



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE
COMUNICACIÓN**

**PROTOTIPO G.T.S.B-1 (GUANTE TRADUCTOR DE SEÑAS
BÁSICAS), PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA Y DE
LENGUAJE**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

AUTOR: JAIRO BRYAN NAVARRETE ENRÍQUEZ

DIRECTOR: ING. PAUL DAVID ROSERO MONTALVO

IBARRA-ECUADOR

DECLARACIÓN

DECLARACIÓN

Yo, Jairo Bryan Navarrete Enriquez, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y que éste no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las Leyes de Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normatividad vigente de la Universidad Técnica del Norte.



Jairo Bryan Navarrete Enriquez

100368548-2

CERTIFICACIÓN

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de grado "PROTOTIPO G.T.S.B-I (GUANTE TRADUCTOR DE SEÑAS BÁSICAS), PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA Y DE LENGUAJE" fue desarrollado en su totalidad por el egresado de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación Sr. Jairo Bryan Navarrete Enriquez, bajo mi supervisión.



Ing. Paul David Rosero Montalvo
DIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

Con todo mi cariño, dedico este proyecto a mi madre Cecilia Enríquez y mi padre Edgar Navarrete, también a mi hermana Roxanne Navarrete, ya que fueron el principal motivo de mi inspiración; gracias a mi familia por haberme entregado toda su confianza y apoyo incondicional día a día durante el transcurso de la carrera y del desarrollo final del proyecto.

Agradezco a Dios por haberme dado la salud y vida, así como la sabiduría, paciencia, y sobre todo la constancia de trabajo y esfuerzo que he puesto a diario para alcanzar mis objetivos.

CONTENIDO

DECLARACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
DEDICATORIA.....	IV
CONTENIDO.....	V
RESUMEN.....	XXIX
ABSTRACT.....	XXX
PRESENTACIÓN.....	XXXI
CAPITULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1 TEMA.....	1
1.2 PROBLEMA.....	1
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.4 ALCANCE.....	3
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.6 CONTEXTO.....	5

1.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	7
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 COMUNICACIÓN NO VERBAL.....	9
2.1.1 INTRODUCCIÓN.....	9
2.1.2 MODOS DE LA COMUNICACIÓN.....	9
2.1.2.1 Olfato.....	10
2.1.2.2 Vista.....	10
2.1.2.3 Tacto.....	10
2.1.2.4 Cuerpo.....	11
2.1.2.5 Gestos de las Manos.....	11
2.2 LENGUAJE NO VERBAL.....	12
2.2.1 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.....	12
2.2.1.1 Lenguaje Corporal.....	12
2.2.1.2 Lenguaje Icónico.....	12
2.2.2 CARACTERÍSTICAS.....	12
2.3 COMUNICACIÓN PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA.....	13
2.3.1 INTRODUCCIÓN.....	13
2.3.2 PATOLOGÍA AUDITIVA Y DEL HABLA.....	14
2.3.3 LENGUAJE DE SEÑAS.....	14
2.3.3.1 Ejercicios Previos al Lenguaje de Señas.....	15
2.3.4 ACTUALIDAD DEL LENGUAJE DE SEÑAS EN ECUADOR.....	16
2.3.4.1 Innovación Tecnológica.....	17

2.3.4.2 Situación Actual y Leyes de Discapacidad en Ecuador.....	18
2.3.4.2.1 Estadísticas y Censos.....	20
2.3.5 NECESIDADES BÁSICAS.....	20
2.3.5.1 Necesidades Comunicacionales.....	21
2.3.5.2 Necesidades Físicas.....	22
2.3.5.3 Necesidades Físicas Ambientales.....	22
2.3.5.4 Necesidades Cognitivas.....	23
2.3.5.5 Necesidades Sociales.....	24
2.3.5.6 Necesidades Emocionales.....	25
2.3.5.7 Necesidades Familiares.....	26
2.3.5.8 Necesidades Educativas.....	27
2.3.6 ÁMBITO FAMILIAR.....	28
2.4 INVESTIGACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE SENSORES.....	30
2.4.1 INTRODUCCIÓN.....	30
2.4.2 CONCEPTOS BÁSICOS.....	30
2.4.2.1 Sensor de Señales.....	31
2.4.2.2 Transductor de Señales.....	31
2.4.2.3 Acondicionador de Señales.....	31
2.4.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES.....	31
2.4.3.1 Exactitud y Precisión.....	32
2.4.3.2 Rapidez de Respuesta y Sensibilidad.....	32
2.4.3.3 Rango de Funcionamiento y Vida Útil.....	32
2.4.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES.....	33

2.4.4.1 Según el Tipo de Señal de Entrada.....	33
2.4.4.1.1 <i>Mecánica y Térmica</i>	33
2.4.4.1.2 <i>Eléctrica y Magnética</i>	33
2.4.4.1.3 <i>Química y Radiación</i>	33
2.4.4.1.4 <i>Galgas Exométricas</i>	34
2.4.4.2 Según el Tipo de Señal Entregada por el Sensor.....	35
2.4.4.2.1 <i>Sensores Análogos</i>	35
2.4.4.2.2 <i>Sensores Digitales</i>	35
2.4.4.3 Según la Naturaleza de la Señal Eléctrica Generada.....	35
2.4.4.3.1 <i>Sensores Pasivos</i>	36
2.4.4.3.2 <i>Sensores Activos o Generadores de Señal</i>	36
2.5 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA.....	36
2.5.1 INTRODUCCIÓN.....	36
2.5.2 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.....	37
2.5.2.1 Infrarrojo (IR).....	37
2.5.2.2 Microonda (MW).....	38
2.5.2.3 Radiofrecuencia (RF).....	38
2.5.2.4 Características de las Bandas Libres.....	40
2.5.2.4.1 <i>Bandas de Frecuencias Libres en Ecuador</i>	41
2.5.2.4.2 <i>Mecanismos de Acceso</i>	42
2.6 TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA.....	43
2.6.1 BLUETOOTH.....	43
2.6.1.1 Historia.....	43

2.6.1.2 Versiones Bluetooth.....	45
2.6.1.2.1 Bluetooth Versión .1.1.....	46
2.6.1.2.2 Bluetooth Versión 1.2.....	46
2.6.1.2.3 Bluetooth Versión 2.0.....	47
2.6.1.2.4 Bluetooth Versión 2.1.....	48
2.6.1.2.5 Bluetooth Versión 3.0.....	48
2.6.1.2.6 Bluetooth Versión 4.0.....	48
2.6.1.3 Características.....	50
2.6.1.4 Topologías de Red.....	52
2.6.1.4.1 Topología Punto a Punto.....	52
2.6.1.4.2 Topología Piconet.....	52
2.6.1.4.3 Topología Scatter-net.....	53
2.6.1.4.3.1 Topología Maestro-Esclavo.....	53
2.6.1.4.3.2 Topología Esclavo-Esclavo.....	54
2.6.1.5 Interferencia.....	54
2.6.1.5.1 Efectos y Fuentes de Interferencia.....	55
2.6.1.6 Funcionamiento.....	57
2.6.1.6.1 Estructura de Paquetes y Envío de Datos.....	60
2.6.2 WI-FI.....	61
2.6.2.1 Introducción.....	61
2.6.2.2 Grupos de Trabajo.....	63
2.6.2.3 Estándar y Certificación IEEE.....	64
2.6.2.4 Certificación y Estándares Wi-Fi.....	65

2.6.2.4.1 IEEE 802.11a.....	66
2.6.2.4.2 IEEE 802.11b.....	67
2.6.2.4.3 IEEE 802.11g.....	67
2.6.2.4.4 IEEE 802.11n.....	67
2.6.2.5 Tabla de Comparación de Estándares Inalámbricos.....	68
2.6.3 ZIGBEE.....	68
2.6.3.1 Introducción.....	68
2.6.3.2 Características y Canalización.....	70
2.6.3.3 Consumo de Energía.....	73
2.6.3.4 Topología de Red.....	74
2.6.3.4.1 FDD (Full Function Device)	74
2.6.3.4.2 RFD (Reduce Function Device)	75
2.6.3.4.3 Topología en Estrella.....	75
2.6.3.4.4 Topología Punto a Punto.....	76
2.6.3.6 Aplicaciones.....	76
2.6.3.6.1 Automatización de Hogares (Domótica)	77
2.6.3.6.2 Automatización de Edificios (Inmótica).....	78
2.6.3.6.3 Control Médico.....	78
2.6.3.6.4 Control Industrial.....	79
2.6.3.7 Tabla Comparativa de Tecnologías Wi-Fi, Bluetooth y ZigBee.....	79
2.6.3.8 Análisis de las Tecnologías Inalámbricas Bluetooth, Wi-Fi y ZigBee.....	81
2.6.3.8.1 Comparación de Tecnología Bluetooth y Wi-Fi.....	81
2.6.3.8.2 Comparación de la Tecnología Bluetooth y ZigBee.....	84

2.7 ARDUINO.....	85
2.7.1 INTRODUCCIÓN.....	85
2.7.2 LENGUAJE DE DESARROLLO Y ENTORNO DE PROGRAMACIÓN.....	86
2.7.2.1 Wiring.....	86
2.7.2.2 Processing.....	86
2.7.3 VENTAJAS Y CARACTERÍSTICAS.....	86
2.7.4 IDE DE ARDUINO.....	88
2.7.5 MÓDULOS ARDUINO.....	90
2.7.5.1 Arduino Uno.....	91
2.7.5.2 Arduino Mega 2560.....	91
2.7.5.3 Arduino Nano.....	92
2.7.5.4. Arduino YUN.....	93
2.7.5.5 Arduino LEONARDO.....	94
2.7.5.6 Arduino Micro.....	94
2.7.5.7 Arduino Ethernet.....	95
2.7.5.8 Arduino FIO.....	95
2.7.5.9 Arduino Robot.....	96
2.7.5.10 Arduino Explora.....	96
2.7.5.11 Arduino LilyPad.....	97
2.7.5.11.1 Especificaciones.....	98
2.7.5.11.2 Textiles Inteligentes.....	99
2.7.5.11.3 Hilo Conductor.....	100
2.7.6 TABLA COMPARATIVA DE LAS PLACAS ELECTRÓNICAS ARDUINO.....	102

2.8 ELEMENTOS ELECTRÓNICOS.....	104
2.8.1 ESTRUCTURA FÍSICA.....	105
2.8.2 MATERIAL DE FABRICACIÓN.....	105
2.8.3 FUNCIONAMIENTO.....	105
2.8.4 TIPO DE ENERGÍA.....	106
2.8.5 RESISTENCIAS.....	106
2.8.6 DIODO LED.....	107
2.8.7 BATERÍA LIPO.....	108
2.8.7.1 Tiempo de Duración de una Batería.....	109
2.8.8 SENSOR FLEXIBLE RESISTIVO.....	110
2.8.9 CABLE CONDUCTOR.....	112
2.9 APLICACIONES MÓVILES.....	113
2.9.1 INTRODUCCIÓN.....	113
2.9.2 DESARROLLO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS APLICACIONES MÓVILES.....	115
2.9.2.1 Historia.....	115
2.9.2.2 Mercado de Aplicaciones Móviles.....	117
2.9.3 APP INVENTOR.....	119
2.9.3.1 Requisitos de Sistema.....	120
2.9.3.2 Funcionamiento.....	121
2.9.3.2.1 <i>Diseñador</i>	123
2.9.3.2.2 <i>Editor de Bloques</i>	124
2.9.3.2.3 <i>Emulador</i>	124
2.9.3.3 Programación en Bloques.....	124

2.9.3.3.1 <i>Eventos</i>	125
2.9.3.3.2 <i>Expresiones y Acciones</i>	126
2.9.3.3.3 <i>Funciones de Texto</i>	127
2.9.3.3.4 <i>Funciones de Números</i>	127
2.9.3.3.5 <i>Estructura de Control</i>	128
2.9.3.4 <i>Conectividad App Inventor</i>	128
2.9.3.4.1 <i>Inicio de Actividad</i>	128
2.9.3.4.2 <i>Cliente Bluetooth</i>	129
2.9.3.4.3 <i>Servidor Bluetooth</i>	130
2.9.3.4.4 <i>Web</i>	132
2.9.3.5 <i>Aplicación MIT AI2 Companion</i>	133
CAPITULO III. DESARROLLO.....	137
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROTOTIPO.....	137
3.1.1 ELECCIÓN DEL SENSOR.....	138
3.1.1.1 Rapidez de Respuesta del Sensor.....	139
3.1.1.2 Flexibilidad.....	139
3.1.1.3 Rangos de Funcionamiento.....	139
3.1.1.4 Costo y Vida Útil.....	140
3.1.1.5 Aplicaciones.....	140
3.1.2 ELECCIÓN DE LA PLACA ELECTRÓNICA ARDUINO.....	141
3.1.3 ELECCIÓN DEL MODULO DE COMUNICACIÓN BLUETOOTH.....	143
3.1.4 ELECCIÓN DEL MATERIAL DEL GUANTE.....	145

3.1.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROTOTIPO.....	146
3.2 DISEÑO DEL PRIMER PROTOTIPO ELECTRÓNICO.....	148
3.2.1 DIAGRAMA DE FLUJO.....	150
3.2.1.1 Simulación.....	151
3.2.2 PRUEBAS Y RESULTADOS DEL PRIMER PROTOTIPO.....	152
3.3 DISEÑO DEL SEGUNDO PROTOTIPO ELECTRÓNICO.....	155
3.3.1 DISEÑO DEL PRIMER CIRCUITO.....	156
3.3.2 DISEÑO DEL SEGUNDO CIRCUITO.....	157
3.3.2.1 Diseño en Software Eagle.....	157
3.3.3 DIAGRAMA DE FLUJO.....	161
3.3.3.1 Simulación.....	165
3.3.5 PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SEGUNDO PROTOTIPO.....	170
3.4 DISEÑO FINAL DEL PROTOTIPO ELECTRÓNICO.....	175
3.4.1 PROCESO DE COSTURA DEL LILYPAD ARDUINO.....	177
3.4.2 IMPLEMENTACIÓN DEL MODULO BLUETOOTH HC-05.....	180
3.4.2.1 Configuración del módulo Bluetooth HC-05.....	181
3.4.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL CÓDIGO FINAL DE PROGRAMACIÓN.....	188
3.4.4 DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA SMARTPHONE CON APP INVENTOR.....	192
3.4.4.1 Diseño de la Aplicación Móvil en App Inventor.....	193
3.4.4.2 Programación en bloques de la aplicación móvil en App Inventor.....	205
3.4.4.2.1 Programación en bloques del botón CONECTAR.....	207
3.4.4.2.2 Programación en bloques del botón SALIR.....	211

