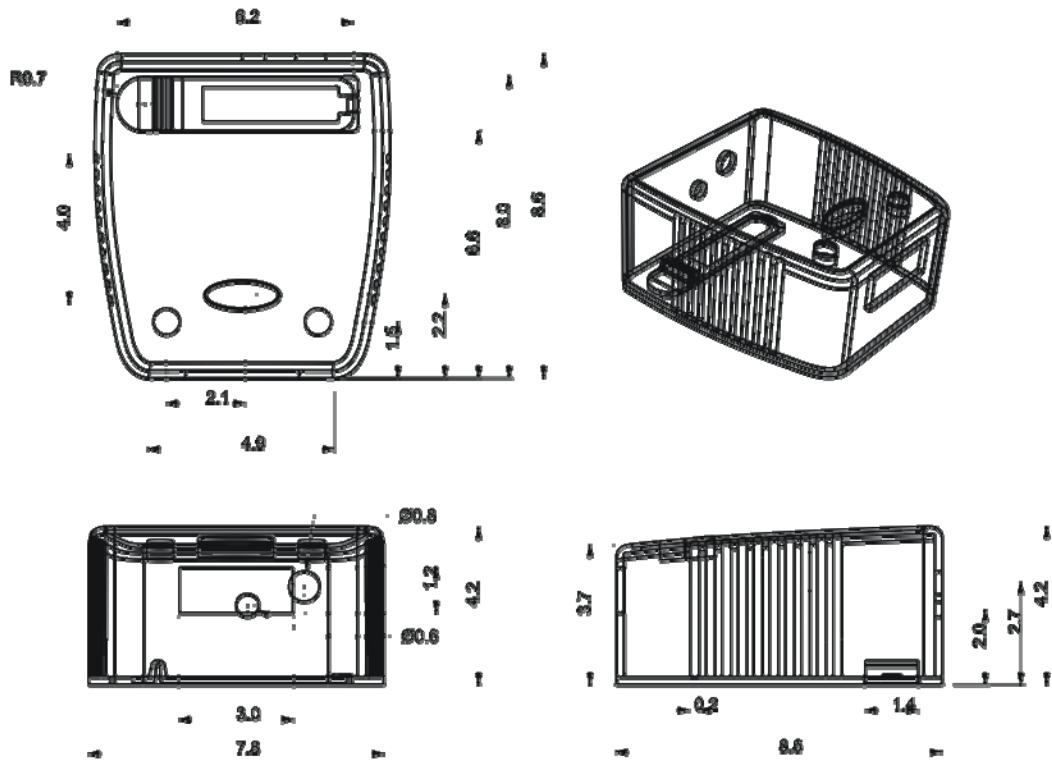
## ESTRUCTURA DEL SISTEMA

NOMBRE DE LA PIEZA:  
CARCASA DEL TRANSMISOR

MATERIALES : POLIPROPILENO

ESCALA: 1-2

CANTIDAD: 1 Unid.



Todas las medidas en cm

## ESTRUCTURA DEL SISTEMA

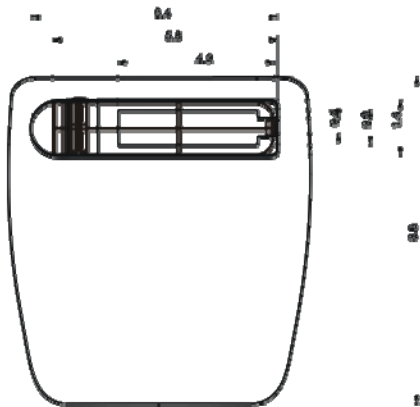
NOMBRE DE LA PIEZA:  
DETALLES DE CARCASA

MATERIALES : POLIPROPILENO

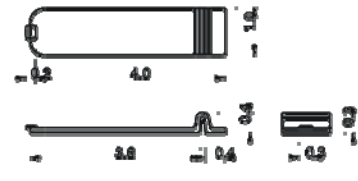
ESCALA: 1 - 2

CANTIDAD: 1 Unid.

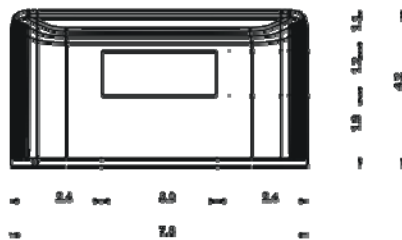
Compartimiento para batería



Detalle de tapa para batería



Display



Todas las medidas en cm

## ESTRUCTURA DEL SISTEMA

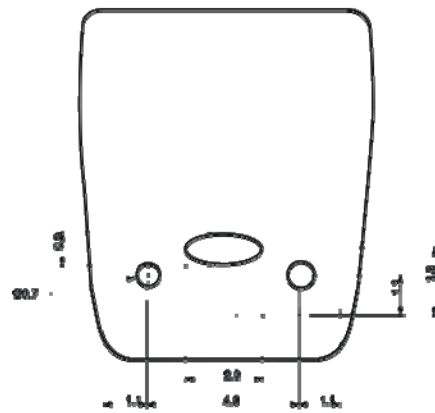
NOMBRE DE LA PIEZA:  
DETALLES DE CARCASA

