



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA  
Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UN  
MANIQUÍ PUBLICITARIO AUTÓNOMO BASADO EN  
SISTEMAS DE RAZONAMIENTO-APRENDIZAJE.**

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**AUTORES: FARINANGO PÁEZ, ALEJANDRO XAVIER**

**MONTAÑO VIZCAÍNO, ANA CAROLINA**

**DIRECTOR: ING. TIPÁN, EDGAR**

**CODIRECTOR: ING. TERNEUS, FRANCISCO**

**SANGOLQUÍ, JULIO 2015**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS -ESPE**

**INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**CERTIFICADO**

*Ing. Edgar Tipán*

*Ing. Francisco Terneus*

**CERTIFICAN**

El proyecto **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UN MANIQUÍ PUBLICITARIO AUTÓNOMO BASADO EN SISTEMAS DE RAZONAMIENTO-APRENDIZAJE”**, fue realizada en su totalidad por Alejandro Xavier Farinango Páez y Ana Carolina Montaña Vizcaíno, como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniera en Mecatrónica.

---

**Ing. Edgar Tipán**

**DIRECTOR**

---

**Ing. Francisco Terneus**

**CODIRECTOR**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS -ESPE**

**INGENIERÍA MECATRÓNICA**

## **AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Certificamos que el título de proyecto de grado: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UN MANIQUÍ PUBLICITARIO AUTÓNOMO BASADO EN SISTEMAS DE RAZONAMIENTO-APRENDIZAJE”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

**ELABORADO POR:**

---

**Alejandro Xavier  
Farinango Páez**

---

**Ana Carolina  
Montaño Vizcaíno**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS -ESPE**

**INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

## **AUTORIZACIÓN**

Nosotros, Alejandro Xavier Farinango Páez y Ana Carolina Montaña  
Vizcaíno:

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, la publicación en la biblioteca virtual de la institución, del proyecto de grado titulado: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DE UN MANIQUÍ PUBLICITARIO AUTÓNOMO BASADO EN SISTEMAS DE RAZONAMIENTO-APRENDIZAJE”** cuyo contenido, ideas y criterio son de nuestra exclusiva responsabilidad y auditoría.

---

**Alejandro Xavier  
Farinango Páez**

---

**Ana Carolina  
Montaña Vizcaíno**

## DEDICATORIA

A mi mamá Alexandra Páez que es y será un pilar fundamental en mi vida, ejemplo de lucha, superación, gran energía, y por sus valiosos consejos en momentos difíciles.

A mis hermanas Karla y Camila por apoyarme y alentarme en todo momento, a mi novia Wendy que siempre me dio ánimos en momentos de decaimiento y a mis amigos por motivarme para poder lograr este objetivo.

Y por último a mi papá Javier, aunque me está cuidando desde el cielo seguramente le hubiera gustado estar en este logro alcanzado.

***Alejandro Xavier Farinango Páez***

## DEDICATORIA

Siempre me he sentido bendecida por los padres que tengo, amándome y preocupándose por mí desde el momento en que llegué a este mundo, me han formado para saber cómo luchar y salir victoriosa ante las adversidades de la vida.

Muchos años después, sus enseñanzas no cesan, y aquí estoy, con un nuevo logro exitosamente conseguido, mi proyecto de tesis, a ustedes Javier y Betty les dedico cada uno de mis logros.

Al angelito que desde su partida me ha cuidado siempre, a usted Mamá Lolita.

***Ana Carolina Montaña Vizcaíno***

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecerles a Dios y a la Virgen Dolorosa por darme salud y vida para poder culminar este objetivo.

A todas las personas que hicieron posible la realización de este proyecto, especialmente al Ing. Gustavo Villacreses por haber compartido sus conocimientos.

A nuestros tutores por su profesionalismo al momento de acudir por su ayuda, como también al Director de la carrera por siempre estar atento a nuestros apuros y saber solucionarlos.

A mi compañera de tesis Anita, que sin su esfuerzo y dedicación no hubiéramos podido culminar con éxito.

Y para finalizar a todas las personas que ayudaron para que este proyecto fuera posible y tome forma.

***Alejandro Xavier Farinango Páez***

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar conmigo en cada paso que he dado, llenándome de bendiciones y guiándome siempre. A mi padre Javier que con su ternura, paciencia y amor ha estado conmigo ayudándome en cada dificultad que se ha presentado en mi camino, a mi madre Betty por su amor incondicional, por caminar siempre a mi lado, por reír y llorar conmigo, por su ejemplo de lucha y perseverancia, por ser la mejor muestra de que existe el amor verdadero. A mi hermana Cris, gracias por existir, con sus ocurrencias me ha enseñado a ver siempre el mejor lado de la vida, por ser una verdadera guerrera. A mi hermana Andreita gracias por ser mi gran apoyo, con su corazón bondadoso siempre ha estado presta a ayudar, por darme la mano siempre que lo he necesitado.

A mis tíos Ligia y Humberto por ser mis segundos padres, gracias porque desde pequeña han estado siempre conmigo, por su apoyo y amor muchas gracias. A mis primos Christian, Stefany, Humbertito, Letty y Edison, por el cariño y apoyo que me han dado y a sus hijos Nicole, Christian, Ma. Angélica, Matías y Juan Sebastián por llenar mi vida y mi corazón de alegría.

A mi novio Esteban por el amor y alegría que me da cada día, por estar conmigo en aquellos momentos en que el estudio y el trabajo ocuparon mi tiempo, gracias por caminar conmigo en todo este tiempo ayudándome a cumplir un sueño más.

A mi gran amiga Mery, gracias por su amistad verdadera, gracias a usted y a su familia por todo el apoyo que me han dado durante mis años en la universidad. A mis amigos, Andre, Paty, Santiago, David y Patricio por estar conmigo en los buenos y malos momentos, por su verdadera amistad en todo este tiempo en la universidad y en especial a mi compañero de tesis y amigo Alejandro por su apoyo y esfuerzo para terminar con éxito este proyecto de graduación.

**Ana Carolina Montaña Vizcaíno**



## ÍNDICE GENERAL

<b>CERTIFICADO</b> .....	ii
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</b> .....	iii
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	iv
<b>DEDICATORIA</b> .....	v
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	vii
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	ix
<b>RESUMEN</b> .....	xxi
<b>ABSTRACT</b> .....	xxii
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1. ANTECEDENTES</b> .....	1
<b>1.2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	2
<b>1.3. OBJETIVOS</b> .....	4
<b>1.3.1. Objetivo General</b> .....	4
<b>1.3.2. Objetivos Específicos</b> .....	4
<b>1.4. ALCANCE DEL PROYECTO</b> .....	4
<b>1.4.1. Sistema Mecánico</b> .....	4
<b>1.4.1.1. Subsistema estructural</b> .....	4
<b>1.4.1.2. Subsistema de transmisión movimientos</b> .....	5
<b>1.4.2. Sistema Eléctrico/Electrónico</b> .....	5
<b>1.4.3. Sistema de control</b> .....	5
<b>1.4.4. Software para análisis y simulación</b> .....	5
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	6
<b>FUNDAMENTO TEÓRICO</b> .....	6

	x
<b>2.1. PUBLICIDAD BTL .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.1. MANIQUÍ AUTÓNOMO PARA PUBLICIDAD BTL .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3. MARKETING Y ROBOTS .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4. CARACTERÍSTICAS .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4.1. Esquema para el diseño estructural .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4.2. Método de la Función de Calidad (QFD).....</b>	<b>11</b>
<b>2.4.2.1. Requerimientos.....</b>	<b>11</b>
<b>2.4.2.2. Características técnicas.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4.2.3. Grado de correlación.....</b>	<b>13</b>
<b>2.4.2.4. Resultados de la matriz QDF .....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>17</b>
<b>DISEÑO DEL MANIQUÍ AUTÓNOMO PUBLICITARIO .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1. REQUISITOS Y RESTRICCIONES .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DEL DISEÑO.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3.1. Alternativas para la selección del tipo de material .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3.1.1. Tipo de material para la estructura interna (esqueleto).....</b>	<b>18</b>
<b>3.3.1.2. Tipo de material para la estructura externa (cuerpo).....</b>	<b>19</b>
<b>3.3.2. Alternativas para la selección de los motores.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3.2.1. Motor de Corriente Continua.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.2.1.1. Motor a pasos .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.2.1.2. Servomotor.....</b>	<b>22</b>
<b>3.4. SISTEMAS QUE CONFORMAN EL MANIQUÍ .....</b>	<b>24</b>
<b>3.4.1. Sistema Motriz y Estructura. ....</b>	<b>24</b>
<b>3.4.1.1. Caracterización.....</b>	<b>24</b>

3.4.1.2.	Elementos .....	25
3.4.2.	Sistema de Detección. ....	25
3.4.2.1.	Caracterización .....	26
3.4.2.2.	Elementos .....	26
3.4.3.	Sistema de Alimentación.....	26
3.4.3.1.	Caracterización .....	27
3.4.3.2.	Elementos .....	27
3.5.	DISEÑO MECÁNICO .....	28
3.5.1.	Herramientas de desarrollo .....	28
3.5.1.1.	SolidWorks .....	28
3.5.1.2.	Desarrollo .....	28
3.5.1.2.1.	Estructura Esqueleto .....	28
3.5.1.2.1.1.	Estructura superior .....	29
3.5.1.2.1.2.	Estructura inferior .....	33
3.5.1.3.	Cálculos Mecánicos y Simulaciones .....	38
3.5.1.3.1.	Simulación de esfuerzos y deformación de caja torácica .....	48
3.6.	DISEÑO ELECTRÓNICO .....	49
3.6.1.	Herramientas de desarrollo .....	49
3.6.1.1.	Isis .....	49
3.6.1.2.	Ares .....	49
3.6.2.	Diseño del Sistema Electrónico .....	50
3.6.2.1.	Mainboard .....	51
3.6.2.1.1.	Tarjeta de control .....	51
3.6.2.1.2.	Convertidor DC-DC .....	53
3.6.2.1.3.	Módulo Mp3 para Arduino .....	55

3.6.2.2.	Periféricos .....	56
3.6.2.2.2.	Actuadores .....	59
3.6.2.2.3.	Parlantes .....	60
3.7.1.	Herramientas de desarrollo .....	61
3.7.1.1.	App Inventor.....	61
3.7.1.2.	Arduino .....	62
3.7.2.	Diseño del Software del Sistema Electrónico.....	62
3.7.2.1.	Flujograma general del Software .....	62
3.7.2.1.1.	Pantalla de inicio .....	63
3.7.2.1.2.	Detección .....	63
3.7.2.1.3.	Proceso de acuerdo a la persona detectada .....	63
3.7.2.1.4.	Salir .....	63
3.7.2.2.	Requisitos del software del sistema electrónico .....	64
3.7.2.2.1.	Comunicación con la tarjeta Arduino y App Inventor.....	64
3.7.2.2.2.	Proceso de detección de la persona.....	66
3.7.2.3.	Códigos de Programación .....	71
3.7.2.3.1.	Programación Arduino – Secuencia de control .....	71
3.7.2.3.2.	Variables del programa en Arduino y funciones que intervienen en la programación.....	72
3.7.2.3.3.	Programación App Inventor – Interfaz Gráfica en el celular.....	75
3.8.	SISTEMA ELÉCTRICO .....	82
3.8.1.	Regulación a 7.2 V y 6 V .....	83
	CAPÍTULO 4.....	84
	CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DEL MANIQUÍ AUTÓNOMO .....	84
4.1.	DISEÑO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN .....	84

4.2.	Ensamblaje del prototipo .....	94
4.3.	Implementación del sistema eléctrico .....	97
4.3.1.	Elaboración del circuito impreso .....	97
4.3.1.1.	Criterios del diseño .....	97
4.3.1.2.	Cálculos de Ancho de Pista.....	97
4.3.1.3.	Circuito esquemático .....	100
4.3.1.4.	Lista de materiales .....	102
4.4.	Implementación Interfaz de Operación .....	103
4.4.1.	Pantalla de comandos .....	103
4.4.1.1.	Pantalla Principal.....	103
4.5.	Validación General del Maniquí Autónomo .....	105
4.5.1.	Realización de Pruebas.....	105
4.5.2.	Protocolo de Pruebas.....	106
4.5.3.	Metodología de Pruebas .....	107
4.5.4.	Ejecución de las pruebas.....	108
4.5.4.1.	Pruebas de calibración .....	108
4.5.4.1.1.	Pruebas de Ejecución .....	110
4.5.5.	Análisis de Resultados .....	111
<b>CAPÍTULO 5.....</b>		<b>112</b>
<b>ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO .....</b>		<b>112</b>
5.1.	Presupuesto de Inversión .....	112
5.1.1.	Mano de obra y materiales.....	112
5.1.1.1.	Costos Directos .....	114
5.1.1.2.	Costos Indirectos .....	115
5.1.2.	Presupuesto de egresos .....	115
5.1.3.	Presupuesto de Ingresos.....	115

5.1.3.1.	Análisis de la Demanda.....	116
5.1.4.	Retorno de la Inversión.....	116
5.1.4.1.	Retorno por Arriendo .....	116
5.1.4.2.	Retorno por Venta .....	117
<b>CAPÍTULO 6.....</b>		<b>119</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>119</b>
6.1.	Conclusiones.....	119
6.2.	Recomendaciones.....	120
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>122</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> Autómata mecánico de mesero en China .....	2
<b>FIGURA 2</b> Esquema inicial para la implementación del maniquí .....	9
<b>FIGURA 3</b> Datos obtenidos tabulados a 400 deportistas brasileños. ....	10
<b>FIGURA 4</b> Proceso de la matriz QFD .....	11
<b>FIGURA 5</b> Matriz QFD completa .....	14
<b>FIGURA 6</b> Posibles dimensiones consideradas para el maniquí .....	16
<b>FIGURA 7</b> Maniquí hombre .....	20
<b>FIGURA 8</b> Diagrama de bloques del sistema motriz y estructura.....	25
<b>FIGURA 9</b> Diagrama de bloques del sistema de detección.....	26
<b>FIGURA 10</b> Diagrama de bloques del sistema de alimentación. ....	27
<b>FIGURA 11</b> Estructura Esqueleto .....	29
<b>FIGURA 12</b> Vista frontal .....	30
<b>FIGURA 13</b> Vista lateral.....	30
<b>FIGURA 14</b> Vista Superior.....	31
<b>FIGURA 15</b> Caja Torácica final.....	31
<b>FIGURA 16</b> Medidas acople cuello.....	32
<b>FIGURA 17</b> Cuello - Caja torácica .....	32
<b>FIGURA 18</b> Medidas del acople para el brazo.....	33
<b>FIGURA 19</b> Acople conectado al motor .....	33
<b>FIGURA 20</b> Medidas pierna.....	34
<b>FIGURA 21</b> Medidas Muslo .....	34
<b>FIGURA 22</b> Vista lateral de la silla.....	35
<b>FIGURA 23</b> Vista frontal de la silla .....	35
<b>FIGURA 24</b> Vista Lateral del soporte.....	36
<b>FIGURA 25</b> Soporte sensor .....	36
<b>FIGURA 26</b> Vista Superior.....	37
<b>FIGURA 27</b> Vista Lateral .....	37
<b>FIGURA 28</b> Plataforma .....	37
<b>FIGURA 29</b> Especificaciones rueda con freno.....	38
<b>FIGURA 30</b> Diagrama de cuerpo libre-brazo .....	39
<b>FIGURA 31</b> Diagrama de cuerpo libre - cabeza .....	40

<b>FIGURA 32</b>	Diagrama de cuerpo libre - Muslo .....	41
<b>FIGURA 33</b>	Diagrama de Momentos .....	43
<b>FIGURA 34</b>	Análisis de esfuerzos .....	44
<b>FIGURA 35</b>	Análisis de deflexión.....	44
<b>FIGURA 36</b>	Diagrama de cuerpo libre – Plataforma.....	45
<b>FIGURA 37</b>	Análisis esfuerzos vista lateral .....	46
<b>FIGURA 38</b>	Análisis de esfuerzos vista frontal .....	47
<b>FIGURA 39</b>	Análisis de deflexión vista lateral.....	47
<b>FIGURA 40</b>	Análisis de deflexión vista frontal .....	47
<b>FIGURA 41</b>	Análisis de esfuerzo .....	48
<b>FIGURA 42</b>	Análisis de esfuerzo .....	48
<b>FIGURA 43</b>	Análisis de deflexión.....	49
<b>FIGURA 44</b>	Esquema del sistema electrónico.....	50
<b>FIGURA 45</b>	Arduino ATmega 2560 .....	51
<b>FIGURA 46</b>	Convertidor DC-DC LM 2596 .....	54
<b>FIGURA 47</b>	Módulo Mp3 WT 5001 .....	55
<b>FIGURA 48</b>	Diagrama de pines del sensor ultrasónico.....	56
<b>FIGURA 49</b>	Sensor ultrasónico HC-SR04 .....	58
<b>FIGURA 50</b>	Diagrama de conexión del sensor ultrasónico con el Arduino.....	58
<b>FIGURA 51</b>	Servomotor VIGOR VSD-11YMB .....	60
<b>FIGURA 52</b>	Parlantes PC – Akel .....	61
<b>FIGURA 53</b>	Diagrama de bloques general del software del sistema electrónico.....	62
<b>FIGURA 54</b>	Módulo bluetooth HC-06.....	64
<b>FIGURA 55</b>	Conexión módulo bluetooth-tarjeta Arduino .....	65
<b>FIGURA 56</b>	Diagrama de programación del sistema .....	66
<b>FIGURA 57</b>	Diagrama de ubicación de servomotores en posición inicial.....	67
<b>FIGURA 58</b>	Valores de límite superior e inferior – Arduino.....	69
<b>FIGURA 59</b>	Diagrama de envío y recepción de señales.....	71
<b>FIGURA 60</b>	Programación en Arduino.....	72



<b>FIGURA 61</b>	Etapas App Inventor .....	75
<b>FIGURA 62</b>	App Inventor Designer.....	76
<b>FIGURA 63</b>	App Inventor Blocks editor.....	77
<b>FIGURA 64</b>	Configuración de la pantalla .....	77
<b>FIGURA 65</b>	Insertar botones/imágenes .....	78
<b>FIGURA 66</b>	Configuración texto .....	78
<b>FIGURA 67:</b>	Programación en bloques .....	79
<b>FIGURA 68</b>	Programa botón "INICIO" .....	79
<b>FIGURA 69</b>	Programa botón "PARADA" .....	80
<b>FIGURA 70</b>	Inicialización de variables.....	80
<b>FIGURA 71</b>	Programación bloque D, E, F .....	81
<b>FIGURA 72</b>	Interfaz en el celular .....	82
<b>FIGURA 73</b>	Fuente de computador .....	82
<b>FIGURA 74</b>	Esquema del maniquí autónomo.....	84
<b>FIGURA 75</b>	Diagrama del Proceso Construcción .....	85
<b>FIGURA 76</b>	Diagrama de Proceso de Construcción (continuación) .....	86
<b>FIGURA 77</b>	Diagrama de Proceso de Construcción (continuación) .....	87
<b>FIGURA 78</b>	Diagrama de Proceso de Construcción (continuación) .....	88
<b>FIGURA 79</b>	Diagrama de Proceso de Construcción (continuación) .....	89
<b>FIGURA 80</b>	Diagrama de Proceso de Construcción (continuación) .....	90
<b>FIGURA 81</b>	Diagrama de Proceso de Construcción (continuación) .....	91
<b>FIGURA 82</b>	Diagrama de Proceso de Construcción (continuación) .....	92
<b>FIGURA 83</b>	Diagrama de Proceso de Construcción (continuación) .....	93
<b>FIGURA 84</b>	Corriente vs área transversal del conductor para 2A. ....	98
<b>FIGURA 85</b>	Ancho del conducto vs sección transversal para 22th.....	98
<b>FIGURA 86</b>	Ancho de pista de 20 th.....	99
<b>FIGURA 87</b>	Corriente vs área transversal del conductor para 0.5A. ....	99
<b>FIGURA 88</b>	Ancho del conducto vs sección transversal para 10 th.....	100
<b>FIGURA 89</b>	Esquemático PCB distribución de componentes.....	101
<b>FIGURA 90</b>	Bottom copper PCB.....	101
<b>FIGURA 91</b>	Vista 3D de la placa .....	102
<b>FIGURA 92</b>	Pantalla Principal – Interfaz Gráfica .....	103

<b>FIGURA 93</b> Detección Adulto .....	104
<b>FIGURA 94</b> Detección niño.....	104
<b>FIGURA 95</b> Accionamiento Botón Parada .....	105

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1</b> Requerimientos .....	12
<b>CUADRO 2</b> Características técnicas .....	12
<b>CUADRO 3</b> Simbología para grados de correlación .....	13
<b>CUADRO 4</b> Simbología para grados de correlación entre características técnicas .....	13
<b>CUADRO 5</b> Resultados de la matriz QFD .....	15
<b>CUADRO 6</b> Estatura considerada para niño y adulto .....	16
<b>CUADRO 7</b> Propiedades del Acero y Aluminio.....	18
<b>CUADRO 8</b> Valoración de las características.....	19
<b>CUADRO 9</b> Tabla comparativa de propiedades del Acero y Aluminio para la selección.....	19
<b>CUADRO 10</b> Principales características del maniquí .....	20
<b>CUADRO 11</b> Propiedades de la fibra de vidrio .....	20
<b>CUADRO 12</b> Motor DC vs motor AC. ....	21
<b>CUADRO 13</b> Valoración de las características.....	23
<b>CUADRO 14</b> Selección del tipo de motor .....	23
<b>CUADRO 15</b> Propiedades del ABS .....	32
<b>CUADRO 16</b> Sensores y actuadores.....	50
<b>CUADRO 17</b> Especificaciones del arduino ATmega 2560.....	52
<b>CUADRO 18</b> Asignación de pines tarjeta Arduino .....	53
<b>CUADRO 19</b> Especificaciones técnicas del LM 2596.....	54
<b>CUADRO 20</b> Especificaciones módulo Mp3 .....	55
<b>CUADRO 21</b> Valoración de las características.....	57
<b>CUADRO 22</b> Tabla comparativa de las características de los sensores para la selección .....	57
<b>CUADRO 23</b> Especificaciones técnicas de sensor ultrasónico HC-SR04.....	58
<b>CUADRO 24</b> Especificaciones técnicas servomotor VIGOR VSD-11YMB para el brazo.....	59
<b>CUADRO 25</b> Especificaciones técnicas servomotor VIGOR VSD- 11YMB1 para la cabeza .....	59

<b>CUADRO 26</b>	Especificaciones técnicas del módulo bluetooth .....	65
<b>CUADRO 27</b>	Posición de los servomotores (°) .....	70
<b>CUADRO 28</b>	Variables del programa .....	73
<b>CUADRO 29</b>	Funciones que intervienen en la programación.....	74
<b>CUADRO 30:</b>	Características fuente PC .....	82
<b>CUADRO 31</b>	Consumo de corriente .....	83
<b>CUADRO 32</b>	Leyenda maquinaria del proceso de construcción .....	93
<b>CUADRO 33</b>	Referencia de planos .....	95
<b>CUADRO 34</b>	Lista de materiales electrónicos .....	102
<b>CUADRO 35</b>	Pruebas a realizar .....	106
<b>CUADRO 36</b>	Valoración variables cualitativas .....	106
<b>CUADRO 37</b>	Datos obtenidos en el movimiento del brazo-subida .....	109
<b>CUADRO 38</b>	Datos obtenido en el movimiento del brazo-bajada.....	109
<b>CUADRO 39</b>	Datos obtenido en el movimiento de la cabeza.....	109
<b>CUADRO 40</b>	Datos obtenido en el sonido del saludo.....	109
<b>CUADRO 41</b>	Valoración prueba de reconocimiento sin niño o adulto .	110
<b>CUADRO 42</b>	Valoración prueba de reconocimiento con niño o adulto	110
<b>CUADRO 43</b>	Valoración prueba de reconocimiento con niño o adulto	110
<b>CUADRO 44</b>	Presupuesto de materiales.....	113
<b>CUADRO 45</b>	Presupuesto de mano de obra .....	114
<b>CUADRO 46</b>	Costos Directos.....	114
<b>CUADRO 47</b>	Horas trabajadas .....	115
<b>CUADRO 48</b>	Costos Indirectos.....	115
<b>CUADRO 49</b>	Cantidad Industrial Manufactura en Pichincha .....	116
<b>CUADRO 50</b>	Retorno de la Inversión .....	117
<b>CUADRO 51</b>	Retorno de la Inversión por venta .....	117

## **RESUMEN**

El presente proyecto representa una variante de publicidad no común o conocida como BTL, este modelo propuesto capta la atención del cliente mediante un maniquí autónomo, el prototipo realiza movimientos parecidos a los de un humano, los cuales están centrados en la cabeza y brazo derecho. El maniquí consta además de un sistema de reconocimiento para niños y adultos, esto nos permitirá generar un saludo distinto para cada uno.

El movimiento de la cabeza capta toda la atención de la persona que se acerca, gira su cabeza de derecha a izquierda y como toque final realiza un destello por sus ojos, el maniquí una vez que ha reconocido si la persona es adulto o niño alza el brazo simulando dar la mano y en seguida dice un saludo personalizado dependiendo de la persona.

Este sistema consta de una interfaz gráfica en celular vía bluetooth en caso de que no se quiera comandarlo por el panel de control, esto con la finalidad que sea amigable y cualquier persona pueda operarlo y manejarlo.

### **PALABRAS CLAVES:**

- **MANIQUÍ**
- **AUTÓNOMO**
- **SERVOMOTOR**
- **ARDUINO**
- **INTERFAZ**

## **ABSTRACT**

This project represents a variant not common or known as BTL advertising, proposed this model captures the customer's attention by an autonomous model, the prototype performs movements similar to those of a human, which are centered in the head and right arm. The dummy further comprises a recognition system for children and adults; this will allow us to create a different greeting for each.

The head movement captures the attention of the person approaching, turns his head from right to left and as a final touch off a glint in his eyes, the dummy once recognized if the person is an adult or child raises the simulating arm to shake hands and then say a personalized greeting depending on the person.

This system consists of a graphical interface on cell via bluetooth in case you do not want to command it by the control panel, this in order q is friendly and anyone can operate and manage it.

### **KEYWORDS:**

- **MANNEQUIN**
- **AUTONOMOUS**
- **SERVO**
- **ARDUINO**
- **INTERFACE**

## CAPÍTULO 1

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1. ANTECEDENTES

La publicidad es una forma de comunicación que ha sido utilizada desde hace varios años y se ha convertido en un instrumento importante para dar a conocer un producto, marca y otros importantes aspectos. Existen muchos medios por los cuales se puede realizar una publicidad, estos se pueden clasificar en convencionales y no convencionales. Entre los medios convencionales más destacados son la televisión, la radio y la prensa escrita que se los conoce como ATL, cuyas siglas en inglés son Above the line (sobre la línea), y los medios no convencionales que se los conoce como BTL cuyas siglas en inglés son Below the line (bajo la línea), estos son medios no comunes entre los cuales destacan vallas publicitarias, publicidad en el punto de venta, sistemas de letreros digitales; usados generalmente en centros deportivos, restaurantes etc.

En los últimos 50 años se ha dado un aumento de la publicidad BTL, ya que este tipo de publicidad genera respuestas comunicativas, tales como recuerdo publicitario, notoriedad de marca. Además de utilizar un bajo presupuesto y de causar un gran impacto, tal como lo menciona Allan E Hernández: “BTL es creatividad pura aplicada a nuestro entorno con fines de promoción y posicionamiento de marca, esfuerzos de comunicación no convencionales de alto impacto y bajo presupuesto.”

Esta publicidad BTL se ha modernizado y esto gracias a la innovación tecnológica que se ha venido desarrollando en los últimos años. Un ejemplo de ello son los famosos tableros de pantalla del perímetro de LED para la publicidad del estadio, vallas publicitarias, autómatas mecánicos para promocionar productos en sus propios locales, robots usados por restaurantes, etc.

Esto no significa que el gasto generado para obtener este tipo de publicidad vaya a ser extremadamente alto, teniendo en cuenta que la empresa, después de haber realizado un estudio de mercado y de impacto, pueda concluir que por cada dólar de gasto en publicidad, recupera dos en ventas o en beneficio neto. Por lo que la empresa no tendrá límites en gastar en publicidad siempre que se recupere la inversión y se obtenga un rendimiento extra, así la publicidad se considerará efectiva y por ese motivo, pensar que los gastos de publicidad son simplemente gastos, es un grave error.



**Figura 1 Autómata mecánico de mesero en China**

Fuente: (Electronilab, 2013)

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

A partir de 1999 la compañía de supermercados Tesco incremento las ventas en un 130%, alrededor de 10 287 consumidores potenciales visitaron la tienda on-line de Tesco llamada “Home plus” y el número de nuevos registros creció en más de un 76%. Actualmente, “Home plus” se ha convertido en el supermercado número uno de ventas online en Corea del Sur, gracias a la implementación de un plan publicitario BTL junto con tecnología innovadora. El cual consistía en convertir el metro de Seúl en un gran supermercado virtual, en donde los consumidores podían obtener su producto escaneando un código a través de su Smartphone, y obtenerlo en el mismo día. Esto demuestra que en los países más desarrollados, la publicidad se irriga hasta en los lugares más recónditos; se puede observar desde anuncios en el periódico hasta publicidad en cárceles, tazas, vasos e incluso alcantarillas y se logra impactar el target de una manera directa.



Pocas veces se puede observar este tipo de propuestas creativas en nuestro país, la utilización del BTL se limita a las mismas acciones por parte de distintas marcas. Según los estudios realizados por EIAA (European Interactive Advertising Association), está comprobado que las campañas más eficientes son en las que, a través del medio, sea convencional o no convencional, se logra una relación directa con el público objetivo; ya sea a través del impacto creado o la interacción con los consumidores, llegando al punto de incluso recibir respuesta y reacciones inmediatas. (Advertising, 2011)

Llamar y retener la atención de los consumidores en el punto de venta, es la oportunidad que las marcas tienen para atraer nuevos compradores. En la industria textil se ha logrado tener mayor atención de los clientes mediante la exhibición de su mercadería en maniquís ya que aparte de servir como decoración tiene como objeto principal ser portador de las prendas de vestir, accesorios y en si la última línea de producción de cada marca con esto se ha logrado que los mismos proyecten al cliente la imagen de lo que en si ellos quisieran ver y tener.

Es por esto que este proyecto combina la industria textil, la publicidad BTL no convencional, y la innovación tecnológica, para crear diversos proyectos entre uno de ellos es un maniquí autómatas. Este se usará para captar la atención del cliente gracias a sus diversos movimientos autónomos, además de ser un proyecto único el mercado, y poder así generar un aumento en ventas, reconocimiento como marca, y escalar aún más a nivel de la industria textil en el mercado ecuatoriano.

Cabe mencionar que durante el desarrollo de este proyecto por problemas de cambio de gerencia en la empresa auspiciante se retiró el auspicio económico y dado el avance del mismo se optó por continuar su elaboración con financiamiento propio.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Diseñar, construir y validar un maniquí publicitario autónomo basado en sistemas de razonamiento-aprendizaje.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Realizar una publicidad de tipo BTL única en el Ecuador orientada al área comercial.
- Realizar un ejemplar de maniquí autónomo.
- Diseñar un sistema estructural que sirva de soporte y movimiento.
- Realizar un modelo de programación que permitirá el control del maniquí.
- Diseñar un sistema de detección y medición de distancias confiable.
- Realizar un análisis y evaluación económico-financiera.
- Realizar un protocolo de pruebas y documentarlas.