3.4.3.2.2 Programación en bloques del Reloj 1	211
3.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL DISEÑO FINAL DEL PROTOTIPO	
ELECTRÓNICO.....	221
3.5.1 ANALISIS DE LAS SEÑAS BÁSICAS.....	221
3.5.2 ANÁLISIS DE LA COMUNICACIÓN BLUETOOTH.....	222
3.5.3 ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN MÓVIL.....	222
3.5.4 CONSUMO DE ENERGÍA.....	223
3.5.4.1 Consumo de Energía del módulo Bluetooth HC-05.....	223
3.5.4.2 Consumo de Energía de la Placa Electrónica Lilypad Arduino.....	224
3.5.4.2.1 Modo SLEEP de Lilypad Arduino.....	224
3.5.4.2 Consumo de Energía del Sensor Flexible Resistivo.....	226
3.5.4.3 Consumo de Energía de la Batería LIPO.....	228
3.5.4.3.1 Tiempo de duración de la batería LIPO.....	229
3.5.5 MANUAL DE USUARIO PARA EL CORRECTO MANEJO DEL GUANTE	
TRADUCTOR DE SEÑAS BÁSICAS.....	232
CAPITULO IV. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	235
4.1 PRESUPUESTO DEL HARDWARE UTILIZADO.....	235
4.2 PRESUPUESTO DEL SOFTWARE UTILIZADO.....	237
4.3 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO.	237
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	241

CONCLUSIONES.....	241
RECOMENDACIONES.....	243
BIBLIOGRAFÍA.....	245
LIBROS.....	245
REVISTAS.....	246
TESIS.....	246
URLS.....	247
ANEXO 01. PRIMER CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN.....	253
ANEXO 02. SEGUNDO CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN.....	256
ANEXO 03. CÓDIGO FINAL DE PROGRAMACIÓN.....	265

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.- Gestos y movimientos que definen los modos de comunicación.....	11
Imagen 2.- Alfabeto dactilológico Universal	18
Imagen 3.- Galga extensométrica en reposo.....	34
Imagen 4.- Esquema básico de un sensor analógico	35
Imagen 5.- Distribución del rango de frecuencias del Espectro electromagnético	38
Imagen 6.- Asignación de Rango de Frecuencias.....	39
Imagen 7.- Logo de Bluetooth.....	45
Imagen 8.- Topología Punto a Punto	52
Imagen 9.- Topología Piconet	53
Imagen 10.- Formación de una topología Scatter-net por medio de tres piconets	54
Imagen 11.- Spread Spectrum Frequency Hopping	59
Imagen 12.- Formato de la capa Bluetooth en la capa banda base	61
Imagen 13.- Logo de Wi-Fi	66
Imagen 14.- Logotipo de La Alianza ZigBee	70
Imagen 15.- Estructura de canales para las bandas de 868 MHz y 915 MHz	72
Imagen 16.- Estructura de canales para la banda de 2.4 GHz	73
Imagen 17.- Topología estrella.....	75
Imagen 18.- Topología Punto a Punto	76
Imagen 19.- Ilustración de una casa domótica	77
Imagen 20.- Aplicación ZigBee en Control Industrial	79
Imagen 21.- IDE de Arduino	89
Imagen 22: Identificación de pines de una placa Arduino UNO.....	91

Imagen 23.- Placa electrónica Arduino Mega 2560	92
Imagen 24.- Placa electrónica Arduino Nano.....	93
Imagen 25.- Placa electrónica Arduino YUN.....	93
Imagen 26.- Placa electrónica Arduino LEONARDO	94
Imagen 27.- Placa electrónica Arduino Micro.....	94
Imagen 28.- Placa electrónica Arduino Ethernet.....	95
Imagen 29.- Placa electrónica Arduino FIO	95
Imagen 30.- Placa electrónica Arduino Robot.....	96
Imagen 31.- Placa electrónica Arduino Esplora	97
Imagen 32.- Placa electrónica LilyPad Arduino.....	98
Imagen 33.- Hilo conductor.....	101
Imagen 34.- Componente electrónicos	104
Imagen 35.- Distribución de bandas de una resistencia.....	106
Imagen 36.- Diodo Emisor de Luz	108
Imagen 37.- Sensor Flexible Resistivo	110
Imagen 38.- Partes de Transductor resistivo	111
Imagen 39.-Medición del valor óhmico del sensor flexible	111
Imagen 40.- Mercado actual de las aplicaciones móviles	117
Imagen 41.- Diagrama de Funcionamiento de App Inventor	122
Imagen 42.- Pantalla de Diseño de la aplicación en App Inventor.....	123
Imagen 43.- Bloque de eventos	126
Imagen 44.- Bloques de expresiones y funciones.....	126
Imagen 45.- Bloques de funciones de texto.....	127

Imagen 46.- Bloques numéricos	127
Imagen 47.- Bloques de control.....	128
Imagen 48.- Componente de inicio de actividad	129
Imagen 49.- Componente Cliente Bluetooth	129
Imagen 50.- Componente Servidor Bluetooth.....	130
Imagen 51.- Componente Web.....	132
Imagen 52.- Seguimiento del desarrollo de una aplicación mediante el uso de un dispositivo móvil.....	134
Imagen 53.- Ilustración del desarrollo de una aplicación mediante el uso de un emulador ...	134
Imagen 54.- Seguimiento del desarrollo de una aplicación móvil mediante el cable de datos USB del dispositivo móvil Android	135
Imagen 55.- a) Sensor Flexible parte frontal, b) Sensor Flexible parte posterior.....	138
Imagen 56.- Rangos de funcionamiento del sensor flexible a) Posición Lineal, b) Flexionado a 90°, c) Flexionado a -90°	140
Imagen 57.- Placa electrónica Lilypad Arduino y carrete de 6 metros de hilo conductor	141
Imagen 58.- Distribución de pines del Microcontrolador ATMEGA 328 en función de Lilypad Arduino.....	143
Imagen 59. - a) Modulo Bluetooth HC-05 parte frontal, b) Modulo Bluetooth HC-05 parte posterior	144
Imagen 60.-Guante de lycra expandible	146
Imagen 61.-Diagrama de Bloques del prototipo G.T.S.B-1 (Guante Traductor de Señas Básicas).....	147
Imagen 62.-Primera prueba Del prototipo.....	149

Imagen 63.- Simulación Software Proteus, Primera seña básica	152
Imagen 64.-Primera seña básica del guante traductor	153
Imagen 65.- Diseño del primer prototipo del guante traductor de señas básicas	154
Imagen 66.- Cobertura de una pieza de lycra y esponja para el guante traductor de señas básicas	155
Imagen 67.- Diseño del primer circuito para el guante traductor de señas básicas.....	156
Imagen 68.- Diseño de segundo circuito en el plano esquemático en Eagle 6.5.0.....	158
Imagen 69. – Ruteo de la tarjeta electrónica	159
Imagen 70.- Placa impresa en baquelita de cobre del diseño del segundo circuito.....	160
Imagen 71.- Segundo diseño del circuito terminando. a) Parte superior de la baquela, b) implementación en el guante	161
Imagen 72.- Simulación Software Proteus, rango de valores resistivos para la Primera seña básica	166
Imagen 73.- Simulación Software Proteus, rangos de valores resistivos para la Segunda seña básica	166
Imagen 74.- Simulación Software Proteus, rangos de valores resistivos para la Tercera seña básica	167
Imagen 75.- Simulación Software Proteus, rangos de valores resistivos para la Cuarta seña básica	167
Imagen 76.- Simulación Software Proteus, rangos de valores resistivos para la Quinta seña básica	168
Imagen 77.- Simulación Software Proteus, rangos de valores resistivos para la Sexta seña básica	168

Imagen 78.- Simulación Software Proteus, rangos de valores resistivos para la Séptima señal básica	169
Imagen 79.- Simulación Software Proteus, rangos de valores resistivos para la Octava señal básica	169
Imagen 80.-Lenguaje de Ocho Señas Básicas	170
Imagen 81.- a) placa impresa sin broche adhesivo, b) placa impresa con broche adhesivo.	174
Imagen 82.- Fijación de cables conectores y Arduino Lilypad dentro del broche adhesivo ..	176
Imagen 83.- a) Cable termocontraíble de 1cm, b) Fijación del terminal del sensor flexible .	177
Imagen 84.-Aguja e hilo conductor	178
Imagen 85.- Costura de los pines de alimentación del LilyPad Arduino	178
Imagen 86.- Costura de los pines análogos del Lilypad Arduino.....	179
Imagen 87.- Costura final de la placa electrónica Lilypad Arduino.....	180
Imagen 88.-Implementación del módulo bluetooth HC-05	180
Imagen 89.- Conexión del cable USB-TTL al ordenador	181
Imagen 90.- Puerto de comunicación del módulo Bluetooth HC-05	182
Imagen 91.- Descripción de la conexión, para configuración del módulo Bluetooth HC-05	183
Imagen 92.- Elección del puerto de comunicación COM4, para configuración del módulo Bluetooth HC-05.....	183
Imagen 93.- Propiedades de comunicación, para configuración del módulo Bluetooth HC-05	184
Imagen 94.- a) Propiedades de conexión Bluetooth HC-05, b) Configuración ASCII	184
Imagen 95.- Configuraciones básicas del módulo Bluetooth HC-05	185

Imagen 96.- Comandos AT para verificación de especificaciones del módulo Bluetooth HC-05	186
Imagen 97.- Cambio de velocidad de transmisión de datos del módulo Bluetooth HC-05 ...	187
Imagen 98. - Alcatel Idol One Touch MINI.....	193
Imagen 99.- Ingreso a cuenta de GMAIL.....	194
Imagen 100.- Solicitud de permiso de acceso a una cuenta de Google.....	194
Imagen 101.- Inicio de un nuevo proyecto en App Inventor 2.....	195
Imagen 102.- Cambio de nombre de pantalla principal en App Inventor 2	195
Imagen 103.- Pantalla principal modificada con logotipo G.T.S.B -1	196
Imagen 104.- Ubicación de posiciones horizontales en App Inventor	196
Imagen 105.- Ubicación de posiciones verticales en App Inventor	197
Imagen 106.- Imágenes de carga en App Inventor	197
Imagen 107.- Imágenes de carga en App Inventor	198
Imagen 108.- Botones funcionales Conectar y Salir, en App Inventor	199
Imagen 109.- Cuadro de texto con mensaje de Bienvenido, en App Inventor	199
Imagen 110.- Cuadro de texto con la palabra Mensaje, en App Inventor	200
Imagen 111.- Cuadro de texto visualizador de mensajes en App Inventor	200
Imagen 112.- Componentes no visibles, en App Inventor	201
Imagen 113.- Lista de elementos colocados en el visor de pantalla, en App Inventor.....	202
Imagen 114.- Descarga de la aplicación MIT AI2 Companion desde la Play Store	202
Imagen 115.-Conexión con la aplicación AI Companion en App Inventor	203
Imagen 116.-Código de respuesta rápida para la conexión con AI Companion, en App Inventor	203

Imagen 117.- a) Opción de ingreso del código de forma manual, b) Opción del Escaneo del código QR.....	204
Imagen 118.- Vista del diseño de la aplicación móvil G.T.S.B -1 desde un Smartphone ALCATEL IDOL ONE TOUCH MINI 6012A	205
Imagen 119.- Elección del bloque de eventos del boton Conectar.....	207
Imagen 120.- Elección del bloque de control de comparación.....	207
Imagen 121.- Elección del bloque de conectividad BluetoothClient1	208
Imagen 122.- Bloque de conectividad Bluetooth y asignación de una dirección MAC del módulo Bluetooth HC-05	208
Imagen 123.- Elección de bloques para el cambio de color y texto para el boton CONECTAR.....	209
Imagen 124.- Elección de bloques lógicos de condición.....	209
Imagen 125.- Elección de bloques para el cambio de color y texto del boton CONECTAR	210
Imagen 126.- Bloques de programación para el boton CONECTAR mediante comunicación Bluetooth	210
Imagen 127.- Bloque de programación para el boton Salir.....	211
Imagen 128.- Bloque de programación para el boton Salir.....	211
Imagen 129.- Bloque de programación del componente no visible Clock1.....	212
Imagen 130.- Bloque de control de condiciones IF.....	212
Imagen 131.- Bloque de comparación de recepción de datos del componente BluetoothClient1	213
Imagen 132.- Bloque de comparación de Label1 para ver datos del componente BluetoothClient1.....	213

Imagen 133. Bloque de variable dato y multimedia Player1	214
Imagen 134.- Bloque de programación de la primera seña básica	215
Imagen 135.- Bloque de programación de la segunda seña básica	216
Imagen 136.- Bloque de programación de la tercera seña básica.....	216
Imagen 137.- Bloque de programación de la cuarta seña básica.....	217
Imagen 138.- Bloque de programación de la quinta seña básica.....	217
Imagen 139.- Bloque de programación de la sexta seña básica	218
Imagen 140.- Bloque de programación de la séptima seña básica	218
Imagen 141.- Bloque de programación de la séptima seña básica	219
Imagen 142.- Bloque de programación de las ocho señas básicas	219
Imagen 143.- Estructura final de bloques de programación.....	220
Imagen 144.-Fuentes de activación para los diferentes modos SLEEP de Arduino	225
Imagen 145.- Conexión del sensor flexible	226
Imagen 146.- Circuito de divisor de tensión.....	226
Imagen 147.- Circuito general para el cálculo de corriente.....	228
Imagen 148.- Batería LIPO	229
Imagen 149.-Voltaje máximo de batería LIPO	231
Imagen 150.-Lenguaje de ocho señas básicas	233

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Aplicaciones para bandas libres	40
Tabla 2.- Representación del ancho de banda y sus versiones	49
Tabla 3.- Clases de transmisión del estándar Bluetooth.....	51
Tabla 4.- Obstrucciones absorbentes y reflectantes de radiofrecuencia.....	57
Tabla 5.- Comparativa de estándares Inalámbricos.....	68
Tabla 6.- Características del transceiver de Chipcon CC2420.....	74
Tabla 7.- Comparativa de las tecnologías Bluetooth, Wi-Fi y ZigBee.....	80
Tabla 8.- Precios de módulos Bluetooth de fabricantes más usados	82
Tabla 9.- Precios de módulos Wi-Fi de fabricantes más usados	82
Tabla 10.- Precios de módulos ZigBee de fabricantes más usados	85
Tabla 11.- Tabla comparativa de las placas electrónicas Arduino	102
Tabla 12.- Tabla comparativa de las placas electrónicas Arduino	103
Tabla 13.- Distribución del código de colores para resistencias	107
Tabla 14.- Mercado de aplicaciones móviles	119
Tabla 15.- Compatibilidad App Inventor para ordenadores	120
Tabla 16.- Compatibilidad App Inventor para navegadores.....	120
Tabla 17.- Compatibilidad App Inventor para Smartphones y tablets	121
Tabla 18.- Valores resistivos del sensor flexible.....	139
Tabla 19.- Distribución y descripción de pines de la placa electrónica Lilypad Arduino.....	142
Tabla 20.- Distribución de pines del módulo Bluetooth HC-05.....	144
Tabla 21.- Principales Características del módulo Bluetooth HC-05.....	145
Tabla 22.- Medidas de cada dedo del guante de lycra expandible	146