MATERIALES : POLIPROPILENO

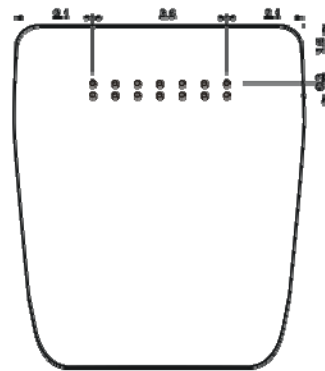
ESCALA: 1-2

CANTIDAD: 1 Unid.

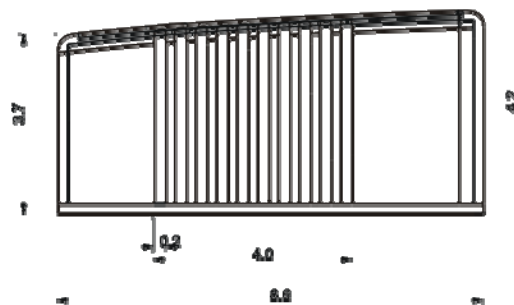
Detalle de botones



Detalle de salida de sonido



Detalle de textura



Todas las medidas en cm

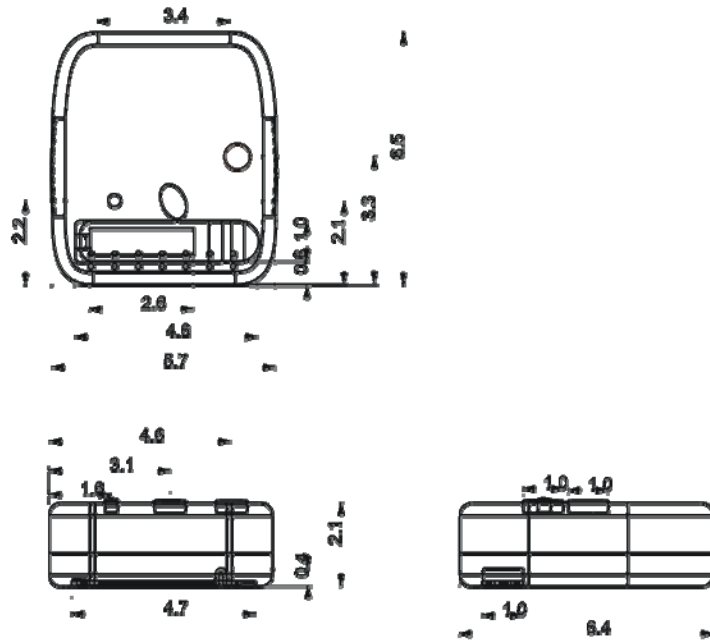
# ESTRUCTURA DEL SISTEMA

NOMBRE DE LA PIEZA:  
CARCASA DE RECEPTOR

MATERIALES : POLIPROPILENO

ESCALA: 1-2

CANTIDAD: 1 Unid.