### **1.4. ALCANCE DEL PROYECTO**

#### **1.4.1. Sistema Mecánico**

El sistema mecánico del maniquí autónomo a diseñar y construir constará de dos subsistemas los cuales se encontrarán físicamente dispuestos dentro de la estructura. A continuación se detalla cada uno de ellos:

##### **1.4.1.1. Subsistema estructural**

Tendrá como objetivo principal la emulación del sistema o estructura ósea humano. Además de cumplir con tamaño mínimo establecido de 1.80m de altura entre la cabeza y los pies, con un peso máximo de 40 kg.

#### **1.4.1.2. Subsistema de transmisión movimientos**

En el sistema de transmisión de movimientos se pretende analizar diferentes características que permiten realizar el movimiento giratorio de la cabeza y el levantamiento de la extremidad superior derecha, así como la velocidad con la que se ejecuta estos movimientos.

#### **1.4.2. Sistema Eléctrico/Electrónico**

Las variables del maniquí autónomo que se van a controlar a través del sistema electrónico son, distancia al objetivo, velocidad de respuesta de sensores y actuadores. Para el control de estas variables se usará:

- Un sensor que medirá la altura del individuo.
- Motores para la generación de movimiento.
- Elementos y módulos periféricos para la interacción.
- El sistema eléctrico constará de una alimentación independiente de hasta 24V.

#### **1.4.3. Sistema de control**

Estará basado en una arquitectura distribuida, dividido en distintos centros de control encargados de las tareas. Cada uno de estos centros actuará de forma autónoma mediante distintas señales, y su acción dependerá de la información que pueda captar del exterior.

#### **1.4.4. Software para análisis y simulación**

El desarrollo del software para el controlador del maniquí se lo va a realizar con el programador Arduino con su respectivo lenguaje de programación, en el cual se desarrollará el sistema de razonamiento-aprendizaje. En tanto que para la estructura óseo humano se utilizará un software genérico Solid Works encargado del diseño Cad/Cam.

## **CAPÍTULO 2**

### **FUNDAMENTO TEÓRICO**

#### **2.1. PUBLICIDAD BTL**

Se define a la publicidad BTL como una serie de técnicas y prácticas publicitarias que intentan crear nuevos canales de comunicación entre la marca y el consumidor. Las siglas BTL (Below the Line - debajo de la línea) hacen referencia a las prácticas no masivas de comunicación dirigidas a segmentos específicos del mercado. Para esto se intenta utilizar formas impactantes, creativas y sorprendentes que establezcan formas novedosas de contacto para difundir un mensaje publicitario. (Red Gráfica Latinoamérica, 2011).

##### **2.1.1. MANIQUÍ AUTÓNOMO PARA PUBLICIDAD BTL**

Una vez que se ha definido el concepto de publicidad BTL, se enlista las características por las cuales el maniquí figura dentro de este tipo de publicidad:

- Al tener una morfología novedosa e ingeniosa llega directamente al consumidor ya que no lo hace como los otros medios publicitarios que son fríos y tradicionales.
- La innovación en los movimientos que va a tener el maniquí hace que cumpla con uno de los objetivos de la publicidad BTL ya que crea una relación personalizada y directa con el receptor del mensaje.
- La inversión en el maniquí se constituye como un gasto único lo que también la hace una publicidad BTL atrayendo compradores potenciales de forma más eficiente y a menor costo.
- La creación de este maniquí es una forma de manifestar que las formas de llegar al consumidor no pueden seguir siendo las mismas tienen que ser más creativas y originales.

## **2.2. Detección en medios urbanos**

En la última década los entornos en los que se han ido aplicando la robótica no han tenido límite, abarcando empresas, hogares, instituciones, escuelas, hospitales.

En su mayoría es solo un robot el que se afronta a este tipo de entornos, lo cual no permite aprovechar al máximo su capacidad, es por eso que es necesario asociarlo a un conjunto de sensores para elevar su capacidad de percepción e incluso robustez.

Dependiendo del tipo de interacción que se necesite se clasificaran en las siguientes ramas:

### **2.2.1. Robótica Basada en el Comportamiento o la Conducta**

En este ámbito los robots generan una acción sólo cuando perciben estímulos; es decir, reaccionan ante los cambios de su entorno. En su mayoría, las conductas que pueden optar son evitar obstáculos, levantarse, saludar, caminar.

### **2.2.2. Robótica Cognitiva**

En esta área se utilizan más los campos de las ciencias Cognitivas. Se implementa robots que perciban, razonen y actúen en entornos desconocidos y no predecibles. Estos robots deben alcanzar un grado de control muy elevado que les permita ser capaces de realizar este tipo de acciones.

### **2.2.3. Robótica Evolutiva**

En este campo se aplica los conocimientos sobre la biología, redes neuronales o inteligencia artificial, con la finalidad de que puedan desarrollarse propiamente en interacción con el entorno sin necesidad de la ayuda humana. Debido a que el entorno que los rodea es demasiado caótico, un diseño fijo estaría con grandes problemas, es por esto que la

robótica evolutiva proporciona nuevos comportamientos y toma de decisiones, dependiendo de las situaciones o circunstancias en las que el robot este rodeado.

#### **2.2.4. Interacción Humano-Robot**

La interacción entre los humanos y computadoras HCI por su significado en inglés (Human Computer Interaction), es una rama de la automatización que involucra el diseño interactivo del sistema de control (basado en sistemas computacionales), para el uso humano. También existe la llamada interacción entre humanos y robots o HRI por sus siglas en inglés (Human Robot Interaction) que estudia la forma de comunicación, entre los robots y la gente que los rodea, sea de una manera eficiente.

Los robots de servicio poseen dos tipos de interfaces, la directa e indirecta. La interfaz directa permite una comunicación bidireccional entre el humano y la máquina, un ejemplo a seguir son robots que por medio del habla realizan actividades dependiendo del tipo de palabra que reconozca. Por otro lado la interfaz indirecta es aquella en la que solo el hombre se comunica con la máquina.

Diferentes autores clasifican a las interfaces en cuatro grandes grupos o criterios que son:

- *Juguete / herramienta*: como el criterio lo indica esta interfaz permite controlar al robot como entretenimiento o como una herramienta específica.
- *Autónomo / Remoto*: en esta interfaz se puede elegir un control remoto o un control con autonomía propia.
- *Reactivo / Dialogante*: responde de manera reactiva al uso de la interfaz bajo un esquema ajustado capaz de realizar una conversación y entender instrucciones.
- *Antropomorfismo*: el robot posee características humanas y usa esta interfaz para interactuar o comunicarse con el usuario.

## 2.3. MARKETING Y ROBOTS

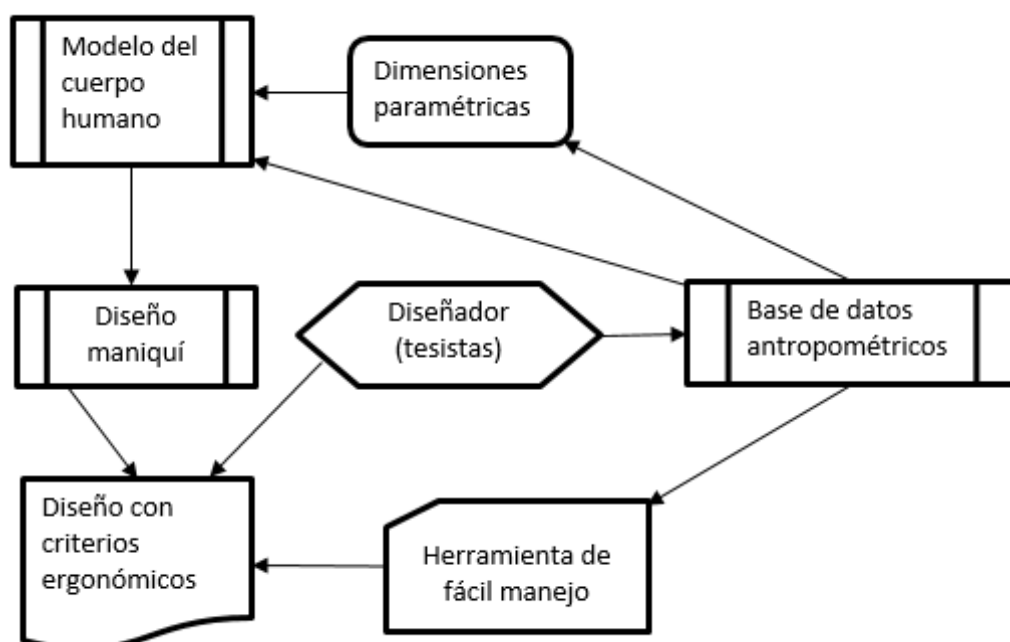
Simpáticos para unos y temibles para otros, lo cierto es que los robots no dejan indiferente a nadie. Y es que lo queramos o no, estos dispositivos serán casi con toda seguridad nuestros compañeros inseparables de fatigas en nuestro viaje hacia el futuro.

Los publicitarios son conscientes del gancho de los robots y por eso no dudan en recurrir a ellos para dar un toque “futurista” a sus campañas.

## 2.4. CARACTERÍSTICAS

### 2.4.1. Esquema para el diseño estructural

A continuación se desarrolla de modo esquemático el razonamiento que da la base a la propuesta para el desarrollo del maniquí. Se ha generado propuestas con base en criterios ergonómicos, un elemento primordial lo constituyen los datos antropométricos de un modelo típico de un maniquí. En la siguiente figura se describe las etapas del esquema desarrollado:

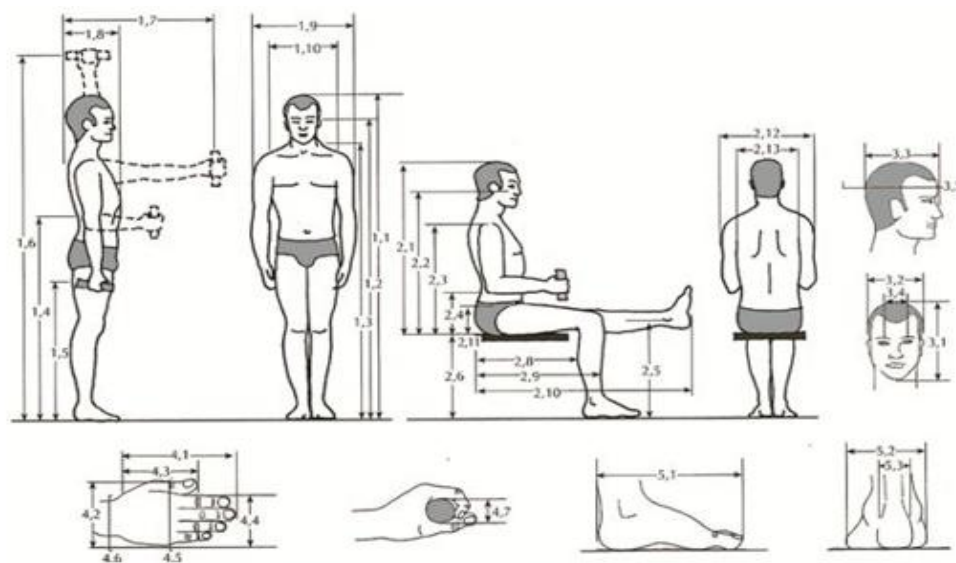


**Figura 2 Esquema inicial para la implementación del maniquí**

Elaborado por: Autores del proyecto

Las etapas a cumplirse en el desarrollo del maniquí serán:

- Establecer la segmentación del cuerpo humano que permita el mejor manejo del modelo.
- Determinar la dimensión de los segmentos corporales y la estatura de un individuo considerado mayor al promedio. Para esto, se revisó datos sobre la antropometría de un hombre deportista siendo considerados por la sociedad modelo de un cuerpo ideal, el cual se indica en la Figura 3.



Medidas antropométricas estática (cm)	Homens				
	5%	50%	95%	Média	D.P.
1.1 Estatura	160	171,5	183,5	171,5	6,79
1.2 Altura dos olhos	149	159,5	172	160	6,61
1.3 Altura dos ombros	133	143	154,5	143,2	6,46
1.4 Altura dos cotovelos	100,5	109	118	109,1	5,31
1.5 Altura das mãos	59,5	66	73	66,1	4,31
1.9 Largura do tronco	36	43	49	42,8	4,70
1.10 Largura do quadril	29	36	42	35,5	3,63
2.6 Altura poplitea.	44	48,5	53	48,8	2,75
2.9 Compr. poplitea-nádegas	42,5	47	51	46,9	2,67
4.1 Tamanho da mão	16	18	20	18,2	1,17

**Figura 3 Datos obtenidos tabulados a 400 deportistas brasileños.**

Fuente: (Efdeportes, 20013)

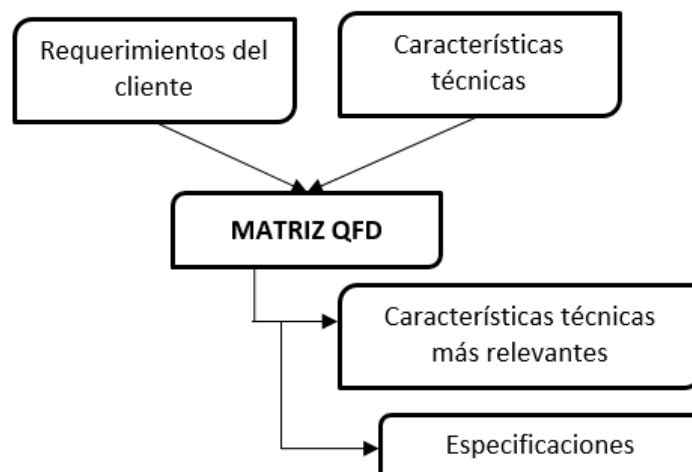
- Generar las rutinas que permitan al maniquí simular los movimientos implicados para cumplir el objetivo del maniquí. El maniquí realizará el reconocimiento de la persona que se le acerque realizando un saludo diferente dependiendo si es adulto o niño.



- Usar los distintos softwares de simulación para realizar el diseño ya con los datos obtenidos (dimensiones, rutinas), así como el desarrollo de la programación y de la interfaz amigable con el cliente.

#### 2.4.2. Método de despliegue de la Función de Calidad (QFD)

La Matriz QFD (Quality Function Deployment) nos permite lograr la relación entre los requerimientos del cliente y del proceso de diseño con las características de ingeniería y técnica. De esta manera se puede obtener las características técnicas que son más relevantes obteniendo las especificaciones iniciales para el diseño del maniquí autónomo. A continuación se describe el proceso:



**Figura 4 Proceso de la matriz QFD**

Elaborado por: Autores del proyecto

##### 2.4.2.1. Requerimientos

Para obtener estos requerimientos, se asumió como se deseaba que fuera el producto para realizar publicidad en un local comercial, los cuales se indican en el Cuadro 1.

**Cuadro 1**  
**Requerimientos**

No.	Requerimientos
1	Alta captación de atención de un posible consumidor
2	Buena autonomía
3	Buena estética
4	Fácil operación y mantenimiento
5	Seguro
6	Bajo costo
7	Vida útil media/larga
8	Rentable

Elaborado por: Autores del proyecto

#### 2.4.2.2. Características técnicas

Se enlista las características técnicas que se deberán considerar para el diseño del maniquí, tomando en cuenta que las mismas tienen que ser de carácter cuantitativo, para realizar el análisis entre estos dos grupos y que den solución a los requerimientos propuestos. Estas características se indican a continuación:

**Cuadro 2**  
**Características técnicas**

No.	Características técnicas
1	Dimensiones
2	Velocidad / Torque de los motores
3	Peso
4	Consumo de energía
5	Resistencia de la estructura
6	Acabados superficiales
7	Interfaz amigable con el usuario
8	Tipos de materiales

Elaborado por: Autores del proyecto

### 2.4.2.3. Grado de correlación

Una vez definida estas características, se da valores de prioridad a los requisitos propuestos, para posteriormente identificar por medio de símbolos el nivel de correlación entre los requerimientos propuestos y las características técnicas. Se utilizan por convenio los símbolos y las valoraciones correspondientes mostradas a continuación:

**Cuadro 3**  
**Simbología para grados de correlación**

Grado de correlación	Símbolo	Valoración
<b>Fuerte</b>	⊙	9
<b>Media</b>	○	3
<b>Débil</b>	△	1
<b>Nula</b>	Vacío	0

Elaborado por: Autores del proyecto

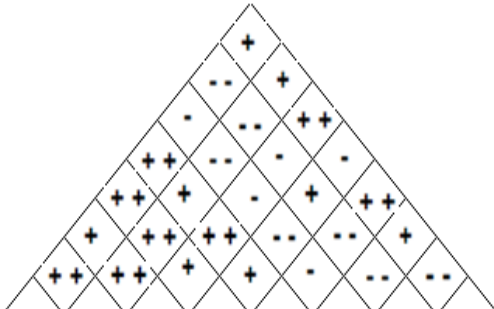
Se utilizará símbolos para determinar el nivel de correlación entre las características técnicas, para conocer el efecto que causa un incremento o mejora en una característica técnica. La simbología se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 4**  
**Simbología para grados de correlación entre características técnicas**

Grado de correlación	Símbolo
<b>Positiva Fuerte</b>	<b>+ +</b>
<b>Positiva Débil</b>	<b>+</b>
<b>Negativa Débil</b>	<b>-</b>
<b>Negativa Fuerte</b>	<b>- -</b>

Elaborado por: Autores del proyecto

Se completa la matriz y se obtiene lo siguiente:



REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE \ CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	Prioridad	Porcentaje de prioridad	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS							
			Velocidad / Torque de los motores	Dimensiones	Peso	Consumo de energía	Resistencia de la estructura	Acabados superficiales	Interfaz amigable con el usuario	Tipos de materiales
Alta captación de atención de un cliente en potencia	5	14,71	⊙					⊙	○	○
Buena autonomía	3	8,82	○	⊙	⊙	⊙	⊙	○	△	⊙
Buena estética	5	14,71	△					⊙		○
Fácil operación y mantenimiento	5	14,71	⊙	○	⊙	△	○		⊙	⊙
Seguro	5	14,71	○	○	○		⊙			⊙
Bajo costo	3	8,82	⊙	⊙	○	⊙	⊙	⊙	○	⊙
Vida útil media/larga	4	11,76	△	△			△			⊙
Rentable	4	11,76	○	○	○	○	○	○	○	○
<b>Ponderación</b>			476,47	294,12	317,65	208,82	382,35	405,88	247,06	652,94
<b>Porcentaje de Ponderación</b>			15,96	9,85	10,64	7	12,81	13,6	8,27	21,87

**Figura 5: Matriz QFD completa**

Elaborado por: Autores del proyecto

#### 2.4.2.4. Resultados de la matriz QDF

Basándonos en los porcentajes obtenidos en la matriz QFD tenemos el orden de importancia al momento de realizar el diseño de las características técnicas.

**Cuadro 5**  
**Resultados de la matriz QFD**

Orden	Características técnicas	Porcentaje de ponderación
1	Tipo de material	21.87%
2	Velocidad/torque motores	15.96%
3	Acabados superficiales	13.6%
4	Resistencia de estructura	12.81%
5	Peso	10.64%
6	Dimensiones	9.85%
7	Interfaz amigable	8.27%
8	Consumo de energía	7%

Elaborado por: Autores del proyecto

De acuerdo a este cuadro se debe empezar el diseño por el tipo de material lo cual tiene sentido ya que es la base de diseño porque de él depende la resistencia que debe tener y el peso que proporcione al maniquí, por ende la velocidad y torque de los motores para que genere los movimientos y cumpla con los requerimientos planteados.

### **2.4.3. Especificaciones Del Maniquí Autónomo**

Los resultados que se obtuvieron en la matriz QFD serán el punto de partida de diseño del maniquí, ya que hay que establecer las especificaciones más importantes en los primeros momentos del proceso de diseño. Además es importante recalcar que las dimensiones del maniquí aunque están en sexto lugar en el orden de diseño, son esenciales para tener una idea del tamaño del mismo.

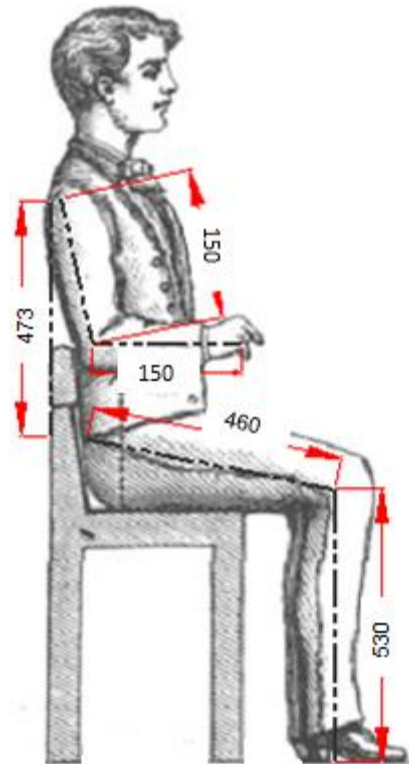
La propuesta de esta tesis es realizar un maniquí autónomo que realice publicidad, de manera que la primera especificación es que el maniquí se encontrará sentado y tendrá la fisionomía de una persona de sexo masculino y cuando una persona se acerque en un radio de 70 cm aproximadamente, el maniquí será capaz de realizar el reconocimiento para dar un saludo personalizado conforme el cliente sea niño o adulto, basado en la estatura de la persona.

A continuación en la Figura 6 se indica las estaturas consideradas para el reconocimiento de la persona:

**Cuadro 6**  
**Estatura considerada para niño y adulto**

Persona	Estatura
Niño	$\leq 1.40$ m
Adulto	$> 1.40$ m

Elaborado por: Autores del proyecto



**Figura 6 Posibles dimensiones consideradas para el maniquí**  
Fuente: (Advertising, 2011)

## **CAPÍTULO 3**

### **DISEÑO DEL MANIQUÍ AUTÓNOMO PUBLICITARIO**

#### **3.1. REQUISITOS Y RESTRICCIONES**

Para cumplir con el objetivo principal de este proyecto se propone como solución un maniquí autónomo capaz de llamar la atención de una manera novedosa de posibles clientes mediante un sistema estructural que sirva de soporte y movimiento. También se realizará un modelo de programación que permita controlar el movimiento del maniquí y la detección de adultos o niños.

#### **3.2. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO**

Se toma en cuenta los resultados que se obtuvieron en la matriz de calidad QFD, dando mayor importancia a las características con mayor ponderación, las características con menor ponderación se pueden diseñar a la par debido a que estas características no afectan las características de los otros elementos.

Se sigue el siguiente procedimiento de diseño:

- Caracterización de los elementos principales del diseño
- Sistemas que conforman el maniquí
- Diseño mecánico, eléctrico y electrónico
- Resultados – Diseño final

#### **3.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DEL DISEÑO**

De acuerdo al Cuadro 5, el elemento principal es el tipo de material por lo que se inicia el diseño con la caracterización del mismo. Cabe recalcar que al ser la selección del motor el segundo elemento importante también se va a considerar su selección.

### 3.3.1. Alternativas para la selección del tipo de material

Para la selección del tipo de material se subdivide en:

- Tipo de material para la estructura interna (esqueleto)
- Tipo de material para la estructura externa (cuerpo)

#### 3.3.1.1. Tipo de material para la estructura interna (esqueleto)

Para la selección del tipo de material para la estructura se debe tomar en cuenta las propiedades físicas, químicas y mecánicas, además del costo y accesibilidad en el mercado ecuatoriano.

Tomando en cuenta las principales características se ha elegido dos tipos de materiales cuyas propiedades se resumen en el Cuadro 7.

**Cuadro 7**  
**Propiedades del Acero y Aluminio**

Propiedad	Aluminio	Acero
<b>Módulo de Young</b>	6,3 - 7 $\times 10^{10} N/m^2$	19,5 - 20,5 $\times 10^{10} N/m^2$
<b>Módulo elástico transversal</b>	26300 MPa	8100 MPa
<b>Dureza Brinell</b>	21 - 240 HB	180 - 270 HB
<b>Límite elástico</b>	3,47 - 40,79 $kg/mm^2$	18 - 65 $kg/mm^2$
<b>Resistencia a la tracción</b>	9,18 - 47,93 $kg/mm^2$	45 - 92 $kg/mm^2$
<b>Coefficiente de Poisson</b>	0,33	0,3
<b>Densidad</b>	2700 $kg/m^3$	7850 $kg/m^3$

Fuente: (Jones, 1998)

Se evalúa cuantitativamente a los materiales propuestos considerando las características más relevantes para la fabricación de las piezas requeridas, seleccionando finalmente el material que obtenga un mayor puntaje. La valoración de las propiedades se realiza de acuerdo al Cuadro 8.



**Cuadro 8**  
**Valoración de las características**

<b>Valoración</b>	
<b>Excelente</b>	<b>5</b>
<b>Muy Buena</b>	<b>4</b>
<b>Buena</b>	<b>3</b>
<b>Regular</b>	<b>2</b>
<b>Mala</b>	<b>1</b>

Elaborado por: Autores del proyecto

**Cuadro 9**  
**Tabla comparativa de propiedades del Acero y Aluminio para la selección**

<b>Material</b>		
<b>Caraterísticas</b>	<b>Acero</b>	<b>Aluminio</b>
<b>Propiedades físicas</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>Facilidad de maquinado</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Facilidad de soldadura</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
<b>Corrosión</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
<b>Accesibilidad al mercado</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Costo</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>25</b>

Elaborado por: Autores del proyecto

Se concluye que el material más óptimo para utilizar es el acero ya que tiene una resistencia elevada, facilidad de maquinado y soldadura, un bajo costo y amplio stock en el mercado.

### **3.3.1.2. Tipo de material para la estructura externa (cuerpo)**

Considerando que debe tener la apariencia de una persona normal para este caso no se hace una selección por valoración ya que la única alternativa para el cuerpo es usar las partes de un maniquí.



**Figura 7 Maniquí hombre**  
Fuente: (ManiquésEcuador, s.f.)

**Cuadro 10**  
**Principales características del maniquí**

<b>Características del maniquí</b>	
<b>Variante</b>	Brazos estirados con movimiento
<b>Altura</b>	1.80 cm
<b>Color</b>	Piel
<b>Diseño</b>	Con cabeza modelada
<b>Medidas</b>	93/74/91 cm

Fuente: (ManiquésEcuador, s.f.)

El material con el que se elaboran los maniqués es la fibra de vidrio, en el Cuadro 11 se enlista sus principales propiedades.

**Cuadro 11**  
**Propiedades de la fibra de vidrio**

<b>Fibra de Vidrio</b>	
<b>Densidad</b>	2620 $kg/m^3$
<b>Coefficiente de dilatación</b>	$6 \times 10^{-6} K^{-1}$
<b>Punto de reblandecimiento</b>	915°C
<b>Resistencia a la tracción</b>	3500 MPa
<b>Módulo de elasticidad</b>	81 Gpa
<b>Alargamiento</b>	4,6 %
<b>Índice de permitividad a 1 MHz</b>	6,8

Fuente: (Patentados, 1995)

### 3.3.2. Alternativas para la selección de los motores

La selección del motor se la realiza tomando en cuenta ciertos conceptos de ingeniería como, fuente de energía necesaria, seguridad, tipo de controlador, ruido, vibración, etc. Para lo que se irá seleccionando y descartando ciertos tipos de motores dependiendo de las características que necesite el maniquí.

El primer paso es analizar las características de los motores de corriente continua y alterna, para definir el tipo de alimentación del motor; para esto se realizó una tabla comparativa definiendo las particularidades de cada uno.

**Cuadro 12**  
**Motor DC vs motor AC.**

<b>Motor DC</b>	<b>Motor AC</b>
<b>La velocidad del motor se la ajusta mediante el aumento de la tensión.</b>	Funcionan a velocidades fijas y no pueden operar a bajas velocidades.
<b>Control de la velocidad: secuencias o PWM.</b>	Control de la velocidad: variador de frecuencia.
<b>Se pueden utilizar para aplicaciones de baja potencia y de alta potencia.</b>	Aplicaciones de alta potencia
<b>Potencia vs. Costo: Media</b>	Potencia vs. Costo: Alta
<b>Mantenimiento: Regular</b>	Mantenimiento: Mínimo
<b>El ruido producido es mínimo.</b>	El ruido que produce es medio.

Elaborado por: Autores del proyecto

Con esta tabla comparativa se descarta al motor AC, ya que este no cumple con dos requerimientos, el ajuste de velocidad y la posibilidad de trabajar a baja velocidad, ya que el proceso de movimiento del brazo y el giro de la cabeza se la realiza con movimientos lentos.

Por lo tanto, para el movimiento del maniquí el motor será de *corriente continua*.

### **3.3.2.1. Motor de Corriente Continua**

Un motor eléctrico de Corriente Continua es esencialmente una máquina que convierte energía eléctrica en movimiento o trabajo mecánico, a través de medios electromagnéticos. Estos motores son uno de los más versátiles en la industria. Su fácil control de posición, par y velocidad le han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos. (Roldán, 2014)

Para poder realizar la selección del motor a utilizar, es necesario conocer los diferentes tipos de motores de corriente continua para lo cual se hace una breve descripción de los diferentes tipos

#### **3.3.2.1.1. Motor a pasos**

Convierte los impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos. Posiciona su eje en posiciones fijas o pasos dependiendo de la secuencia que se utilice. Sus principales ventajas es su alta precisión y repetitividad en cuanto al posicionamiento. Cada movimiento o paso que realice el motor mediante la señal de control, tiene un valor predefinido, el avance es generalmente de  $1.8^\circ$ . La principal desventaja es que si se quiere mover el motor un número de grados determinado, es necesario hacer pasar al motor por todos los pasos anteriores a esa posición. En estas situaciones, el uso de un servo es más eficiente, ya que en todo momento se puede situar el motor en la posición requerida y con una única orden, la señal PWM adecuada. (Roldán, 2014)

#### **3.3.2.1.2. Servomotor**

Se lo controla por modulación de ancho de pulso (PWM), el cual le permite ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición. Cuenta con un pequeño motor, un reductor de velocidad y multiplicador de fuerza, dispone también de un pequeño circuito que gobierna el sistema. El recorrido del eje de salida es de  $180^\circ$  en la mayoría de ellos, pero puede ser fácilmente modificado para un

recorrido libre de 360°. Su desventaja es el alto costo que tiene en el mercado. (Roldán, 2014)

Se evalúa cuantitativamente a los motores propuestos considerando las características más relevantes, seleccionando finalmente el motor que obtenga un mayor puntaje. La valoración de las características de cada motor se realiza de acuerdo al Cuadro 13.

**Cuadro 13**  
**Valoración de las características**

<b>Valoración</b>	
<b>Muy relevante</b>	<b>5</b>
<b>Relevante</b>	<b>4</b>
<b>Media</b>	<b>3</b>
<b>Baja</b>	<b>2</b>
<b>Nula</b>	<b>1</b>

Elaborado por: Autores del proyecto

**Cuadro 14**  
**Selección del tipo de motor**

	<b>Servomotor</b>	<b>Motor a Pasos</b>
<b>Voltaje</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Amperaje</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>Control</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>Torque</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>Ángulo de Giro</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Tamaño</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Ruido</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Costo</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>Precisión</b>	<b>5</b>	<b>2</b>
<b>Impacto Ambiental</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>20</b>

Elaborado por: Autores del proyecto

Analizando los resultados obtenidos del Cuadro 14 el motor cuyas características se adaptan a la necesidad del prototipo es un *servomotor*.

### **3.4. SISTEMAS QUE CONFORMAN EL MANIQUÍ**

Se dividió en 3 sistemas principales:

- Sistema Motriz y Estructura.
- Sistema de Detección.
- Sistema de Alimentación.

Cada sistema tiene elementos que forman parte del diseño tanto eléctrico, electrónico y mecánico, de esta manera se facilita la descripción de cada parte del diseño en donde se describirá los sistemas de manera general para posteriormente irlos desarrollando.