Tabla 23.-Valores máximos y mínimos de cada sensor flexible en su posición lineal	149
Tabla 24.-Rangos de valores resistivos para la primera señal básica	153
Tabla 25.-Significado de cada señal básica	171
Tabla 26.- Rangos resistivos de funcionamiento de la primera señal básica.....	171
Tabla 27.- Rangos resistivos de funcionamiento de la segunda señal básica	172
Tabla 28.- Rangos resistivos de funcionamiento de la tercera señal básica	172
Tabla 29.- Rangos resistivos de funcionamiento de la cuarta señal básica	172
Tabla 30.- Rangos resistivos de funcionamiento de la quinta señal básica	173
Tabla 31.- Rangos resistivos de funcionamiento de la sexta señal básica.....	173
Tabla 32.- Rangos resistivos de funcionamiento de la séptima señal básica.....	173
Tabla 33.- Rangos resistivos de funcionamiento de la octava señal básica.....	174
Tabla 34.- Conexión de pines de transmisión y recepción entre modulo Bluetooth HC-05 y Lilypad Arduino	179
Tabla 35.- Distribución de pines de conexión entre modulo Bluetooth HC-05 y cable adaptador USB-TTL.....	182
Tabla 36.- Descripción de los comandos AT para la configuración básica del módulo Bluetooth HC-05	185
Tabla 37.- Descripción de comandos AT acerca de especificaciones del módulo Bluetooth HC-05	186
Tabla 38.-comando de verificación de comunicación serial UART para el modulo Bluetooth HC-05	188
Tabla 39.-Asignación de un carácter a cada necesidad básica	214
Tabla 40.-Consumo de energía del módulo Bluetooth HC-05	223

Tabla 41.-Limitación del consumo de corriente para los pines del Lylipad Arduino	224
Tabla 42.-Modos SLEEP de Arduino.....	225
Tabla 43.-Especificaciones de la batería LIPO	229
Tabla 44.- Presupuesto de rediseño del guante.....	235
Tabla 45.- Presupuesto de componentes electrónicos implementados.....	236
Tabla 46.- Presupuesto del dispositivo móvil inteligente.....	236
Tabla 47.- Presupuesto del software.....	237
Tabla 48.- Costos del proyecto	238

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.- Ecuación de divisor de tensión.....	227
Ecuación 2.- Formula del cálculo de corriente del circuito divisor de tensión	228
Ecuación 3.- Fórmula de cálculo del tiempo de duración en minutos de una batería LIPO ...	230
Ecuación 4.-Formula de velocidad de descarga máxima medida en amperios	230
Ecuación 5.-Resultado del tiempo de duración de la batería LIPO.....	230

RESUMEN

El presente trabajo de titulación trata acerca de un prototipo de guante traductor de señas básicas enfocado especialmente para las personas que presentan una capacidad especial, en este caso personas con discapacidad auditiva y de lenguaje; el guante se conforma de cinco sensores flexibles ubicados en cada dedo de la mano derecha y prácticamente permitirá traducir ocho señas básicas diferentes a las ya existentes en el lenguaje dactilológico como son los símbolos del abecedario, reconocerá cada seña y lo reproducirá en sonido de voz artificial mediante una aplicación Android desarrollada en un Smartphone.

Los datos analógicos se obtienen gracias a la variación del valor óhmico de cada sensor al momento de ser flexionados por el guante, la placa electrónica Lilypad Arduino se encargara de adquirir los datos analógicos y realizar la conversión a datos digitales respectivamente de acuerdo a las ocho señas básicas ya programadas en el código de control de alto nivel en la plataforma Arduino. Se implementó una comunicación inalámbrica con tecnología bluetooth, el cual permitirá enviar datos digitales los cuales serán procesados mediante una aplicación móvil instalada en un Smartphone, y así poder conseguir una reproducción auditiva y textual del mensaje a imprimir.

El diseño del guante se basa en una tela tipo licra flexible la cual se acondicionara a la mano derecha del usuario de una manera mucho más fácil, y se tendrá juntamente un manual de usuario para su correcto uso.

El prototipo G.T.S.B-1 (Guante Traductor de Señas Básicas), para personas con discapacidad auditiva y de lenguaje; permitirá reducir la brecha tecnológica existente en los jóvenes universitarios, impulsándoles a realizar proyectos electrónicos en beneficio de las personas que presentan cierta capacidad especial, ayudándoles a mejorar su calidad de vida y sobre todo brindándoles nuevas oportunidades de inclusión en el ámbito social, educativo y sobre todo en su entorno familiar, ya que la mayor parte de personas con discapacidad auditiva y de lenguaje están al cuidado de sus familias; este prototipo permitiría mejorar la capacidad de comunicación dentro del entorno que los rodea.

ABSTRACT

This study deals with the development of a prototype glove translator of basic signs mainly focused on people who have a special ability, in this case, deaf people. The glove comprises of five flexible sensors on each finger on the right hand, which allows the feeling of eight different basic signs from those which exist in sign language, such as letters of the alphabet; the prototype will recognize each basic signal through an Android application developed for smart devices which will play their meanings in artificial sound of voice and text messages.

The analog data is obtained through the variation of the ohmic value of each sensor when being bent by the glove, the electronic board Arduino Lilypad is sewed in the glove, a conductive thread will acquire analog data and convert it into digital data respectively according to the eight basic signs already programmed into the code of high level control on the Arduino platform. A Bluetooth module which will establish and maintain a wireless communication between the glove and mobile device for sending digital data, which will be processed by an Android application installed on a smart device was implemented, so that you can get a reproduction implemented auditory and textual message printed.

The glove design is based on a flexible type of fabric which conditions the right hand of the user, with a user manual for proper use in a much easier way.

The prototype GTSB-1 (Basic Glove Translate Signs) for deaf people; allowing the reduction of the technological gap in university students, compelling them to make electronic projects for people who have some special ability and also helping them to improve their quality of life especially by providing the inclusion of new opportunities in their social life, educational and above all in their family background, since most deaf people are cared for by their families; this prototype would improve communication skills within their surroundings.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo desarrollar un prototipo G.T.S.B - 1 (Guante Traductor de Señas Básicas) para ampliar la capacidad de comunicación en las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje brindando nuevas oportunidades de inclusión en el ámbito familiar.

En el primer capítulo se analiza todo acerca de la descripción del anteproyecto en el cual se plantea el tema específico conjuntamente con los objetivos a cumplir durante el transcurso del desarrollo, el problema con su justificación y alcance, así también del cronograma de actividades.

En el segundo capítulo se presenta toda la investigación realizada acerca de la comunicación y lenguajes no verbales, así como de la descripción de sensores, módulos de comunicación, placas electrónicas y elementos pasivos electrónicos utilizados para la construcción del prototipo.

En el tercer capítulo se hablara de todo el proceso de desarrollo que se obtuvo hasta llegar al diseño de un prototipo final; donde implica tomar en cuenta la elección e implementación de cada componente electrónico, construcción y rediseño del guante traductor; también los requerimientos necesarios para mejorar el prototipo, pruebas de funcionamiento y depuración de errores tanto del software como del hardware implementados en el prototipo.

En el cuarto capítulo se hará un breve análisis costo/beneficio, que implica la realización de este proyecto.

En el quinto capítulo se exponen las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo del presente trabajo de titulación.

CAPITULO I. ANTECEDENTES

1.1 TEMA

PROTOTIPO G.T.S.B -1 (GUANTE TRADUCTOR DE SEÑAS BÁSICAS), PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA Y DE LENGUAJE.

1.2 PROBLEMA

A pesar de la gran variedad de lenguajes dactilológicos (comunicación mediante el uso de los dedos de la mano) existentes, y de la gran cantidad de signos que estos poseen, la comunicación verbal sigue siendo una limitación importante en la formación de personas con discapacidad auditiva y del habla, hecho que se evidencia aún más en su formación a través de ambientes virtuales en donde predomina la comunicación verbal, lo que supone un impacto directo en su inserción en la sociedad, el ámbito familiar y de manera general en el mundo laboral.

En la actualidad en nuestro país las personas con capacidades especiales todavía sufren algún tipo de discriminación y prejuicio por algunos sectores de la sociedad, originando la separación de grupos sociales, esto se podría de alguna manera contrarrestar desarrollando un prototipo de comunicación electrónico que se pueda adquirir a bajo costo en cualquier tienda comercial o centro médico especializado.

Uno de los problemas detectados radica en la inexistencia en el mercado de sistemas electrónicos de comunicación, y también en el desconocimiento de procesos de aprendizaje diferentes para ampliar la comunicación de estas personas dentro de un contexto social y familiar. Por ello se reclama la difusión de dichas soluciones locales e importadas, su

adecuación al medio local, la capacitación en su uso, el soporte técnico local en cuanto a mantenimiento y reparación.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un prototipo G.T.S.B -1 (Guante Traductor de Señas Básicas) para ampliar la capacidad de comunicación en las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje brindando nuevas oportunidades de inclusión en el ámbito familiar.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar acerca de lenguajes no verbales existentes para determinar sus capacidades de comunicación y generar un propio lenguaje que se adapte a las necesidades de las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje.
- Discriminar acerca de los elementos del prototipo electrónico, en donde se puedan sensor los datos del usuario con el fin de digitalizar las señales.
- Realizar una aplicación móvil para Smartphone con el fin de vincular el prototipo electrónico en el dispositivo móvil y este a su vez pueda comunicar en lenguaje auditivo.
- Ejecutar pruebas del sistema para luego depurar errores y desarrollar un manual de usuario para el correcto uso del prototipo G.T.S.B -1(Guante Traductor de Señas Básicas), para personas con discapacidad auditiva y de lenguaje.

1.4 ALCANCE

El presente proyecto de titulación consiste en el desarrollo de un prototipo G.T.S.B-1 (Guante Traductor de Señas Básicas) el cual permita ampliar las capacidades de comunicación en las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje dentro de un entorno familiar y social.

Para dar cumplimiento con lo propuesto, se inicia con el análisis del Marco Teórico, en el cual abordaremos las características necesarias para el desarrollo del prototipo G.T.S.B-1 (Guante Traductor de Señas Básicas), así también se realizara un estudio de las necesidades básicas que presentan las personas con problemas de habla, y será necesario analizar un tipo de lenguaje de señas diferente al original para obtener un proceso de aprendizaje inusual al ya mencionado.

El desarrollo consta en una programación de un microcontrolador el cual permita procesar señales análogas/digitales, y que adaptado con un módulo de comunicación inalámbrica pueda enlazarse con una aplicación desarrollada en un software de aplicaciones móviles para ser instalado en un Smartphone; esto cumplirá los requerimientos necesarios para mantener una comunicación mediante señas básicas desde el Prototipo G.T.S.B- 1, hasta un Smartphone, el cual permitirá obtener una comunicación auditiva por medio del altavoz del dispositivo inteligente, generando sonidos en forma de frases auditivas expresando las necesidades básicas que las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje presentan como pueden ser : necesito beber agua, quiero ir a dormir, tengo mucha hambre, quiero liberar desechos corporales, tengo mucha fatiga, necesito cariño, me siento enfermo y necesito entretenerme.

El prototipo G.T.S.B – 1 (Guante Traductor de Señas Básicas), para personas con discapacidad auditiva y de lenguaje; sensorá 8 señales básicas del usuario que son: dormir, comer, beber agua, liberar desechos corporales, entretenimiento, enfermedad, fatiga y cariño;

estas son recogidas de CHOREN, Susana, Necesidades Humanas Básicas, donde nos explica que debemos atender de una persona primordialmente, además este prototipo sensorará señales de una sola mano.

Para terminar el proyecto de titulación, se dará a conocer tanto los resultados como de las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el transcurso de la investigación y realización del trabajo.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Con el adelanto y desarrollo de la tecnología existe una gran cantidad de ramas o variantes que cada día cobran fuerza a medida que se investiga sobre ellas; tal es el caso de la aplicación de la electrónica. Puesto que en la Universidad Técnica del Norte cuenta con la Carrera de Ingeniería Electrónica y Redes de Comunicación, se tiene gran trascendencia en el desarrollo de este tipo de proyectos, ya que se plasma en ellos todos los conocimientos y las experiencias compartidas en las aulas tanto por docentes y estudiantes.

Este trabajo de investigación se justifica porque con la aplicación del prototipo G.T.S.B - 1 (Guante Traductor de Señas Básicas) se podrá reproducir el sonido de las señas básicas de una persona con discapacidad auditiva y de lenguaje, esto permitirá en nuestra sociedad más accesibilidad a las personas con capacidades especiales, en los ámbitos: educativo, social y sobre todo familiar.

Según el Plan Nacional del Buen Vivir y el Plan Nacional de Ciencia y Tecnología uno de los objetivos que se plantea el estado es reducir la brecha tecnológica a que los estudiantes universitarios se vinculen con aspectos de mejora social, y que según el planteamiento de

mejorar la calidad de vida de las personas con capacidades especiales en el objetivo 1 se define: Auspiciar la igualdad, la cohesión y la integración social y territorial en la diversidad.

Según el Art.87 de la Ley Orgánica de Discapacidades determina al MIES como autoridad nacional encargada de la inclusión económica y social para las personas con capacidades especiales, teniendo el objetivo de capacitar a las familias que tienen bajo su cuidado a estas personas, en el buen trato y atención que deben prestarles.

En el Ecuador existen aproximadamente 14'483.499 de personas, las cuales el 5,6% de la población ecuatoriana presenta algún tipo de capacidad especial, es decir alrededor de 815.900 personas, las cuales el 48,4% son hombres y el 51,6% son mujeres.

Actualmente el código laboral protege y da la oportunidad para que personas con capacidades diferentes puedan insertarse en el mundo productivo, esto conduce a que muchos jóvenes y adultos mejoren sus condiciones de vida, puedan de alguna manera ayudar o mantener a su familia y apoyar al desarrollo del país a través de un trabajo productivo.

De la misma manera se puede desarrollar este proyecto ya que los dispositivos móviles abren las puertas hacia un nuevo mundo de posibilidades que actualmente crece cada día más y más, ofreciendo variedad de software, sistemas operativos, complementos, etc. También se podría decir que la tecnología electrónica ha tenido grandes avances en el campo de controladores y elementos electrónicos, ofreciendo nuevas alternativas para desarrollo de soluciones necesarias y en ciertos casos vitales pero lo más importante es considerar que la tecnología investigada sea accesible a todas las personas sin importar su condición económica.

1.6 CONTEXTO

En la Universidad Técnica del Norte se ha realizado la investigación e implementación de un Dispositivo Traductor de lenguaje de señas de personas sordas a sonidos auditivos de las letras del abecedario; el aporte de la investigación y futura implementación del Prototipo G.T.S.B-1 (GUANTE TRADUCTOR DE SEÑAS BÁSICAS) para personas con discapacidad auditiva y de lenguaje, será la expresión de las necesidades básicas que presentan las personas con discapacidad auditiva o del habla, que con un solo movimiento o representación de una seña diferente al lenguaje de señas que ellos utilizan, llegar a obtener una comunicaron auditiva mediante el uso de una aplicación que dé respuesta al movimiento de la mano derecha de dicha persona.

1.7 CONTENIDOS

CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES

Descripción del tema, objetivos, planteamiento del problema, justificación, alcance, contexto y cronograma de actividades.

CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO

Comunicación no verbal, lenguajes no verbales, sensores, Microcontroladores, sensores, módulos de comunicación inalámbrica, elementos pasivos electrónicos, descripción de software y hardware de uso.