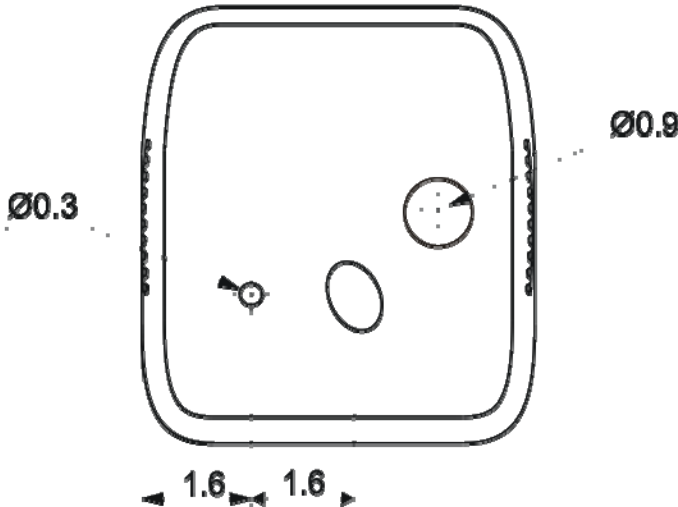


Todas las medidas en cm

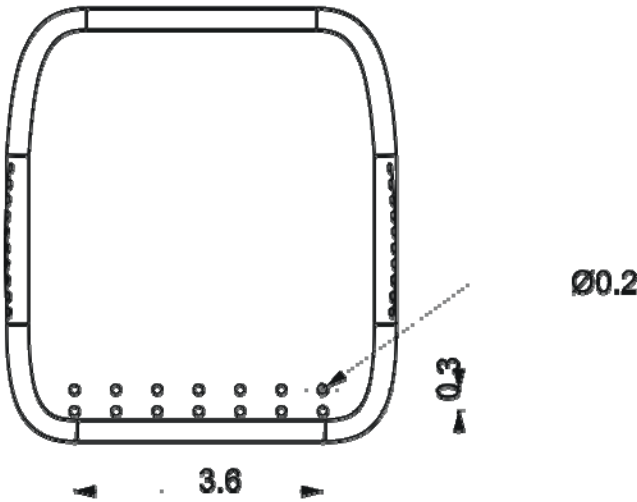
**ESTRUCTURA DEL SISTEMA**

<b>NOMBRE DE LA PIEZA:</b> <b>DETALLES DE CARCASA RECEPTOR</b>	<b>MATERIALES : POLIPROPILENO</b>	<b>ESCALA: 1-2</b>
		<b>CANTIDAD: 1 Unid.</b>

**Detalle de botones**



**Detalle de salida de sonido**



Todas las medidas en cm

## ESTRUCTURA DEL SISTEMA

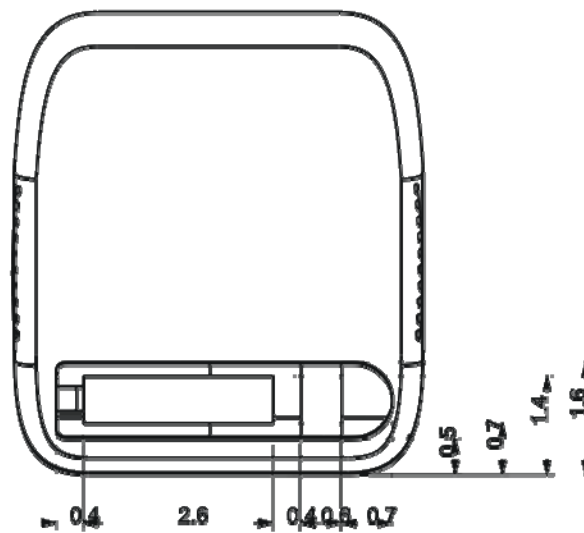
NOMBRE DE LA PIEZA:  
DETALLES DE CARCASA RECEPTOR

MATERIALES : POLIPROPILENO

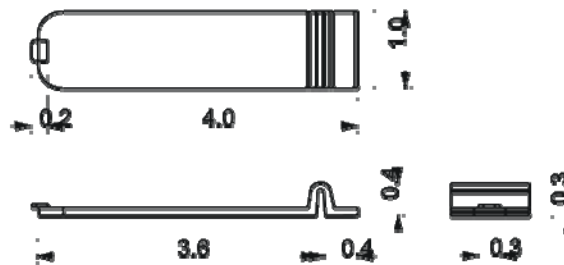
ESCALA: 1-1

CANTIDAD: 1 Unid.