#### **3.4.1. Sistema Motriz y Estructura.**

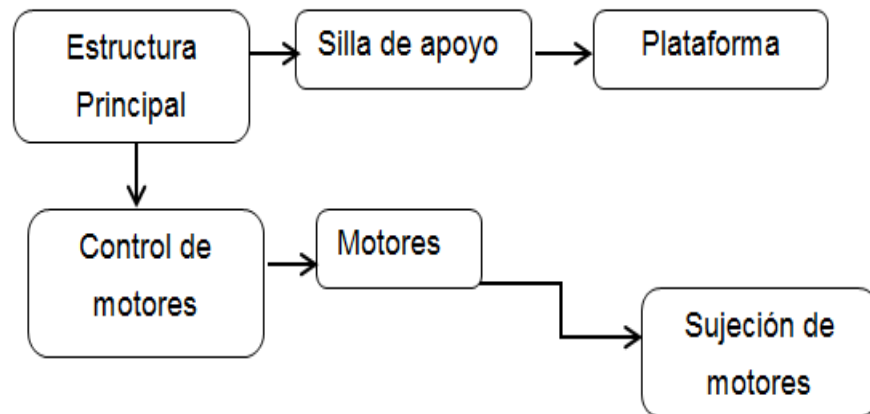
Incluye el movimiento del brazo y cabeza del maniquí y del soporte para todos los elementos. Dentro de este sistema se encuentra el motor que se va a usar para realizar estos movimientos.

##### **3.4.1.1. Caracterización**

El sistema motriz y estructura está conformado por:

- Motores.
- Sujeción de motores.
- Controlador de motores.
- Estructura.
- Silla de apoyo
- Plataforma

Estos elementos se relacionan como se indica en el siguiente diagrama de bloques:



**Figura 8 Diagrama de bloques del sistema motriz y estructura.**

Elaborado por: Autores del proyecto

- El controlador de motor maneja la velocidad y sentido de los motores.

#### 3.4.1.2. Elementos

Se enlista los elementos que conforman el sistema motriz y estructura enfocados tanto desde el punto de vista de diseño electrónico y mecánico.

- Diseño eléctrico.
  - ✓ Motores.
- Diseño electrónico.
  - ✓ Controlador de motores.
- Diseño mecánico.
  - ✓ Estructura principal.
  - ✓ Plataforma.
  - ✓ Estructura de la silla de apoyo.
  - ✓ Sujeción de motores.

#### 3.4.2. Sistema de Detección.

Para que el maniquí autónomo detecte si la persona que se le acerca es niño o adulto, es necesario agregar un sensor que mida la altura de una persona; para que de esa manera el maniquí identifique a la persona y diga el saludo personalizado dependiendo si este es niño o adulto.

### 3.4.2.1. Caracterización

El sistema de detección está conformado por:

- Sensores.
- Microcontrolador.
- Dispositivo Móvil.

Estos elementos se relacionan como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 9 Diagrama de bloques del sistema de detección.**

Elaborado por: Autores del proyecto

Los sensores envían la señal al microcontrolador, este procesa la señal y envía una respuesta hacia el dispositivo; a su vez el microcontrolador enviará los comandos necesarios para activar los actuadores.

### 3.4.2.2. Elementos

Los elementos que conforman el sistema de detección enfocados tanto desde el punto de vista de diseño electrónico como mecánico se muestran a continuación:

- Diseño electrónico.
  - ✓ Sensor.
- Diseño mecánico.
  - ✓ Soporte / Estructura del sensor, actuadores.

### 3.4.3. Sistema de Alimentación.

Este sistema es el encargado de proveer energía a todos los elementos eléctricos y electrónicos, además de brindar las protecciones eléctricas.



### 3.4.3.1. Caracterización

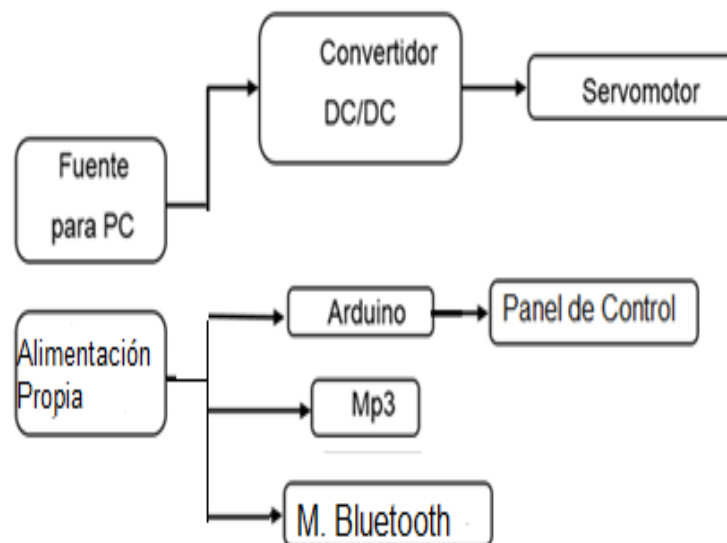
El sistema de alimentación está conformado por una fuente de computadora que alimenta los siguientes elementos:

- Servomotores.

También consta de una fuente de alimentación que proviene del puerto USB de la computadora hacia el arduino, los elementos que alimenta el arduino mediante sus pines de alimentación externa son los siguientes:

- Módulo mp3.
- Módulo bluetooth
- Sensor.
- Leds

Estos elementos se relacionan como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 10 Diagrama de bloques del sistema de alimentación.**

Elaborado por: Autores del proyecto

### 3.4.3.2. Elementos

Los elementos que conforman el sistema de alimentación enfocados tanto desde el punto de vista de diseño electrónico y eléctrico se muestran a continuación:

- Diseño eléctrico.
  - ✓ Fuente de alimentación.
- Diseño electrónico.
  - ✓ Placa electrónica para conexión de elementos.

### **3.5. DISEÑO MECÁNICO**

#### **3.5.1. Herramientas de desarrollo**

##### **3.5.1.1. SolidWorks**

SolidWorks es un software CAD que permite modelar piezas y conjuntos de piezas, además permite hacer diferentes análisis mecánicos y simulaciones así como obtener planos técnicos.

##### **3.5.1.2. Desarrollo**

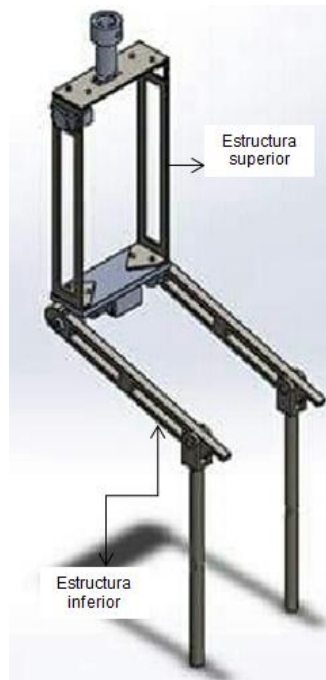
El diseño mecánico consta de:

- Estructura Esqueleto
  - ✓ Estructura superior.
  - ✓ Estructura inferior.
- Silla.
- Soporte sensor.
- Plataforma.

##### **3.5.1.2.1. Estructura Esqueleto**

El diseño de la estructura del esqueleto se divide en dos partes:

- Estructura superior.
- Estructura inferior.



**Figura 11 Estructura Esqueleto**

Elaborado por: Autores del proyecto

El diseño mostrado en la Figura 11 se basa en la forma exo-esquelética de un hombre, con dimensiones adaptadas a la forma de un maniquí. Se tiene así la estructura inferior del cuerpo que consta las piernas y la estructura superior que forma parte del torso.

El dimensionado del maniquí se lo realizó en base a los requerimientos propuestos, que es un maniquí de un hombre de 1.80m, las dimensiones de las partes que conforman el maniquí, que son la cabeza, el torso, los brazos y las piernas se lo realizó en base a datos obtenidos de la antropometría de un hombre como se lo indica en la Figura 3.

#### **3.5.1.2.1.1. Estructura superior**

La estructura superior lo conforman los siguientes elementos:

- Caja torácica
- Cuello
- Acople brazo

- **Caja Torácica**

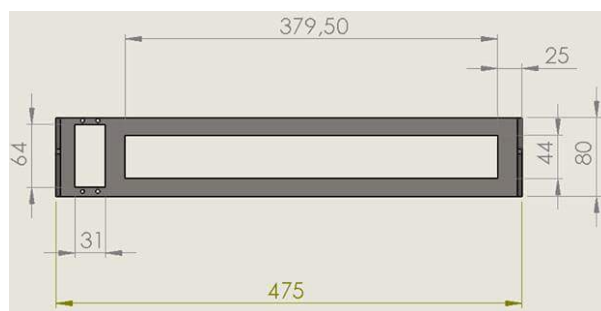
Para el diseño de esta estructura se tomó como referencia la cavidad interna que posee el cuerpo del maniquí. El ancho de la caja es de 240 mm que se la definió en base al ancho de la cavidad del maniquí, la altura es de 450mm que corresponde a la altura desde la cadera hasta el hombro. Se optó por dimensionar un espesor de 80mm para el torso y en la parte superior se dio un espesor de 1 mm más debido a que se colocará el motor que transmitirá el movimiento para la cabeza.



**Figura 12 Vista frontal**

Elaborado por: Autores del proyecto

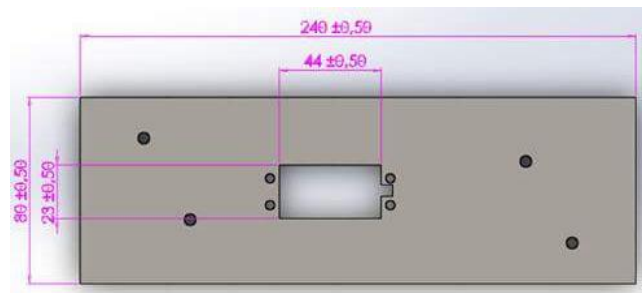
En la Figura 13 se muestra una vista lateral donde el rectángulo pequeño es el orificio que se le hizo a la placa para insertar el motor que va a dar movimiento al brazo.



**Figura 13 Vista lateral**

Elaborado por: Autores del proyecto

En la vista superior se encuentra el orificio para el motor que va a dar movimiento al cuello con sus respectivas dimensiones.



**Figura 14 Vista Superior**

Elaborado por: Autores del proyecto



**Figura 15 Caja Torácica final**

Elaborado por: Autores del proyecto

- **Cuello**

El cuello del maniquí al ser un acople no se lo realizó de acero ya que es muy pesado y se optó por usar el material ABS que por sus propiedades que se detallan en el Cuadro 15 es liviano y tiene la resistencia necesaria para ser el elemento que será conectado al motor y dará movimiento a la cabeza.

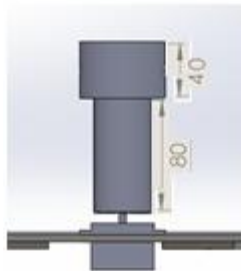
El ABS o Acrilonitrilo Butadieno Estireno es un termoplástico duro, resistente al calor y a los impactos, es muy utilizado en la automoción razón por la cual se ha decidido usar tanto para el acople del cuello como del brazo.

**Cuadro 15**  
**Propiedades del ABS**

<b>ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno)</b>	
<b>Densidad</b>	1.05g/cm <sup>-3</sup>
<b>Coefficiente de fricción</b>	0,5
<b>Absorción de agua en 24 hr</b>	0,3-0,7 %
<b>Resistencia a la tracción</b>	41-45 MPa
<b>Módulo de tracción</b>	2,1-2,4 Gpa
<b>Alargamiento a la rotura</b>	45 %
<b>Índice de permitividad a 1 MHz</b>	6,8

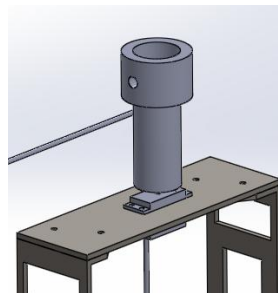
Fuente: (Patentados, 1995)

En la Figura 16 se muestra las medidas del cuello.



**Figura 16 Medidas acople cuello**

Elaborado por: Autores del proyecto

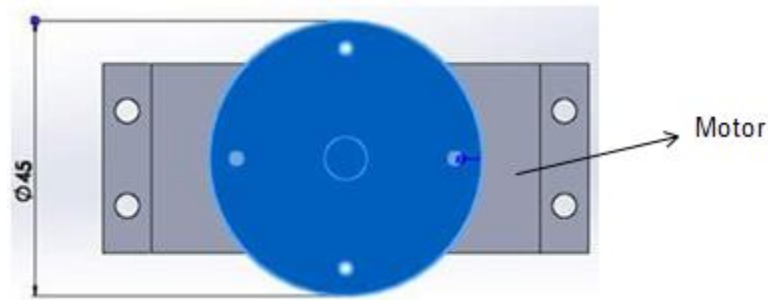


**Figura 17 Cuello - Caja torácica**

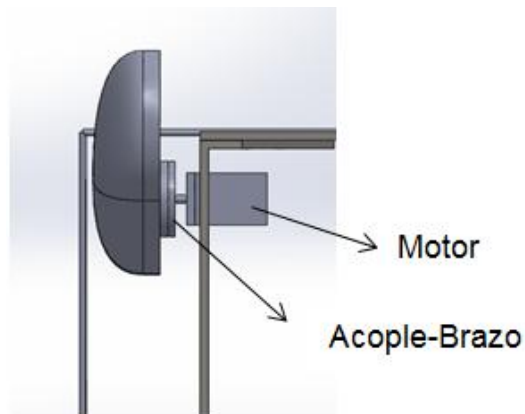
Elaborado por: Autores del proyecto

- **Acople brazo**

De igual manera que el cuello, el acople del brazo es del material ABS ya que se necesita que sea liviano para transmitir el movimiento del motor al brazo.



**Figura 18 Medidas del acople para el brazo**  
Elaborado por: Autores del proyecto



**Figura 19 Acople conectado al motor**  
Elaborado por: Autores del proyecto

#### 3.5.1.2.1.2. Estructura inferior

La estructura inferior lo conforman los siguientes elementos:

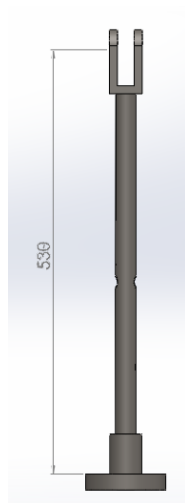
- Pierna
- Muslo

El diseño de la pierna y del muslo también se lo realizó basándose en las medidas reales de un cuerpo humano, gracias a esto se pudo realizar adaptaciones necesarias para que tanto el muslo como la pierna congeniaran.

- **Pierna**

La pierna tiene una medida de 530 mm que será tomada desde la "rodilla" o articulación en la que se acopla la pierna al muslo hasta la base

inferior del pie o terminación del tobillo. En la parte superior se le hizo un pequeño canal para que encaje la articulación con el muslo.

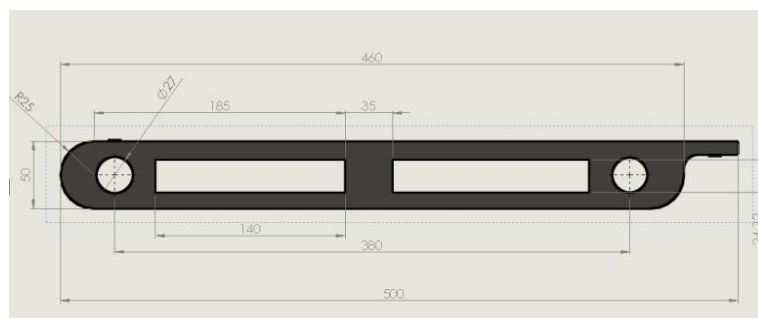


**Figura 20 Medidas pierna**

Elaborado por: Autores del proyecto

- **Muslo**

Las medidas del muslo fueron realizadas con el mismo método de la pierna, con adaptaciones necesarias para que congeniaran ambos. De forma que las piernas tendrán una medida de 380 mm de largo y una altura de 50mm entre los puntos de articulación para que se acople tanto a la “rodilla” como a la cadera.



**Figura 21 Medidas Muslo**

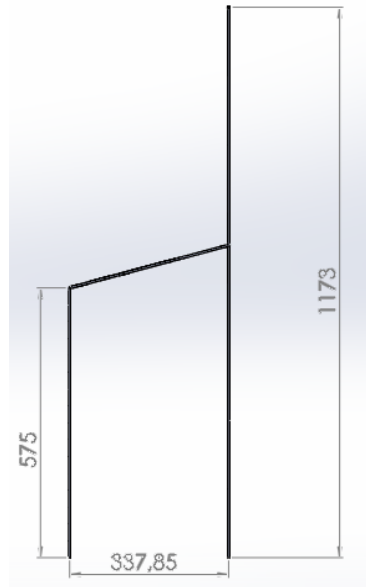
Elaborado por: Autores del proyecto

- **Silla**

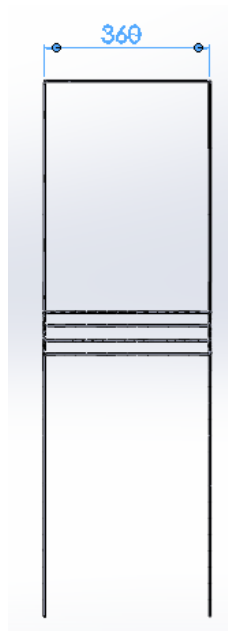
Para obtener un realismo de que el maniquí está sentado se diseñó un modelo rústico de una silla, la cual posee un ancho de 360 mm, un largo



total de 1173 mm y por último las patas delanteras con una medida de 575mm, el espacio entre patas delanteras es de 337mm.



**Figura 22 Vista lateral de la silla**  
Elaborado por: Autores del proyecto



**Figura 23 Vista frontal de la silla**  
Elaborado por: Autores del proyecto

- **Soporte sensor**

Para el soporte del sensor ultrasónico se realizó un soporte en “L” cuyas dimensiones se indica en la Figura 24. Su altura es aproximadamente de 175 mm, debido a que el sensor va a medir distancias se necesita que el alcance del mismo sea grande esta es la razón principal de la altura del soporte. En la parte inferior se le hizo una base que va anclada a la plataforma cuyo ancho es 400 mm.



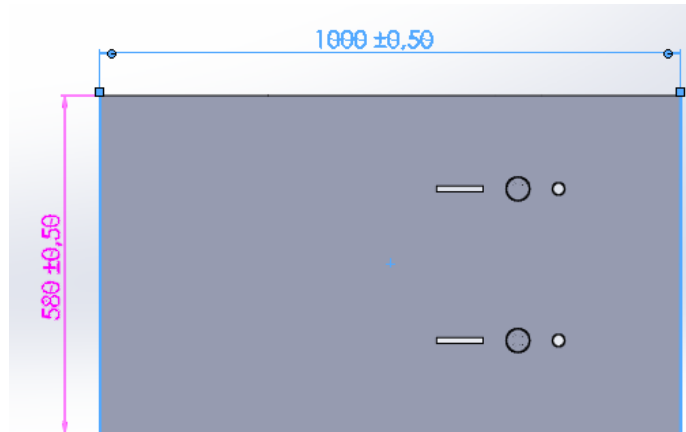
**Figura 24 Vista Lateral del soporte**  
Elaborado por: Autores del proyecto



**Figura 25 Soporte sensor**  
Elaborado por: Autores del proyecto

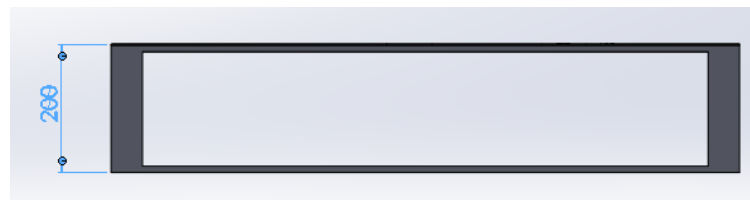
- **Plataforma**

La plataforma es la base donde se asentará el maniquí completo junto con la silla y el soporte del sensor. Debido a que debe albergar todo el conjunto se la dimensionó con las siguientes medidas que son 500mm de ancho por 1000mm de largo, además de que posee una altura de 200mm.



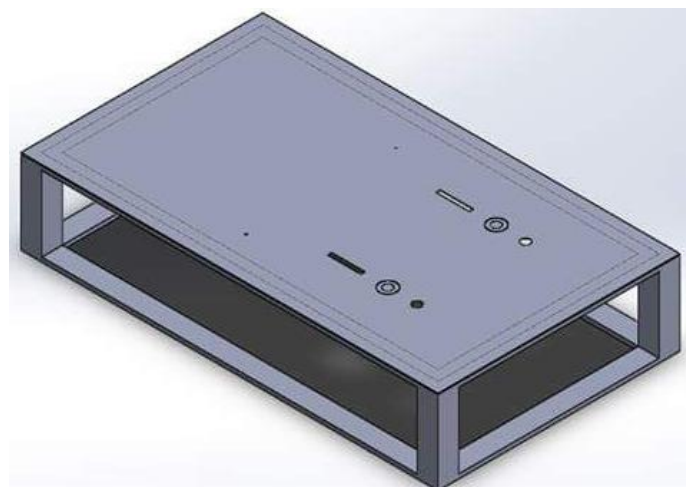
**Figura 26 Vista Superior**

Elaborado por: Autores del proyecto



**Figura 27 Vista Lateral**

Elaborado por: Autores del proyecto







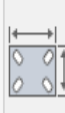




**Figura 28 Plataforma**

Elaborado por: Autores del proyecto

Para poder transportar el maniquí con facilidad se soldó unas ruedas con freno a la plataforma cuyas especificaciones se la muestran en la siguiente figura:

Rueda Giratoria con freno



Código				Tipo cojinete Eje					
2-2348	80	80	32	==	106x86	86/80x60	8	110	77
2-1835	100	100	32	==	106x86	86/80x60	8	131	91
2-1662	100	110	32	==	106x86	86/80x60	8	131	94
2-1663	125	135	32	==	106x86	86/80x60	8	155	107

**Figura 29 Especificaciones rueda con freno**

Fuente: (Ruedas y Garruchas Industriales, 2010)

Cabe recalcar que en el Anexo A se encuentra los planos con más detalle las medidas de cada pieza.

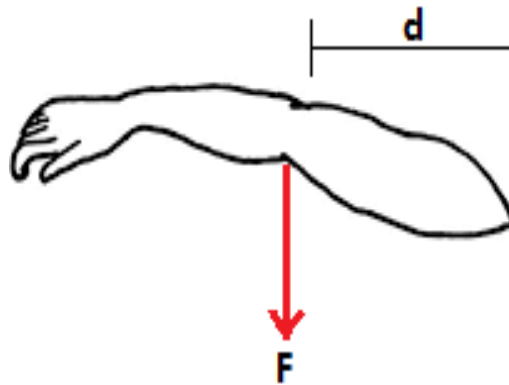
### 3.5.1.3. Cálculos Mecánicos y Simulaciones

Los datos que influyen para el diseño son las masas tanto del brazo como de la cabeza, además la distancia desde el eje del codo hasta el hombro, mientras que para los movimientos de la cabeza se necesita el radio del eje del cuello que está acoplado a la misma

Las simulaciones se las realiza utilizando la herramienta de Solidworks Simulation. Para que el análisis pueda realizarse con éxito se deben tomar en cuenta ciertos parámetros como son: cargas aplicadas, geometrías fijas y uniones entre elementos y el material usado en la pieza.

Es importante cuando se realice la simulación verificar que se coloque en el punto correcto las fuerzas, cargas y geometrías fijas o móviles para que la simulación arroje un resultado verídico y confiable.

- Cálculo del Torque del motor para el brazo



**Figura 30 Diagrama de cuerpo libre-brazo**  
Elaborado por: Autores del proyecto

### Datos

$m = 2lb \rightarrow$  Masa del brazo

$d = 15cm$

El torque está dado por la ecuación (1)

$$T = F * d \quad (1)$$

$$T = (m * g) * d \quad (2)$$

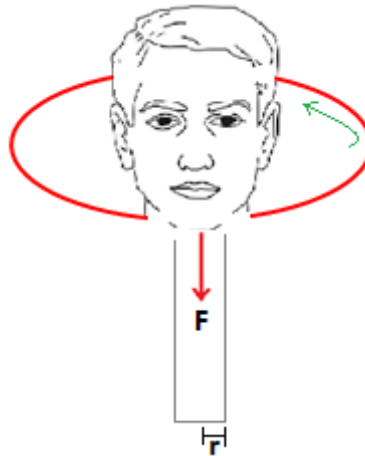
$$T = (2lb * 9.8 \text{ m/s}^2) * 15 \text{ cm} \quad (3)$$

$$T = (0.91 \text{ kg} * 9.8 \text{ m/s}^2) * 0.15 \text{ m} \quad (4)$$

$$T = 8.92 \text{ N} * 0.15 \text{ m} \quad (5)$$

$$T = 1.35 \text{ N.m} \quad (6)$$

- Cálculo del Torque del motor para la cabeza



**Figura 31 Diagrama de cuerpo libre - cabeza**

Elaborado por: Autores del proyecto

### Datos

$m = 1lb \rightarrow$  Masa total de la cabeza con el eje

$r = 0.26 m$

El torque está dado por la ecuación:

$$T = r * F * \text{sen } 90^\circ \quad (7)$$

Se considera  $90^\circ$  por lo que la fuerza actúa perpendicularmente al eje de rotación.

$$T = r * (m * g) * \text{sen } 90^\circ \quad (8)$$

$$T = 0.26 \left( 1lb * 9.8 \frac{m}{s^2} \right) * 1 \quad (9)$$

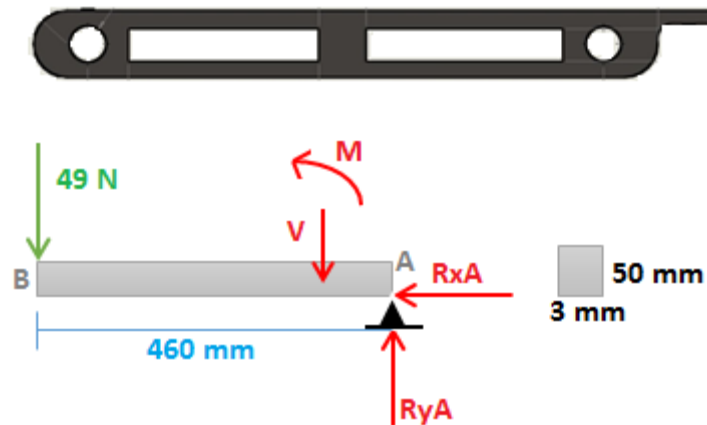
$$T = 0.26 \left( 0.45 kg * 9.8 \frac{m}{s^2} \right) \quad (10)$$

$$T = 0.26 m * 4.41 N \quad (11)$$

$$T = 1.15 N.m \quad (12)$$

- **Cálculo de Esfuerzo Máximo – Muslo**

Para realizar los cálculos es necesario un diagrama de cuerpo libre donde se ubiquen todas las reacciones y fuerzas que actúan sobre el muslo.



**Figura 32 Diagrama de cuerpo libre - Muslo**

Elaborado por: Autores del proyecto

La geometría fija o parte no móvil de la pieza será en la circunferencia ubicada en el extremo derecho del muslo, ya que ahí se sujeta mediante un eje.

Las cargas que se aplicarán serán en el extremo izquierdo del muslo, estas cargas serán las que correspondan al peso del torso del maniquí, brazos y cabeza del mismo, en total 5kg (49N).

A continuación se desarrolla los cálculos:

- Se calcula el área de la sección

$$A = 50\text{mm}^2 * 3\text{mm}^2 = 150\text{mm}^2 \quad (13)$$

- Se obtiene el momento de inercia de la misma con la siguiente ecuación

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{3mm (50mm)^3}{12} = 31\,250\,mm^4 \quad (14)$$

c. Se obtiene el momento máximo

$$\sum F_y = 0 \quad (15)$$

$$R_{yA} = 49\,N \quad (16)$$

d. Esfuerzo Cortante

$$V + 49\,N = 0 \quad (17)$$

$$V = -49\,N \quad (18)$$

e. Momento

$$\sum M = 0 \quad (19)$$

$$M = -49\,N \quad (20)$$

$$\text{si } x = 460$$

$$M = -22\,540\,N \cdot mm \quad (21)$$

f. Esfuerzo Máximo

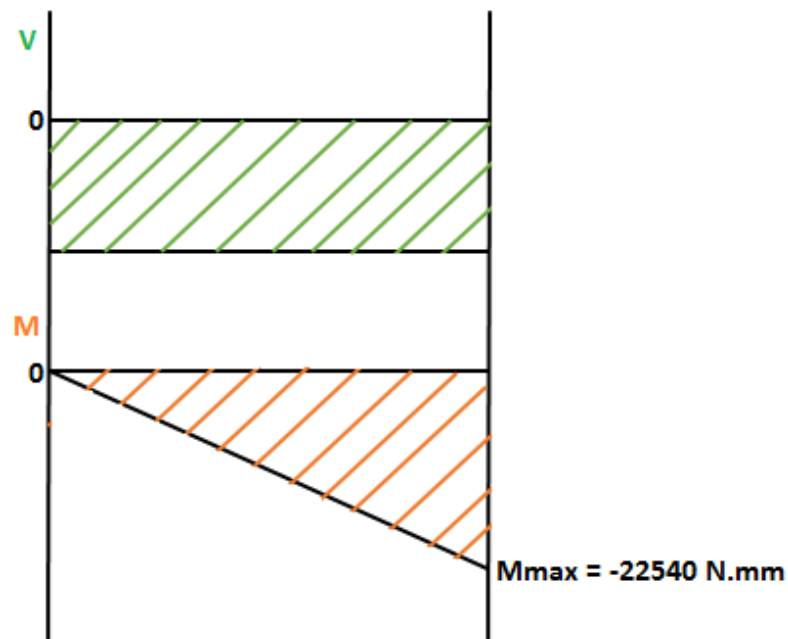
$$\sigma_A = \frac{M_{max} C}{I} \quad (22)$$

$$\sigma = \frac{22\,540\,N \cdot mm \cdot 25\,mm}{31\,250\,mm^4} \quad (23)$$



$$\sigma = \pm 18,03 \frac{N}{mm^2} \quad (24)$$

$$\sigma = \pm 18,03 \text{ MPa} \quad (25)$$



**Figura 33 Diagrama de Momentos**  
Elaborado por: Autores del proyecto

- **Cálculo de la Deformación Máxima - Muslo**

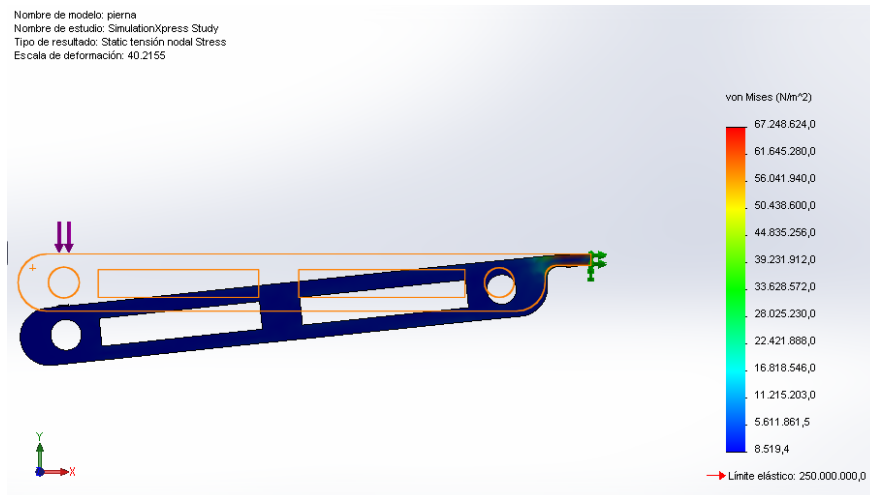
$$\gamma = \frac{Fl^3}{3EI} \quad (26)$$

E= módulo de elasticidad = 205 GPa (Tabla A-23 Shigley para acero 1020)

$$\gamma = \frac{49 \text{ N}(460 \text{ mm})^3}{3 \left( 205 * 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) 31250 \text{ mm}^4} \quad (27)$$

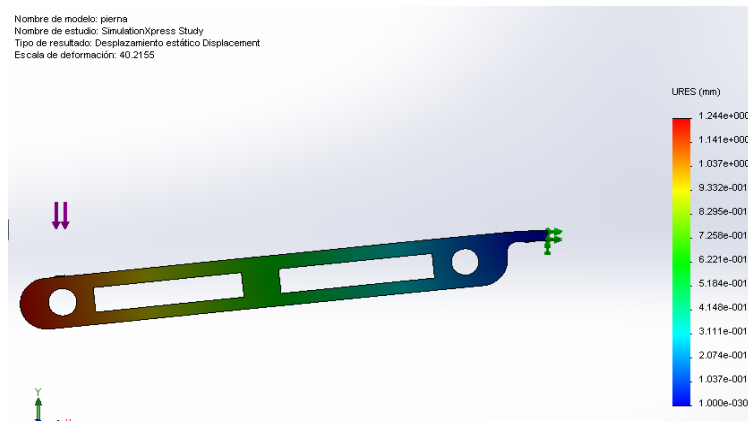
$$\gamma = 0.24 \text{ mm} \quad (28)$$

- **Simulación de esfuerzos y deformación del muslo**



**Figura 34 Análisis de esfuerzos**

Elaborado por: Autores del proyecto

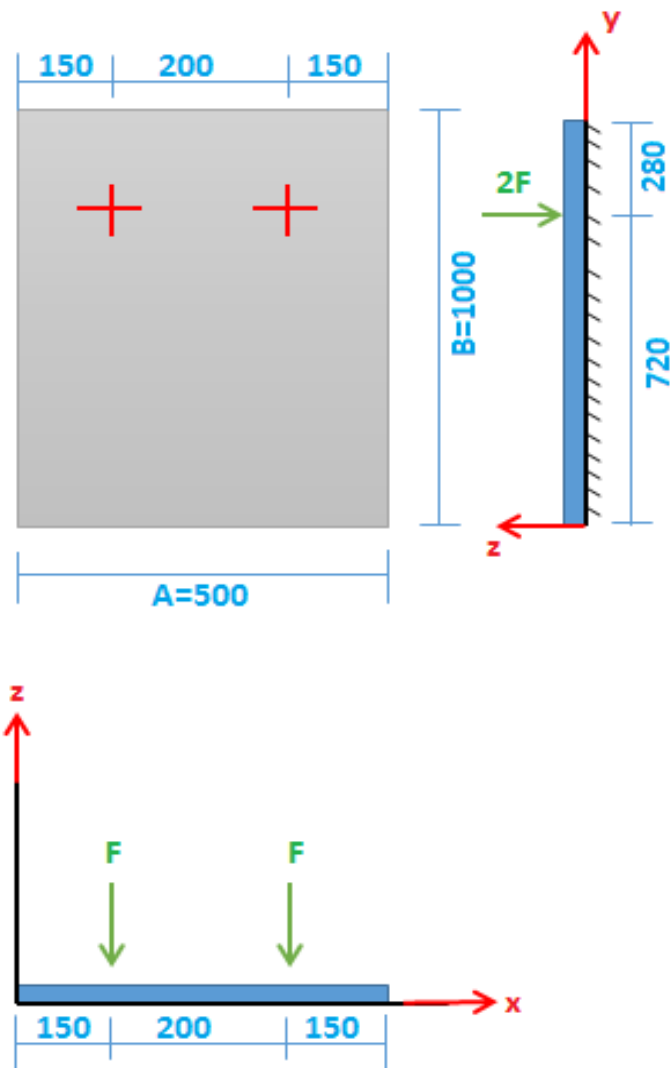


**Figura 35 Análisis de deformación**

Elaborado por: Autores del proyecto

- **Cálculo de Esfuerzo Máximo – Plataforma**

Debido a que la plataforma es donde se alberga todo el conjunto, para el análisis se debe tomar la carga total de todo el maniquí que nos da un total de 45Kg (441N), esta carga no está sometida en toda la plataforma sino solo en dos puntos específicos que representa la parte de los pies del maniquí, como se muestra en la Figura 36. La geometría fija será en la parte inferior de la plataforma.