CAPITULO 3 DESARROLLO

Descripción general del sistema, concepción a bloques, determinación y descripción de subsistemas. Caracterización y parametrización del hardware, diagrama esquemático general, descripción de cada firmware, pruebas de funcionamiento.

CAPITULO 4 ANÁLISIS ECONÓMICO

Análisis de costos, análisis costo – beneficio.

CAPITULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Análisis del trabajo realizado en donde se realizaran las respectivas conclusiones y recomendaciones luego de haber realizado todo el proceso de desarrollo del prototipo

1.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD		DURACIÓN																							
1	Recopilación de la información	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
2	Tratamiento de la información							8	9	10															
3	Elaboración del Capítulo I: Antecedentes										11	12													
4	Revisión del Capítulo I											12	13												
5	Elaboración del Capítulo II: Marco Teórico												13	14	15	16	17	18	19	20					
6	Revisión del Capítulo II													14	15	16	17	18	19	20	21				
7	Elaboración del Capítulo IV: Análisis Económico																						22	23	
8	Revisión del Capítulo IV																								23
9	Elaboración del Capítulo V																								23
10	Revisión del Capítulo V																								23
TIEMPO EN SEMANAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 COMUNICACIÓN NO VERBAL

2.1.1 INTRODUCCIÓN

La comunicación no verbal se lleva a cabo mediante la imitación de gestos o signos sin utilizar el habla, el mensaje a querer transmitir se lo realiza mediante la expresión corporal o facial y sobre todo la señalización de los distintos objetos existentes a nuestro alrededor los cuales ayuden a descifrar el mensaje a transmitir.

Flora Davis, (1993) señala que “estudios realizados han concluido que del sesenta al setenta por ciento de lo que tratamos de comunicar se lo realiza mediante la comunicación no verbal, es decir, ayudándonos de gestos, movimientos, expresiones, miradas, señas, etc”.

Las personas que poseen cierta capacidad especial tienen la intención de poder comunicarse con su entorno que los rodea de diferentes maneras, proporcionando información acerca de sus emociones, estados de ánimo y sobre todo de sus necesidades básicas que presentan a diario; la poca estructuración y la dificultad en interpretar la información ha hecho que exista una brecha de poca relación al momento de tratar con este tipo de personas que sufren una cierta capacidad especial, caso estudiado en las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje.

2.1.2 MODOS DE LA COMUNICACIÓN

“La mayor parte de los gestos y movimientos empleados y que se usan regularmente están condicionados por el entorno que nos rodea, es decir la cultura en la cual nos hemos criado” (Flora Davis, 1993, p. 1).

Esto también depende del entorno familiar ya que tiene una clara influencia en nuestro comportamiento y en nuestros modos de podernos comunicar con nuestro cuerpo.

Existen varios modos de comunicación, entre ellos se destacan las partes de nuestro cuerpo que más a menudo están en movimiento al momento de establecer una comunicación dentro del entorno que nos rodea como es el olfato, la vista, el tacto, las posturas del cuerpo y sobre todo los gestos de las manos; los cuales se detallan de mejor manera a continuación.

2.1.2.1 Olfato

Edward Hall, (1991) señala que “se puede interpretar como un receptor de mensajes, es decir, poder localizar un lugar u objeto específico guiándonos por el olor del mismo, como puede ser una comida en especial, un perfume, un aviso de incendio; entre otros” (p. 4).

2.1.2.2 Vista

Permite interpretar un envío de un mensaje con solo una mirada ya que “puede transmitir ciertas emociones de forma directa hacia las demás personas como los sentimientos, atracciones, desagradados, estimulaciones; entre otros” (Ekman; 1997, p.5).

2.1.2.3 Tacto

Se relaciona con el estado de cierta persona o también con el tipo de relación que tenga, ya que depende de esto para interpretar la forma o el modo de poder transmitir cierto mensaje, además permite reconocer varios objetos con tan solo tocarlos.

2.1.2.4 Cuerpo

Proporciona cierto complemento a la información transmitida, es decir, que “dependiendo de lugar o tipo de conversación nuestro cuerpo reacciona a movimientos inesperados como expresiones faciales, posturas o ritmos según las palabras expresadas” (Peace, 1997, p. 8).

2.1.2.5 Gestos de las Manos

“Está dentro de la estructura del mensaje verbal a transmitir, ya que permiten aclarar lo que se está diciendo” (Peace, 1997, p. 9).

En otro de los casos personas que poseen cierta discapacidad auditiva y de lenguaje, ya cuentan con un lenguaje de señas en donde los gestos son las herramientas principales que usan para poder transmitir mensajes o mantener una cierta comunicación con personas de su mismo entorno.

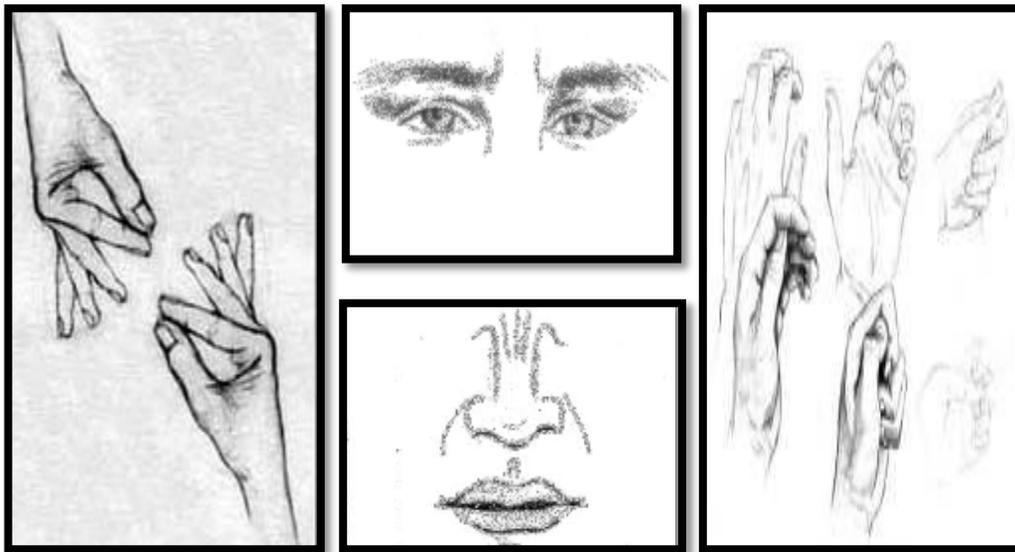


Imagen 1.- Gestos y movimientos que definen los modos de comunicación

Referencia: <http://www.profesorenlinea.cl/castellano/ComunicacionVerbalYNoVerbal.htm>

2.2 LENGUAJE NO VERBAL

2.2.1 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

El componente no verbal trata de comunicar los distintos estados y actitudes que presentan las personas al momento de querer transmitir un mensaje; mientras que el componente verbal trata de comunicar información más concreta del mensaje a transmitir. Existen dos sistemas de comunicación no verbal que pueden ser especificados para cada individuo o de forma general y estos son:

2.2.1.1 Lenguaje Corporal

También conocido como la kinesia, “es todo aquel que presentamos a diario al momento de comunicarnos con los demás como son los gestos, movimientos corporales, el tono de voz, formas de mirar, formas de vestir, y posturas del cuerpo” (Rebel y Edaf, 2001, p. 22).

2.2.1.2 Lenguaje Icónico

Colle (1998) señala que “el lenguaje icónico es conocido como un sistema de representación gráfica de la realidad a través de imágenes, en él se incluyen muchas formas de comunicación no verbal” (p. 7), como: los códigos universales (Morse, Braille, lenguaje de los sordomudos), códigos semiuniversales (el beso, signos de luto o duelo), y códigos secretos (señales de árbitros deportivos, maestros de clase, policías de tránsito).

2.2.2 CARACTERÍSTICAS

La comunicación no verbal es una actividad en el cual dos o más personas comparten una conversación mediante expresiones, gestos, señas, símbolos u otros, de manera que puedan

entenderse. El lenguaje no verbal también puede estar acompañada de la parte verbal con la finalidad de poder complementar o ampliar el significado del mensaje a transmitir.

La comunicación no verbal prácticamente es una acción inevitable al momento de compartir información con las demás personas ya que predomina en función de la expresión corporal y emocional dependiendo del tema que se esté tratando o debatiendo.

La comunicación no verbal también varía dependiendo del lugar en donde nos encontremos o con el tipo de personas con el que estemos tratando, esto depende de la cultura que llevemos según el entorno en donde nos hemos criado, es decir que los gestos que comparto con una persona de mi misma cultura no van a tener el mismo significado que los que comparto con personas de diferentes culturas.

El lenguaje no verbal puede expresar de mejor manera un mensaje a ser transmitido ya que las personas al momento de mantener una conversación primero observan el tipo de actitud que toman y la forma en como la transmiten, es por eso que es mucho más valiosa que la comunicación verbal.

2.3 COMUNICACIÓN PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA

2.3.1 INTRODUCCIÓN

Personas que presentan una cierta capacidad especial en el caso de los sordomudos, la comunicación con el medio que los rodea en si se vuelve una barrera constante al momento de intercambiar información; echo que se ve evidenciado aún más en el ámbito familiar, es por esto que el desarrollo de prototipos electrónicos de comunicación son alternativas que permitirán

ampliar las capacidades de comunicación de las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje, además de los métodos ya existentes como son la labio lectura y el lenguaje de signos.

2.3.2 PATOLOGÍA AUDITIVA Y DEL HABLA

“Podemos definir a la patología dentro de la medicina como la encargada de estudiar los trastornos anatómicos y fisiológicos de tejidos y órganos enfermos” (Hurtado, 2004, p. 2).

Se llama a una persona sordomuda debido a que ha perdido la capacidad auditiva y vocal al mismo tiempo, es decir que durante su proceso de crecimiento estas personas no han podido desarrollar la destreza de escuchar y hablar. Este tipo de enfermedad puede ser hereditario, o por consecuencia de algún traumatismo, exposición al ruido a largo tiempo o por el consumo de medicamentos que afectan al nervio auditivo.

Podemos decir que la comunicación no verbal ha permitido desarrollar habilidades en las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje con la finalidad de ampliar sus capacidades de comunicación, el lenguaje signado o de señas ha permitido que muchas personas mejoren su comunicación dentro de su propio entorno; pero aun así existe una brecha importante entre las personas sordomudas con personas que no presentan este tipo de capacidad especial.

2.3.3 LENGUAJE DE SEÑAS

López, Rodríguez, Zamora, y Sosa (2008) señalan que el lenguaje de señas “es uno de los mecanismo de comunicación que utilizan las personas sordomudas para poder intercambiar información dentro del entorno que los rodea” (p. 24); esto les permitirá expresar sus

sentimientos, pensamientos y emociones de acuerdo a los movimientos y flexibilidad de las señas que ellos emitan hacia los demás.

Las personas que presentan esta capacidad especial deben estudiar una alternativa que les permita comunicarse de alguna u otra manera con el medio que los rodea, es por esto que nace la necesidad de poner a prueba las capacidades de cada persona para poder entender el lenguaje de señas que deben aplicar para su inclusión dentro de algún entorno ya sea social, laboral, educativo o familiar.

2.3.3.1 Ejercicios Previos al Lenguaje de Señas

Las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje que inician la comprensión y manejo de las señas, “sienten a sus inicios cierta timidez y severidad al momento de formar las señas con sus manos” (López, Rodríguez, Zamora, y Sosa, 2008, p. 26).

Se es necesario tener una buena coordinación de los movimientos con la finalidad de que el mensaje a transmitir sea claro y preciso para la persona que lo recibe, la práctica constante de estos movimientos harán que las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje cierren esa brecha de inclusión dentro del entorno que los rodea y puedan comunicarse sin ningún impedimento dentro de su propio medio; es así que se presentan ciertos requisitos muy útiles y necesarios para el buen manejo del lenguaje de señas.

- “Mover las muñecas en forma circular con las manos en puño rotándolas hacia la izquierda y derecha, y después en forma alternada” (López, Rodríguez, Zamora, y Sosa, 2008, p. 27).
- Alternando las manos abrir y cerrar los dedos continuamente, todos al mismo tiempo.

- Alternando las manos abrir y cerrar los dedos continuamente, uno a uno.
- Ubicar las manos en un lugar plano e ir levantando los dedos de forma alternada uno a uno tanto de ida como de vuelta.
- “Tocar las yemas de los dedos de ambas manos alternadamente, es decir, meñique de una mano con meñique de la otra mano, luego anular con anular, medio con medio, índice con índice y finalmente pulgar con pulgar” (López, Rodríguez, Zamora, y Sosa, 2008, p. 27).
- Estirar los dedos de tal forma que una mano ayude a la otra.

2.3.4 ACTUALIDAD DEL LENGUAJE DE SEÑAS EN ECUADOR

El lenguaje de señas hoy en la actualidad es una parte muy esencial para la comunicación de personas que presentan una cierta discapacidad auditiva, tal es el caso que para cada ciudad, país o región existen varias maneras de comunicación.

En el Gobierno de Ecuador ya ha presentado el primer diccionario de señas dirigido especialmente para las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje.

El diccionario Oficial de Lengua de Señas fue lanzado el 15 de Octubre del 2012 y elaborado conjuntamente con la Federación Nacional de Personas Sordas de Ecuador, el Ministerio de Educación y la Agencia de Cooperación de Estados Unidos.

Gracias al anterior vicepresidente ecuatoriano en Lenin Moreno quien asumió el cargo en el periodo 2007-2013, el proyecto fue lanzado con éxito, esto permitirá fortalecer la parte educativa de estas personas con discapacidad auditiva y de lenguaje con la finalidad de brindarles nuevas oportunidades de igualdad e inclusión dentro del entorno que los rodea.

El Diccionario y las Guías están a disposición de forma gratuita en FENASEC¹ para los centros educativos y las asociaciones de personas sordas, padres, docentes e intérpretes en las distintas ciudades del país.

2.3.4.1 Innovación Tecnológica

Tanto en el Ecuador como a nivel mundial se han desarrollado un sin número de prototipos electrónicos traductores de señas enfocados especialmente para las personas que presentan una cierta discapacidad auditiva y del habla, con la finalidad de solucionar problemas en beneficio del sector social.

Hoy en la actualidad el avance tecnológico especialmente en el área de la electrónica y tecnologías inalámbricas, han posibilitado un sin número de aplicaciones enfocadas a mantener la inclusión de personas con capacidades especiales dentro de la sociedad, devolviéndoles así la habilidad, autoestima y confianza para el desarrollo de sus actividades diarias.

La utilización de sensores, acelerómetros, módulos de comunicación inalámbrica, microcontroladores, elementos electrónicos pasivos, el uso de Smartphone y desarrollo de aplicaciones; han logrado facilitar el diseño y construcción de diferentes prototipos, desempeñando varias funciones y han sido presentados a nivel nacional provenientes de las diferentes universidades del Ecuador, con el fin de romper la brecha tecnológica y realizar proyectos enfocados a resolver problemas dentro de la sociedad, caso especial en las personas que presentan una cierta capacidad especial.