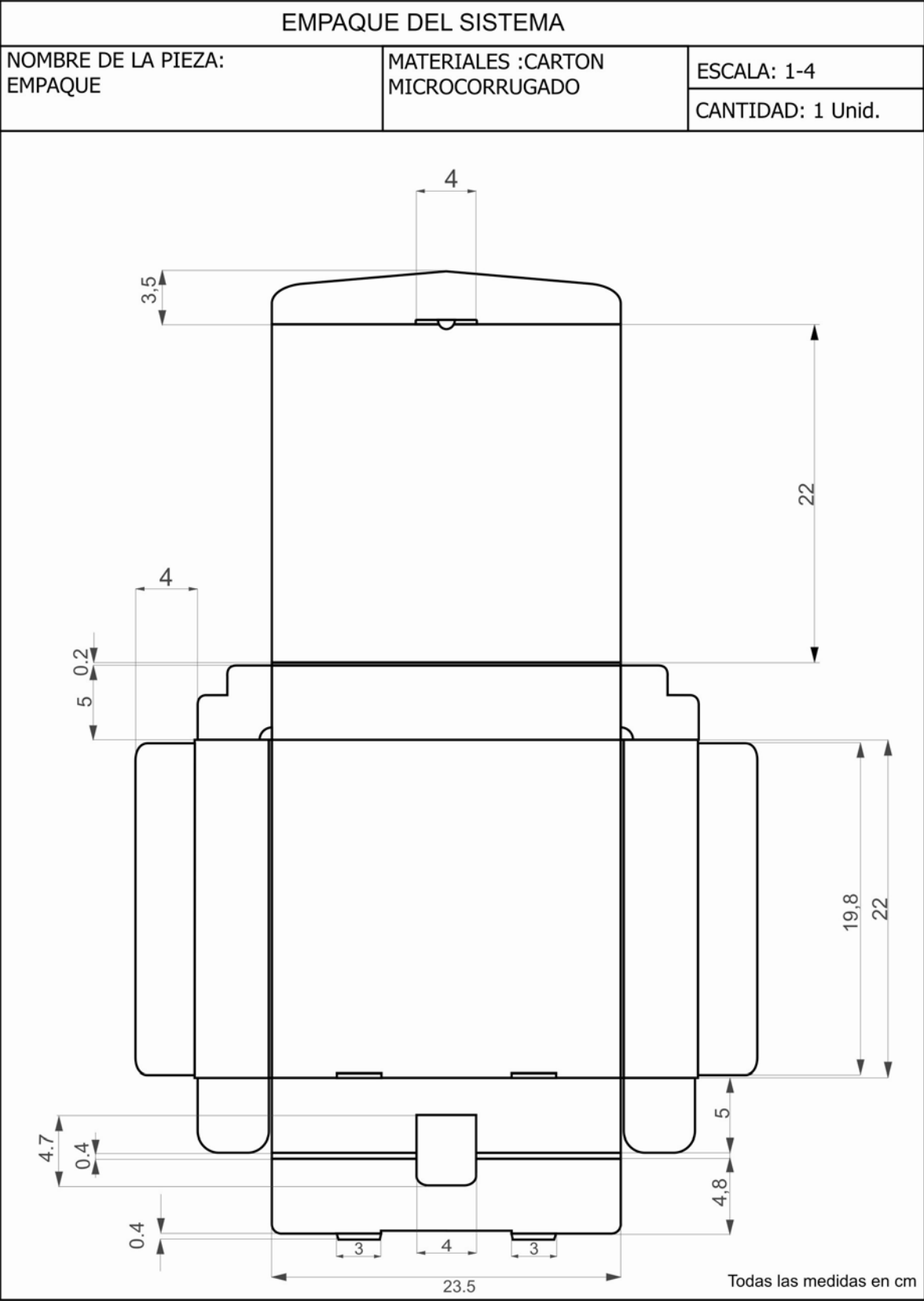
### Compartimiento para batería



### Detalle de tapa para batería



Todas las medidas en cm



## Anexo M. Programación del sistema

Tabla de los valores de resistencia del **sensor YSI 409B** y su equivalencia en grados centígrados, proporcionada por el fabricante.

YSI400 temperature vs. resistance table									
°C	Ω	°C	Ω	°C	Ω	°C	Ω	°C	Ω
0.00	7,353	26.80	2,082	33.80	1,546	40.80	1,161	47.80	882
1.00	6,988	27.00	2,064	34.00	1,533	41.00	1,152	48.00	875
2.00	6,644	27.20	2,046	34.20	1,520	41.20	1,143	48.20	869
3.00	6,318	27.40	2,028	34.40	1,508	41.40	1,134	48.40	862
3.00	6,318	27.60	2,011	34.60	1,495	41.60	1,125	48.60	855
4.00	6,010	27.80	1,994	34.80	1,483	41.80	1,116	48.80	849
5.00	5,719	28.00	1,977	35.00	1,471	42.00	1,107	49.00	842
6.00	5,444	28.20	1,960	35.20	1,458	42.20	1,098	49.20	836
7.00	5,183	28.40	1,943	35.40	1,446	42.40	1,089	49.40	830
8.00	4,937	28.60	1,926	35.60	1,435	42.60	1,081	49.60	823
9.00	4,703	28.80	1,910	35.80	1,423	42.80	1,072	49.80	817
10.00	4,482	29.00	1,893	36.00	1,411	43.00	1,064	50.00	811
11.00	4,273	29.20	1,877	36.20	1,400	43.20	1,055	51.00	781
12.00	4,075	29.40	1,861	36.40	1,388	43.40	1,047	52.00	752
13.00	3,886	29.60	1,845	36.60	1,377	43.60	1,039	53.00	724
14.00	3,708	29.80	1,830	36.80	1,366	43.80	1,031	54.00	698
15.00	3,539	30.00	1,814	37.00	1,355	44.00	1,023	55.00	672
16.00	3,378	30.20	1,799	37.20	1,344	44.20	1,015	56.00	648
17.00	3,226	30.40	1,784	37.40	1,332	44.40	1,007	57.00	624
18.00	3,081	30.60	1,768	37.60	1,322	44.60	999	58.00	602
19.00	2,944	30.80	1,754	37.80	1,311	44.80	991	59.00	581
20.00	2,814	31.00	1,739	38.00	1,300	45.00	983	60.00	560
21.00	2,690	31.20	1,724	38.20	1,290	45.20	976	61.00	540
22.00	2,572	31.40	1,710	38.40	1,279	45.40	968	62.00	521
23.00	2,460	31.60	1,695	38.60	1,269	45.60	961	63.00	503
24.00	2,353	31.80	1,681	38.80	1,259	45.80	953	64.00	486
25.00	2,252	32.00	1,667	39.00	1,248	46.00	946	65.00	469
25.20	2,232	32.20	1,653	39.20	1,238	46.20	938	66.00	453
25.40	2,213	32.40	1,639	39.40	1,228	46.40	931	67.00	437
25.60	2,194	32.60	1,625	39.60	1,219	46.60	924	68.00	422
25.80	2,175	32.80	1,612	39.80	1,209	46.80	917	69.00	408
26.00	2,156	33.00	1,598	40.00	1,199	47.00	910	70.00	394
26.20	2,137	33.20	1,585	40.20	1,189	47.20	903	•	•
26.40	2,118	33.40	1,572	40.40	1,180	47.40	896	•	•
26.60	2,100	33.60	1,559	40.60	1,171	47.60	889	•	•