**Figura 36 Diagrama de cuerpo libre – Plataforma**  
Elaborado por: Autores del proyecto

a. Cálculo de la fuerza en la plataforma

$$w = 441 \text{ N} \Rightarrow F = 220,5 \text{ N} \quad (29)$$

b. Cálculo del esfuerzo máximo

$$\sigma_{Max} = \frac{W}{A} \left[ 1 + \frac{6e_x}{A} + \frac{6e_y}{B} \right] \quad (30)$$

## c. Cargas excéntricas

$$e_x = \frac{M_y}{W} = \frac{317\,520\text{ Nm}}{441\text{ N}} = 720\text{ mm} \quad (31)$$

$$e_y = \frac{M_x}{W} = \frac{110\,250\text{ Nm}}{441\text{ N}} = 250\text{ mm} \quad (32)$$

## d. Cálculo de momentos

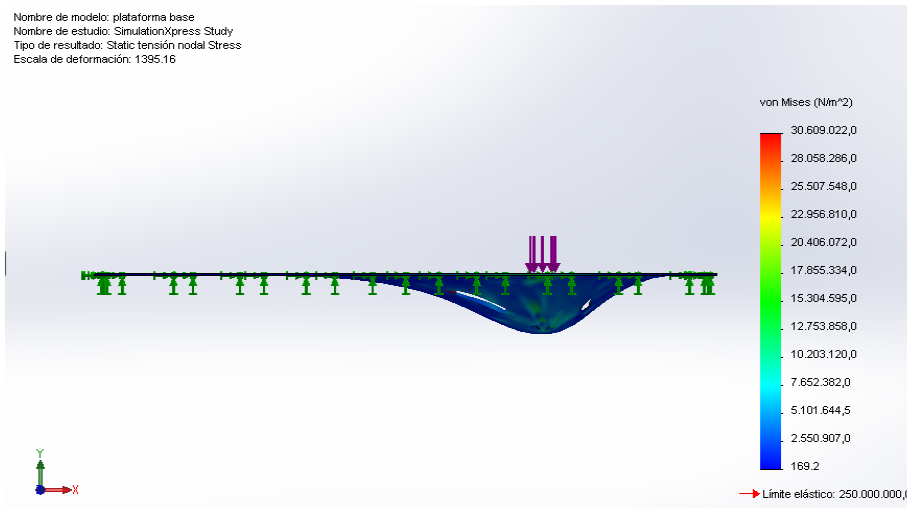
$$M_x \uparrow^+ = 150F + 350F = 500F = 500(220,5) = 110250\text{ N mm} \quad (33)$$

$$M_y \uparrow^+ = 720(2F) = 1040F = 1040(220,5) = 317520\text{ N mm} \quad (34)$$

$$\sigma_{max} = \frac{441\text{ N}}{(500)(1000)\text{ mm}^2} \left[ 1 + \frac{6(720\text{ mm})}{500\text{ mm}} + \frac{6(250\text{ mm})}{1000\text{ mm}} \right] \quad (35)$$

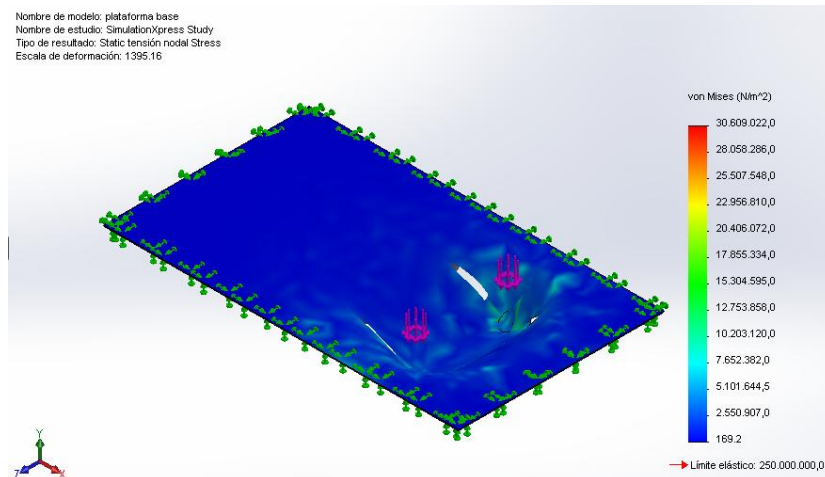
$$\sigma_{max} = 9,83\text{ kPa} \quad (36)$$

- Simulación de esfuerzos y deformación de la plataforma



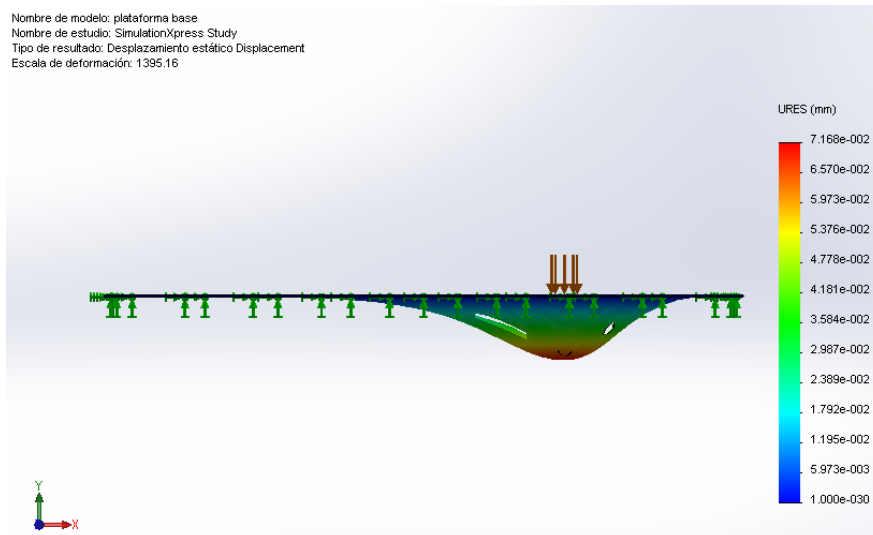
**Figura 37 Análisis esfuerzos vista lateral**

Elaborado por: Autores del proyecto



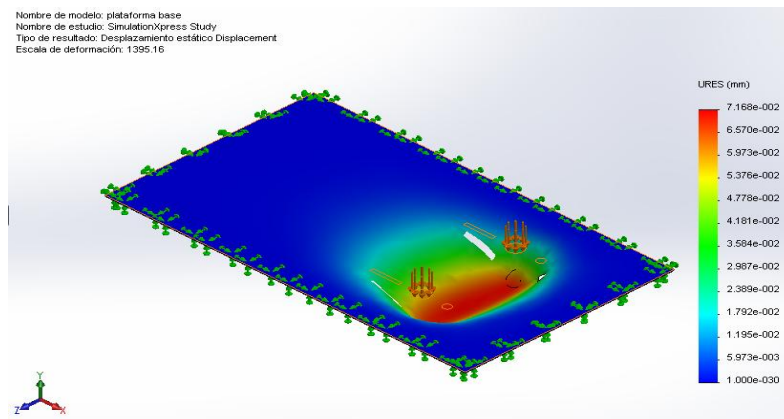
**Figura 38 Análisis de esfuerzos vista frontal**

Elaborado por: Autores del proyecto



**Figura 39 Análisis de deflexión vista lateral**

Elaborado por: Autores del proyecto



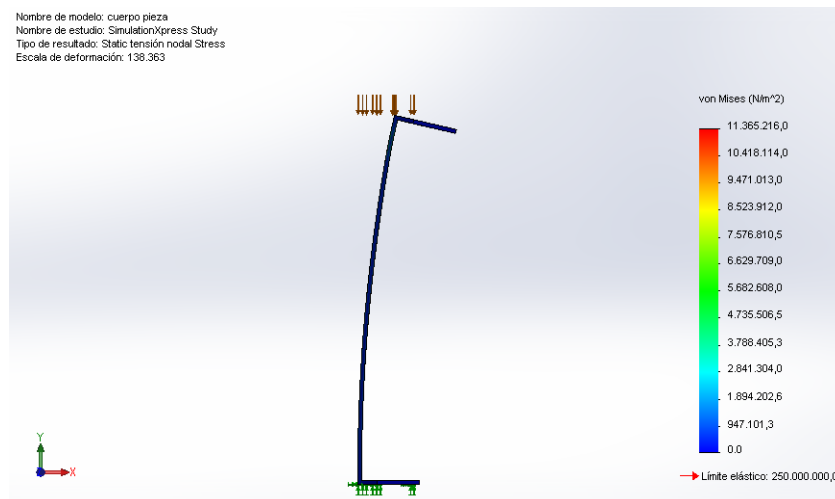
**Figura 40 Análisis de deflexión vista frontal**

Elaborado por: Autores del proyecto

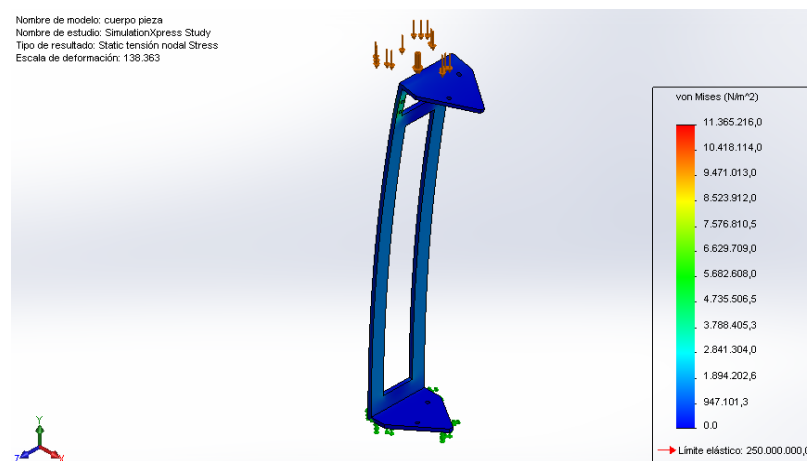
### 3.5.1.3.1. Simulación de esfuerzos y deformación de caja torácica

Para el análisis de esta parte se tomó en consideración que la única carga aplicada para esta pieza será de la cabeza y el brazo derecho del maniquí el que da el saludo a las personas.

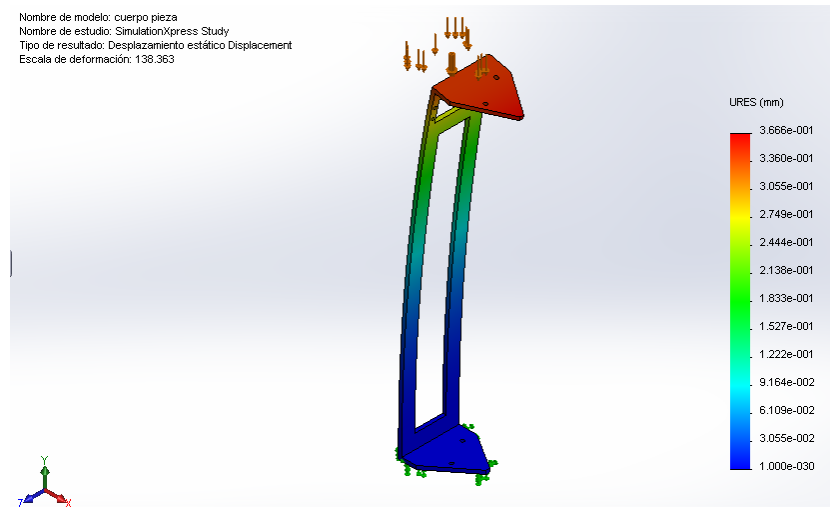
La carga es muy baja tomando en cuenta que el brazo y la cabeza son de un material ligeramente liviano por lo que su carga sería incapaz de deformar la placa de acero, por lo que se considera innecesario realizar un cálculo matemático.



**Figura 41 Análisis de esfuerzo**  
Elaborado por: Autores del proyecto



**Figura 42 Análisis de esfuerzo**  
Elaborado por: Autores del proyecto



**Figura 43 Análisis de deflexión**  
 Elaborado por: Autores del proyecto

## 3.6. DISEÑO ELECTRÓNICO

### 3.6.1. Herramientas de desarrollo

#### 3.6.1.1. Isis

Isis, (*Intelligent Schematic Input System o Sistema de Enrutado de Esquemas Inteligente*) permite diseñar el plano eléctrico del circuito que se desea realizar con componentes muy variados, desde simples resistencias, hasta alguno que otro microprocesador o microcontrolador, incluyendo fuentes de alimentación, generadores de señales y muchos otros componentes con prestaciones diferentes. Los diseños realizados en Isis pueden ser simulados en tiempo real. (Circuitos-electrónicos-Org, 2010)

#### 3.6.1.2. Ares

Ares, (*Advanced Routing and Editing Software o Software de Edición y Ruteo Avanzado*); es la herramienta de enrutado, ubicación y edición de componentes, se utiliza para la fabricación de placas de circuito impreso, permitiendo editar generalmente, las capas superficial (Top Copper), y de soldadura (Bottom Copper). (Circuitos-electrónicos-Org, 2010)

### 3.6.2. Diseño del Sistema Electrónico

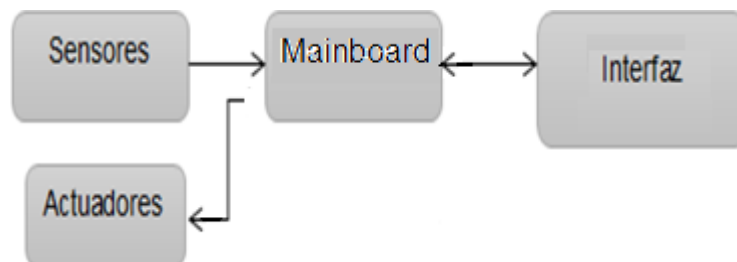
Para el desarrollo del circuito electrónico se debe considerar los elementos como sensores, actuadores que se van a usar. En el Cuadro 16 se indica los elementos a usar y su respectiva función:

**Cuadro 16**  
**Sensores y actuadores**

Elemento	Función
Sensor ultrasónico	Medición de distancia
Módulo MP3	Salida de audio
Led ojo derecho	Iluminación
Led ojo izquierdo	Iluminación
Servomotor cabeza	Controlar la posición del servo
Servomotor brazo	Controlar la posición del brazo
Servo sensor ultrasónico	Giro del sensor

Elaborado por: Autores del proyecto

Además de definir las entradas y salidas del sistema se necesita realizar un esquema general del sistema electrónico del cual se partirá para realizar el diseño.



**Figura 44 Esquema del sistema electrónico**

Elaborado por: Autores del proyecto

Partiendo del esquema visualizado en la Figura 44 el diseño del sistema electrónico se subdivide en dos partes:

- Mainboard
- Periféricos



### 3.6.2.1. Mainboard

Esta parte del sistema electrónico consta de los siguientes elementos:

#### 3.6.2.1.1. Tarjeta de control

Actualmente se encuentran en el mercado placas electrónicas programables, diseñadas para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios, tal es el caso de la tecnología Arduino.

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador Atmel AVR, puertos de entrada/salida y un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring. (Arduino, Arduino, 2013).

Por su facilidad de uso y bajo costo se seleccionó esta tarjeta para realizar el control del maniquí. Es necesario resaltar que las librerías para diferentes dispositivos en Arduino ya están creadas por otros usuarios en una comunidad de código abierto, lo que facilita al resto de usuarios el uso de una gran variedad de sensores, actuadores, pantallas, audio, etc. Esto es una ventaja porque sirve de ayuda ya que se dedica tiempo a la programación directamente de las funciones del maniquí autónomo y no a la programación de sensores.

El Arduino puede ser alimentado desde la conexión USB o a través de una fuente externa, y Arduino selecciona automáticamente la fuente, razón por la cual se opta por utilizar como alimentación el puerto USB de la computadora para evitar el diseño de una fuente externa.



**Figura 45 Arduino ATmega 2560**

Fuente: (Arduino, Arduino, 2013)

Existen varios tipos de placas, de las cuales debido al número de entradas y salidas necesarias para el uso del prototipo se ha seleccionado la placa Arduino ATmega, cuyas especificaciones se pueden observar en el cuadro 17.

**Cuadro 17**  
**Especificaciones del arduino ATmega 2560**

<b>Microcontrolador</b>	<b>ATmega 2560</b>
<b>Voltaje de operación</b>	5V
<b>Voltaje de entrada (recomendado)</b>	7-12V
<b>Voltaje de entrada (límite)</b>	6-20V
<b>Pines de entrada y salida digitales</b>	54 (15 provienen de salidas PWM)
<b>Pines de entrada y salida análogos</b>	16
<b>Corriente DC por pin de entrada y salida</b>	40 mA
<b>Corriente DC para pines de 3.3 V</b>	50 mA
<b>Memory Flash</b>	256 KB ( 8 son usados por el bootloader)
<b>SRAM</b>	8 KB
<b>EEPROM</b>	4 KB
<b>Velocidad de reloj</b>	16 MHz

Fuente: (Arduino, Arduino, 2013)

- **Distribución de pines para la aplicación**

Se debe considerar el número de señales electrónicas de los diferentes sensores y actuadores, además del tipo de señal de las mismas, es decir, entrada o salida.

La tarjeta Arduino Atmega 2560 tiene 54 pines destinados como entradas o salidas digitales, además cuenta con 16 entradas o salidas análogas, de esta forma para el presente proyecto se ha asignado los pines de la forma expuesta en el Cuadro 18.

**Cuadro 18**  
**Asignación de pines tarjeta Arduino**

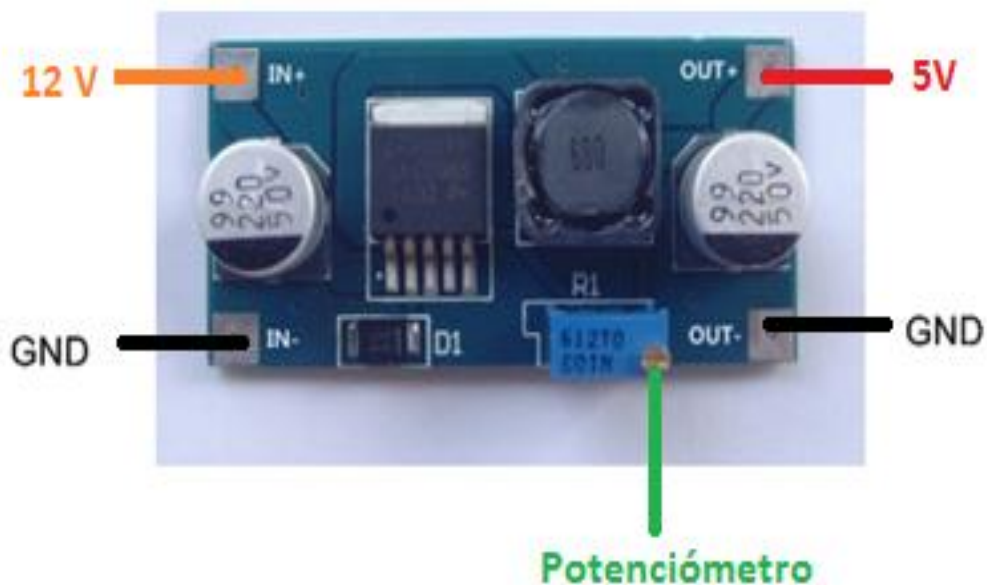
No. Pin	Tipo	Asignación	Elemento	Función
A12	Entrada	Echo	Sensor ultrasónico	Medición de distancia
A13	Salida	Trigger	Sensor ultrasónico	Medición de distancia
TX1	Comunicación Serial	Transmisor	Módulo MP3	Salida de audio
11	Salida	Señal de control	Led ojo derecho	Iluminación
12	Salida	Señal de control	Led ojo izquierdo	Iluminación
10	Salida	Señal de control	Servo cabeza	Controlar la posición del servo
8	Salida	Señal de control	Servo brazo	Controlar la posición del brazo
18	Entrada	-	Pulsador Stop	Termina proceso
19	Entrada	-	Pulsador Start	Inicia proceso
20	Salida	Señal de control	Led Start	Indica Start
21	Salida	Señal de control	Led Stop	Indica Stop
9	Salida	Señal de control	Servo sensor ultrasónico	Giro del sensor
TX	Comunicación Serial	Transmisor	Comunicación RS-232	Comunicación
RX	Comunicación Serial	Receptor	Comunicación RS-232	Comunicación

Elaborado por: Autores del proyecto

### 3.6.2.1.2. Convertidor DC-DC

Este circuito permite tener un voltaje regulado a partir de una fuente de alimentación con un voltaje mayor, por ejemplo si se tiene una fuente de 12V se puede regular a 7V, 5V, 3.3V, 2.2V, etc, es decir con salida de voltaje regulable, voltajes ideales para el uso con microcontroladores, Arduino, PICs, fuentes variables, drivers para leds, etc. (Electronilab, 2013)

Este módulo está basado en el Regulador DC-DC Step Down, es decir, su voltaje de salida es menor que su voltaje de alimentación. El valor de voltaje de salida se regula mediante el potenciómetro de precisión presente en la placa. El modelo que se ha optado por usar es el convertidor DC-DC LM2596 que indica en la Figura 46.



**Figura 46 Convertidor DC-DC LM 2596**

Elaborado por: Autores del proyecto

**Cuadro 19**

**Especificaciones técnicas del LM 2596**

<b>Convertidor de alta eficiencia</b>	<b>80%</b>
<b>Voltaje de entrada</b>	4.75 a 30V
<b>Voltaje de salida</b>	1.25 a 26V
<b>Corriente promedio de salida</b>	2 A
<b>Corriente pico de salida</b>	3 A
<b>Voltaje de salida ajustable</b>	
<b>Basado en el regulador LM2596S</b>	
<b>Led indicador de encendido</b>	

Fuente: (Electronilab, 2013)

En el Cuadro 19 se indica las principales características de convertidor DC-DC.

### 3.6.2.1.3. Módulo Mp3 para Arduino

Para reproducir la voz del maniquí se optó por usar un módulo mp3 para arduino, el modelo a usarse es el WT-5001. Sus principales características se indican en el Cuadro 20.

**Cuadro 20**  
**Especificaciones módulo Mp3**

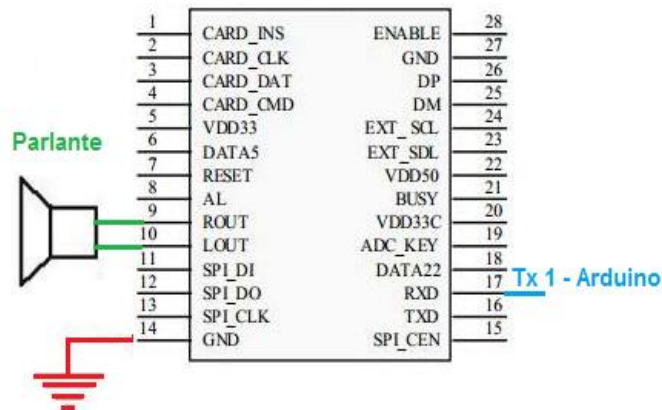
Salida de Audio	Estéreo
Capacidad de altavoz	8 $\Omega$ - 1W
Salida	BUSY ( Señalización del estado de reproducción)
Formato de audio	WMA – Mp3
Interfaz	SPI
Memoria audio interno	SPI-SPLASH
Comunicación	RS-232 mediante puerto TX-RX
Incluye	2GB Micro SD card
Voltaje de trabajo	3.3 V a 5 V

Fuente: (Electronilab, 2013)



**Figura 47 Módulo Mp3 WT 5001**

Fuente: (Electronilab, 2013)



**Figura 48 Diagrama de pines del módulo mp3**

Elaborado por: Autores del proyecto

### 3.6.2.2. Periféricos

A los siguientes elementos se les considera periféricos ya que no están incluidos en la tarjeta Mainboard, es decir son elementos conectados a la misma pero independientes, pueden aportar datos de entrada o salida. A continuación se describe los componentes que forman parte de este grupo.

#### 3.6.2.2.1. Sensores

Para el óptimo funcionamiento del maniquí siendo su principal función es reconocer si es adulto o niño, se debe añadir sensores que nos ayuden a detectar la persona que se acerque.

Para poder seleccionar los sensores adecuados para este propósito, se puntuará las características más relevantes para este proyecto de diferentes tipos de sensores tomando en cuenta las necesidades respectivas.

Lo que se busca es detección de obstáculos a través de distancia o presencia. Solo se toman en cuenta sensores que detecten materiales tanto metálicos como no metálicos.

Se considera dos opciones y se hace una evaluación cuantitativa considerando la siguiente tabla de valoración:

**Cuadro 21**  
**Valoración de las características**

<b>Valoración</b>	
<b>Excelente</b>	<b>5</b>
<b>Muy Buena</b>	<b>4</b>
<b>Buena</b>	<b>3</b>
<b>Regular</b>	<b>2</b>
<b>Mala</b>	<b>1</b>

Elaborado por: Autores del proyecto

Se procede a enlistar las principales características como se indica en el Cuadro 22.

**Cuadro 22**  
**Tabla comparativa de las características de los sensores para la selección**

<b>Características</b>	<b>Ultrasónico</b>	<b>Capacitivo</b>
<b>Disponibilidad en el mercado</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>Rango de reconocimiento</b>	<b>5</b>	<b>2</b>
<b>Velocidad de reacción</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
<b>Rango lateral</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>10</b>

Fuente: (Circuitos-electrónicos-Org, 2010)

Se observa que el sensor más apropiado es el sensor ultrasónico, ya que ofrecen mayores ventajas para cumplir con el objetivo, principalmente disponibilidad en el mercado y rango lateral de detección. Los sensores ultrasónicos que se optaron por utilizar son los sensores HC-SR04. En la Figura 49 se muestra un sensor HC-SR04.



**Figura 49 Sensor ultrasónico HC-SR04**  
Fuente: (Electronilab, 2013)

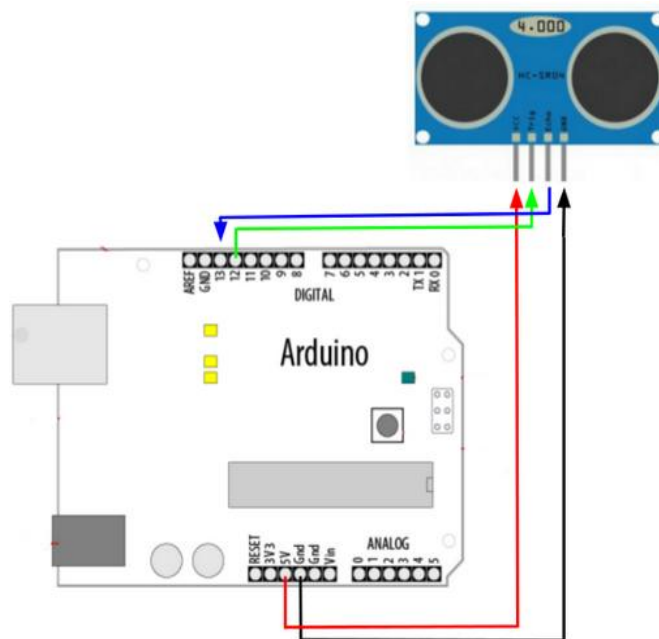
**Cuadro 23**

**Especificaciones técnicas de sensor ultrasónico HC-SR04**

<b>Voltaje de trabajo</b>	<b>5 V</b>
<b>Corriente de trabajo</b>	<b>15 mA</b>
<b>Frecuencia de trabajo</b>	<b>40 Hz</b>
<b>Rango máximo</b>	<b>4 m</b>
<b>Rango mínimo</b>	<b>2 cm</b>
<b>Angulo de medición</b>	<b>45x20x15 mm</b>

Fuente: (Circuitos-electrónicos-Org, 2010)

En la Figura 50 se muestra un esquema de conexión del Arduino con el sensor ultrasónico.