¹ FENASEC= Federación Nacional de Personas Sordas del Ecuador

La aplicación del presente proyecto es la de ofrecer un sistema de aprendizaje diferente a los ya inusuales existentes, es decir, presentar un lenguaje de signos o señas distinto y que por medio de este permitir expresar las distintas necesidades básicas que presentan las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje enfocados dentro del ámbito familiar;

La aplicación de herramientas tecnológicas ayudará a estas personas a mejorar su calidad de vida y sobre todo enfocar la atención de los mismos para brindarles un mejor cuidado dentro del hogar.



Imagen 2.- Alfabeto dactilológico Universal

Referencia: <http://www.discapacidadonline.com/lengua-de-senas-para-sordos-y-oyentes.html>

2.3.4.2 Situación Actual y Leyes de Discapacidad en Ecuador

El cambio de políticas y leyes en nuestro país últimamente ha hecho que existan avances en lo que comprende al reconocimiento de la igualdad de oportunidades e inclusión social de las personas que presentan ciertas discapacidades.

Durante los últimos años se ha hecho evidente el cambio del sistema de salud, educación y empleo, en donde se garantizan los derechos de las personas con discapacidad, ofreciéndoles la debida atención, protección y cuidado de las mismas.

Para Orlando Caiza (2012)

La discapacidad y la pobreza se encuentran íntimamente relacionadas y ambas son causa y consecuencia de la otra. Cuando la gente enfrenta la pobreza, el riesgo de adquirir una discapacidad se incrementa, debido a las precarias condiciones de trabajo, salud, higiene, educación. Cuando la discapacidad se presenta en un medio de pobreza, se agravan las condiciones de vulnerabilidad, exclusión social y marginación (p. 24).

Para la Ley Orgánica de Discapacidades (2012)

Según el Art.63 se enfoca a la Accesibilidad de la comunicación en donde el estado promocionará el uso de la lengua de señas ecuatoriana, el sistema Braille, las ayudas técnicas y tecnológicas, así como los mecanismos, medios y formatos aumentativos y alternativos de comunicación; garantizando la inclusión y participación de las personas con discapacidad en la vida en común.

Para la Ley Orgánica de Discapacidades (2012)

Según el Art.87 determina al MIES² como autoridad nacional encargada de la inclusión económica y social para las personas con capacidades especiales, teniendo el objetivo de capacitar a las familias que tienen bajo su cuidado a estas personas, en el buen trato y atención que deben prestarles.

² MIES = Ministerio de Inclusión Económica y Social

2.3.4.2.1 Estadísticas y Censos

En el Ecuador existen aproximadamente 14'483.499 de personas, las cuales el 5,6% de la población ecuatoriana presenta algún tipo de capacidad especial, es decir alrededor de 815.900 personas, las cuales el 48,4% son hombres y el 51,6% son mujeres; el número de personas con discapacidad empadronadas para las elecciones del 23 de febrero del 2014 son un total de 304.108 personas.

Para Orlando Caiza (2012)

El Consejo Nacional de Discapacidades, CONADIS, es un organismo autónomo de carácter público, encargado especialmente de coordinar y ejecutar todo tipo de acciones dentro del área de las discapacidades a nivel nacional; conjuntamente con La Federación Nacional de Sordos Ecuador, FENASEC, que es una organización dirigida a las personas sordas la cual se encarga del cuidado y atención de las necesidades que presentan al sufrir dicha discapacidad, tienen como objetivo primordial permitir el desarrollo personal de dichas personas, eliminando la brecha de la educación, formación, inclusión social, familiar y laboral, brindándoles nuevas oportunidades de superación y ejerciendo sus derechos planteados en la Ley Orgánica de Discapacidades (p. 39).

2.3.5 NECESIDADES BÁSICAS

En general, los niños sordos al igual que el resto de los niños, no tienen problemas intelectuales para adquirir un idioma. Sin embargo, son las barreras que encuentran en su entorno, las que generan dificultades para acceder a la educación, para comunicarse libremente, para informarse y participar. La lengua natural de las personas sordas es la lengua de señas, una

lengua plena que es viso-gestual que les permite comunicarse plenamente y desarrollar su capacidad intelectual.

“Hay que conocer las necesidades individuales de cada persona con necesidades múltiples ya que cada una tiene sus propias características, intereses, capacidades, fortalezas y debilidades, frustraciones y motivaciones que en sí mismas nos permiten entenderla” (María Neri, 2001, párr. 15).

Existen múltiples tipos de necesidades que presentan dichas personas, de las cuales las podemos clasificar de la siguiente manera:

2.3.5.1 Necesidades Comunicacionales

“La dificultad de comunicación de las personas ha provocado un verdadero problema al momento de relacionarse con su entorno que los rodea” (Kéller, 1989, párr. 12).

La dificultad de comunicación en las personas con capacidades especiales, caso especial de las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje, puede influir seriamente ya sea de manera temporal o permanente en el desarrollo social, familiar, educativo y laboral de la persona que presenta una cierta capacidad especial, como pueden ser:

- Presenta graves problemas de comunicación y comprensión de lo que sucede a su alrededor.
- Perciba al mundo de forma distorsionada.
- Presenta dificultad para comunicarse con su entorno.
- Dificultad para anticipar sucesos futuros o el resultado de sus acciones.
- Viven en un mundo inconsistente.

2.3.5.2 Necesidades Físicas

En cuanto al desarrollo tecnológico, María Neri (2001) aporta que existen grandes posibilidades para la mejora de la calidad de vida de las personas con discapacidad, las nuevas tecnologías aplicadas al campo de la integración de personas con discapacidad física tratan de facilitar la educación y comunicación y eliminar las barreras arquitectónicas y urbanísticas existentes.

Su principal finalidad es la de potenciar el rendimiento y la autonomía de las personas a través de la corrección o disminución de sus limitaciones. La electrónica, la robótica y la informática han puesto todas sus posibilidades al servicio de estas personas, especialmente para aquellos que presentan graves limitaciones físicas; algunas de las limitaciones o condiciones a las que se enfrentan pueden ser:

- Se vea limitado a un espacio reducido o a moverse libremente.
- Tenga problemas médicos que puedan originar serios retardos en el desarrollo.
- Retardo psicomotor.
- Tenga percepciones distintas de las sensaciones táctiles.
- Pobres respuestas propioceptivas.
- Distorsión de la información visual y auditiva que recibe.
- Necesidad de aparatos de soporte o adaptados a sus requerimientos físicos.

2.3.5.3 Necesidades Físicas Ambientales

Según la Organización Mundial de la Salud (2013), la facilidad de acceso a los servicios de salud y el transporte son dos de los motivos principales por los que las personas con discapacidad

no reciben los cuidados que necesitan en lugares donde ellos se desenvuelven. La falta de servicios apropiados para las personas con discapacidad es una barrera importante que impide el acceso a la asistencia ya sea sanitaria o de algún lugar en común en donde ellos suelen pasar. La información que es adquirida de cualquier lugar es importante para el buen desenvolvimiento de las personas con discapacidad ya que les permite conocer el espacio o ambiente, con el fin de tomar mejores decisiones para el buen uso de los recursos existentes dentro de aquel lugar; algunas de las condiciones a las que se pueden enfrentar son:

- Conocimiento del ambiente adaptado a sus necesidades.
- Inseguridad para desenvolverse en el ambiente.
- Necesidad de contraste de color, textura e información del ambiente.
- Adaptación de espacios y requerimientos.

2.3.5.4 Necesidades Cognitivas

Vélez (2006) señala que las “capacidades que tienen las personas para procesar diferentes tipos de información en los niveles de entrada, elaboración y salida, a las dificultades específicas que pueden presentar en la comprensión de una tarea o actividad” (p. 19), para así adaptarse al medio o entorno que los rodea. Determina el nivel de desempeño y aprendizaje de una persona dependiendo de las habilidades con la que cuentan, es necesario el apoyo de personas cercanas que puedan facilitar un tratamiento para mejorar las funcionalidades cognitivas de personas que presentan este problema.

- Privado de las motivaciones extrínsecas básicas.
- Desarrollo sus propios estilos de aprendizaje para compensar sus múltiples necesidades.

- Lentitud en su desarrollo integral.
- Necesidad de comprobar una y otra vez por mucho tiempo.
- Poca discriminación entre ellos y el ambiente.
- Dificultad para formar ideas de las cosas fundamentales de la vida.

2.3.5.5 Necesidades Sociales

Las necesidades para ser sociales deben cumplir con una serie de criterios como puede ser el número existente de personas, el lugar en donde desarrollan sus actividades, el medio que los rodea, la ayuda que reciben, condiciones de vida, entre otros.

Para Martínez y Verde (2004)

En el área social las personas con discapacidad, los servicios sociales estarán orientados a conseguir su plena integración en la sociedad; para ello es preciso desarrollar medidas a través de una política social que partiendo de las necesidades que presentan se formulen líneas de actuación conjunta en el ámbito de los servicios sociales, sanitarios, de educación, trabajo, familiar, entre otros; la implementación de programas específicos de servicios y recursos sociales como programas educativos y de inserción social permitirán aumentar el bienestar y la calidad de vida de estas personas con discapacidades (p. 17).

Ciertos problemas que presentan al no cumplir con ciertos programas de inserción en la sociedad pueden ser:

- Conductas retadoras producto de la incomunicación.
- Origen de un mundo caótico a su alrededor.
- Dificultad para interactuar con las personas.

- Dificultad para aprender o realizar las necesidades básicas elementales como: comer, ir al baño, vestirse, dormir, jugar; etc.
- Serias dificultades para orientarse y movilizarse independientemente.
- Integración en ambientes de personas sordas, ciegas, típicos y comunidad en general.

2.3.5.6 Necesidades Emocionales

Para Fitzpatrick R. (1984)

Todos los humanos tienen necesidades emocionales básicas. Estas necesidades pueden ser expresadas como sentimientos, por ejemplo la necesidad de sentirse aceptado, respetado e importante. Mientras todos los humanos comparten estas necesidades, cada uno difiere en la intensidad de la necesidad, así como algunos necesitamos más agua, más alimento o más sueño. Una persona puede necesitar más libertad e independencia, otra puede necesitar más seguridad y conexiones sociales. Una puede tener una mayor curiosidad y una mayor necesidad de comprensión, mientras otro está complacido de aceptar lo que sea que se le haya dicho (párr. 1).

Personas que sufren alguna discapacidad se ven obligados a depender siempre de individuos que los rodean y que los aceptan completamente a pesar de cualquier inconveniente que presenten como familiares o amigos; la sensación de sentirse seguros dentro del entorno que los rodea permitirá a estas personas poderse desarrollar de mejor manera, poder tener más confianza en sí mismos y sobre todo lograr una estabilidad emocional aceptable; ciertos aspectos que no se pueden cumplir tendrían como consecuencias las siguientes:

- Conductas retadoras producto de la situación de incomunicación.

- Pasividad creciente.
- Falta de expresiones corporales y mímicas.
- Dificultad en la expresión de sus sentimientos.
- Acentuada auto-estimulación.
- Falta de iniciativa a la proximidad, exploración, interacción y comunicación social.
- Repetidos patrones de comportamiento.
- Autodestrucción.
- Patrones de comportamientos inexplicables.

2.3.5.7 Necesidades Familiares

Para Fernando Fantova (2004)

Gran parte de la vida la mayoría de las personas conviven en un ámbito familiar, cuando en el seno de una familia nace un niño con una discapacidad, no cabe duda de que este acontecimiento afecta a cada uno de los miembros; tampoco cabe duda de que el contexto familiar es, al menos durante un buen número de años, el entorno que más va a influir sobre la persona con o sin discapacidad (p. 1).

La familia conoce a la persona con discapacidad y la acepta en su seno con sus peculiaridades. Para ello, probablemente, la familia tendrá que ir reconstruyendo un mundo diferente, para dar significado y valor a un acontecimiento y una presencia al que el entorno sociocultural normalmente no se lo da. También será necesario aprender a relacionarse y comunicarse con el familiar. Para ello, padres y familiares tendrán que reaprender lenguajes olvidados o aprender o construir otros nuevos. En otras ocasiones habrá que aprender a manejar otro tipo de recursos: materiales, sociales, tecnológicos. Recursos que, en muchas ocasiones,

se desconocían por completo o se consideraban como de otro mundo; algunas de las consecuencias que pueden acarrear al no poder mantener un ambiente estable entre todos los miembros de la familia incluidos personas discapacitadas pueden ser:

- Familia en situación caótica.
- Limitaciones en actividades propias de una familia.
- Cambio de estilo de vida.
- Demanda de atención al niño especial.
- Descontrol de horarios y rutina familiar.
- Incomprensión de lo que sucede.
- Falta de respuestas de los profesionales y médicos.

2.3.5.8 Necesidades Educativas

Para Androulla Vassiliou (2012)

A pesar de los compromisos de los Estados y miembros por fomentar una educación integradora, los niños con necesidades educativas especiales y los adultos con discapacidad siguen estando desfavorecidos. Muchos de ellos cursan sus estudios en centros separados y los que están escolarizados en el sistema educativo general no suelen recibir un apoyo adecuado. Es necesario desarrollar sistemas de enseñanza integradores y eliminar las barreras a que se enfrentan los grupos vulnerables en materia de participación y logros en la enseñanza, la formación y el empleo (párr. 1).

Sistemas alternativos como prototipos electrónicos de comunicación permitan cerrar la brecha de tecnológica y de inclusión de dichas personas discapacitadas dentro del entorno en el que se desarrollan; es importante que personas a cargo de programas de educación permitan

incluir de la mejor manera a estas personas discapacitadas con el fin de poder mejorar sus capacidades de desarrollo y calidad de vida; pueden existir algunas restricciones de no poder permitir la inclusión de personas discapacitadas dentro del ámbito educativo, pero se pueden seguir algunos requisitos que ayuden o faciliten el apoyo a dichas personas como pueden ser:

- Estrategias educativas y de adaptación al entorno.
- Servicios de atención especialmente diseñados para personas sordomudas congénitas y adquiridas y / o con necesidades múltiples.
- Atención individual y grupal.
- Profesional especializado o entrenado en el tema.
- La clave de la educación y la rehabilitación es la comunicación.
- Establecimiento de una vía eficaz para la comunicación a través del sentido del tacto, el aprovechamiento del resto visual y auditivo, la utilización del sistema de comunicación adecuado, incluyendo la comunicación alternativa.
- La intervención temprana es fundamental para promover el desarrollo integral del niño.
- Dominio y coherencia del eje central que es la comunicación por parte de todos los profesionales y la familia.

2.3.6 ÁMBITO FAMILIAR

Mercado y García (2010) señalan que “Aproximadamente el 95% de niños sordos profundos son de padres oyentes, una vez finalizado el diagnóstico las familias necesitan comprender que la sordera es una condición que atravesará íntegramente la vida de su hijo y la de toda su familia” (p. 21).

“Al ser la sordera una discapacidad invisible y el tener como referente únicamente a los proveedores de ayudas técnicas la sordera puede convertirse en una experiencia traumática por la falta de información oportuna y veraz” (Mercado y García, 2010, p. 22).