## A. PROGRAMA DEL TRANSMISOR

```
#include    <18f4520.h>
#device    ADC=10

#fuses    INTRC,NOWDT,NOMCLR,NOPBADEN,NOLVP,NOWRTD,NOWRT
//*****
#use delay(clock=16000000)
//*****
#define    d_unidad    pin_c0
#define    d_decena    pin_c1
#define    d_centena    pin_c2
#define    d_umil    pin_c3

float const    Fiebre=38.0;
float const    hipotermia=35.0;
float    lectura_ADC;
float    TEMPERATURA;
float    RESISTENCIA;
float    VOLTAJE;
float    casilla;
char    errores;
char    punto=3;
char    pitar=0;
char    multiplicadora=0;
float const    resoluc=5.0/1023.0;
char    temperatura_BCD[10]='1','2','3','4';
char    unidad=0x0c,decena=0,centena=0,umil=0;
char    i=0;
char    snooze=0;
int1    encontrado,alarma=0,buzzer=0,enviado_on=0,enviado_off=0;
int1    interruptor=1;
float    tabla_h_YSI400[171]=
        { 7353.0,//0
          6988.0,//1
          6644.0,//2
          6318.0,//3
          6010.0,//4
          5719.0,//5
          5444.0,//6
          5183.0,//7
          4937.0,//8
          4703.0,//9
          4482.0,//10
          4273.0,//11
          4075.0,//12
          3886.0,//13
          3708.0,//14
          3539.0,//15
          3378.0,//16
          3226.0,//17
```

3081.0,//18  
2944.0,//19  
2814.0,//20  
2690.0,//21  
3572.0,//22  
2460.0,//23  
2353.0,//24  
2252.0,//25  
2232.0,//25.20  
2213.0,//25.40  
2194.0,//25.60  
2175.0,//25.80  
2156.0,//26  
2137.0,//26.20  
2118.0,//26.40  
2100.0,//26.60  
//-----  
2082.0,//26.80  
2064.0,//27  
2046.0,//27.20  
2028.0,//27.40  
2011.0,//27.60  
1994.0,//27.80  
1977.0,//28  
1960.0,//28.20  
1943.0,//28.40  
1926.0,//28.60  
1910.0,//28.80  
1893.0,//29  
1877.0,//29.20  
1861.0,//29.40  
1845.0,//29.60  
1830.0,//29.80  
1814.0,//30  
1799.0,//30.20  
1784.0,//30.40  
1768.0,//30.60  
1754.0,//30.80  
1739.0,//31  
1724.0,//31.20  
1710.0,//31.40  
1695.0,//31.60  
1681.0,//31.80  
1667.0,//32  
1653.0,//32.20  
1639.0,//32.40  
1625.0,//32.60  
1612.0,//32.80  
1598.0,//33  
1585.0,//33.20  
1572.0,//33.40

1559.0,//33.60  
//-----  
1546.0,//33.80,  
1533.0,//34,  
1520.0,//34.20,  
1508.0,//34.60,  
1495.0,//34.80,  
1483.0,//35,  
1471.0,//35.20,  
1458.0,//35.40,  
1446.0,//35.60  
1435.0,//35.80  
1423.0,//36  
1411.0,//36.20  
1400.0,//36.40  
1388.0,//36.60  
1377.0,//36.80  
1366.0,//37  
1355.0,//37.20  
1344.0,//37.40  
1332.0,//37.60  
1322.0,//  
1311.0,//37.80  
1300.0,//38  
1290.0,//38.20  
1279.0,//38.40  
1269.0,//38.60  
1259.0,//38.80  
1248.0,//39  
1238.0,//39.20  
1228.0,//39.40  
1219.0,//39.60  
1209.0,//39.80  
1199.0,//40  
1189.0,//40.20  
1180.0,//40.40  
1171.0,//40.60  
//-----  
1161.0,//40.80  
1152.0,//41  
1143.0,//41.20  
1134.0,//41.40  
1125.0,//41.60  
1116.0,//41.80  
1107.0,//42  
1098.0,//42.20  
1089.0,//42.40  
1081.0,//42.60  
1072.0,//42.80  
1064.0,//43  
1055.0,//43.20