**Figura 50 Diagrama de conexión del sensor ultrasónico con el Arduino**  
Elaborado por: Autores del proyecto



### 3.6.2.2.2. Actuadores

Analizando los resultados de los cálculos de momento, el servomotor a seleccionar debe superar un torque de  $1.5 \text{ Nm}$ , ya que el torque para el motor del brazo es de  $1.35 \text{ Nm}$  y para el motor de la cabeza es de  $1.15 \text{ Nm}$ . No obstante el motor debe tener un torque mayor para que su trabajo no sea forzado.

En tiendas electrónicas del mercado ecuatoriano se buscó un servomotor que cumpla con las especificaciones en cuanto al torque y se optó por usar el servomotor VIGOR, cuyas características principales se detallan en el cuadro 24 y 25 tanto para el brazo como para la cabeza, la diferencia entre los dos es que por seguridad al momento de poner el acople en el brazo se eligió un motor que tenga mayor ángulo de giro.

**Cuadro 24**  
**Especificaciones técnicas servomotor VIGOR VSD-11YMB para el brazo**

Características	Detalle
Alimentación	7.2 VDC
Corriente	4.5 A
Ángulo de giro	$0^\circ - 360^\circ$
Torque	2.55 Nm
Velocidad máxima	$360^\circ / 0.92\text{s}$
Tipo de Control	PWM,
Peso	150 gr
Dimensiones(mm)	6 x 29.1x x 54.3

Fuente: (Circuitos-electrónicos-Org, 2010)

**Cuadro 25**  
**Especificaciones técnicas servomotor VIGOR VSD-11YMB1 para la cabeza <sup>1</sup>**

Características	Detalle
Alimentación	6 VDC
Corriente	4.5 A

<sup>1</sup> Continúa cuadro 25 →

<b>Ángulo de giro</b>	0° - 180°
<b>Torque</b>	2.35 Nm
<b>Velocidad máxima</b>	360° / 0.92s
<b>Tipo de Control</b>	PWM,
<b>Peso</b>	150 gr
<b>Dimensiones(mm)</b>	6 x 29.1x x 54.3

Fuente: (Circuitos-electrónicos-Org, 2010)



**Figura 51 Servomotor VIGOR VSD-11YMB**

Fuente: (Hobbyking, s.f.)

### 3.6.2.2.3. Parlantes

Para la salida de audio para la voz del maniquí se optó por usar parlantes de computador cuya función principal es proporcionar un mayor audio. El modelo que se optó por usar es Akel y sus principales características se indican a continuación

- Un indicador LED para el encendido
- Salida de 3.5 mm para auriculares
- Controles para volumen
- Potencia aproximadamente de 2.5 W



**Figura 52: Parlantes PC – Akel**

Fuente: (Digital-Store, s.f.)

## **3.7. PROGRAMACIÓN**

### **3.7.1. Herramientas de desarrollo**

#### **3.7.1.1. App Inventor**

Es una plataforma para crear aplicaciones de software para el sistema operativo Android. De forma visual y a partir de un conjunto de herramientas básicas, el usuario puede ir enlazando una serie de bloques para crear la aplicación. El sistema es gratuito y se puede descargar fácilmente de la web. Las aplicaciones fruto de App Inventor están limitadas por su simplicidad, aunque permiten cubrir un gran número de necesidades básicas en un dispositivo móvil.

Para desarrollar aplicaciones con App Inventor sólo se necesita un navegador web y un teléfono o tablet Android. Al construir las aplicaciones para Android se trabaja con dos herramientas: App Inventor Designer y App Inventor Blocks Editor. En Designer se construirá la Interfaz de Usuario, eligiendo y situando los elementos con los que interactuará y los componentes que utilizará la aplicación. En el Blocks Editor se definirá el comportamiento de los componentes de tu aplicación. (App-Inventor, 2014)

### 3.7.1.2. Arduino

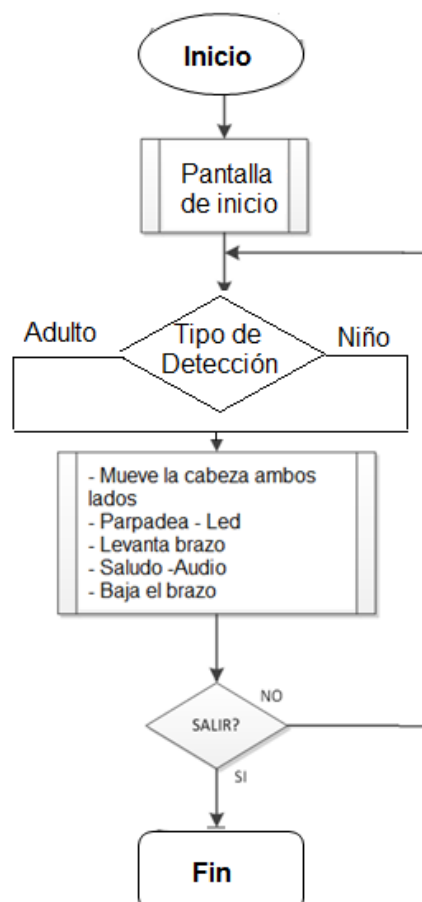
El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida. Los microcontroladores más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, y Atmega8 por su sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples diseños. (Arduino, Arduino Home, s.f.)

### 3.7.2. Diseño del Software del Sistema Electrónico

El software del sistema electrónico debe cumplir con ciertos requisitos del sistema, para que el maniquí cumpla con sus funciones tomando en cuenta parámetros en el diseño del software.

#### 3.7.2.1. Flujograma general del Software

El software del sistema electrónico es una interfaz que debe cumplir con una serie de procesos que se muestran a continuación.



**Figura 53 Diagrama de bloques general del software del sistema electrónico**

Elaborado por: Autores del proyecto

#### **3.7.2.1.1. Pantalla de inicio**

El software muestra una pantalla de presentación al usuario donde se indica una imagen del maniquí; es decir un prototipo, los botones y todo lo necesario para que la pantalla de presentación o interfaz sea amigable con el usuario.

#### **3.7.2.1.2. Detección**

En esta parte del programa el maniquí es capaz de reconocer si la persona que se acerca es adulto o niño, para posteriormente mandar la señal y hacer el respectivo saludo dependiendo del caso.

#### **3.7.2.1.3. Proceso de acuerdo a la persona detectada**

Una vez que el maniquí haya reconocido el tipo de persona que se le acerca (adulto o niño), realiza un saludo personalizado dependiendo del caso como se lo describe a continuación:

- **Para Adulto**
  - ✓ Mueve la cabeza
  - ✓ Destello de luz en los ojos
  - ✓ Levanta el brazo para saludar
  - ✓ Saluda diciendo lo siguiente: “Hola cómo estás, es un gusto”
  - ✓ Baja el brazo
- **Para niño**
  - ✓ Mueve la cabeza
  - ✓ Destello doble de luz en los ojos
  - ✓ Levanta el brazo para saludar
  - ✓ Saluda diciendo lo siguiente: “Qué tal pequeño como estás”
  - ✓ Baja el brazo

El momento en que detecte si es adulto o niño el reconocimiento se verá reflejado también en la interfaz en el dispositivo móvil.

#### **3.7.2.1.4. Salir**

Esta acción se cumple una vez que haya terminado por completo el proceso de reconocimiento y saludo, cabe recalcar que existe en la interfaz

un botón de *parada* el cual funciona para detener por completo el proceso de detección, es decir que si alguna persona pasa frente al maniquí y está con parada no habrá ningún saludo, esto es para evitar que haya confusión en el reconocimiento en caso de que haya flujo masivo de gente.

### 3.7.2.2. Requisitos del software del sistema electrónico

El software del sistema electrónico debe cumplir con requisitos que le permitan ejecutar, calibrar el sistema y también la comunicación con la tarjeta Arduino para llevar a cabo lo ingresado por el usuario, es decir:

- Establecimiento de comunicación con la tarjeta Arduino.
- Proceso de detección de la persona.
- Inicio del proceso de saludo de acuerdo a la persona detectada.

#### 3.7.2.2.1. Comunicación con la tarjeta Arduino y App Inventor

Se debe establecer la transferencia de información entre la aplicación App Inventor del celular y Arduino, esto es posible mediante el módulo bluetooth conectado a la placa del Arduino.

- **Proceso de comunicación entre Arduino y App Inventor**
  - a. Conectar el módulo bluetooth a la tarjeta Arduino
  - b. Emparejar el teléfono celular con el módulo bluetooth

Para poder realizar la comunicación se necesita un módulo bluetooth para Arduino. Se escogió el módulo bluetooth marca HC-06 como se muestra en la Figura 54.



**Figura 54 Módulo bluetooth HC-06**

Fuente: (Electonilab, s.f.)

Las características técnicas del módulo bluetooth se detallan a continuación:

### Cuadro 26

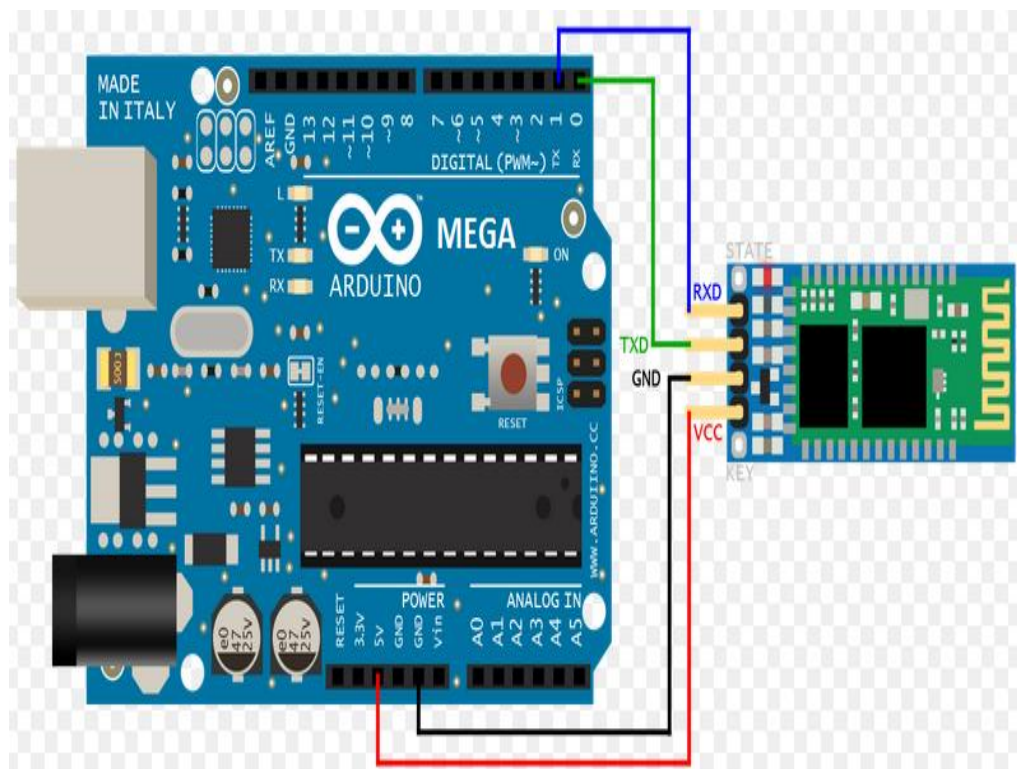
#### Especificaciones técnicas del módulo bluetooth

<b>Voltaje de alimentación</b>	<b>3.6 a 6 VDC</b>
<b>Alcance de la señal</b>	10 m
<b>Consumo de corriente máximo</b>	30 mA
<b>Comunicación serial</b>	9600 bauds, 8 bits de datos, 1 bit de parada sin paridad

Fuente: (Eletonilab, s.f.)

- **Diagrama de conexión módulo bluetooth con la tarjeta Arduino**

En la siguiente figura se indica los pines de salida del módulo bluetooth que van conectados a la tarjeta Arduino y se conectan de la siguiente manera:

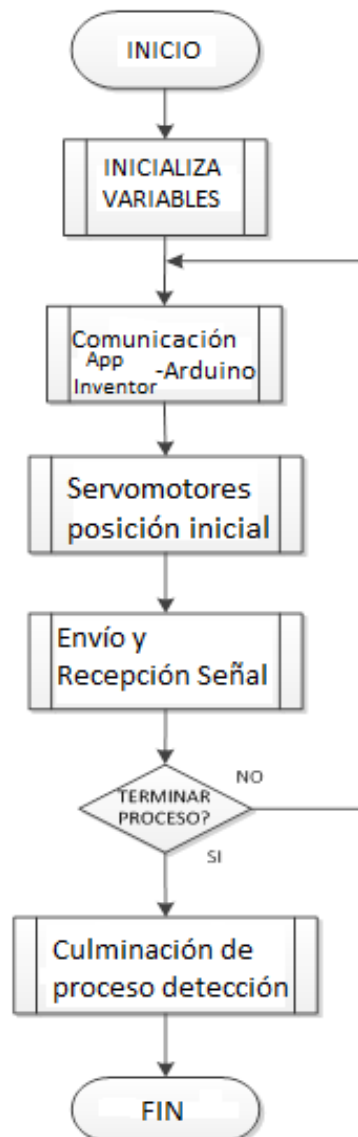


**Figura 55: Conexión módulo bluetooth-tarjeta Arduino**

Elaborado por: Autores del proyecto

### 3.7.2.2.2. Proceso de detección de la persona

Para la realización de este proceso la tarjeta Arduino interviene directamente, por lo tanto en la Figura 56 se muestra el flujograma que sintetiza esta relación con Arduino para la ejecución del proceso de detección.



**Figura 56 Diagrama de programación del sistema**

Elaborado por: Autores del proyecto

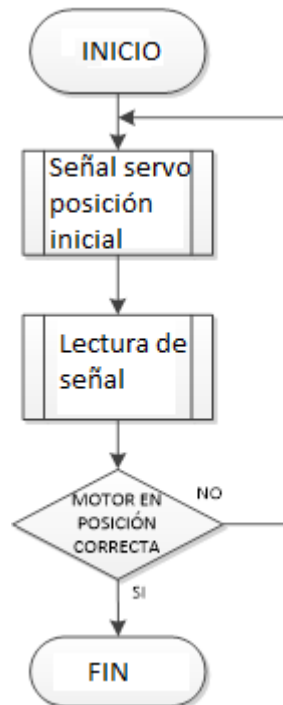
- **Inicialización de variables**

Es importante que las variables estén encerradas antes de iniciar la comunicación tal que el maniquí pueda hacer el proceso de detección.



- **Servomotores en posición inicial**

El servomotor tanto de la cabeza como del brazo debe tomar la posición inicial antes de iniciar el proceso de reconocimiento



**Figura 57: Diagrama de ubicación de servomotores en posición inicial**

Elaborado por: Autores del proyecto

- **Generación de señal de control de los servomotores**

Para obtener los grados tanto de la posición inicial como de los grados o el ángulo de giro de cada servomotor es necesario calcular el valor de los mismos para de esta manera obtener el valor exacto e ingresarlo como dato en la programación en el Arduino.

El ángulo de giro aumenta proporcionalmente al pulso que se le da, es decir tienen una relación directamente proporcional.

Para realizar el cálculo del ancho de pulso se toma en cuenta el límite superior e inferior de la señal de control y este valor depende del modelo del servomotor que se utilice.

- **Cálculo del ancho de pulso para el servomotor del brazo**

Del datasheet del motor del brazo marca VIGOR VSD-11YMB obtenemos el valor del ancho de pulso que es el siguiente:

✓ Límite superior → 2200  $\mu$ s

✓ Límite inferior → 800  $\mu$ s

$$\text{límite superior} - \text{límite inferior} = \text{posición en } 0^\circ \quad (37)$$

$$2200 - 800 = 1400 \rightarrow \text{posición en } 0^\circ \quad (38)$$

De acuerdo al datasheet se tiene también que el máximo ángulo de giro del servomotor es de 2160°, por lo tanto:

$$1400 \mu\text{s} \rightarrow 2160^\circ \quad (39)$$

$$x \rightarrow 90^\circ$$

Se calcula a 90° considerando que normalmente los humanos saludan estirando el brazo a 90°.

$$x = \frac{90^\circ * 1400\mu\text{s}}{2160^\circ} \quad (40)$$

$$x = 58.33 \mu\text{s}$$

Por medio del método “prueba y error” se obtuvo que:

$$1558 \mu\text{s} \rightarrow \text{posición del brazo recto hacia abajo}$$

Y para obtener el valor final del saludo considerando que la posición inicial no es cero sino 1558  $\mu$ s se calcula que:

$$pfs = \text{posición inicial} + \text{posición a } 90^\circ \quad (41)$$

Donde:

$$pfs = \text{posición de saludo final} \quad (42)$$

$$pfs = \text{posición inicial} + \text{posición a } 90^\circ \quad (43)$$

$$pfs = 1558 \mu s + 58.33 \mu s \quad (44)$$

$$pfs = 1616 \mu s \quad (45)$$

Este es el valor que va en la programación equivalente a los  $90^\circ$ , que se considera el ángulo que va a alzar el brazo del maniquí para dar el saludo.

- **Cálculo del ancho de pulso para el servomotor de la cabeza**

Debido a que el servomotor de la cabeza tiene un ángulo de giro de  $0-180^\circ$  es factible usar la información que nos da las librerías de Arduino, de esta manera se tiene que:

```
#define MIN_PULSE_WIDTH    544    // the shortest pulse
sent to a servo
#define MAX_PULSE_WIDTH    2400    // the longest pulse
```

**Figura 58 Valores de límite superior e inferior – Arduino**

Elaborado por: Autores del proyecto

Por lo tanto se tiene que:

✓ Límite superior →  $2400 \mu s$

✓ Límite inferior →  $544 \mu s$

$$\text{límite superior} - \text{límite inferior} = \text{posición máxima } 180^\circ \quad (46)$$

$$2400 - 544 = 1856 \rightarrow \text{posición en } 180^\circ \quad (47)$$

$$1856 \mu s \rightarrow 180^\circ \quad (48)$$

$$x \rightarrow 90^\circ \quad (49)$$

$$x = \frac{90^\circ * 1856\mu s}{180^\circ} \quad (50)$$

$$x = 928 \mu s \quad (51)$$

$$gc = \text{posición inicial} + \text{posición a } 90^\circ \quad (52)$$

Donde:

$$gc = \text{giro de la cabeza} \quad (53)$$

$$gc = \text{posición inicial} + \text{posición a } 90^\circ \quad (54)$$

$$gc = 544 \mu s + 928 \mu s \quad (55)$$

$$gc = 1472\mu s \quad (56)$$

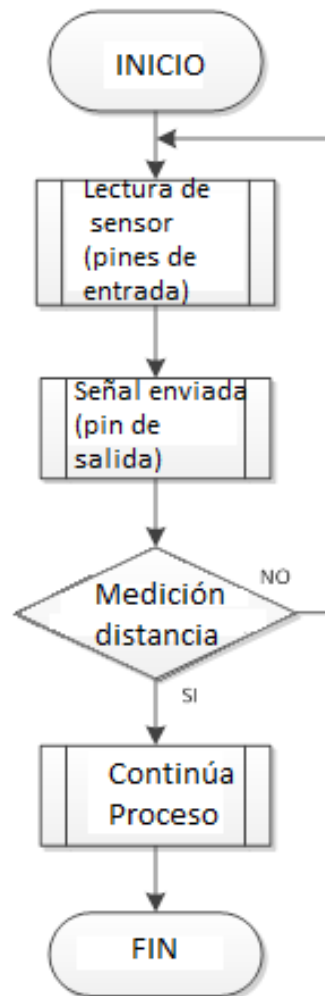
En el Cuadro 27 se resume los grados en los que va a girar cada servomotor:

Cuadro 27 Posición de los servomotores (°)		
Zona	Movimiento	Grados
<b>Cabeza</b>	Derecha / Izquierda	0° – 180°
<b>Brazo</b>	Saludo para arriba	1558° - 1616°

Elaborado por: Autores del proyecto

- **Envío y recepción de señales**

Para el envío y recepción de señales es necesaria la lectura de estado de los sensores que intervienen en el proceso de detección, en la Figura 59 se muestra el diagrama del mismo.



**Figura 59 Diagrama de envío y recepción de señales**

Elaborado por: Autores del proyecto

- **Culminación de proceso**

Al terminar el proceso, todo retorna a su posición inicial.

### 3.7.2.3. Códigos de Programación

#### 3.7.2.3.1. Programación Arduino – Secuencia de control

Como se dijo anteriormente el programa para el control fue implementado en el lenguaje de programación Arduino. En la Figura 60 se indica la pantalla del software Arduino y un extracto de la programación.

```

Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda
tesislana
// Controlling a servo position using a potentiometer (variable res
// by Michal Rinott <http://people.interaction-ivrea.it/m.rinott>
//*****Se añade las librerías*****//
#include <Servo.h>
#include <Ultrasonic.h>

//*****Servos*****//
//Configuración de parámetros de los servos
//Defino los nombres de los servos a usar
Servo shead; // create servo object to control a servo
Servo sarm;
Servo sultra;
//Defino las posiciones iniciales de los servos
int ArmI=1558;
int HeadI=90;
int UltraI=90;
//Defino las posiciones finales de los servos
int Arm0=1616;

//*****Configuración ultrasonico*****//
Ultrasonic ultra(A13,A12); // (Trig PIN,Echo PIN)

//*****entradas y Salidas*****//
const int ledI = 11; // the number of the LED pin
const int ledD = 12; // the number of the LED pin

Compilación terminada
Tamaño binario del Sketch: 8.108 bytes (de un máximo de 258.048
bytes)
226 Arduino Mega 2560 or Mega ADK on COM9

```

**Figura 60 Programación en Arduino**  
Elaborado por: Autores del proyecto

En el Anexo B s se detalla el programa que se realizó en Arduino para todo el proceso de detección y saludo del maniquí.

### 3.7.2.3.2. Variables del programa en Arduino y funciones que intervienen en la programación

Se realizó cuadros de resumen donde se describe cada variable usada en el programa así como las funciones que intervienen en la misma.

Las variables del Cuadro 28 intervienen en las funciones del programa para almacenar datos ingresados, razón por la cual antes de continuar con el detalle de los subprocesos se menciona las funciones del programa y los paneles de selección para ingreso de datos del usuario. Estas se encuentran descritas brevemente en el Cuadro 29 mostrando las entradas y salidas de cada una de ellas.

**Cuadro 28**  
**Variables del programa**

<b>Variable</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Arml</b>	int	Posición Inicial del servo que controla el brazo
<b>ArmO</b>	int	Posición Final del servo que controla el brazo
<b>Headl</b>	int	Posición del servo que controla la cabeza
<b>Posu</b>	int	Posición del servo que controla la cabeza durante el saludo
<b>Ultral</b>	int	Posición del servo que controla el sensor ultrasónico
<b>flag</b>	int	Depende de la detección ( adulto=1 y niño=0)
<b>prendido</b>	int	Determina el estado de activación del maniquí (on=1 y off=0)
<b>cont</b>	int	Contador para resetear el proceso de detección
<b>Altura</b>	int	Contiene el valor de la medición de la altura
<b>Cmd_buf</b>	array	Buffer que contiene información de los comandos MP3
<b>char</b>	int	Contador para lo posición dentro del cmd_buf
<b>len</b>	int	Longitud del array cmd_buf
<b>medultra</b>	int	Medición de distancia del ultrasónico
<b>ledl</b>	int	Activación del led izquierdo
<b>ledD</b>	int	Activación del led derecho
<b>Altura2</b>	int	Contiene el valor de la altura en el proceso de espera
<b>Medultra2</b>	int	Valor de la altura durante el proceso de espera
<b>thisPin</b>	int	Contador para salir del modo de espera
<b>Dato2</b>	int	Recepción del puerto serial / bluetooth

Elaborado por: Autores del proyecto

**Cuadro 29**  
**Funciones que intervienen en la programación**

<b>NOMBRE</b>	<b>TIPO</b>	<b>ENTRADAS</b>	<b>SALIDAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>serialEvent</b>	Interrupción por puerto serial	----	Activación del maniquí	Permite controlar el encendido y apagado del sistema
<b>ArduinoMP3Shield_SendCMD</b>	Envío de datos al módulo MP3	Datos de configuración del módulo MP3	Comandos para reproducción de MP3	Permite seleccionar el saludo deseado
<b>setup</b>	Inicialización de parámetros	-----	-----	Contiene la inicialización de parámetros
<b>loop</b>	Programa principal	Activación del maniquí	Datos de configuración del módulo MP3	Rutina principal

Elaborado por: Autores del proyecto

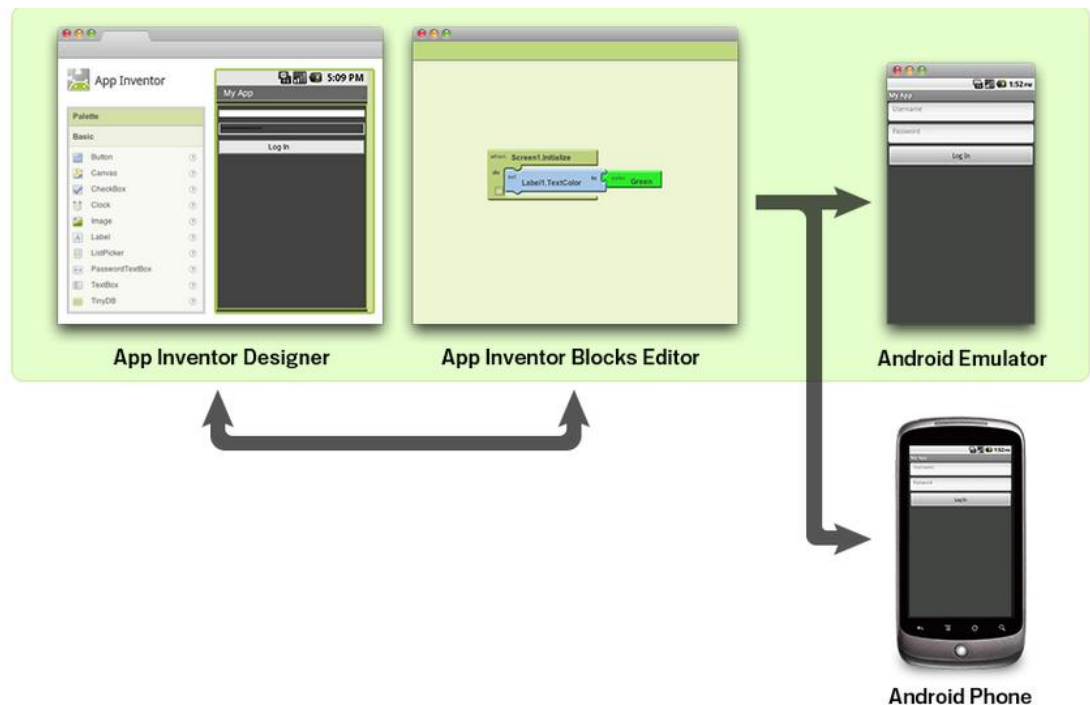


### 3.7.2.3.3. Programación App Inventor – Interfaz Gráfica en el celular

Para desarrollar aplicaciones con App Inventor sólo se necesita un navegador web y un teléfono o Tablet Android. Al construir las aplicaciones para Android se trabaja con dos herramientas:

- App Inventor Designer
- App Inventor Blocks Editor

En la Figura 61 se describe las etapas para desarrollar la interfaz en App Inventor



**Figura 61 Etapas App Inventor**

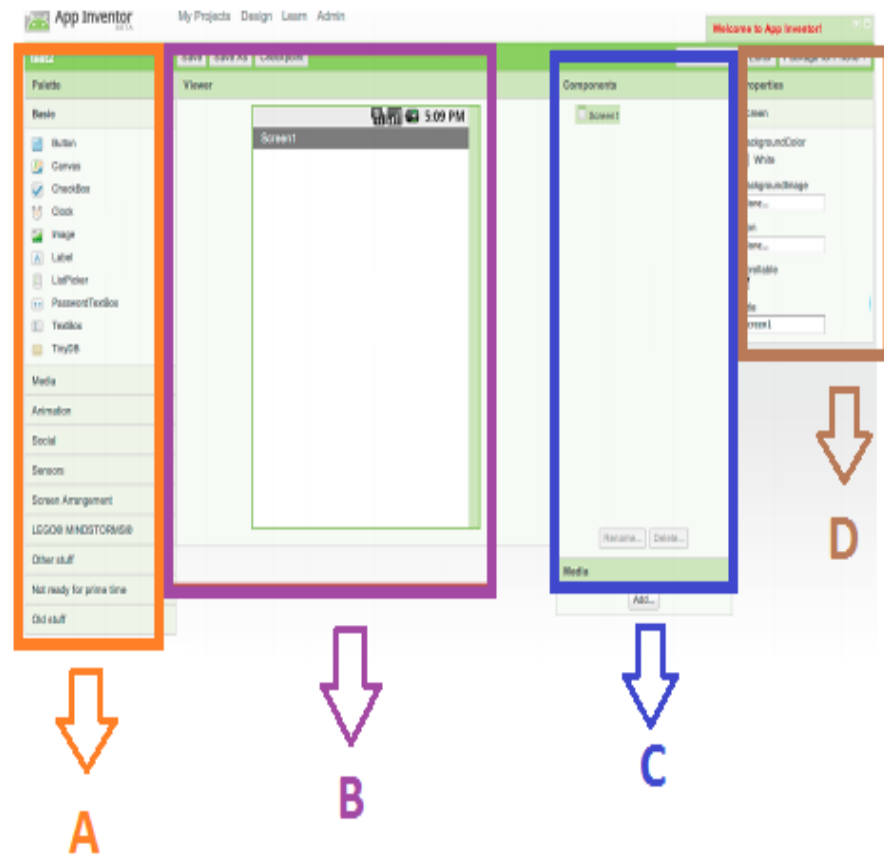
Fuente: (Observatorio-tecnológico)

- **App Inventor Designer**

En la ventana de diseño o llamada módulo web se guardan proyectos en línea, contiene diferentes componentes como se muestra en la Figura 62 distribuidos en 4 módulos:

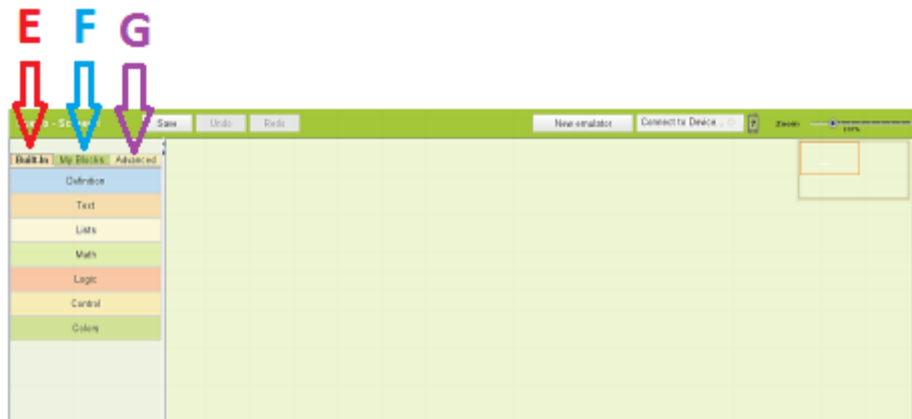
- ✓ **A:** Paleta de herramientas
- ✓ **B:** Lienzo de trabajo