La falta de orientación adecuada hace que las familias vean a la sordera únicamente desde una perspectiva médica. Consecuentemente, creen que tienen que rehabilitar a sus hijos para que puedan hablar, es así que frecuentemente dejan de lado actividades de juego, cuentos y crianza infantil para dedicar gran parte de su tiempo a la pronunciación de palabras y sonidos, impidiéndoles ser niños.

Los padres oyentes que tienen hijos sordos tratan de comunicarse con ellos desde el español en su forma oral y emplean métodos poco adecuados, tales como hablarles en tonos gritados o en velocidades descendidas. Se pierden momentos valiosos del crecimiento de sus hijos y no consiguen los resultados esperados, los niños sordos profundos no se comunican mediante una lengua oral. ¿Cómo se comunican con sus hijos sordos? ¿Cómo les expresan su afecto? ¿Cómo les enseñan valores? ¿Cómo comprenden los sentimientos, las frustraciones, las inquietudes de sus hijos sordos si no tienen una lengua común para comunicarse? Estos niños viven como extranjeros en sus hogares.

Es importante señalar que tanto los padres como madres a cargo de una persona que presenta cierta capacidad especial existe la percepción de que les falta información sobre dicha enfermedad, en muchos casos las familias tienen necesidades insatisfechas y piensan que esto es así porque no tienen la información necesaria sobre los recursos existentes que poseen a su alrededor; en la mayoría de las ocasiones no existen las estructuras adecuadas para cumplir con requisitos necesarios para poder beneficiarse de dichos recursos existentes.

“Hay cantidades de familias que instintivamente saben lo que deben hacer, cómo adaptarse y la importancia de integrar al niño a la familia, escuela y a la vida comunitaria” (Mercado y García, 2010, p. 22).

2.4 INVESTIGACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE SENSORES

2.4.1 INTRODUCCIÓN

Hoy en la actualidad los sensores se han convertido en uno de los elementos principales en el desarrollo de sistemas eléctricos y electrónicos, ya que estos son encargados de captar cualquier tipo de acción ya sea esta en magnitud física o química, es decir, el proceso o dispositivo sobre la que se ejerce el control y de la información del comportamiento del trabajo; así la señal captada es transmitida al controlador el cual la procesara para poder tomar cualquier tipo de acción específica de funcionamiento. De esta manera, podemos encontrar a nuestro alrededor una variedad de dispositivos los cuales funcionan con sensores como pueden ser medición de distancia, velocidad, aceleración, temperatura, presión, fuerza, vibración, posicionamiento, aplicaciones en la industria como el control de máquinas, aplicaciones médicas, militares, de seguridad, además de textiles inteligentes que constan de sensores que permiten medir el pulso cardiaco, nivel de temperatura y humedad corporal; entre otros más.

2.4.2 CONCEPTOS BÁSICOS

A continuación se especifican pequeños conceptos, los cuales ayudaran a entender de mejor manera el significado de sensores, transductores, y acondicionadores de señales, ya que son una de las herramientas más importantes para el desarrollo de prototipos electrónicos.

2.4.2.1 Sensor de Señales

Son dispositivos que funcionan como captadores o detectores de información, estos se encuentran en contacto directo con la magnitud que se va a evaluar. En general, los sensores reciben y transforman una magnitud física o química en una señal eléctrica de baja potencia o en una señal óptica, para luego ser entregada a un transductor.

2.4.2.2 Transductor de Señales

Es un elemento o dispositivo que tiene la misión de adaptar un tipo de energía en otro más adecuado para el sistema, es decir “convierte las variaciones de una magnitud física en variaciones de una magnitud eléctrica” (Valverde, 2010, p. 1). El transductor transforma la señal que entrega el sensor en otra normalmente de tipo eléctrico; el transductor suele incluir al sensor.

2.4.2.3 Acondicionador de Señales

Son dispositivos que permiten acondicionar una señal de un sistema a otro, es decir, que a partir de la señal de salida de un sensor esta es adaptada mediante un proceso ya sea de amplificación, filtrado, modulación o demodulación, al sistema entrante con las mejores características de la misma.

2.4.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES

De acuerdo con su aplicación, un sensor puede estar formado por materiales metálicos, no metálicos, orgánicos o inorgánicos, y por fluidos, gases, plasmas o semiconductores. Al usar características especiales de esos materiales, los sensores convierten la cantidad o propiedad

medida en una salida analógica o digital; un sensor debe cumplir varios parámetros o requisitos antes de ser usados con el fin de evitar posibles fallas o errores al momento de llegar a manejarlos, los cuales son descritos a continuación:

2.4.3.1 Exactitud y Precisión

“La medición de exactitud debe ser lo más exacta o alta posible, es decir, que según la variable a detectarse no debe generar errores; el promedio de error entre el valor real el valor detectado tendrá a ser cero” (Calle, 2011, p. 3). La precisión de la medición debe ser tan alta como fuese posible, significa que existe o no una pequeña variación aleatoria en la medición de la variable; la dispersión en los valores de una serie de mediciones será mínima.

2.4.3.2 Rapidez de Respuesta y Sensibilidad

Es el tiempo fijo de respuesta al cual depende de cuánto varíe la magnitud a medir, es decir que el sensor deberá responder en un tiempo mínimo los cambios de la variable detectada. Mientras que la sensibilidad es la “relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada” (Calle, 2011, p. 3), es decir que, al mínimo valor que se obtenga en una entrada, se generará un cambio a la salida.

2.4.3.3 Rango de Funcionamiento y Vida Útil

“Son los valores máximos y mínimos para las variables de entrada y salida de un sensor” (Calle, 2011, p. 4), es decir que, dentro de esos valores el sensor entrara en funcionamiento. La vida útil es el período en el cual el dispositivo continuara funcionando con precisión dentro de los límites predeterminados mediante el rango de funcionamiento.

2.4.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES

A pesar de que pueden hallarse un sin número de clasificaciones para los sensores, a continuación se tomará como una guía, dependiendo de su tipo de señal ya sea de entrada o salida, así como también de su señal eléctrica generada:

2.4.4.1 Según el Tipo de Señal de Entrada

Los sensores pueden ser clasificados dependiendo del tipo de señal al cual responden como pueden ser:

2.4.4.1.1 Mecánica y Térmica

“Permite la medición de magnitudes como: longitud, área, volumen, masa, flujo, fuerza, torque, presión, velocidad, aceleración, posición, acústica, longitud de onda e intensidad acústica. Mientras que la térmica permite la medición de temperatura, flujo de calor y conductividad” (Juan González, 2010, párr. 2).

2.4.4.1.2 Eléctrica y Magnética

Reconoce la medición de variables como el “voltaje, corriente, carga, resistencia, inductancia, capacitancia, constante dieléctrica, polarización, campo eléctrico y frecuencia. Mientras que la magnética registra la medición de intensidad de campo, densidad de flujo, momento magnético y permeabilidad magnética” (Juan González, 2010, párr. 3).

2.4.4.1.3 Química y Radiación

“Permite la medición de una composición, concentración, oxidación, potencial de reducción, porcentaje de reacción y PH. Mientras que la radiación reconoce mediciones tanto de una

intensidad, longitud de onda, polarización, fase, reflectancia, transmitancia e índice de refractancia” (Juan González, 2010, párr. 4).

2.4.4.1.4 Galgas Exométricas

Permite obtener, mediante el adecuado acondicionamiento de la señal resultante, una lectura directa de la deformación longitudinal producida en un punto de la superficie de un material dado, en el cual se ha adherido la galga. El concepto de deformación engloba todas las variaciones sufridas por un cuerpo cuando éste ha sido sometido a una fuerza externa, bien sea compresión, tracción, torsión o flexión. La galga extensométrica es básicamente una resistencia eléctrica. El parámetro variable y sujeto a medida es la resistencia de dicha galga. Esta variación de resistencia depende de la deformación que sufre la galga.

Se parte de la hipótesis inicial de que el sensor experimenta las mismas deformaciones que la superficie sobre la cual está adherido. El sensor está constituido básicamente por una base muy delgada no conductora, sobre la cual va adherido un hilo metálico muy fino, de forma que la mayor parte de su longitud está distribuida paralelamente a una dirección determinada.

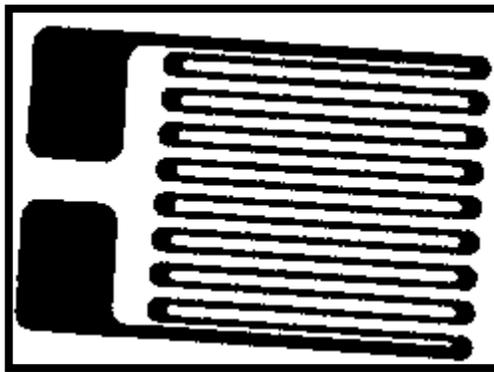


Imagen 3.- Galga extensométrica en reposo.

Referencia: <http://thelastlabproject.blogspot.com/2010/12/clasificacion-de-los-sensores.html>

2.4.4.2 Según el Tipo de Señal Entregada por el Sensor

2.4.4.2.1 Sensores Análogos

“La gran mayoría de sensores entregan su señal de manera continua en el tiempo. Son ejemplo de ellos los sensores generadores de señal y los sensores de parámetros variables, fotoceldas o fotoresistores” (Juan González, 2010, párr. 8)



Imagen 4.- Esquema básico de un sensor analógico

Referencia: <http://thelastlabproject.blogspot.com/2010/12/clasificacion-de-los-sensores.html>

2.4.4.2.2 Sensores Digitales

“Son dispositivos cuya salida es de carácter discreto” (Juan González, 2010, párr. 9). Son aquellos que frente a un estímulo pueden cambiar de estado ya sea de cero a uno o de uno a cero, en este caso no existen estados intermedios y los valores de tensión que se obtienen son únicamente dos, 5 voltios y 0 voltios; o valores muy próximos. Son ejemplos de este tipo de sensores: switch e interruptores.

2.4.4.3 Según la Naturaleza de la Señal Eléctrica Generada.

Los sensores que dependiendo de la naturaleza de la señal generada pueden ser clasificados en:

2.4.4.3.1 Sensores Pasivos

“Son aquellos que generan señales representativas de las magnitudes a medir por intermedio de una fuente de energía auxiliar. Ejemplo: sensores de parámetros variables (de resistencia variable, de capacidad variable, de inductancia variable” (Juan González, 2010, párr. 10).

2.4.4.3.2 Sensores Activos o Generadores de Señal

“Son aquellos que generan señales representativas de las magnitudes a medir en forma autónoma, sin requerir de fuente alguna de alimentación. Ejemplo: sensores piezoeléctricos, fotovoltaicos, termoeléctricos, electroquímicos, magnetoeléctricos” (Juan González, 2010, párr. 9).

2.5 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

2.5.1 INTRODUCCIÓN

Actualmente, la comunicación inalámbrica ha revolucionado al mundo tecnológico, la tendencia a la movilidad ha hecho que exista el desarrollo de dispositivos móviles cada vez más avanzados, con el único objetivo de poder algún día eliminar todo tipo de cables en cualquier modo de comunicación. Todavía es necesario trabajar en nuevas tecnologías que sean capaces de mejorar las prestaciones de las redes inalámbricas en términos de velocidad de transmisión, retardo, consumo, coste y cobertura y así poder abordar con éxito los formidables retos que plantean las aplicaciones en desarrollo.

La Red de Internet es la principal favorecida con respecto a las comunicaciones con tecnología inalámbrica, conocido como Internet móvil, ya que ha permitido que dispositivos

móviles y personas se conecten a la Red desde cualquier lugar del mundo y en cualquier momento, facilitando la aparición de nuevos servicios y aplicaciones sobre estos dispositivos.

Empresas de mucho renombre a nivel mundial tienen como uno de los objetivos principales dentro del área tecnológica, es el desarrollo de tecnologías, aplicaciones y servicios de transmisión de datos a través de medios de comunicación inalámbricos.

2.5.2 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

“El espectro electromagnético es el rango de frecuencias de todas las ondas electromagnéticas que se pueden propagar a través del espacio libre, ordenadas según su longitud de onda y su frecuencia” (Josep Blázquez, 2010, p.7).

Generalmente, la radiación electromagnética se clasifica por la longitud de onda como ondas de radio, microondas, infrarroja y región visible, que percibimos como luz, rayos ultravioleta, rayos X y rayos gamma. Los rangos de frecuencias más usados dentro de las comunicaciones inalámbricas son:

2.5.2.1 Infrarrojo (IR)

“Se utiliza en comunicaciones punto a punto y de corto alcance, es el rango de frecuencias más alto para comunicaciones inalámbricas” (Josep Blázquez, 2010, p. 8).

No permite el traspaso de objetos u obstáculos ya que son ondas muy direccionales; usualmente este tipo de frecuencia es muy usada para el mando a distancia de la televisión, anteriormente también usado para el envío de archivos entre teléfonos celulares a corta distancia.

2.5.2.2 Microonda (MW)

Se adecua para transmisiones de largo alcance como comunicaciones por satélite, y comunicaciones terrestres punto a punto como alternativa el cable coaxial o fibra óptica, y también la mayor parte de tecnologías inalámbricas más habituales como UMTS³, Bluetooth y WLAN. “Las ondas Microondas suelen ser direccionales y utilizan un parte del espectro con frecuencias más pequeñas que las infrarrojas” (Josep Blázquez, 2010, p. 8).

2.5.2.3 Radiofrecuencia (RF)

“Es el rango que utilizan las transmisiones de radio FM⁴, AM⁵ y Televisión Digital Terrestre (TDT); estas transmisiones son de tipo omnidireccionales y pueden atravesar obstáculos sin ningún problema” (Josep Blázquez, 2010, p. 8).

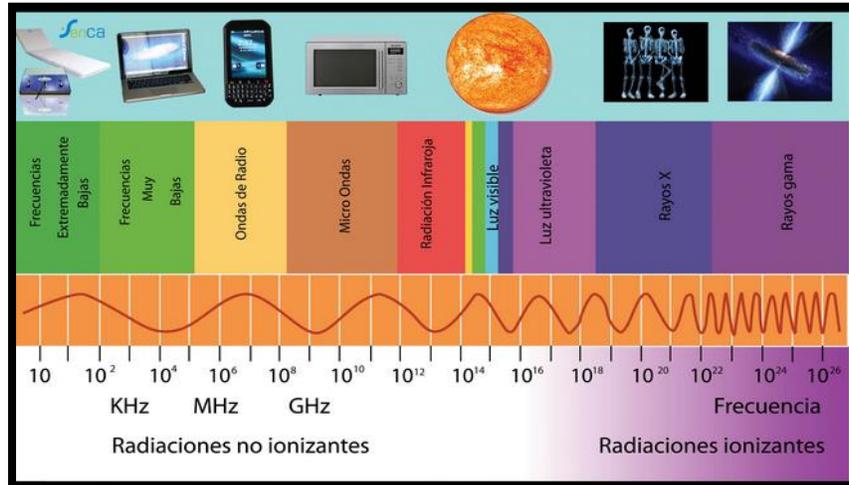


Imagen 5.- Distribución del rango de frecuencias del Espectro electromagnético

Referencia:

[http://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_\(Modulo_1\).pdf](http://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_1).pdf)

³ UMTS = Universal Mobile Telecommunications System

⁴ FM = Frecuencia Modulada

⁵ AM= Amplitud Modulada

Existen rangos de frecuencias dentro del espectro electromagnético como los rayos X, luz ultravioleta y los rayos gamma, los cuales pueden presentar mejores prestaciones que las ondas ya mencionadas como la radiofrecuencia, microondas e infrarrojas; dada su frecuencia tan alta, pero no se utilizan porque pueden llegar a ser peligrosas para la salud de los seres vivos, y además son muy difíciles de modular o tratarlas para un uso específico.