1047.0,//43.40  
1039.0,//43.60  
1031.0,//43.80  
1023.0,//44  
1015.0,//44.20  
1007.0,//44.40  
999.0,//44.60  
991.0,//44.80  
983.0,//45  
975.0,//45.20  
968.0,//45.40  
961.0,//45.60  
953.0,//45.80  
946.0,//46  
938.0,//46.20  
931.0,//46.40  
924.0,//46.60  
917.0,//46.80  
910.0,//47  
903.0,//47.20  
896.0,//47.40  
889.0,//47.60  
//-----  
882.0,//47.80  
875.0,//48  
869.0,//48.20  
862.0,//48.40  
855.0,//48.60  
849.0,//48.80  
842.0,//49  
836.0,//49.20  
830.0,//49.40  
823.0,//49.60  
817.0,//49.80  
811.0,//50  
781.0,//51  
752.0,//52  
724.0,//53  
698.0,//54  
672.0,//55  
648.0,//56  
624.0,//57  
602.0,//58  
581.0,//59  
560.0,//60  
540.0,//61  
521.0,//62  
503.0,//63  
486.0,//64  
469.0,//65  
453.0,//66

```
437.0,//67
422.0,//68
408.0,//69
394.0,//70
};
```

```
float  tabla_t_YSI400[171]=
{ 0.0,
  1.0,
  2.0,
  3.0,
  4.0,
  5.0,
  6.0,
  7.0,
  8.0,
  9.0,
  10.0,
  11.0,
  12.0,
  13.0,
  14.0,
  15.0,
  6.0,
  17.0,
  18.0,
  19.0,
  20.0,
  21.0,
  22.0,
  23.0,
  24.0,
  25.0,
  25.20,
  25.40,
  25.60,
  25.80,
  26.0,
  26.20,
  26.40,
  26.60,
  //-----
  26.80,
  27.0,
  27.20,
  27.40,
  27.60,
  27.80,
  28.0,
  28.20,
  28.40,
```

28.60,  
28.80,  
29.0,  
29.20,  
29.40,  
29.60,  
29.80,  
30.0,  
30.20,  
30.40,  
30.60,  
30.80,  
31.0,  
31.20,  
31.40,  
31.60,  
31.80,  
32.0,  
32.20,  
32.40,  
32.60,  
32.80,  
33.0,  
33.20,  
33.40,  
33.60,  
//-----  
34.60,  
34.7,  
35.0,  
35.20,  
35.50,  
35.70,  
36.0,  
36.1,  
36.40,  
36.50,  
36.6,  
36.7,  
36.80,  
36.9,  
37.0,  
37.0,  
37.0,  
37.20,  
37.40,  
37.60,  
37.80,  
38.0,  
38.20,  
38.40,

38.60,  
38.80,  
39.0,  
39.20,  
39.40,  
39.60,  
39.80,  
40.0,  
40.20,  
40.40,  
40.60,  
//-----  
40.80,  
41.0,  
41.20,  
41.40,  
41.60,  
41.80,  
42.0,  
42.20,  
42.40,  
42.60,  
42.80,  
43.0,  
43.20,  
43.40,  
43.60,  
43.80,  
44.0,  
44.20,  
44.40,  
44.60,  
44.80,  
45.0,  
45.20,  
45.40,  
45.60,  
45.80,  
46.0,  
46.20,  
46.40,  
46.60,  
46.80,  
47.0,  
47.20,  
47.40,  
47.60,  
//-----  
47.80,  
48.0,  
48.20,

```
48.40,  
48.60,  
48.80,  
49.0,  
49.20,  
49.40,  
49.60,  
49.80,  
50.0,  
51.0,  
52.0,  
53.0,  
54.0,  
55.0,  
56.0,  
57.0,  
58.0,  
59.0,  
60.0,  
61.0,  
62.0,  
63.0,  
64.0,  
65.0,  
66.0,  
67.0,  
68.0,  
69.0,  
70.0,  
};
```

```
char display[16]=  
    { 0b00111111,//0  
      0b00000110,//1  
      0b01011011,//2  
      0b01001111,//3  
      0b01100110,//4  
      0b01101101,//5  
      0b01111101,//6  
      0b00000111,//7  
      0b01111111,//8  
      0b01100111,//9  
      0b01110111,//A  
      0b01111100,//B  
      0b00111001,//C  
      0b01011110,//D  
      0b01111011,//E  
      0b01110001,//F  
    };  
float comparar(float resistencia_ysi){
```

```

char puntero=0;
float temperatura_ysi=0.0;

do{
    if (resistencia_ysi<=tabla_h_YSI400[puntero]){
        if (resistencia_ysi>=tabla_h_YSI400[puntero+1]){
            temperatura_ysi=tabla_t_YSI400[puntero+1];
            casilla=puntero;
            puntero=170;
        }
        else puntero++;
    }
    else {
        temperatura_ysi=0.0;
        puntero=170;
    }

}while(puntero!=170);

return (temperatura_ysi);
}
char ascci_dec(char dato)
{
    switch (dato)
    {
        case '0': dato=0;
        break;
        case '1': dato=1;
        break;
        case '2': dato=2;
        break;
        case '3': dato=3;
        break;
        case '4': dato=4;
        break;
        case '5': dato=5;
        break;
        case '6': dato=6;
        break;
        case '7': dato=7;
        break;
        case '8': dato=8;
        break;
        case '9': dato=9;
        break;
        default : dato=0x0a;
    }
return(dato);
}

void muestra_display(void){