- ✓ **C:** Jerarquía de componentes
- ✓ **D:** Propiedades de los componente



**Figura 62 App Inventor Designer**  
Elaborado por: Autores del proyecto

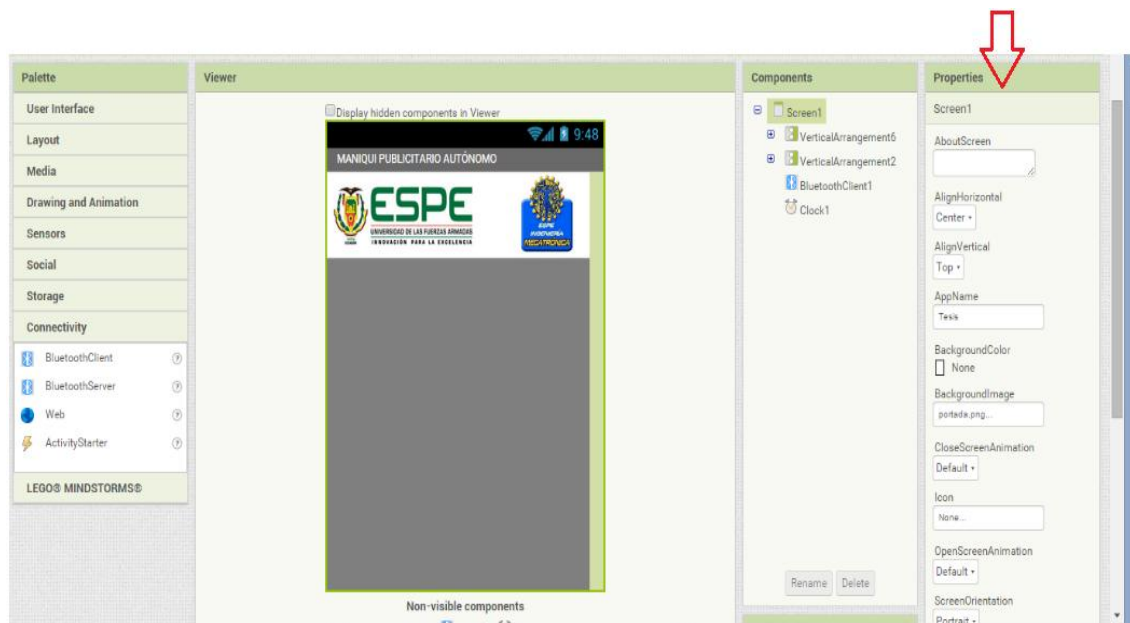
- **App Inventor Blocks Editor:** se define el comportamiento de los componentes de la aplicación, en esta etapa se le da funcionalidad a la aplicación por medio de elementos que van conectados a la ventana de diseño, contiene 3 módulos:
  - ✓ **E:** Built – In
  - ✓ **F:** My blocks
  - ✓ **G:** Advanced



**Figura 63 App Inventor Blocks editor**  
Elaborado por: Autores del proyecto

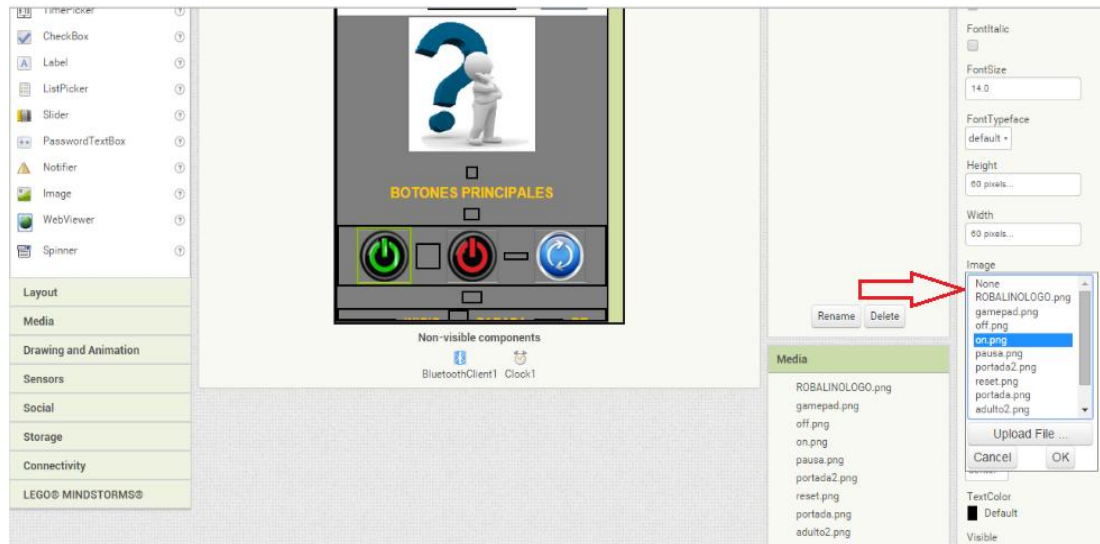
- **Pasos para realizar la interfaz y la programación**

- a. Se configura la pantalla; para la imagen de fondo se realiza al gusto un diseño y se guarda con formato de imagen (\*.png o jpg), de esta manera se carga la imagen en el bloque. Con la opción “properties” en la parte izquierda se personaliza la interfaz como se indica en la siguiente figura:



**Figura 64 Configuración de la pantalla**  
Elaborado por: Autores del proyecto

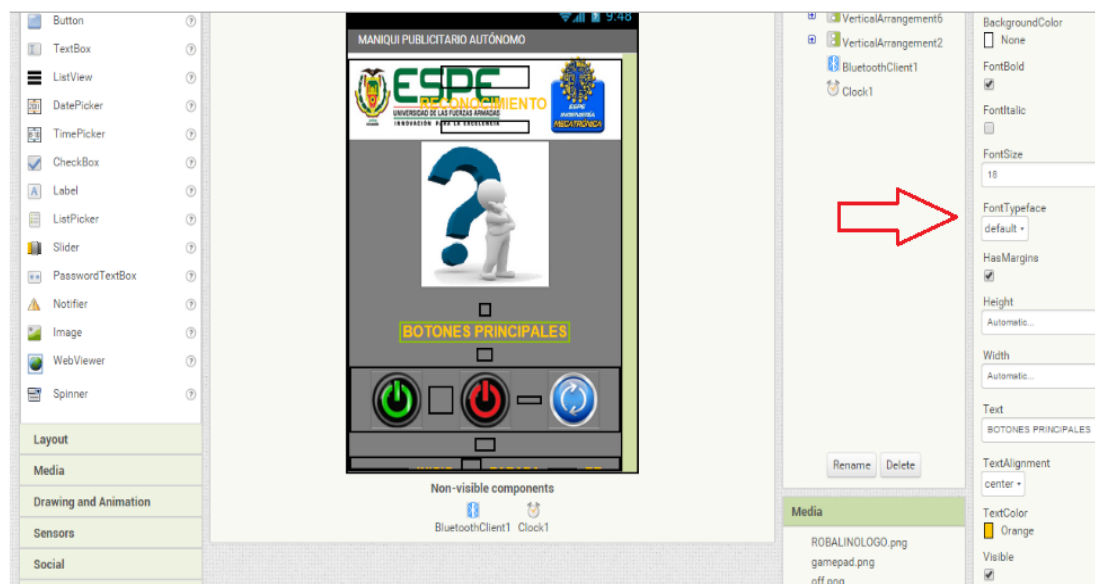
- b. Se inserta los botones que se necesita para la interfaz, cabe recalcar que las imágenes también se insertan como botones, una vez insertados se puede elegir la imagen para ese botón como se indica en la Figura 65.



**Figura 65 Insertar botones/imágenes**

Elaborado por: Autores del proyecto

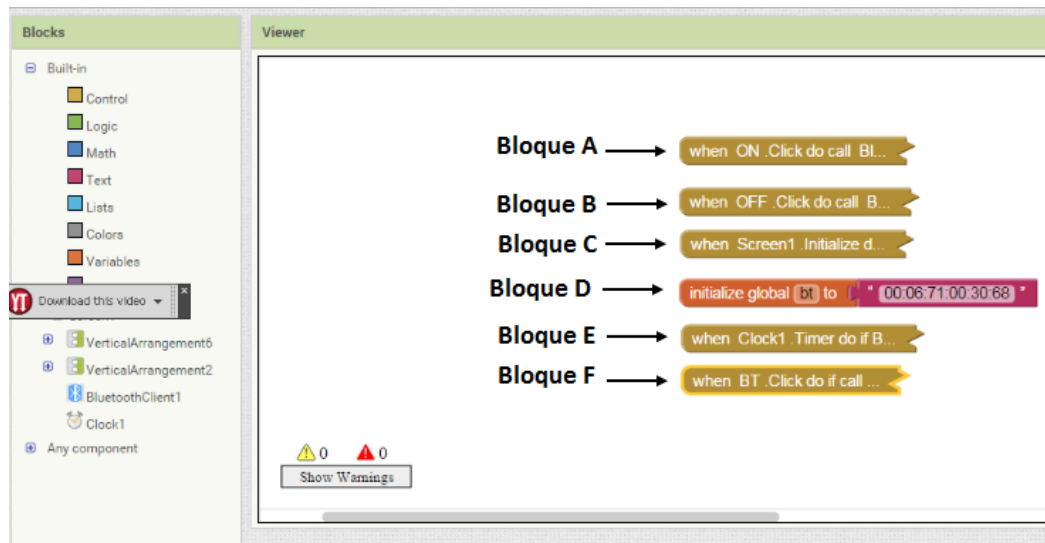
- c. Se configura el texto que se desea en la pantalla, usando propiedades como el tipo de letra, color y tamaño.



**Figura 66 Configuración texto**

Elaborado por: Autores del proyecto

- d. Una vez que se tenga completa la parte visual de la interfaz se procede a programar y asignar funciones a cada uno de los botones que se utilizó. La lógica del programa en App Inventor está basada en bloques. En la siguiente figura se indica todos los bloques que se usó para la programación.

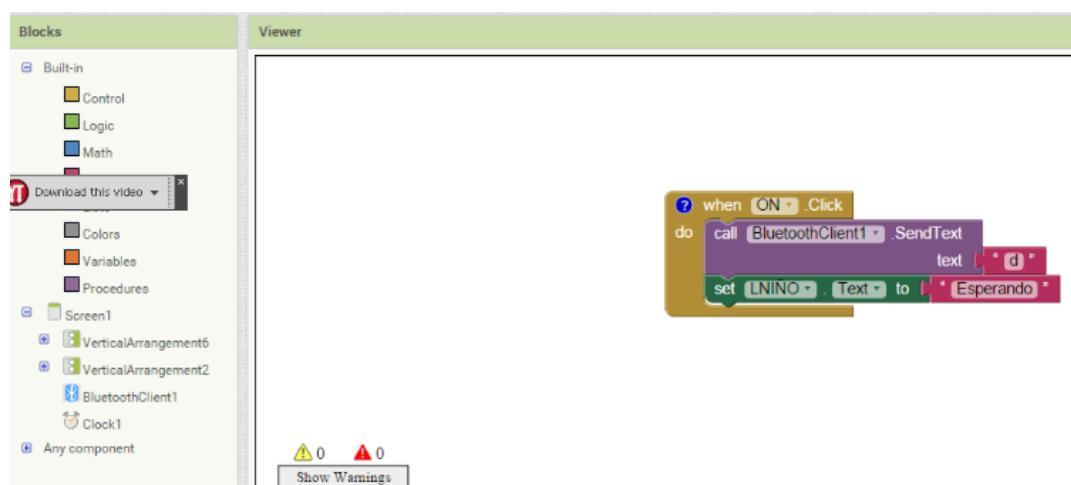


**Figura 67: Programación en bloques**

Elaborado por: Autores del proyecto

### ✓ Bloque A

Contiene la programación para el botón de “Inicio” que da la orden para que el programa se ejecute.

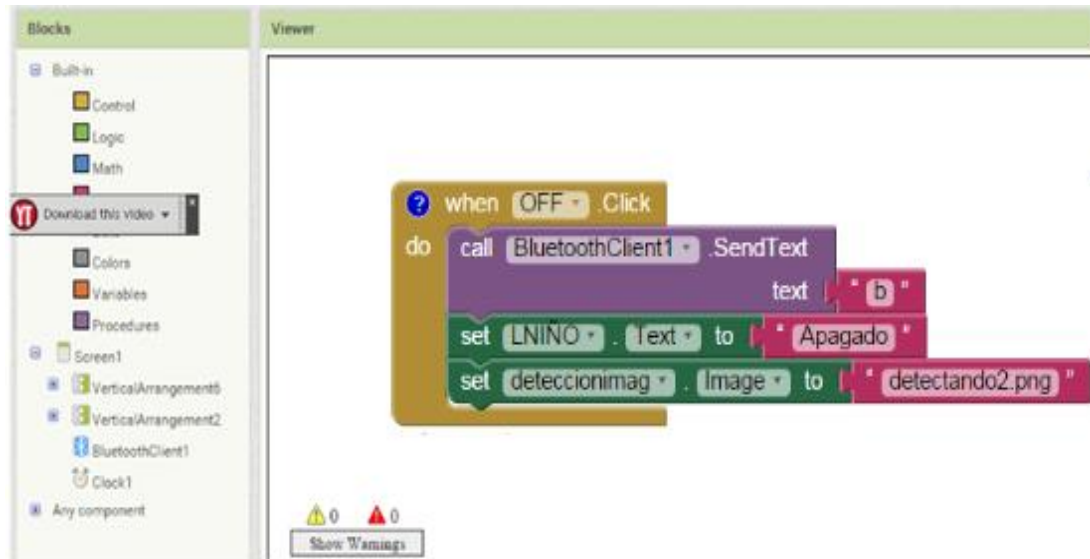


**Figura 68 Programa botón "INICIO"**

Elaborado por: Autores del proyecto

### ✓ Bloque B

Contiene la programación para el botón de "Parada" que da la orden para que el programa se detenga.

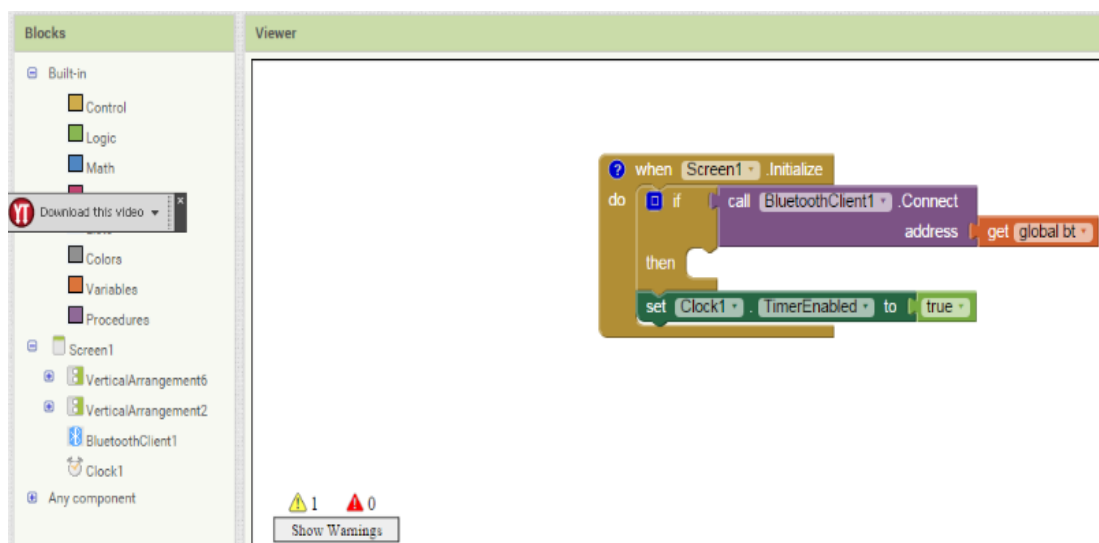


**Figura 69 Programa botón "PARADA"**

Elaborado por: Autores del proyecto

### ✓ Bloque C

Contiene la programación para la inicialización de variables como es la comunicación bluetooth.



**Figura 70 Inicialización de variables**

Elaborado por: Autores del proyecto

✓ **Bloque D**

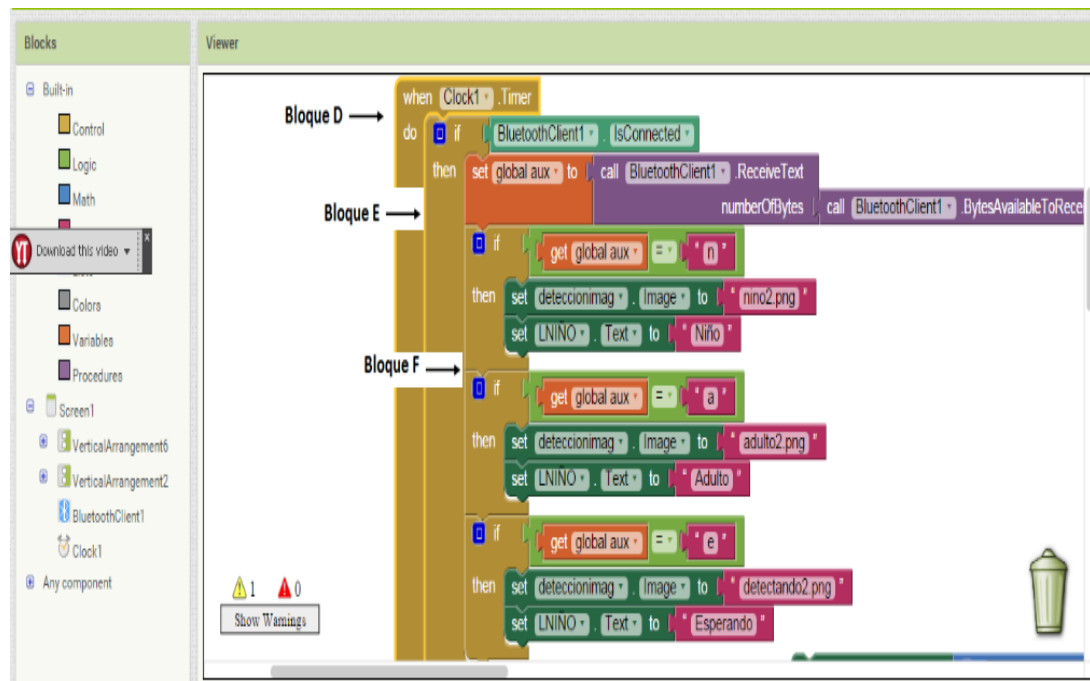
Contiene la programación para la MAC del bluetooth es decir para saber a qué dispositivo debe emparejarse.

✓ **Bloque E**

Contiene la programación para el temporizador, para saber cada cuanto tiempo intenta leer los datos del bluetooth.

✓ **Bloque F**

Contiene la programación para reiniciar el bluetooth en caso de que se haya perdido la comunicación del mismo.



**Figura 71 Programación bloque D, E, F**

Elaborado por: Autores del proyecto

Una vez que se termina de programar se graba la interfaz en formato (\*.apk) y se la carga al celular. El resultador final se indica en la siguiente figura:



**Figura 72 Interfaz en el celular**  
Elaborado por: Autores del proyecto

### 3.8. SISTEMA ELÉCTRICO

En esta sección se refiere a la alimentación de todo el sistema. Para la alimentación de todo el conjunto se usó una fuente de computador, como la que se indica en la Figura 73.



**Figura 73 Fuente de computador**  
Elaborado por: Autores del proyecto

#### Cuadro 30 Características fuente PC

Voltaje para utilizar	12 V
Corriente a 12 V	24 A

Elaborado por: Autores del proyecto



### 3.8.1. Regulación a 7.2 V y 6 V

En el diseño de un regulador de voltaje se considera la corriente máxima que éste debe proporcionar. El elemento que funcionan con 7.2 V es el servomotor del brazo, y a 6V el motor de la cabeza. Su consumo de corriente está previsto que en conjunto requieran 5 amperios como máximo para lo cual se hizo una medición de corrientes de los respectivos motores y se obtuvo los siguientes valores:

**Cuadro 31**  
**Consumo de corriente**

Elemento	Consumo de corriente [A]
<b>Motor Brazo</b>	1.73
<b>Motor Cabeza</b>	0.3
<b>Motor ultrasónico</b>	0.14
<b>TOTAL</b>	<b>2.17</b>

Elaborado por: Autores del proyecto

Como se puede observar el consumo total de corriente es de [2.17 A] por lo que se concluye que la fuente de computador cubre totalmente el consumo de corriente del sistema.

Para la regulación del voltaje que nos provee la fuente de computador se usa el convertidor DC-DC cuyo diagrama se indica en la Figura 46. Para la realización de este proyecto se usó dos convertidores DC-DC y se los distribuyó de la siguiente manera:

- 1er convertidor DC-DC → para motor del brazo
- 2do convertidor DC-DC → para motor sensor ultrasónico y motor de la cabeza.

El Arduino posee pines de alimentación que proveerán la alimentación de 5V para el funcionamiento del sensor ultrasónico, módulo mp3, módulo bluetooth, leds, pulsadores. Estos 5V provienen gracias a la conexión USB del computador con el Arduino. El parlante al igual que la fuente de computador que alimenta el sistema viene de alimentación externa 110 V.

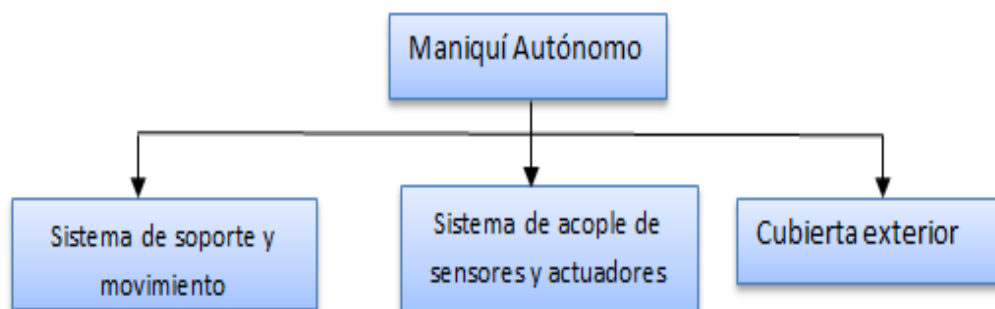
## CAPÍTULO 4

### CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN DEL MANIQUÍ AUTÓNOMO

En este capítulo se describirá el proceso de fabricación, ensamblaje mecánico y eléctrico del Maniquí Autónomo, así como el análisis del funcionamiento donde se validará que el prototipo cumpla con los objetivos propuestos.

#### 4.1. DISEÑO DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Para describir la construcción se elaboró un flujograma del proceso, en el que se indica la correlación entre todos los elementos que se utilizarán en el presente proyecto, este proceso está representado en la Figura 74. Este flujograma se lo subdividió en 3 bloques principales, para obtener una mayor comprensión y poder facilitar su construcción.



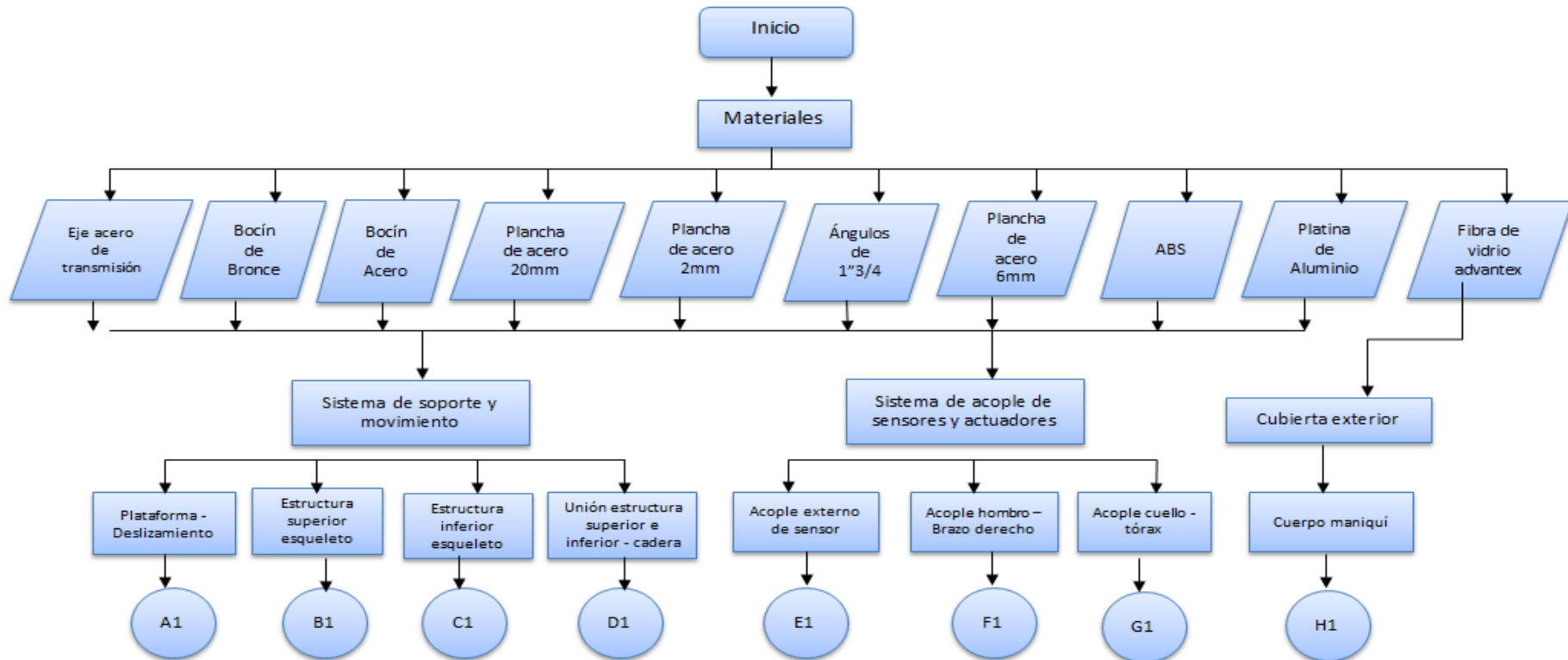
**Figura 74 Esquema del maniquí autónomo**

Elaborado por: Autores del proyecto

A continuación se desarrolla distintos diagramas de proceso donde se indica detalladamente el proceso de construcción de cada parte del maniquí.