Las bandas autorizadas por los organismos reguladores de las frecuencias del espectro electromagnético se conocen como bandas libres ISM⁶, tanto la ITU⁷ como la FCC⁸ en Estados Unidos se encargan de regular el uso de estas frecuencias, y “a la hora de conceder autorizaciones tienen en cuenta que la potencia de transmisión no sea perjudicial para la salud” (Josep Blázquez, 2010, p. 9).

Número de la banda	Símbolos (en inglés)	Gama de frecuencias (excluido el límite inferior, pero incluido el superior)	Subdivisión métrica correspondiente	Abreviaturas métricas para las bandas
4	VLF	3 a 30 kHz	Ondas miriamétricas	B.Mam
5	LF	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas	B.km
6	MF	300 a 3000 kHz	Ondas hectométricas	B.hm
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas	B.dam
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas	B.m
9	UHF	300 a 3000 MHz	Ondas decimétricas	B.dm
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas	B.cm
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas	B.mm
12		300 a 3000 GHz	Ondas decimilimétricas	

Imagen 6.- Asignación de Rango de Frecuencias

Referencia: <http://rebecajui.wordpress.com/2008/09/08/espectros-electromagneticos-utilizados-en-ecuador/>

⁶ ISM = Industrial Scientific and Medical

⁷ ITU = International Telecommunication Union

⁸ FCC = Federal Communications Commission

2.5.2.4 Características de las Bandas Libres

En una presentación Dan Tabarez (2013) concluye que bandas libres no significan que sean bandas gratuitas, pero sin costos que sean accesibles para la mayoría, además que nos dan libertad de acceso al espectro (Sección de Conclusiones, párr. 2). Se refieren a bandas sin protección de interferencia

Al hablar de explotación de bandas libres, se entiende el uso y operación de redes que operen en esas frecuencias. Pueden ser operadas por terceros.

Las bandas libres por concepto no deben ser licenciadas, es decir, no se debe exigir un título habilitante para su uso, si bien un proceso de registro puede ser necesario para realizar un mínimo control, es necesario una simplificación de los trámites del registro.

Se sugiere una estrategia basada en grupos, para el registro de redes, en la cual un grupo de personas o comunidades puede registrarse ante el regulador a través de los delegados.

“Las bandas libres son también llamadas bandas no licenciadas o conocidas como bandas ISM, designadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas; los servicios de radiocomunicación que funcionan en estas bandas deben aceptar interferencia perjudicial resultante de estas aplicaciones” (Dan Tabarez, 2013, párr. 6), como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 1.- Aplicaciones para bandas libres

TECNOLOGÍA	FRECUENCIA DE TRABAJO
RADIO FRECUENCIA	2400- 2500 Mhz
ZigBee	2400- 2500 Mhz / 902-928 Mhz
BLUETOOTH	2400- 2500 Mhz
RFID	13553-13567 Mhz
WIMAX	2400- 2500 Mhz / 5725-5875 Mhz

Fuente: Basado en “Redes Inalámbricas Espectros Ecuador”, Dan Tabarez, 20013

2.5.2.4.1 Bandas de Frecuencias Libres en Ecuador

Para Dan Tabarez (2013)

La Constitución vigente en el Ecuador, menciona que todas las personas, en forma individual o colectiva, tienen derecho al acceso a las bandas libres de frecuencia para la explotación de redes inalámbricas, para lo cual el Estado garantizará este acceso a través de métodos transparentes y en igualdad de condiciones, precautelando que en su utilización prevalezca el interés colectivo (párr. 3).

El Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), presidido por el Ministro Jaime Guerrero Ruiz, expidió la Norma Técnica para el uso de Bandas Libres, para aplicaciones Industriales, Científicas y Médicas (ISM), mediante Resolución N° TEL-489-22-CONATEL-2013, cuyo objeto es definir características técnicas para el uso libre de las bandas de frecuencias, establecidas en el Plan Nacional de Frecuencias, acorde con las recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

“Las bandas de 2400 a 2500 MHz con su frecuencia central de 2.4 GHz; y las bandas de 5725-5875 MHz con su frecuencia central de 5.8 GHz; están designadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ISM)” (Hugo Carrión 2008, p. 2).

“En las bandas 902 – 928 MHz, 2 400 – 2 483,5 MHz, 5 150 – 5 350 MHz y 5 470 –5 725 MHz, también operan sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha sin protección contra interferencias perjudiciales” (Hugo Carrión 2008, p. 2).

Para Hugo Carrión (2008)

La tecnología de redes inalámbricas ha tenido una particular explosión, gracias al desarrollo dentro de las bandas de frecuencias ISM y UNII⁹. Las bandas ISM son bandas definidas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) como reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica. Por su parte las bandas UNII fueron definidas por la Comisión Federal de Comunicaciones de Estados Unidos (FCC), en el espectro de frecuencias cercano a 5GHz para la implementación de redes inalámbricas de área local (p. 1).

2.5.2.4.2 Mecanismos de Acceso

Respecto a los mecanismos que aseguren un acceso transparente y equitativo al espectro, se sugiere que:

“Debe existir una prevalencia del interés colectivo, para la asignación del espectro, sobre todo en zonas poco atendidas” (Hugo Carrión 2008, p. 4). También se debe darse prioridad a redes que tengan el fin de brindar servicios de: salud, educación, promoción social y económica y otros que se ofrezca en procura del bienestar social.

“Los interesados deben demostrar el objetivo de desarrollo que persiguen así como el fin y el impacto en el uso de las redes a ser implementadas para tener preferencia en el acceso a dichas bandas” (Hugo Carrión 2008, p. 4). Regular no solamente servicios, sino servicios y redes, a fin de ser flexibles con la tecnología cambiante.

⁹ UNII = Unlicensed National Information Infrastructure

2.6 TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

“Comunicaciones Inalámbricas” ,(2013). Perú: Introducción

Las comunicaciones inalámbricas se refieren a establecer un tipo de comunicación sin cables, es decir, que se necesitan el uso de las frecuencias de radio u ondas infrarrojas para la transferencia de información desde un punto a otro. Las principales ventajas de utilizar estas tecnologías inalámbricas es que permiten generar una amplia libertad de movimientos por parte del usuario, también facilita la reubicación de las estaciones de trabajo, evitando la necesidad de establecer cableado y la rapidez en la instalación; otra de las ventajas es la reducción de costos al momento de la implementación. Existen varias tecnologías de transmisión inalámbrica haciendo cada una de ellas adecuadas a determinados usos o aplicaciones como pueden ser: Bluetooth, Wi-Fi¹⁰, Infrarrojos, Zigbee, GPS¹¹; entre otros.

2.6.1 BLUETOOTH

2.6.1.1 Historia

“La historia de Bluetooth se remonta a mediados de la década del 90', cuando Ericsson se encontraba desarrollando una tecnología que permitiera comunicaciones a corto alcance con la bondad de ocupar muy poca energía en los dispositivos principalmente móviles. Ese proyecto era MCLink” (Plaza, 2011, párr. 1).

¹⁰ Wi-Fi = Wireless Fidelity

¹¹ GPS = Global Positioning System

Para Exequiel Plaza (2011)

Con el paso del tiempo, los grandes de la tecnología mostraron interés por el producto y formaron una SIG¹², eso en el campo de la tecnología corresponde a una especie de grupo de trabajo conformado por diferentes empresas, quienes aportan capital monetario y humano. Entre esos grandes está: Apple, Ericsson, Intel, Lenovo, Microsoft, Motorola, Nokia, Nordic Semiconductor y Toshiba; actualmente Bluetooth SIG cuenta con más de 2000 empresas (párr. 2).

Obviamente Bluetooth no se llamó así desde un comienzo, de hecho Bluetooth era un codename de las tantas betas del proyecto. Al SIG le pareció un buen nombre, y lo adoptaron. La palabra Bluetooth proviene del rey danés Herald Blåtand, cuya traducción del apellido a inglés sería "Bluetooth", personaje de notable relevancia escandinava en la época feudal; SIG decidió seguir con el nombre, ya que la tecnología Bluetooth está diseñada para unir múltiples industrias, de la misma manera el Rey Bluetooth unió la Europa escandinava durante el siglo 10 a pesar de que la región estaba sumida en la guerra y la violencia. La tecnología Bluetooth también se originó en Escandinavia, otra razón por la que el nombre se quedó.

“En 1998, cuando Bluetooth vio la luz, Wi-Fi (estándar 802.11) era muy comentado por el público y muchos llegaron a pensar que Bluetooth era la competencia del Wi-Fi. Bluetooth tiene un norte muy bien definido” (Plaza, 2011, párr. 4), y se basa en ser una tecnología que:

- Establece conexiones con poco gasto de energía.
- Establece enlaces por lo general de corta duración, con soporte para voz y datos.

¹² SIG = Special Interest Group

- Otorga seguridad mediante diversas maneras de cifrado de datos, además de exigir el uso de un PIN¹³ para establecer conexiones entre equipos.
- Tiene un bajo costo de producción e implementación, se planteó que no sobrepasara los US\$5 por dispositivo.

Generalmente el logo de Bluetooth es súper potente, desde el punto de vista de marketing; es de aquellos logos que puedes ver por un segundo y lo recordarás por siempre. “El logo es una combinación de dos letras del alfabeto rúnico, precisamente la H (Hagall) y la B (Berkanan)” (Plaza, 2011, párr. 5),

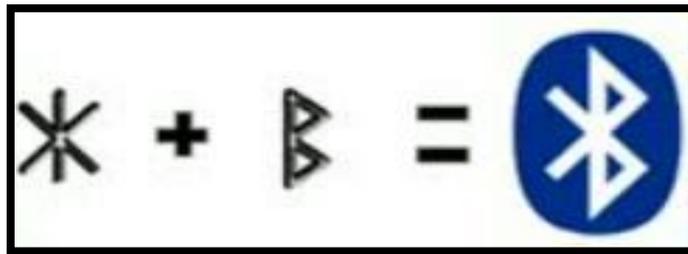


Imagen 7.- Logo de Bluetooth

Referencia: <http://www.wayerless.com/2011/09/la-historia-del-nacimiento-de-bluetooth/>

2.6.1.2 Versiones Bluetooth

Los primeros emisores receptores de bluetooth, fueron el v1.0 y v1.0B, los cuales ya están prácticamente obsoletos, y dieron muchísimos problemas a los fabricantes de teléfonos para la interacción entre dispositivos. Cada versión de Bluetooth incorpora notables mejoras en lo que respecta al consumo de energía y velocidades de transferencia, así como algunas mejoras de seguridad:

¹³ PIN = Personal Identification Number

2.6.1.2.1 Bluetooth Versión .1.1

Para Lorenzo Chacón (2010)

Ericsson inició un estudio para investigar la viabilidad de una nueva interfaz de bajo costo y consumo para la interconexión vía radio (eliminando así cables) entre dispositivos como teléfonos móviles y otros accesorios. El estudio partía de un largo proyecto que investigaba unos multicomunicadores conectados a una red celular, hasta que se llegó a un enlace de radio de corto alcance, llamado MC link. Conforme este proyecto avanzaba se fue haciendo claro que éste tipo de enlace podía ser utilizado ampliamente en un gran número de aplicaciones, ya que tenía como principal virtud que se basaba en un chip de radio (párr. 3).

Ratificado como estándar IEEE¹⁴ 802.15.1-20020, en 1999 Bluetooth lanzó su primera versión, permitía una velocidad de hasta 0.8 ~ 1Mbps a una distancia menor de 10 metros. Obviamente todo lo anterior era teórico y nunca se alcanzaban los 1Mbps¹⁵ y los supuestos 125 KB/s.

2.6.1.2.2 Bluetooth Versión 1.2

Ratificado como estándar IEEE 802.15.1-2005, esta versión es compatible con USB¹⁶ 1.1, a diferencia de la versión 1.1, provee una solución inalámbrica complementaria para coexistir Bluetooth y Wi-Fi en el espectro de los 2.4 GHz, sin interferencia entre ellos.

¹⁴ IEEE = Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

¹⁵ Mbps = Mega Bits por Segundo, Unidad empleada para cuantificar un caudal de datos.

¹⁶ USB = Universal Serial Bus

Para Lorenzo Chacón (2010)

La versión 1.2 usa la técnica “Adaptive Frequency Hopping (AFH), que ejecuta una transmisión más eficiente y un cifrado más seguro. Para mejorar las experiencias de los usuarios, la versión 1.2 ofrece una calidad de voz con menor ruido ambiental, y provee una más rápida configuración de la comunicación con los otros dispositivos bluetooth dentro del rango del alcance, como pueden ser: PDAs¹⁷, HIDs¹⁸, computadoras portátiles, computadoras de escritorio, Headsets¹⁹, impresoras y celulares. Mayor velocidad de transmisión en la práctica, de hasta 721 kbit/s, que en la versión 1.1 (párr. 4).

2.6.1.2.3 Bluetooth Versión 2.0

Fue lanzado en el año 2004 y es compatible con la versión anterior 1.2, “creada para ser una especificación separada, principalmente incorpora la técnica EDR²⁰, que le permite mejorar las velocidades de transmisión en hasta 3Mbps” (Chacón, 2010, párr. 5), aunque en la realidad su tasa de transferencia es de 2.1 Mbps; a la vez que intenta solucionar algunos errores de la versión 1.2. La especificación se publica como "Bluetooth v2.0 + EDR", lo que implica que EDR es una característica opcional. Aparte de EDR, hay otras pequeñas mejoras en la especificación 2.0, y los productos pueden reclamar el cumplimiento de "Bluetooth v2.0" sin el apoyo de la mayor tasa de datos. La inclusión en el mercado de estos dispositivos ayudó a mejorar la interoperabilidad para establecer una conectividad con dispositivos móviles.

¹⁷ PDA = Personal Digital Assistant

¹⁸ HID = Human Interface Device

¹⁹ Headsets = Dispositivo que posee un auricular con un micrófono

²⁰ EDR = Enhanced Data Rate, Velocidad de Datos Mejorada

2.6.1.2.4 Bluetooth Versión 2.1

Para Jonathan Ibarra (2012)

Bluetooth Core Versión especificación 2.1 + EDR es totalmente compatible con la versión 1.2, y fue adoptada por el Bluetooth SIG (Special Interest Group) el 26 de julio de 2007. La función de esta versión 2.1 es el SSP (Secure Simple Pairing), que mejora la experiencia de emparejamiento de dispositivos Bluetooth, mientras que el aumento del uso y la fuerza de seguridad; simplifica los pasos para crear la conexión entre dispositivos, además el consumo de potencia es cinco veces menor (p. 6).