```

```

output_d(display[unidad]);
if(punto==4)output_high(pin_d7);
output_high(d_unidad);
delay_ms(3);
output_low(d_unidad);
delay_ms(1);

output_d(display[decena]);
if(punto==3)output_high(pin_d7);
output_high(d_decena);
delay_ms(3);
output_low(d_decena);
delay_ms(1);

output_d(display[centena]);
if(punto==2)output_high(pin_d7);
output_high(d_centena);
delay_ms(3);
output_low(d_centena);
delay_ms(1);

output_d(display[umil]);
if(punto==1)output_high(pin_d7);
output_high(d_umil);
delay_ms(3);
output_low(d_umil);
}

void botones (void){
if(input(pin_e2)==0){
interruptor++;
disable_interrupts(GLOBAL);
if(interruptor==0){
output_high(buzzer);
delay_ms(25);
output_low(buzzer);
}

else{
output_high(buzzer);
delay_ms(200);
output_low(buzzer);
}

}

while(input(pin_e2)==0)muestra_display();
}

if(input(pin_a5)==0){
snooze=25;
pitar=0;
output_low(pin_e1);
}

```

```

    }
}

float hom_temp(float homios){
char posicion=0;
float resultado;
int1 detectado;
do{
    if(homios<=tabla_h_YSI400[posicion]){
        detectado=1;
        resultado=tabla_t_YSI400[posicion];
    }
}while(detectado=0);
return (resultado);
}

int16 promedio_adc(char canal_adc){
int16 valor1_adc,valor2_adc;
char j;

set_adc_channel(canal_adc);
delay_ms(1);
valor1_adc=read_adc();
delay_ms(1);

for (j=1;j<=20;j++){
    valor2_adc=read_adc();
    if(valor1_adc>valor2_adc)valor1_adc=valor2_adc;
    //valor1_adc=valor1_adc+valor2_adc;
    //valor1_adc=valor1_adc/2;
    delay_ms(1);
}
return(valor1_adc);
}

void alarma_on(void){
char h;
// disable_interrupts(GLOBAL);
// if(enviado_on==0){

    enviado_on=1;
    enviado_off=0;

    output_b(0);
    output_low(pin_c4);
    output_low(pin_c5);
    output_low(pin_c6);
    output_low(pin_c7);

    output_high(pin_e0);
    for(h=0;h<=100;h++){

```

```

    delay_ms(5);
    muestra_display();
    botones();
}
output_low(pin_e0);
// enable_interrupts(GLOBAL);
// }
}

void alarma_off(void){
char h;
// disable_interrupts(GLOBAL);
// if(enviado_off==0){
    enviado_off=1;
    enviado_on=0;

    output_b(1);
    output_low(pin_c4);
    output_low(pin_c5);
    output_low(pin_c6);
    output_low(pin_c7);

    output_high(pin_e0);
    for(h=0;h<=100;h++){
        delay_ms(5);
        muestra_display();
        botones();
    }
    output_low(pin_e0);
// enable_interrupts(GLOBAL);
// }
}

//*****
#use standard_io(A)
#use standard_io(B)
#use standard_io(C)
#use standard_io(D)
#use standard_io(E)

//*****
void main(void){
setup_oscillator(OSC_16MHZ);
output_low(d_unidad);
output_low(d_decena);
output_low(d_centena);
output_low(d_umil);
//-----
setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL ); //Divisor de frecuencia del moulo ADC.
setup_adc_ports (AN0_TO_AN2); //Apaga puertos del modulo conversor ADC.
set_adc_channel( 2 );

```

```

setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_256|RTCC_8_BIT);//
enable_interrupts(int_timer0); //
//Configura y habilita interrupcion por TMRO //
//usado para lograr interrupcion cada 1seg //
//(Muestras del sensor de temperatura) //
enable_interrupts(GLOBAL);

while(1){
multiplicadora++;
if(multiplicadora>10){
multiplicadora=0;
lectura_ADC=promedio_adc(2);
VOLTAJE=lectura_ADC*resoluc;
RESISTENCIA=23000/VOLTAJE;
RESISTENCIA=RESISTENCIA-4600;
TEMPERATURA=comparar(RESISTENCIA);

/* sprintf(temperatura_BCD,"%u",snooze);
umil=ascci_dec(temperatura_BCD[0]);
centena=ascci_dec(temperatura_BCD[1]);
decena=0;
unidad=0;
punto=4;*/

sprintf(temperatura_BCD,"%2.3f",TEMPERATURA);
i=0;
encontrado=0;
do{
if(temperatura_BCD[i]=='.')encontrado=1;
else{
i++;
if(i>3){
i=0x0e;
encontrado=1;
}
}
}while(encontrado==0);

punto=i;

if(punto==2)umil=ascci_dec(temperatura_BCD[0]);
else umil=0;

if(punto==2)centena=ascci_dec(temperatura_BCD[1]);
else centena=ascci_dec(temperatura_BCD[0]);

if(punto==2)decena=ascci_dec(temperatura_BCD[3]);
else decena=ascci_dec(temperatura_BCD[2]);