## MACRO PROCESO: PROCESO DE FABRICACIÓN DEL MANIQUÍ AUTÓNOMO

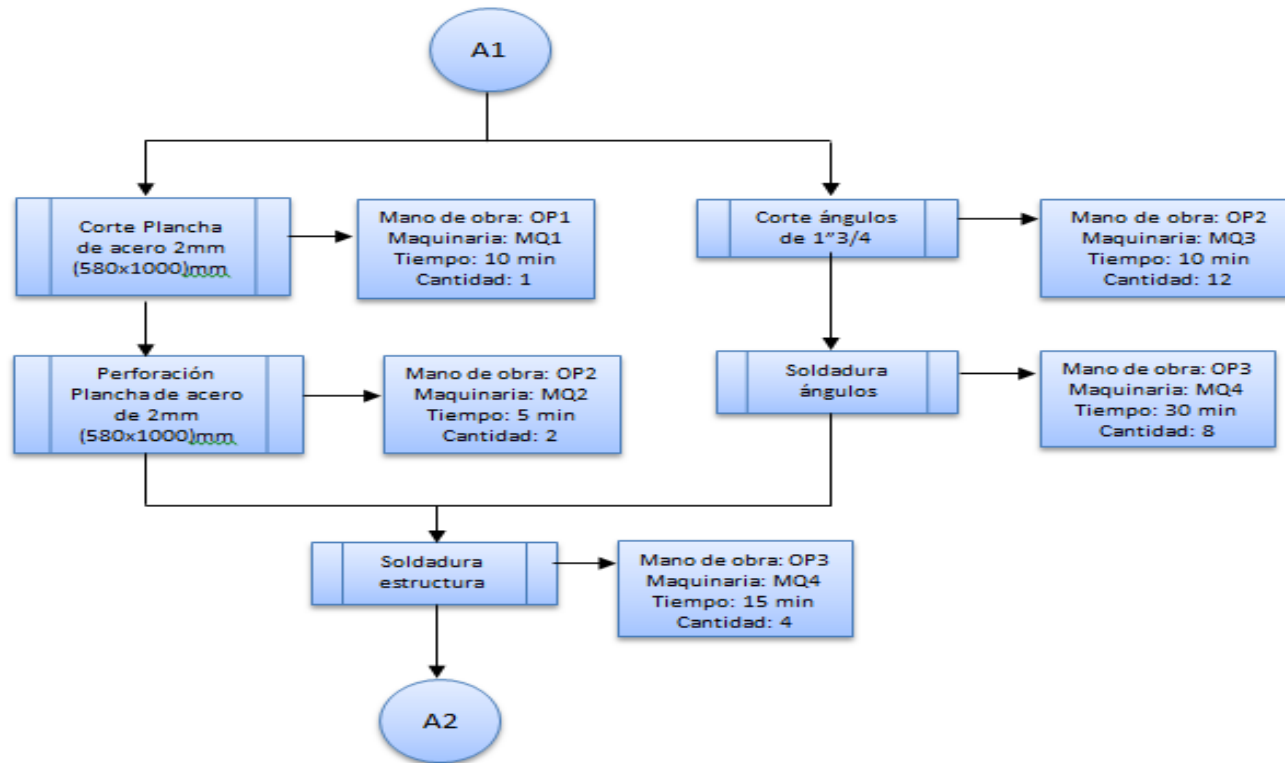
### PROCESO: ESQUEMA GENERAL



**Figura 75: Diagrama del Proceso Construcción**  
Elaborado por: Autores del proyecto

**MACRO PROCESO:** PROCESO DE FABRICACIÓN DEL MANIQUÍ AUTÓNOMO

**PROCESO:** PLATAFORMA – DESLIZAMIENTO

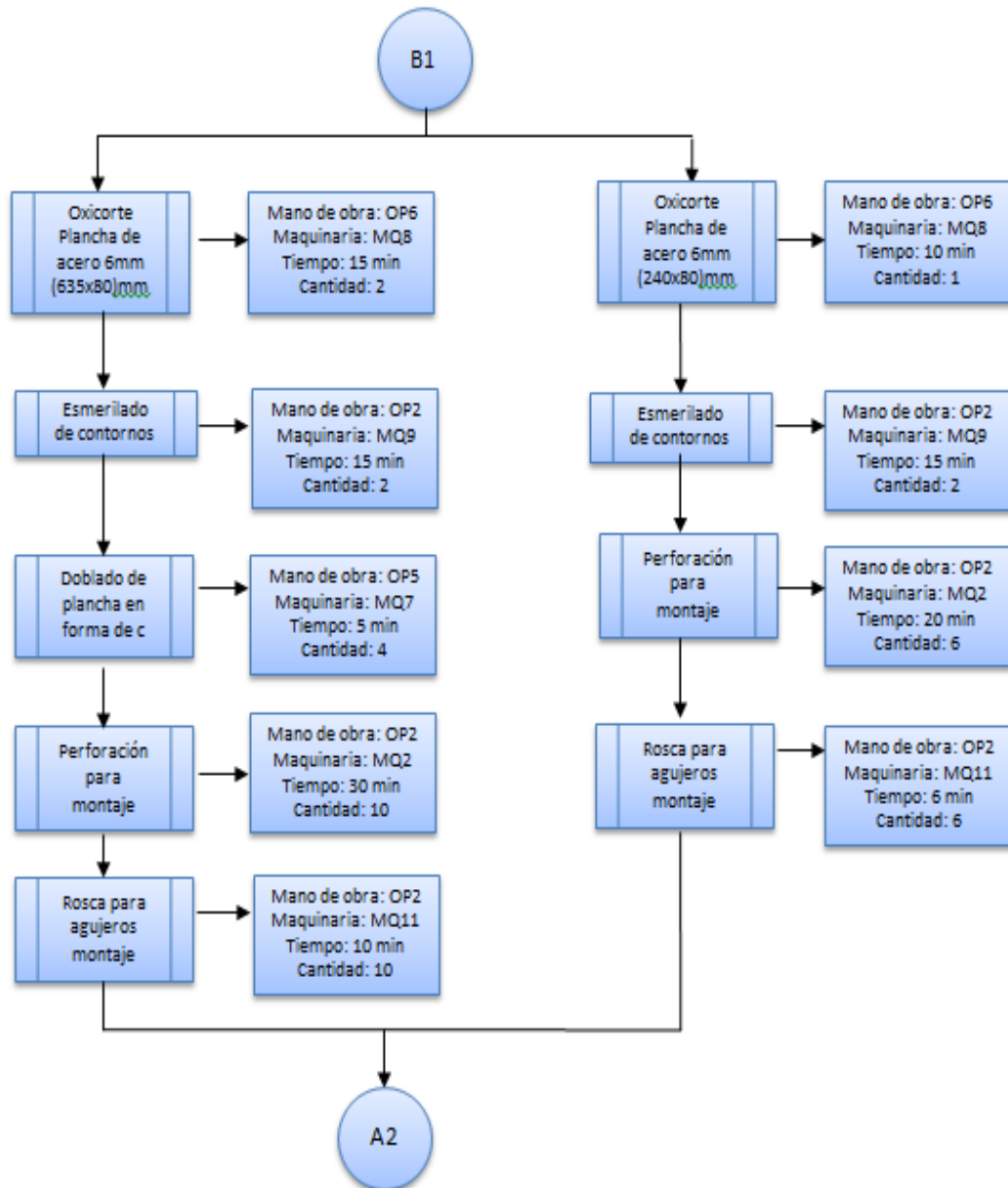


**Figura 76 Diagrama de Proceso de Construcción (continuación)**

Elaborado por: Autores del proyecto

**MACRO PROCESO: PROCESO DE FABRICACIÓN DEL MANIQUÍ AUTÓNOMO**

**PROCESO: ESTRUCTURA SUPERIOR ESQUELETO**

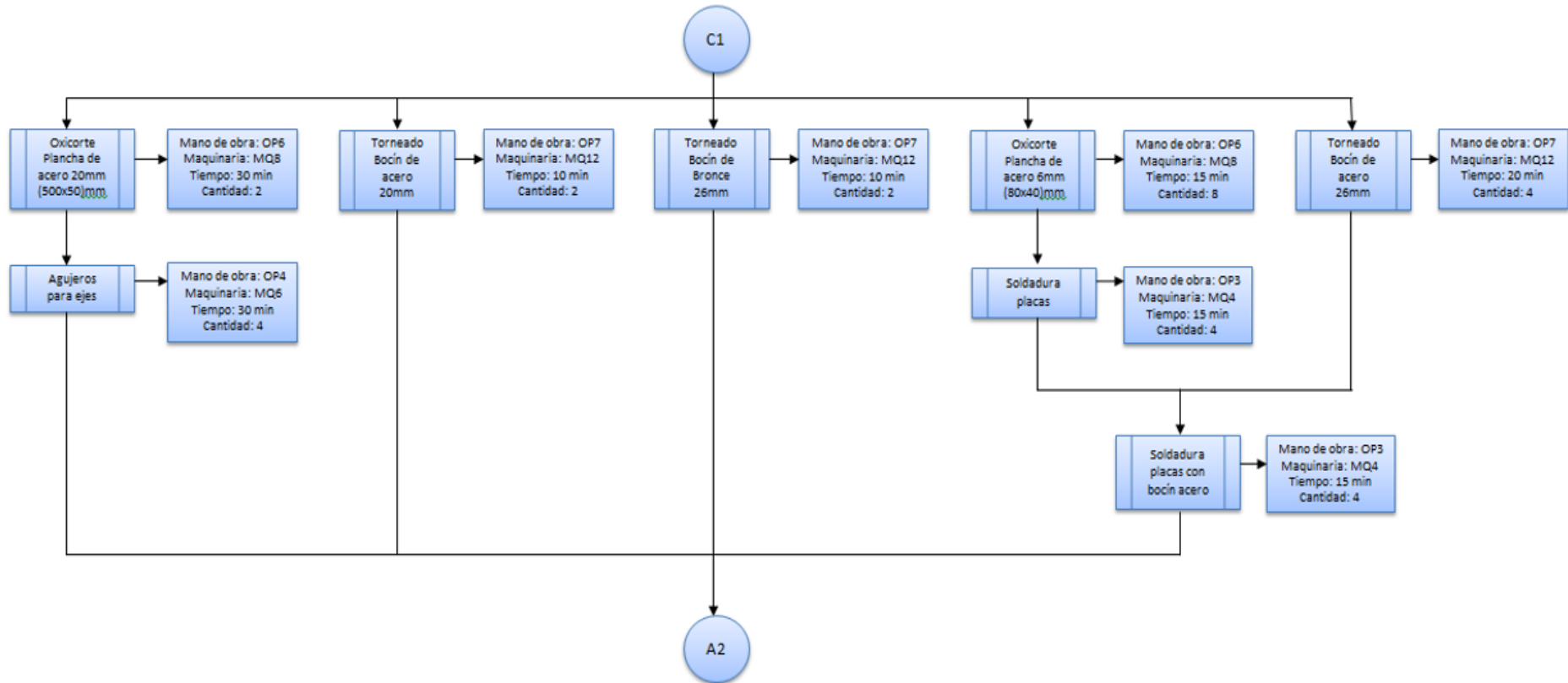


**Figura 77 Diagrama de Proceso de Construcción (continuación)**

Elaborado por: Autores del proyecto

**MACRO PROCESO: PROCESO DE FABRICACIÓN DEL MANIQUÍ AUTÓNOMO**

**PROCESO: ESTRUCTURA INFERIOR ESQUELETO**

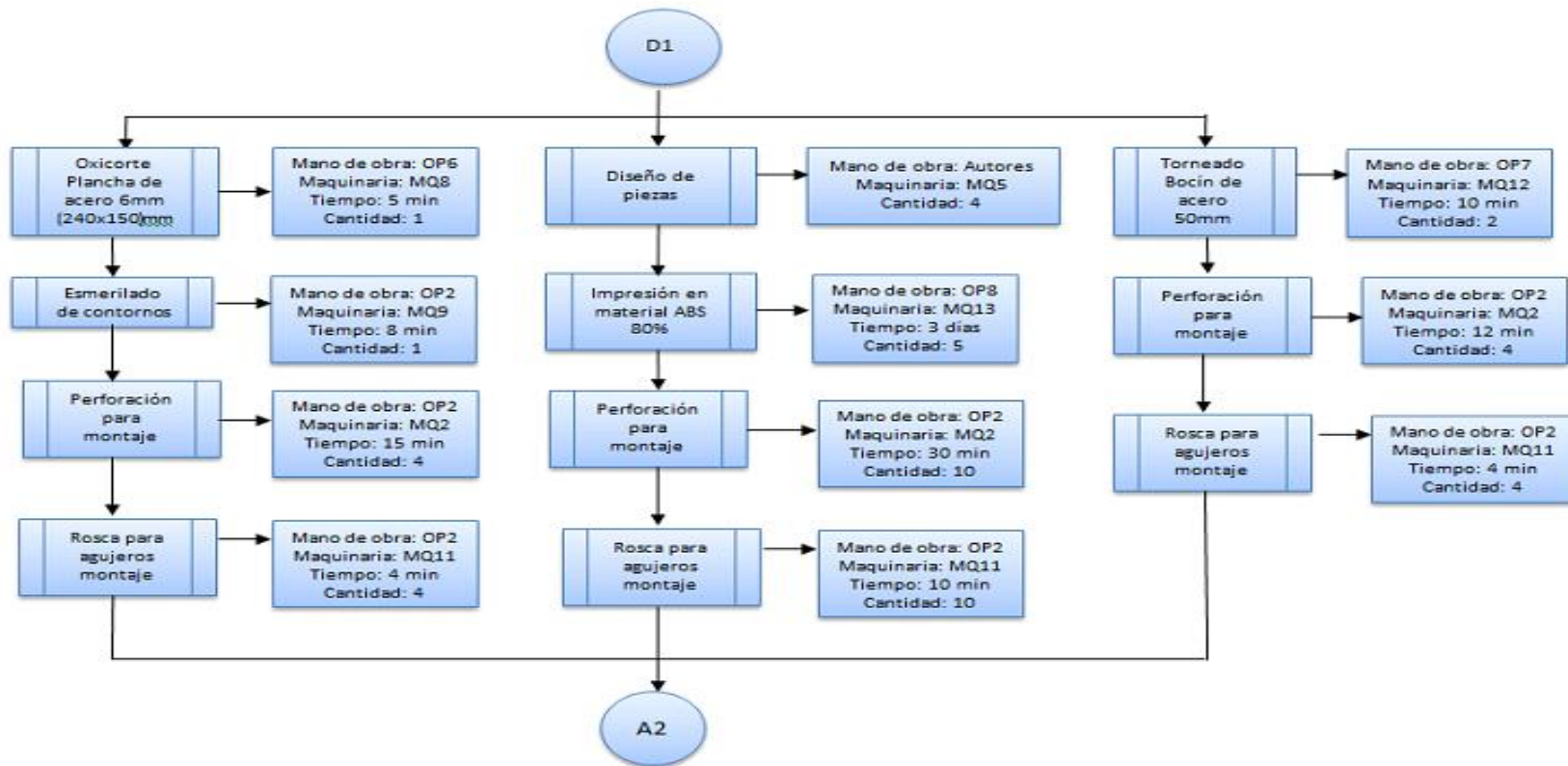


**Figura 78 Diagrama de Proceso de Construcción (continuación)**

Elaborado por: Autores del proyecto

**MACRO PROCESO: PROCESO DE FABRICACIÓN DEL MANIQUÍ AUTÓNOMO**

**PROCESO: ESTRUCTURA INFERIOR ESQUELETO**

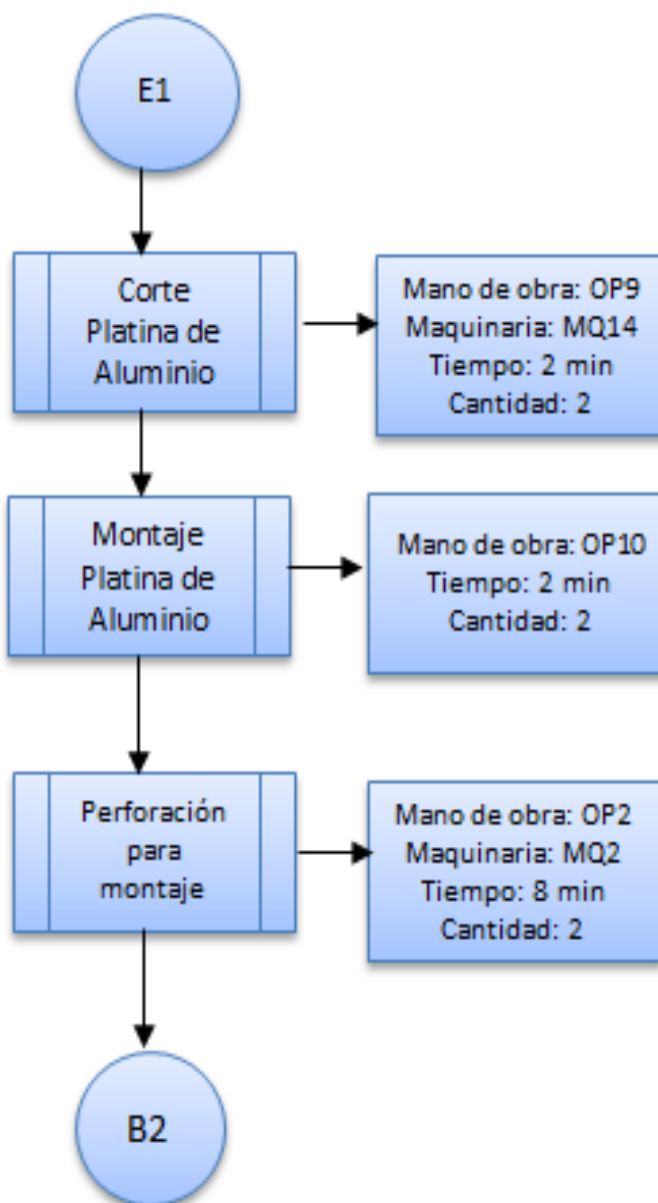


**Figura 79 Diagrama de Proceso de Construcción (continuación)**

Elaborado por: Autores del proyecto

**MACRO PROCESO:** SISTEMA DE ACOUPLE DE SENSORES Y ACTUADORES

**PROCESO:** ACOUPLE EXTERNO DE SENSOR



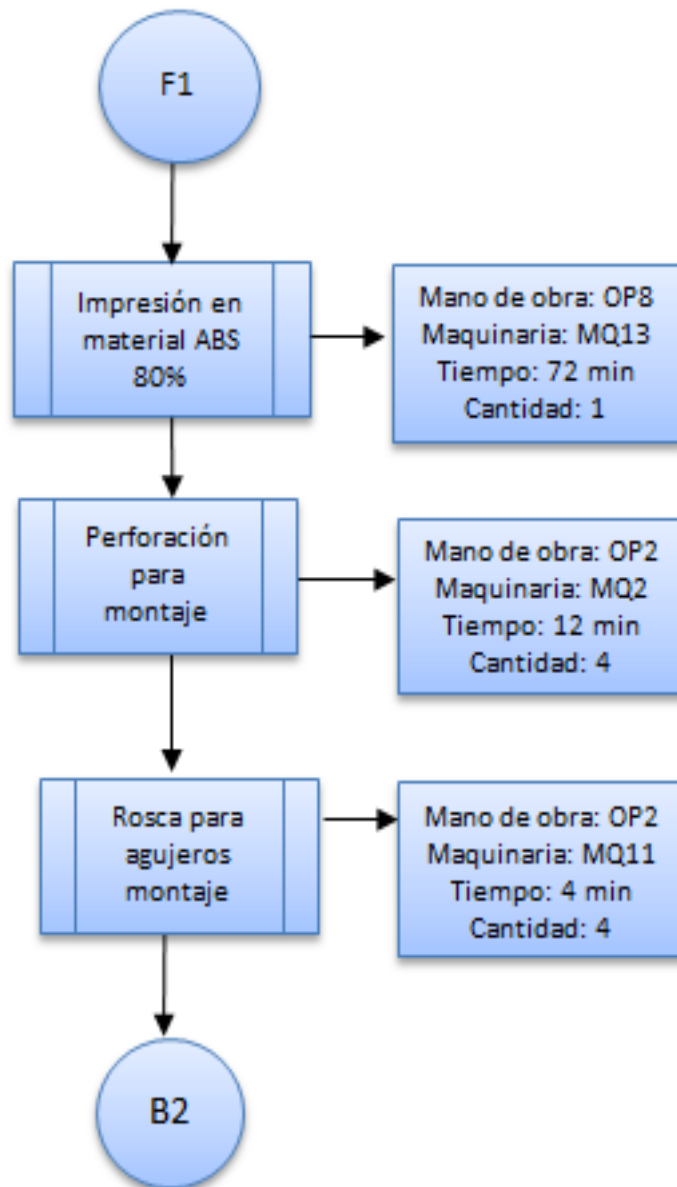
**Figura 80 Diagrama de Proceso de Construcción (continuación)**

Elaborado por: Autores del proyecto



**MACRO PROCESO:** SISTEMA DE ACOPLA DE SENSORES Y ACTUADORES

**PROCESO:** ACOPLA HOMBRO – BRAZO DERECHO

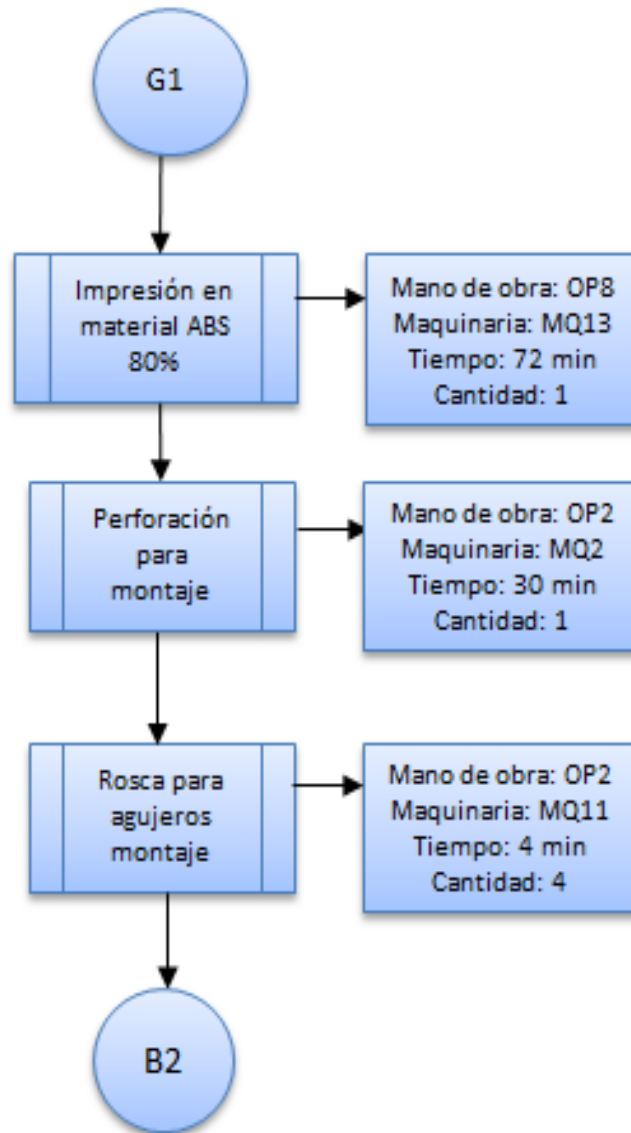


**Figura 81 Diagrama de Proceso de Construcción (continuación)**

Elaborado por: Autores del proyecto

**MACRO PROCESO:** SISTEMA DE ACOUPLE DE SENSORES Y ACTUADORES

**PROCESO:** ACOUPLE CUELLO –TÓRAX

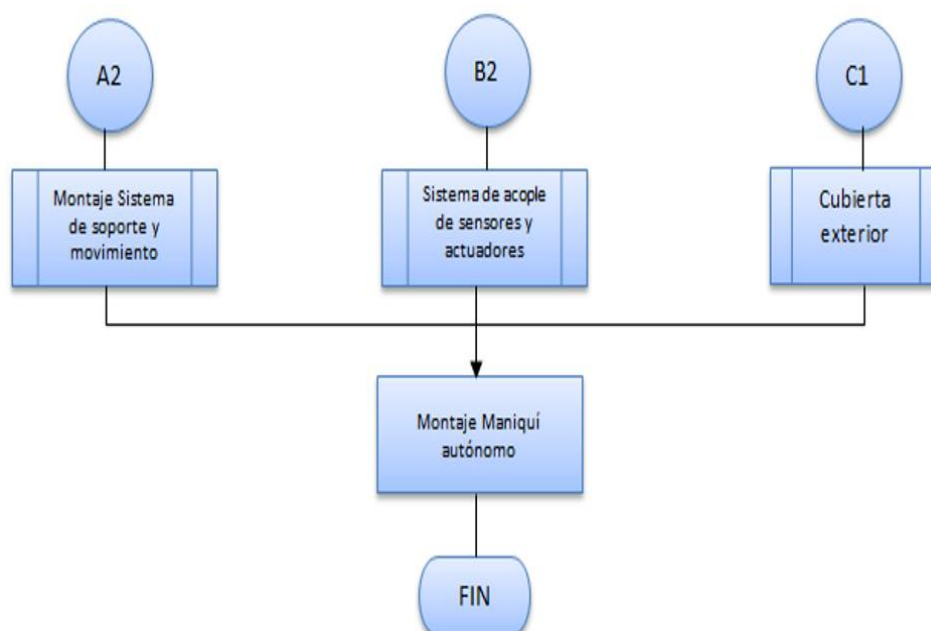


**Figura 82 Diagrama de Proceso de Construcción (continuación)**

Elaborado por: Autores del proyecto

**MACRO PROCESO: PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PROTOTIPO DE REHABILITACIÓN**

**PROCESO: ENSAMBLAJE**



**Figura 83 Diagrama de Proceso de Construcción (continuación)**

Elaborado por: Autores del proyecto

La siguiente tabla indica el código de la maquinaria que se usó para detallar en cada diagrama el proceso de construcción del maniquí.

**Cuadro 32**

**Leyenda maquinaria del proceso de construcción**

Código	Descripción
OP1	Operador cortadora
OP2	Operador
OP3	Soldador
OP4	Operador electroerosionadora
OP5	Operador prensa
OP6	Operador oxicorte
OP7	Operador Torno
OP8	Diseñador Impresora 3D
OP9	Operador moladora

Elaborado por: Autores del proyecto

#### **4.2. Ensamblaje del prototipo**

El Cuadro 33, lleva una descripción de los planos de cada pieza que conforman el maniquí autónomo. Para el plano del ensamblaje general referirse al plano MCT-001-001, en el cual se detalla el orden del montaje de cada parte del maniquí. Ver en Anexo A.

**Cuadro 33**  
**Referencia de planos<sup>2</sup>**

ITEM	REFERENCIA	NOMBRE	CANT.	MATERIAL	DESCRIPCIÓN
1	MCT-001-001	<b>VISTA EXPLOSIONADA MANIQUÍ AUTÓNOMO</b>	1		Ensamble 1 (General)
2	MCT-002-001	<b>VISTA EXPLOSIONADA ESTRUCTURA SUPERIOR</b>	-	-	Ensamble 2
3	MCT-002-002	Soporte lateral	2	SAE 1020	
4	MCT-002-003	Placa Superior	1	SAE 1020	
5	MCT-002-004	Placa inferior	1	SAE 1020	
6	MCT-002-005	Eje cuello	1	ABS 80%	
7	MCT-003-001	<b>VISTA EXPLOSIONADA CADERA</b>			Ensamble 3
8	MCT-003-002	Lado izquierdo cadera	1	ABS 80%	
9	MCT-003-003	Lado derecho cadera	1	ABS 80%	
10	MCT-003-004	Caja porta servomotor	1	ABS 80%	
11	MCT-003-005	Eje lado izquierdo	1	Acero de transmisión	
12	MCT-003-006	Eje lado derecho	1	Acero de transmisión	
13	MCT-004-001	<b>VISTA EXPLOSIONADA ESTRUCTURA INFERIOR</b>			Ensamble 4

<sup>2</sup> Continúa cuadro 33 →

14	MCT-004-002	Pierna	2	SAE 1020	
15	MCT-004-003	Rodilla		2	SAE 1020
16	MCT-004-004	Eje rodilla		2	SAE 1020
17	MCT-004-005	Buje rodilla		2	Bronce
18	MCT-004-006	Pantorrilla		2	SAE 1020
19	MCT-004-007	Buje ejes cadera		2	ABS 80%
20	MCT-005-001	<b>VISTA EXPLOSIONADA PLATAFORMA</b>			Ensamble 5
21	MCT-005-002	Soporte de acero		1	SAE 1020
22	MCT-005-003	Lamina de acero		1	SAE 1020
23	MCT-005-004	Porta sensor		1	Aluminio

Elaborado por: Autores del proyecto

### 4.3. Implementación del sistema eléctrico

#### 4.3.1. Elaboración del circuito impreso

##### 4.3.1.1. Criterios del diseño

Para la realización de placas de circuito impreso se debe utilizar la base de la norma IPC 2221, por lo que se procura usar esta norma como fuente de consulta. A continuación se detallan algunas normas prácticas para la realización de PCBs:

- La distancia entre pistas dentro de la placa debe estar en el rango de 7th a 10th
- La distancia entre una pista y un agujero debe estar entre 7th y 10th.
- La distancia entre pista y vía (Agujero pasante laminado para el traspaso de corriente entre capas) debe ser de 7th.
- Las perforaciones de pasantes o vías deben ser de 0.6mm o 24th.
- Resistencias de un cuarto de vatio, medio vatio, capacitores pequeños, circuitos integrados, diodos, transistores y demás elementos de este tipo deben tener un tamaño de perforación de 0.9mm o 36th.
- Conectores de fuente tienen un ancho de pista de 1.3mm o 52th
- Los agujeros de fijación tienen un diámetro de 3.2mm o 128th.
- La relación diametral Path-Agujero general es de 1.5/1

##### 4.3.1.2. Cálculos de Ancho de Pista

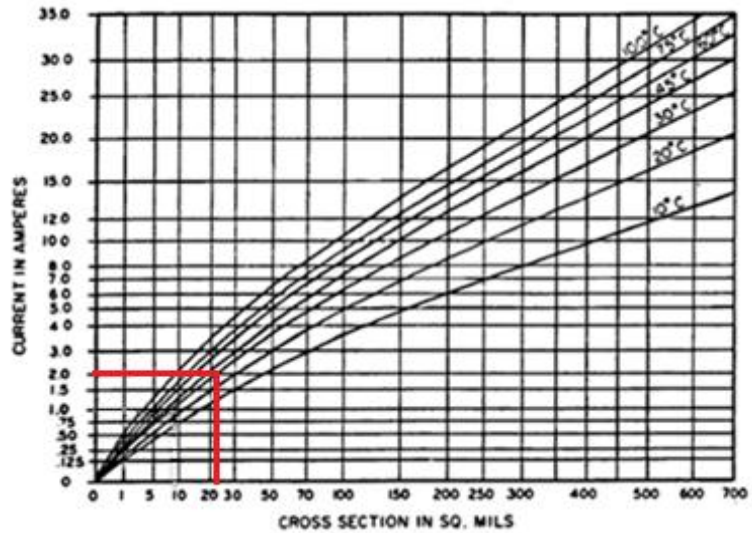
- **Cálculo del ancho de pistas en la alimentación de la placa**

El parámetro principal con el que se procederá a diseñar este subtema en la corriente máxima es el regulador de voltaje, si la temperatura de trabajo del circuito es de:

$$T = 30^{\circ}\text{C} \quad (57)$$

$$I_{nom_{reg}} = 2A \quad (58)$$

Se obtiene el área transversal del conductor en función de la corriente y la temperatura:

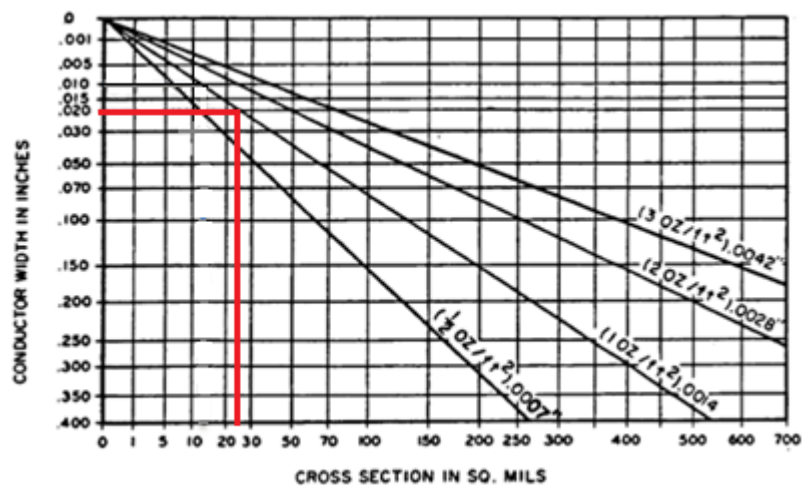


**Figura 84 Corriente vs área transversal del conductor para 2A.**  
Elaborado por: Autores del proyecto

De acuerdo a la gráfica se obtiene el siguiente “cross section”

$$Cs = 22 \text{ th}^2 \tag{59}$$

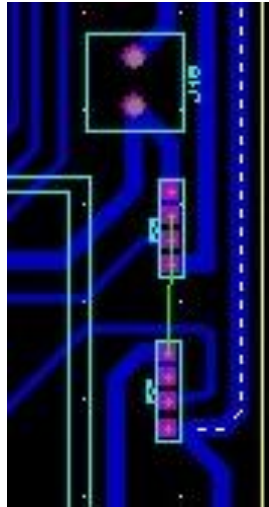
Es posible obtener el ancho de pista asumiendo un laminado de cobre de 1oz/ft<sup>2</sup>:



**Figura 85 Ancho del conducto vs sección transversal para 22th.**  
Elaborado por: Autores del proyecto



Se obtiene un ancho de la pista de aproximadamente 20th.



**Figura 86 Ancho de pista de 20 th.**  
Elaborado por: Autores del proyecto

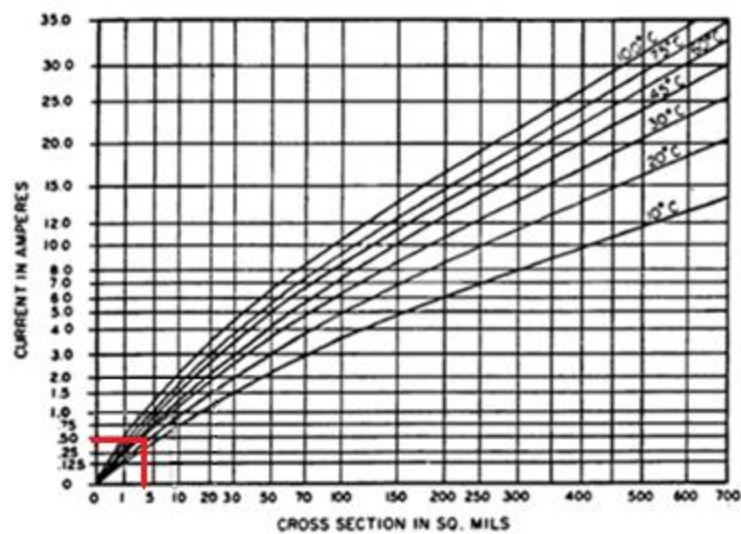
- **Cálculo del ancho de pistas de alimentación y señal:**

Al igual que el anterior ítem se realiza el cálculo de la siguiente manera:

Si el circuito trabaja a temperatura ambiente:

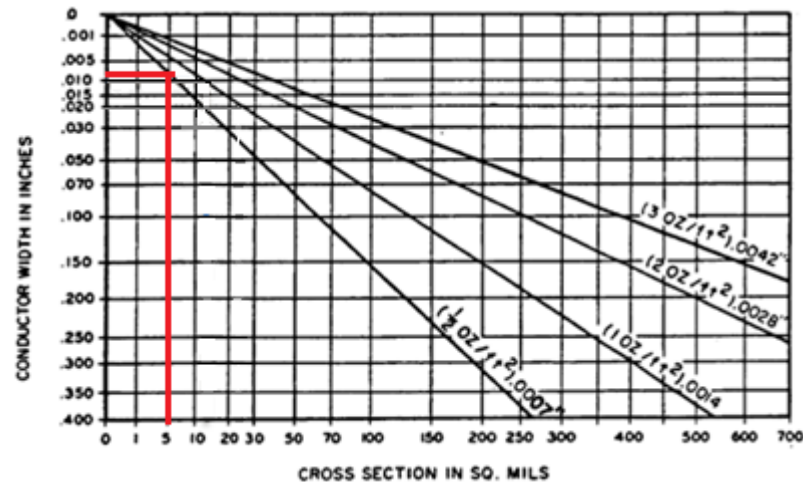
$$T = 30^{\circ}\text{C} \quad (60)$$

Entonces en función de la corriente de trabajo y la temperatura se tiene la siguiente área de sección de pista:



**Figura 87 Corriente vs área transversal del conductor para 0.5A.**  
Elaborado por: Autores del proyecto

En función del área de sección y asumiendo una placa de 1/2 (oz/ft<sup>2</sup>)\*.0007” se tiene que el ancho de pista en pulgadas es de 0.009in que equivale a 10th.