```

```

    if(punto=1)punto=2;

    unidad=0x0c;

}
errores=0;

if (TEMPERATURA>=fiebre)errores++;

if (TEMPERATURA<=hipotermia)errores++;

if (errores!=0) alarma=1;
else alarma=0;
}
}

#INT_TIMER0
void MUESTRAS_display(void){
disable_interrups(GLOBAL);
pitar++;

    if(pitar==100){
pitar=0;
    if (alarma==1){
        alarma_on();
    }
    else {
        alarma_off();
    }
//----- pito ----
    if(snooze!=0){
snooze--;
output_low(pin_e1);
    }
    else{
        if(interruptor==1){
            if(alarma==1){
                output_toggle(pin_e1);
            }

            else {
                output_low(pin_e1);
            }
        }

        else output_low(pin_e1);
    }
//-----
    }
    botones();
}

```

```

muestra_display();
enable_interrupts(GLOBAL);
}

```

## B. PROGRAMA DEL RECEPTOR

```

\\Athlon\sensor\RX_16-ene-2007.c
1:
2: #include <16f876.h>
3: #device * =16 ADC=8//Use 16 bit pointers (for 14 bit parts)
4:
//*****
5:
6: #fuses XT,NOWDT,PUT,NOPROTECT,NODEBUG,BROWNOUT,NOLVP,NOCPD,NOWRT
7:
//*****
8: #use delay(clock=4000000)
9:
//*****
10: #define buzzer PIN_c1
11: #define verde PIN_a2
12: #define rojo PIN_a5
13: #define PDN PIN_c2
14: #define VT PIN_c3
15: //float const B5V=127.5;
16: float const B4V=102.5;
17:
18: //float const B12v=149.43;
19: float const B9v=112.0;
20: int1 bateria=0;
21: int1 alarma=0;
22: int1 interruptor=1;
23: int16 lectura_ADC;
24: char llegada;
25:
//*****
26: //-----
27: void recibir_RF(void){
28: llegada=input_b();
29:
30: if(llegada==0)alarma=1;
31: else alarma=0;
32: }
33:
34: int16 promedio_adc(char canal_adc){
35: int16 valor1_adc,valor2_adc;
36: char j;
37:

```

```

38: set_adc_channel(canal_adc);
39: delay_ms(1);
40: valor1_adc=read_adc();
41: delay_ms(1);
42:
43: for (j=1;j<=50;j++){
44: valor2_adc=read_adc();
45: valor1_adc=valor1_adc+valor2_adc;
46: valor1_adc=valor1_adc/2;
47: delay_ms(1);
48: }
49: return(valor1_adc);
50: }
1
\\Athlon\sensor\RX_16-ene-2007.c
51:
//*****
52: #use standard_io(A)
53: #use standard_io(B)
54: #use standard_io(C)
55:
//*****
56: void main(void){
57: setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL ); //Divisor de frecuencia del moulo ADC.
58: setup_adc_ports (AN0_AN1_AN3); //Apaga puertos del modulo conversor ADC.
59:
60: setup_timer_1(T1_INTERNAL|T1_DIV_BY_8);//
61: enable_interrupts(int_timer1); //
62: enable_interrupts(GLOBAL);
63:
64: output_high(pin_c2);
65: output_low(pin_c4);
66: output_low(pin_c5);
67: output_low(pin_c6);
68: output_low(pin_c7);
69: output_low(rojo);
70: output_low(buzzer);
71:
72: while(1){
73:
74: if(input(pin_c3)==1){
75: recibir_RF();
76: }
77:
78: if(input(pin_a4)==0){
79: interruptor++;
80: disable_interrupts(GLOBAL);
81: if(interruptor==0){
82: output_high(buzzer);
83: delay_ms(25);
84: output_low(buzzer);

```

```

85: }
86:
87: else{
88: output_high(buzzer);
89: delay_ms(200);
90: output_low(buzzer);
91: }
92:
93: while(input(pin_a4)==0);
94: enable_interrupts(GLOBAL);
95: }
96: }
97: }
98:
//*****
99: #INT_TIMER1
100: void actuaiza(void){
2
\\Athlon\sensor\RX_16-ene-2007.c
101: lectura_ADC=promedio_adc(1);
102: if(lectura_ADC<=B9V)bateria=1;
103:
104: else bateria=0;
105:
106: if(bateria==0){
107: output_toggle(verde);
108: output_low(rojo);
109: }
110: else {
111: output_toggle(rojo);
112: output_low(verde);
113: }
114:
115: if(interruptor==1){
116: if(alarma==1){
117: output_toggle(buzzer);
118: }
119:
120: else {
121: output_low(buzzer);
122: }
123: }
124: }
3

```