**Figura 88 Ancho del conductor vs sección transversal para 10 th.**

Elaborado por: Autores del proyecto

Se opta por tomar valores estandarizados para su elaboración que son los siguientes:

- Alimentación y Tierra:

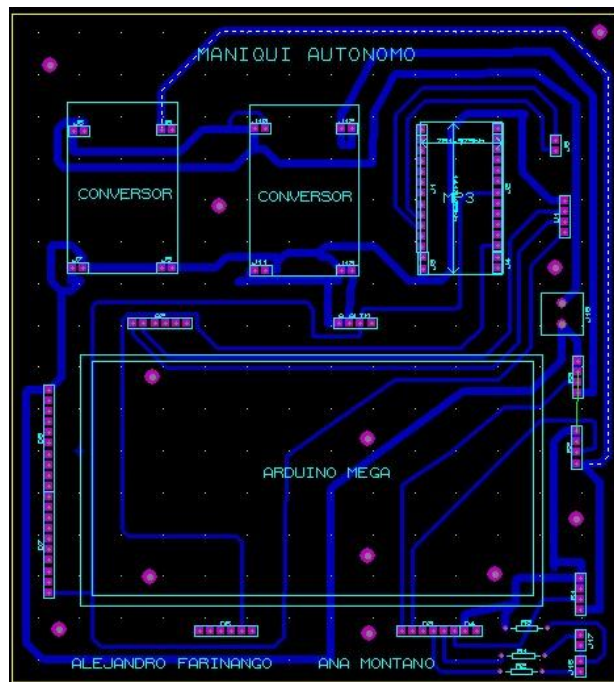
$$W_{VCC} = 20th \quad (61)$$

- Señal:

$$W_{rectf} = 12th \quad (62)$$

#### 4.3.1.3. Circuito esquemático

El software Ares permite ubicar y distribuir los elementos electrónicos de una manera rápida y sencilla de acuerdo a la necesidad del usuario, en la Figura 89 se muestra la distribución de la tarjeta la misma que cumple con la norma de la IPC 221.

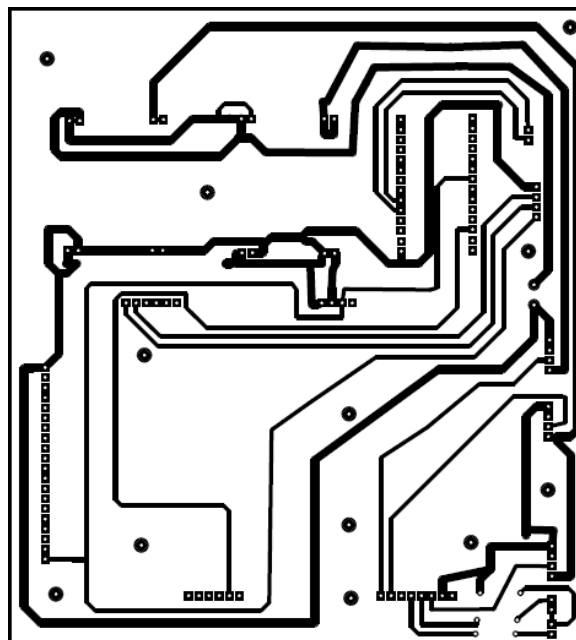


**Figura 89 Esquemático PCB distribución de componentes.**

Elaborado por: Autores del proyecto

- **Diseño de lay-out de PCB**

El diseño mecánico del prototipo se lo realizó tratando de optimizar espacio y distribución de componentes, adaptándose a las medidas del maniquí.

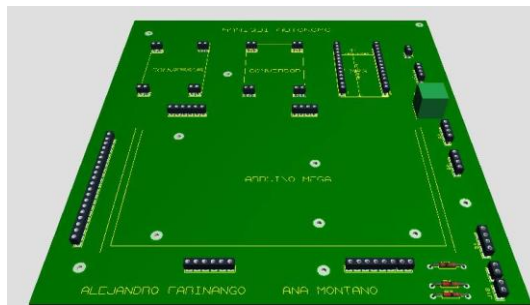


**Figura 90 Bottom copper PCB.**

Elaborado por: Autores del proyecto

- **Vista 3D**

El software Ares permite obtener una visualización de la tarjeta con sus componentes ensamblados de una manera más real, la tarjeta se verá como se muestra en la Figura 91.



**Figura 91 Vista 3D de la placa**  
Elaborado por: Autores del proyecto

#### 4.3.1.4. Lista de materiales

**Cuadro 34**  
**Lista de materiales electrónicos**

ORD	ELEMENTO	CANTIDAD
1	Arduino ATmega 2560	1
2	Módulo MP3 Wt5001	1
3	Parlante de 8 Ohms 1W	1
4	Conversores DC-DC 17W	2
5	Sensor Ultrásónico	1
6	Servomotores	3
7	Regleta de pines hembra	1
8	Leds	2
9	Regleta de pines macho	1
10	Resistencias de 220 Ohms 1/4W	2
11	Resistencia de 10Ohms 1/4W	1
12	Bornera de 2 puntos	1
13	Cables	
14	Mainboard	1

Elaborado por: Autores del proyecto

#### 4.4. Implementación Interfaz de Operación

La interfaz gráfica es el medio de comunicación entre el usuario y el maniquí autónomo. En esta interfaz la pantalla principal es en donde se encuentra el conjunto general de comandos que puede realizar sobre el proyecto.

##### 4.4.1. Pantalla de comandos

##### 4.4.1.1. Pantalla Principal

Al momento de ejecutar el programa se despliega la aplicación en la pantalla del teléfono, en ella se puede encontrar el área de acciones a realizar, principalmente son dos, el gráfico de respuesta de pendiendo de la detección realizada y las botoneras de comando a ejecutar.



**Figura 92 Pantalla Principal – Interfaz Gráfica**  
Elaborado por: Autores del proyecto

Se observa que existen dos botones los cuales realizarán diferentes actividades, además de un área de gráficos y texto. En esta pantalla también se puede visualizar que el botón de PARADA se encuentra accionado, se muestra un gráfico de incógnita y un texto de “Detectando”, esto debido a que cuando se inicializa la interfaz el maniquí se encuentra en etapa de

detección. Para un mayor conocimiento se detalla que acciones realiza cada botón.

- **Botón “INICIO”**

Cuando este botón se accione el programa se ejecuta y el maniquí comienza su funcionamiento. Al momento en que una persona se encuentre dentro del rango de detección del sensor ultrasónico, el programa lo reconoce, lo procesa y el resultado final se observa mediante un gráfico y un texto. Este gráfico serán de unos adultos, si el reconocimiento fue de un adulto; como se observa en la Figura 93, caso contrario se mostrarán las fotos de niño en el caso de que haya detectado un niño, como se puede apreciar en la Figura 94. De igual manera se podrá observar que el texto que está ubicado debajo del grafico mostrara adulto o niño sea la detección realizada.



**Figura 93 Detección Adulto**

Elaborado por: Autores del proyecto



**Figura 94 Detección niño**

Elaborado por: Autores del proyecto

- **Botón “PARADA”**

Este botón al ser presionado detendrá el proceso de detección del maniquí y lo pondrá en modo Stand-By, es decir el maniquí no reaccionará ni detectará nada bajo ninguna circunstancia, como se puede apreciar en la Figura 95 tanto el gráfico como el texto desaparecen de la pantalla.



**Figura 95 Accionamiento Botón Parada**  
Elaborado por: Autores del proyecto

#### 4.5. Validación General del Maniquí Autónomo

Una vez culminado con el ensamblaje total del maniquí autónomo, tanto de su parte mecánica como eléctrica, se le somete a pruebas de campo para verificar que cumpla con los requerimientos planteados.

##### 4.5.1. Realización de Pruebas

El objetivo principal del maniquí es los movimientos de la cabeza y brazo, el cual genera un saludo, dependiendo de si es niño o adulto según el reconocimiento que realice. Las variables a considerar en esta evaluación cualitativamente son:

- Selección de Saludo
- Estado de sensores

#### 4.5.2. Protocolo de Pruebas

Se consideran las siguientes pruebas a realizar, dependiendo de las variables propuestas con anterioridad.

**Cuadro 35**  
**Pruebas a realizar**

No.	Tipo de Prueba	Parámetros a Evaluar
1	Calibración del Sistema electrónico	Energización del sistema Movilidad actuadores Estado Sensores
2	Ejecución de Saludo	Selección de Saludo Ángulos de trabajo Velocidad de trabajo

Elaborado por: Autores del proyecto

Para poder evaluar los ítems mencionados en el Cuadro 35 se dará valoración a cada una de ellas. Para las variables cualitativas se asigna valores de 5 y 1 que corresponde a si cumple o no cumple con lo propuesto.

**Cuadro 36**  
**Valoración variables cualitativas <sup>3</sup>**

Ponderación	Parámetro
<b>Estado de sensor</b>	
1	no se activa
5	se activa
<b>velocidad de subida brazo</b>	
1	no cumple la velocidad
5	cumple con la velocidad
<b>velocidad de bajada brazo</b>	
1	no cumple la velocidad
5	cumple con la velocidad
<b>velocidad de giro cabeza</b>	

<sup>3</sup> Continúa cuadro 36 →



1	no cumple la velocidad
5	cumple con la velocidad
<b>velocidad de selección de saludo</b>	
1	no cumple la velocidad
5	cumple con la velocidad

Elaborado por: Autores del proyecto

Estas pruebas son realizadas en varios aspectos como:

- Calibración
- Ejecución de movimientos de cabeza
- Ejecución de movimientos de brazo
- Ejecución de saludo sin presencia de un niño o adulto
- Ejecución de saludo con presencia de un niño y adulto

#### 4.5.3. Metodología de Pruebas

Teniendo en cuenta los parámetros a evaluar, se propondrá una metodología para realizar las pruebas. Para todas las pruebas que se realicen se dispondrá de diferentes recursos como los que se menciona a continuación:

- Computador
- Maniquí autónomo

Para realizar las pruebas de calibración se ejecutan los siguientes pasos:

- Activar el interruptor de alimentación principal
- Verificar que la alimentación no haya sufrido ningún cambio.
- Arrancar el software con el programa principal.
- Realizar prueba de Calibración.
- Tabular datos obtenidos

- Apagar todos los equipos.

De la misma manera para poder ejecutar las pruebas de ejecución se lo realiza con los siguientes pasos:

- Activar el interruptor de alimentación principal
- Verificar que la alimentación no haya sufrido ningún cambio.
- Arrancar el software con el programa principal.
- Realizar prueba de Ejecución.
- Tabular datos obtenidos
- Apagar todos los equipos.

#### **4.5.4. Ejecución de las pruebas**

Las pruebas se las realizaron dentro del hogar de uno de los autores, por motivo de transporte y movilidad. Dada la metodología a seguir se propone realizar las pruebas y tabulaciones como se indica:

- Prueba de calibración subida brazo
- Prueba de calibración bajada brazo
- Prueba de calibración movimiento cabeza
- Prueba de ejecución saludo sin niño o adulto
- Prueba de ejecución saludo con niño y adulto

##### **4.5.4.1. Pruebas de calibración**

En esta sección se evalúa el funcionamiento de los elementos electrónicos que se encuentren en el maniquí autónomo, se hace una toma de datos, tomando en cuenta los principales movimientos y características del prototipo.

A continuación en los siguientes cuadros se muestran los datos obtenidos en las pruebas de calibración:

**Cuadro 37**  
**Datos obtenidos en el movimiento del brazo-subida**

No. Prueba	Delay (ms)	Paso (°)	Observaciones
1	500	10	velocidad lenta/paso lento
2	250	5	velocidad lenta/paso ok
3	100	5	velocidad ok/paso ok

Elaborado por: Autores del proyecto

**Cuadro 38**  
**Datos obtenidos en el movimiento del brazo-bajada**

No. Prueba	Delay (ms)	Paso (°)	Observaciones
1	500	10	velocidad lenta/paso alto
2	250	5	velocidad lenta/paso alto
3	100	3	velocidad rápida/paso bajo
4	150	5	velocidad ok/ paso ok

Elaborado por: Autores del proyecto

**Cuadro 39**  
**Datos obtenidos en el movimiento de la cabeza**

No. Prueba	Delay (ms)	Paso (°)	Observaciones
1	250	10	velocidad lenta/paso alto
2	250	5	velocidad lenta/paso ok
3	100	3	velocidad ok/paso ok

Elaborado por: Autores del proyecto

**Cuadro 40**  
**Datos obtenidos en el sonido del saludo**

No. Prueba	Delay (ms)	Observaciones
1	2000	saludo entrecortado
2	3500	saludo terminado y tiempo de espera alto
3	3000	saludo ok

Elaborado por: Autores del proyecto

#### 4.5.4.1.1. Pruebas de Ejecución

Para realizar las pruebas de ejecución se tomó los parámetros de calibración previamente realizadas y se las evaluó en conjunto todas ellas. Se realizó dos ambientes de ejecución, la primera será simulando el comando de niño y adulto

X → incorrecto

OK → correcto

**Cuadro 41**  
**Valoración prueba de reconocimiento sin niño o adulto**

No.	Simulación de señal	Giro cabeza	Giro brazo	Saludo	Observ.	Valor
1	bit activación niño	X	X	adelantado	sin armonía	1
2	bit activación adulto	X	X	adelantado	sin armonía	1
3	bit activación niño	OK	X	atrasado	sin armonía	3
4	bit activación adulto	OK	X	atrasado	sin armonía	3
5	bit activación niño	OK	OK	atrasado	poca armonía	4
6	bit activación adulto	OK	OK	atrasado	poca armonio	4
7	bit activación niño	OK	OK	OK	armonía	5
8	bit activación adulto	OK	OK	OK	armonía	5
9	bit activación niño	OK	OK	OK	armonía	5
10	bit activación adulto	OK	OK	OK	armonía	5

Elaborado por: Autores del proyecto

Como se puede apreciar en el Cuadro pasado la décima prueba todos los componentes funcionaron perfectamente.

**Cuadro 42**  
**Valoración prueba de reconocimiento con niño y adulto**

No prueba	estatura del niño	Respuesta movimiento	Valoración
1	72 cm	saludo ok	5
2	85 cm	saludo ok	5
3	90 cm	saludo ok	5
4	100 cm	saludo ok	5
5	115 cm	saludo ok	5
6	135 cm	saludo ok	5
7	140 cm	saludo ok	5
8	150 cm	saludo fallido	4

Elaborado por: Autores del proyecto

**Cuadro 43**  
**Valoración prueba de reconocimiento con niño y adulto**

No prueba	Estatura adulto	Respuesta movimiento	Valoración
1	140 cm	saludo fallido	1
2	152 cm	saludo ok	5
3	167 cm	saludo ok	5
4	175 cm	saludo ok	5
5	180 cm	saludo ok	5
6	192 cm	saludo ok	5

Elaborado por: Autores del proyecto

Una vez concluido la etapa de pruebas se puede verificar que el rango de trabajo para la selección del saludo, dependerá del tipo de reconocimiento que este ejecute.

#### 4.5.5. Análisis de Resultados

Los análisis de resultados para este proyecto serán tomados de las tablas de valoración que se realizaron en la ejecución final del maniquí autónomo. En estas tablas se puede constatar que el maniquí obtendrá movimientos correctos para generar el saludo pertinente.

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO

El presente capítulo tiene como finalidad detallar un análisis para determinar los valores de costo, gasto e inversiones a implementar en el desarrollo de este proyecto.

#### 5.1. Presupuesto de Inversión

Consisten en identificar, ordenar y sistematizar la información de carácter monetario, es decir, todos los ítems de inversiones, ingresos y costos que puedan deducirse de los estudios previos, para elaborar los cuadros analíticos y datos adicionales con el fin de evaluar el proyecto y determinar su rentabilidad.

La inversión está definida como el monto de los recursos necesarios para la ejecución del proyecto, los cuales comprenden: activos fijos, activos diferidos y capital de trabajo. Para que el rendimiento de los recursos se considere óptimo debe ser igual o mayor al rendimiento que esa misma inversión obtendrá si se la destina a una actividad alternativa de similar riesgo. (TRIPOD-PRESUPUESTOS, 2013)

##### 5.1.1. Mano de obra y materiales

Se conoce como mano de obra al esfuerzo tanto físico como mental que se aplica durante el proceso de elaboración de un bien. El concepto también se aprovecha para apuntar hacia el costo de esta labor (es decir, el dinero que se le abona al trabajador por sus servicios). (Definición.DE, s.f.)

Para obtener la inversión que se realizará en este proyecto se partirá de los siguientes cuadros, Cuadro 44 y Cuadro 45 en donde se detalla los materiales usados en el proyecto, como también la mano de obra (ajena a los autores) para realizar los acabados, cortes y diferentes acciones que se debieron ejecutar para obtener las piezas finales.

**Cuadro 44**  
**Presupuesto de materiales**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Costo</b>
<b>Cable bus de datos</b>	5 m	3	15
<b>Módulo mp3</b>	1	21,5	21,5
<b>Leds</b>	2	0,25	0,5
<b>Amarras</b>	Funda (4u)	1,3	1,3
<b>Aluminio</b>	3	6,67	20
<b>Parlante</b>	1	1,5	1,5
<b>Mainboard</b>	1	57,59	57,59
<b>Arduino mega</b>	1	60	60
<b>Servomotores</b>	3	50	150
<b>Sensor ultrasónico</b>	1	15	15
<b>Material abs</b>	5	80	400
<b>Ejes de acero transmisión</b>	2	15	30
<b>Bocín de cobre</b>	2	5	10
<b>Lámina de acero 1x0.58m e=3mm</b>	1	40	40
<b>Ángulos 1"3/4</b>	2	10	20
<b>Cuerpo maniquí</b>	1	80	80
<b>Varilla diámetro 10mm</b>	2	15	30
<b>Pernos, tuercas, tornillos</b>	32	0,625	20
<b>Bocín de acero</b>	2	15	30
<b>TOTAL MATERIALES</b>	<b>62</b>	<b>477,43</b>	<b>1002,39</b>

Elaborado por: Autores del proyecto

**Cuadro 45**  
**Presupuesto de mano de obra**

<b>Mano de obra</b>	<b>Costo</b>
<b>Soldadura</b>	20
<b>Oxicorte de piezas</b>	60
<b>Torneado de ejes y bocines</b>	20
<b>Electro erosionado</b>	15
<b>Perforaciones y roscado</b>	10
<b>Tutorías al proyecto</b>	300
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>425</b>
<b>TOTAL INVERSIÓN (mano de obra + materiales)</b>	<b>1427,39</b>

Elaborado por: Autores del proyecto

Como se puede observar en los cuadros anteriores, el valor total de inversión equivale a la sumatoria de Inversión en materiales que se usó en el presente proyecto como la mano de obra ajena a los autores para realizar trabajos varios, lo que da un total de 1427,39 dólares.

#### **5.1.1.1. Costos Directos**

El siguiente proyecto, presenta Costos Directos para la elaboración y desarrollo del Maniquí autónomo, por tanto incurrimos en los siguientes detallados:

**Cuadro 46**  
**Costos Directos**

<b>COSTOS DIRECTOS MENSUALES</b>					
	<b>Elaboración de Materia prima</b>	<b>Ensamblaje de las piezas</b>	<b>Progra_mación</b>	<b>Pruebas</b>	<b>Total</b>
<b>Arriendo</b>	-	-	-	-	-
<b>Servicios Básicos (Luz)</b>	1,60	1,60	1,60	1,60	6,40
<b>Internet</b>	-	-	17,00	-	17,00
<b>Total</b>					<b>23,40</b>

Elaborado por: Autores del proyecto



Información de los servicios básicos fue tomada respecto a 8 horas diarias de trabajo versus el valor del kilovatio.

**Cuadro 47**  
**Horas de trabajo**

Horas de trabajo (8)	0,01 cvts/kwh	Total 160 h/mes
----------------------	---------------	-----------------

Fuente: (Ecuador-Inmediato)

### 5.1.1.2. Costos Indirectos

Los costos indirectos, son aquellos en los que incurrimos para la elaboración del Maniquí, cancelados una sola vez, durante la elaboración del proyecto. Se toma en cuenta costos durante 4 meses correspondientes al desarrollo del Proyecto. Esto incluye ensamblaje y transporte de materia prima.

**Cuadro 48**  
**Costos indirectos**

<b>COSTOS INDIRECTOS DEL PROYECTO</b>		
	<b>Valor Mensual</b>	<b>Total</b>
<b>Transporte y gasolina</b>	15	60
<b>Herramientas de trabajo</b>	3	12
<b>Útiles de oficina</b>	10	40
<b>Vestimenta de trabajo</b>	2	8
<b>Total</b>	30	120 USD

Elaborado por: Autores del proyecto

### 5.1.2. Presupuesto de egresos

Los egresos son gastos ajenos al proyecto, es decir, debido a que el Maniquí autónomo tiene diferentes funcionalidades como publicidad BTL, exposiciones de tipo educativo (universidades, colegios, etc) no se considera desarrollar un presupuesto de egresos que sea útil en este estudio.

### 5.1.3. Presupuesto de Ingresos

El presupuesto de ingresos permite identificar la viabilidad del proyecto, para este tema de tesis en particular nos interesa analizar la demanda y un retorno de inversión a través de una renta del maniquí.

### 5.1.3.1. Análisis de la Demanda

Con la implementación del maniquí, lo que se pretende es aumentar el número de ventas por mes o aumentar el número de visitantes en un local comercial o en una exposición. El principal objetivo de consumidores, serían las empresas manufactureras nacionales que pretendan exponer sus productos/servicios a la población. Según el INEC se presentan en Pichincha:

**Cuadro 49**  
**Cantidad de industrias manufactureras en pichincha**

ÁREA # 17		PICHINCHA		
CLASIFICACIÓN CIU 4.0 ACTIVIDAD PRINCIPAL	Casos	%	Acumulado %	
<b>Industrias manufactureras.</b>	11,737	10.54	10.72	
<b>Total</b>	11,737	10.54	10.72	

Fuente: (INEC, 2015)

Para que este proyecto será viable esperar una demanda del 10% de todas las empresa manufactureras de Pichincha.

Podría considerarse esto como un estudio posterior para beneficio de empresa.

Es por este motivo que no es viable realizar un análisis de costo beneficio, ya que se necesita de la información de demanda de una empresa predeterminada, a través de un estudio de comportamiento de consumo.

### 5.1.4. Retorno de la Inversión

#### 5.1.4.1. Retorno por Arriendo

Se pretende obtener un retorno de inversión a través del arriendo mensual del Maniquí, en el siguiente cuadro se puede verificar el costo del maniquí y el arriendo mensual propuesto.

**Cuadro 50**  
**Retorno de la Inversión**

<b>Retorno de la Inversión</b>			
<b>Elaboración del Maniquí</b>	Costo Maniquí	\$	
		1.427,39	
	Costos Directos	\$ 23,40	
	Costos Indirectos	\$ 120,00	
	<b>SubTotal Costos</b>	<b>\$</b>	
		<b>1.570,79</b>	
<b>Arriendo Mensual</b>	Cuerpo de Maniquí	\$ 250,00	Margen 60%
	Interfaz amigable móvil	Gratuito	
	Asesoría y capacitación	\$ 50,00	Una sola vez
	<b>SubTotal Arriendo</b>	<b>\$ 300,00</b>	
<b>Punto de Equilibrio</b>		\$ 5,24	6 Meses

Elaborado por: Autores del proyecto

El punto de equilibrio se calculó dividiendo el subtotal de costos por el arriendo mensual, dando como resultado un retorno de inversión en 6 meses. En promedio un maniquí se vende en \$150. (OLX) Este por tener una ventaja competitiva se planteó prudente un arriendo de \$300 mensuales

Lo que llegue después de dicho mes, será ganancia neta.

#### 5.1.4.2. Retorno por Venta

Dado caso que exista una venta interesada, se planteó un margen detallado a continuación:

**Cuadro 51**  
**Retorno de la Inversión por Venta<sup>4</sup>**

<b>Retorno de la Inversión por Venta</b>			
<b>Elaboración del Maniquí</b>	Costo Maniquí	\$ 1.427,39	
	Costos Directos	\$ 23,40	
	Costos Indirectos	\$ 120,00	
	<b>SubTotal Costos</b>	<b>\$ 1.570,79</b>	
<b>Venta</b>	Cuerpo de Maniquí	\$ 1.570,79	
	Interfaz amigable móvil	\$ 157,08	Primera vez gratuita-10%
	Asesoría y capacitación	\$ 125,66	Mg 8%
	<b>SubTotal</b>	<b>\$ 1.853,53</b>	

<sup>4</sup> Continúa cuadro 51 →

<b>Mg Contribución</b>	18%
<b>TOTAL GANANCIA</b>	\$ 282,74

Elaborado por: Autores del proyecto

Se considera con este análisis un retorno de la inversión mediante arriendo del maniquí.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

- Debido a que el cuerpo del maniquí no se levanta, se replanteo los objetivos respecto a los movimientos del mismo, puesto que ahora es capaz de generar los movimientos planteados como; movimiento de la cabeza y el brazo, esto con el fin de generar un saludo para el sistema de reconocimiento.
- Se logró generar que el sistema responda ante la presencia de un niño o de un adulto mediante la ayuda del sensor ultrasónico y el software implementado. Esto permitió que el sistema de reconocimiento funcionara con perfecta normalidad, ejecutando un saludo específico para un niño como para un adulto.
- El software de diseño, SolidWorks, permitió elaborar el conjunto de piezas que conforman el exoesqueleto del maniquí. Sus vistas tridimensionales como los planos generados de los mismo, ayudó a verificar que no existan conflictos con dimensiones en las piezas. Además su uso se extendió para realizar el análisis de esfuerzo y deformación, con el que se pudo validar; mediante una simulación, que los cálculos realizados en el capítulo 3 son correctos.
- Con la finalidad de que el maniquí fuera de carácter publicitario, se optó por materiales de bajo costo de adquisición, alta calidad, disponibilidad nacional, lo que permite que cualquier tipo de cambio que se realice en el exoesqueleto sea de manera rápida y sencilla.
- La comunicación entre el Arduino y el dispositivo Android tiene un alcance máximo de 10 metros, debido a las características de hardware inherentes al módulo bluetooth.

- App Inventor ha sido el programa escogido para el desarrollo de la interfaz, ya que posee una interfaz gráfica en forma de bloques, la cual facilita el proceso de implementación y desarrollo del HMI
- El servomotor del brazo genera un ruido molesto al oído humano, éste ruido se genera debido a que el servo desacelera a medida a que se acerca a la posición deseada. La gravedad actúa sobre el sistema y dificulta el movimiento de ascenso del servo durante el saludo, evitando que éste llegue a la posición deseada. En este momento, el servo realiza un mayor esfuerzo que deriva en el mencionado ruido.
- El módulo MP3 le otorga gran flexibilidad al sistema, debido a que el maniquí puede reproducir cualquier saludo que sea previamente grabado.
- El estudio financiero se desvinculó financieramente de la empresa auspiciante, por lo que se presenta un análisis financiero únicamente detallando los valores involucrados en la construcción e implementación del maniquí, es decir se detallan costos directos, indirectos, presupuesto utilizado, entre otros.
- Para la relación costo/beneficio, es necesario desarrollar una investigación de comportamiento de consumidores e inteligencia de mercados de manera que se pueda determinar el retorno de la inversión de este proyecto, conociendo el segmento, la demanda esperada, etc.
- Al retirar el auspicio económico la empresa y dado el avance del proyecto, la construcción total fue realizada con financiamiento propio.

## **6.2. Recomendaciones**

- La Interfaz HMI ha sido desarrollada para celulares y tablets y se recomienda usarlo con sistema operativo Android 4.2.2 en adelante. El comportamiento en dispositivos de gama inferior no es garantizado.
- Para el desarrollo de este sistema no se recomienda aplicar la ingeniería a la inversa puesto que puede existir un sobredimensionamiento de elementos sobre todo los estructurales.

- Se recomienda hacer uso público de este proyecto para la factibilidad del Maniquí en el incremento de ventas de las empresas Nacionales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mattelart. (2001). *Dirección empresarial e institucional*. Barcelona: Gestión 200.
- Advertising, B. (3 de Abril de 2011). *European Interactive Digital Advertising Alliance* . Obtenido de <http://www.edaa.eu/edaa-news/>
- App-Inventor. (2014). *App-Inventor*. Obtenido de [appinventor.mit.edu](http://appinventor.mit.edu)
- Arduino. (2013). *Arduino*. Obtenido de [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)
- Arduino. (s.f.). *Arduino Home*. Obtenido de <https://www.arduino.cc>
- Circuitos-electrónicos-Org. (2010). *Circuitos electrónicos*. Obtenido de <http://www.circuitoselectronicos.org/2010/01/un-gran-tutorial-para-aprender-utilizar.html>
- Definición.DE. (s.f.). *Definición.DE*. Obtenido de <http://definicion.de/mano-de-obra/>
- Digital-Store. (s.f.). *Digital-Store*. Obtenido de <http://www.digitalstorerosario.com.ar/>
- Ecuador-Inmediato. (s.f.). *Ecuador-Inmediato*. Obtenido de [http://ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news\\_user\\_view&id=2818761815&umt=kilovatio\\_hora\\_sube\\_usd\\_001\\_para\\_sector\\_residencial\\_y\\_usd\\_002\\_para\\_comercial\\_segun\\_conelec](http://ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=2818761815&umt=kilovatio_hora_sube_usd_001_para_sector_residencial_y_usd_002_para_comercial_segun_conelec)
- Efdeportes. (20013). *Efdeportes*. Obtenido de <http://www.efdeportes.com/efd149/antropometria-contribuicao-na-area-da-ergonomia.htm>
- Electonilab. (s.f.). Obtenido de <http://electronilab.com/>
- Electronilab. (2013). *Electronilab*. Obtenido de <http://electronilab.co/tienda/modulo-lm2596-convertidor-de-voltaje-dc-dc-buck-1-25v-35v/>



- Hobbyking. (s.f.). *Hobbyking*. Obtenido de [http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/\\_\\_16643\\_\\_VS\\_11\\_Vigor\\_Extra\\_Large\\_Servo\\_19sec\\_19kg\\_103g.html](http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/__16643__VS_11_Vigor_Extra_Large_Servo_19sec_19kg_103g.html)
- INEC. (2015). *INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSO*. Obtenido de <http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CENEC&MAIN=WebServerMain.inl>
- Jones, M. A. (1998). *Materiales para Ingeniería I*. Barcelona: Reverté.
- LOPEZ, G. (s.f.). *MERCADEO ONLINE*. Obtenido de [http://gis.jp.pr.gov/Externo\\_Econ/Talleres/PresentationCB\\_JP\\_ETI.pdf](http://gis.jp.pr.gov/Externo_Econ/Talleres/PresentationCB_JP_ETI.pdf)
- ManiquíesEcuador. (s.f.). *ManiquíesEcuador*. Obtenido de <http://maniquiesecuador.com.ec>
- MathWorks. (s.f.). *MathWorks*. Obtenido de [www.mathworks.com/products/matlab/](http://www.mathworks.com/products/matlab/)
- Mattelart. (2001). *Dirección empresarial e institucional*. Barcelona: Gestión 200.
- Observatorio-tecnológico. (s.f.). *Observatorio-tecnológico*. Obtenido de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web>
- OLX. (s.f.). *OLX*. Obtenido de [www.OLX.com](http://www.OLX.com)
- Patentados. (1995). *Patentados*. Obtenido de <http://patentados.com/patente/fibras-de-vidrio-termicamente-estables/>
- Red Gráfica Latinoamérica. (2011). *Red Gráfica Latinoamérica*. Obtenido de <http://redgrafica.com/El-concepto-BTL>
- Roldán, J. (2014). *Motores de corriente continua*. España: Paraninfo.
- Ruedas y Garruchas Industriales, E. (2010). *Ruedas y Garruchas Industriales*. Obtenido de <http://www.ruedasygarruchas.com/Sujeciones.html>

TRIPOD-PRESUPUESTOS. (2013). *TRIPOD*. Obtenido de  
<http://cbtf5.mx.tripod.com/PRESUPUESTOS.htm>