2.6.1.2.5 Bluetooth Versión 3.0

Para Jonathan Ibarra (2012)

La versión 3.0 + HS de la especificación principal Bluetooth fue aprobado por el Bluetooth SIG el 21 de abril de 2009. Permite aumentar considerablemente la velocidad de transferencia, soporta velocidades de transferencia de datos teórica de hasta 24 Mbit / s, aunque no a través del enlace Bluetooth sí mismo. La idea es que el nuevo Bluetooth trabaje con WiFi, de tal manera que sea posible lograr mayor velocidad en los Smartphone (pág. 7).

2.6.1.2.6 Bluetooth Versión 4.0

A finales del 2010 se lanzó esta nueva versión la cual permite disminuir drásticamente el consumo de energía, ampliando la cantidad de aplicaciones, permitiendo la incorporación de

receptores y transmisores Bluetooth en dispositivos pequeños como relojes, reproductores portátiles, instrumental médico, etc. Se mejora la seguridad con encriptadores AES²¹-128.

Para Jonathan Ibarra (2012)

El SIG de Bluetooth ha completado la especificación del Núcleo de Bluetooth en su versión 4.0, que incluye Bluetooth clásico, Bluetooth de alta la velocidad y protocolos Bluetooth de bajo consumo. Bluetooth de alta velocidad se basa en Wi-Fi, y Bluetooth clásico consta de protocolos Bluetooth legado. Esta versión ha sido adoptada el 30 de junio de 2010. Bluetooth baja energía (BLE) es un subconjunto de Bluetooth v4.0 con una pila de protocolo completamente nuevo para la rápida acumulación de enlaces sencillos. Como alternativa a los protocolos estándar de Bluetooth que se introdujeron en Bluetooth versión 1.0 a versión 4.0 está dirigido a aplicaciones de potencia muy baja corriendo una célula de la moneda. Diseños de chips permiten dos tipos de implementación, de modo dual, de modo único y mejoradas versiones anteriores (pág. 7).

Tabla 2.- Representación del ancho de banda y sus versiones

VERSION	ANCHO DE BANDA
1.2	1 Mbps
2.0 + EDR	3 Mbps
3.0 + HS	24 Mbps
4.0	24 Mbps

Fuente: Basado en "Bluetooth", Jonathan Ibarra Z., 2012

²¹ AES = Advanced Encryption Standard

2.6.1.3 Características

“Bluetooth es una tecnología de red de área personal inalámbrica abreviada WPAN²², una tecnología de red inalámbrica de corto alcance, que se utiliza para conectar dispositivos entre sí sin una conexión por cable” (Jesús Quintana, 2014, párr. 1).

Los dispositivos Bluetooth no necesitan una línea de visualización directa para comunicarse. Esto hace que su uso sea más flexible y permite la comunicación entre habitaciones en espacios pequeños. Los objetos sólidos no suponen ningún obstáculo para la tecnología inalámbrica Bluetooth.

El objetivo de Bluetooth es transmitir voz o datos entre equipos con circuitos de radio de bajo costo, operando en bandas de frecuencias libres a 2,4GHz; y a través de un rango aproximado de entre diez y cien metros, utilizando poca energía.

La especificación de Bluetooth define un canal de comunicación de máximo 720 kb/s (1 Mbps de capacidad bruta) con rango óptimo de 10 m (opcionalmente 100 m con repetidores). La frecuencia de radio con la que trabaja está en el rango de 2,4 a 2,48 GHz con amplio espectro y saltos de frecuencia con posibilidad de transmitir en Full Duplex con un máximo de 1600 saltos/s. Los saltos de frecuencia se dan entre un total de 79 frecuencias con intervalos de 1Mhz; esto permite dar seguridad y robustez.

La potencia de salida para transmitir a una distancia máxima de 10 metros es de 0 dBm²³ (1 mW), mientras que la versión de largo alcance transmite entre 20 y 30 dBm (entre 100 mW y 1 W). Para lograr alcanzar el objetivo de bajo consumo y bajo costo, se ideó una solución que se

²² WPAN = Wireless Personal Area Network

²³ dBm = Unidad de medida de potencia expresada en decibelios (db) relativa a un milivatio.

puede implementar en un solo chip utilizando circuitos CMOS²⁴. De esta manera, se logró crear una solución de 9×9 mm y que consume aproximadamente 97% menos energía que un teléfono celular común.

“La tecnología Bluetooth se diseñó principalmente para conectar dispositivos como impresoras, teléfonos móviles, artículos para el hogar, auriculares inalámbricos, ratón, teclados, equipos o PDA (Asistente Personal Digital) entre sí, sin utilizar una conexión por cable” (Jesús Quintana, 2014, párr. 1).

Cada dispositivo Bluetooth tiene su propio código de emparejamiento único que se utiliza para identificar y conectarse a otros dispositivos compatibles con Bluetooth.

Bluetooth puede transmitir velocidades de aproximadamente 1 Mbps, que corresponde a 1600 saltos por segundo en modo full dúplex, con un alcance de aproximadamente diez metros cuando se utiliza un transmisor clase II y de un poco menos de cien metros cuando se utiliza un transmisor clase I. El estándar Bluetooth define 3 clases de transmisores, cuyo alcance varía en función de su potencia radiada:

Tabla 3.- Clases de transmisión del estándar Bluetooth

CLASE	POTENCIA	ALCANCE
I	100 mW (20dBm)	100 metros
II	2.5 mW (4dBm)	15-20 metros
III	1 mW (0 dBm)	10 metros

Fuente: <http://es.kioskea.net/contents/70-bluetooth>

Los dispositivos Bluetooth no necesitan estar visualmente comunicados para intercambiar datos. Esto significa que los dos dispositivos pueden comunicarse incluso si se encuentran

²⁴ CMOS = Complementary metal-oxide-semiconductor, familia lógica empleada en la fabricación de circuitos integrados.

separados por un muro; y lo mejor de todo es que los dispositivos Bluetooth pueden detectarse entre sí sin la participación del usuario, siempre y cuando uno se encuentre dentro del alcance del otro.

2.6.1.4 Topologías de Red

Una topología de red prácticamente se basa en buscar la manera de interconectar el hardware o equipos de comunicación entre sí, mediante cables o vía inalámbrica con la finalidad de intercambiar información entre los dispositivos conectados. Existen tres tipos de topologías de red en donde dispositivos Bluetooth se interconectan, las cuales se mencionan a continuación:

2.6.1.4.1 Topología Punto a Punto

Es una topología sencilla en donde la interconexión se realiza de “manera directa entre dos dispositivos, donde uno funciona como maestro y el otro como esclavo” (Barriga y Zúñiga, 2006, p. 12); como se puede ver en la imagen 8.



Imagen 8.- Topología Punto a Punto

Referencia: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/206/3/Capitulo%202.pdf>

2.6.1.4.2 Topología Piconet

En esta topología básicamente una Piconet se forma únicamente de ocho dispositivos activos en donde los canales lógicos solamente pueden establecerse entre un dispositivo maestro y

hasta siete dispositivos esclavos; los nodos esclavos no pueden formar canales lógicos entre sí, ya que estos deben necesariamente que pasar por un nodo o dispositivo maestro. “Si existiera más de ocho dispositivos dentro de una Piconet, el estado en la que se pueden encontrar sería en modo de reposo conocido como stand-by” (Barriga y Zúñiga, 2006, p. 12).

“Un mismo dispositivo puede formar parte de más de una Piconet, pero no puede ser Maestro más de una a la vez; el dispositivo Maestro que pertenezca a más de una Piconet podrá enrutar paquetes entre ambas piconets” (Barriga y Zúñiga, 2006, p. 12).



Imagen 9.- Topología Piconet

Referencia: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/206/3/Capitulo%202.pdf>

2.6.1.4.3 Topología Scatter-net

La interconexión de varias piconets se denomina Scatter-net, este tipo de topología puede estar configurada de dos formas como:

2.6.1.4.3.1 Topología Maestro-Esclavo

“Un dispositivo que siendo esclavo en una red puede ser Maestro para otra red distinta, pero este dispositivo no puede ser Maestro en más de una red a la vez” (Barriga y Zúñiga, 2006, p. 13).

2.6.1.4.3.2 Topología Esclavo-Esclavo

Un dispositivo puede ser esclavo de dos diferentes dispositivos Maestros como se observa en la imagen 10.

En la imagen 10 se observa que existe una distribución de 10 dispositivos en una Scatter-net, en donde dos de los dispositivos se encuentran trabajando como Maestros de las piconets dos y tres, y los mismos dispositivos son esclavos de la Piconet uno.

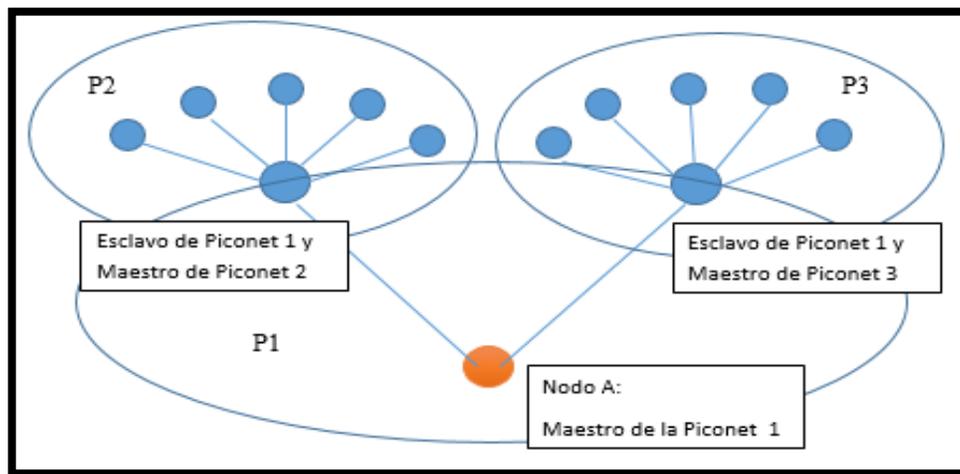


Imagen 10.- Formación de una topología Scatter-net por medio de tres piconets

Referencia: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/206/3/Capitulo%202.pdf>

2.6.1.5 Interferencia

Por el hecho de ser una tecnología basada en medios no guiados, se presenta una fuerte influencia en los problemas que este tipo de medios acarrear. Uno de estos problemas, sobretodo presente a este nivel de frecuencia, es la interferencia de la señal emitida. Una de las formas en que los dispositivos Bluetooth evitan interferir con otros sistemas es mandando señales muy débiles de 1 milivatios. En comparación, los teléfonos celulares más poderosos pueden transmitir una señal de 3 vatios. El bajo poder limita el alcance de un dispositivo Bluetooth a

unos 10m, eliminando la oportunidad de interferencias entre un sistema de computación y un teléfono inalámbrico o un televisor.

Para Shawn McClain (2012)

Los dispositivos Bluetooth trabajan con la banda de radio de 2,4 GHz, que es la misma frecuencia sin licencia usada por muchos otros dispositivos inalámbricos. Si muchos dispositivos en la misma zona están utilizando el mismo tramo de ancho de banda, puede conducir a problemas de red globales, como las señales de colisión y la información tiene que ser reenviada. La señal de Bluetooth fue diseñado para cambiar su frecuencia en pequeños saltos con intervalos de tiempo muy cortos esto permite reducir las posibles interferencias; pero si suficientes dispositivos están intentando utilizar el mismo tramo pequeño de ancho de banda, la interferencia será inevitable. Bluetooth 3.0, siendo utilizado en los dispositivos creados en el 2010, utiliza el espectro de 6.9 GHz, por lo que tendrá mucho menos los problemas de interferencias, también son capaces de transmitir a 2,4 GHz para comunicarse con las tecnologías anteriores tiene los mismos problemas con las interferencias como las tecnologías Bluetooth anteriores (párr. 4).

2.6.1.5.1 Efectos y Fuentes de Interferencia

Los efectos que producen las interferencias pueden ser la disminución del alcance inalámbrico entre dispositivos, la baja de la transferencia de datos a través de una red Wi-Fi, la pérdida completa o intermitente de la conexión inalámbrica y la dificultad para conectar los dispositivos durante la fase de detección de dispositivos Bluetooth; algunas fuentes de interferencia son:

- **Hornos microondas:** “Utilizar tu horno microondas cerca del ordenador, dispositivo Bluetooth o estación base Wi-Fi puede producir interferencias” (Apple Inc, 2014).
- **Servicio directo por satélite (DSS):** “El cable y los conectores coaxiales utilizados con algunos tipos de antenas parabólicas podrían producir interferencias. Comprueba que el cable no esté dañado y hazte con cables nuevos si sospechas que hay una fuga de RF” (Apple Inc, 2014).
- **Teléfonos a 2,4 o 5 GHz:** “Un teléfono inalámbrico que funcione en este rango de frecuencias podría provocar interferencias con los dispositivos y redes inalámbricos encendidos” (Apple Inc, 2014).
- **Algunos monitores externos y pantallas LCD:** Puede que algunas pantallas emitan interferencias armónicas, especialmente en las bandas de 2,4 GHz de ancho de banda entre los canales 11 y 14. Puede que esta interferencia llegue a su extremo si tienes un ordenador portátil con la tapa cerrada y un monitor externo conectado al mismo. Intenta cambiar el punto de acceso para utilizar el canal de 5 GHz o inferior a 2,4 GHz.

Cualquier otro dispositivo inalámbrico que funcione en las frecuencias de 2,4 o 5 GHz como microondas, cámaras, intercomunicadores para bebés, dispositivos inalámbricos cercanos, ciertas fuentes eléctricas externas, como líneas de alta tensión, vías de tren electrificadas y centrales energéticas; etc.

“Algunos dispositivos podrían no mencionar explícitamente que operan en frecuencias de 2,4 o 5 GHz. La documentación del producto debería indicar qué bandas utiliza el dispositivo. Estos dispositivos suelen denominarse de banda de frecuencia dual, Wi-Fi o inalámbricos” (Apple Inc, 2014).

La interferencia dentro de entornos cerrados, se puede decir que si es posible, evitar barreras inalámbricas o cambiar la ubicación de los dispositivos Wi-Fi o Bluetooth para despejar la trayectoria de la señal.

La ubicación del dispositivo dentro de un edificio y los materiales de construcción utilizados pueden afectar a la conexión Wi-Fi y Bluetooth. En la tabla que aparece a continuación se muestran los materiales más comunes que impiden las conexiones y la posibilidad de que ocasionen interferencias.

Tabla 4.- Obstrucciones absorbentes y reflectantes de radiofrecuencia.

OBSTÁCULOS	POTENCIAL DE INTERFERENCIA
MADERA	BAJO
MATERIAL SINTÉTICO	BAJO
CRISTAL	BAJO
AGUA	MEDIO
LADRILLOS	MEDIO
MÁRMOL	MEDIO
HORMIGÓN	ALTA
METAL	MUY ALTA

Fuente: Basado en "Wi-Fi y Bluetooth: Posibles Fuentes de Interferencia", Apple, 2014

2.6.1.6 Funcionamiento

Los dispositivos Bluetooth están compuestos por dos partes principales, un dispositivo de radio, encargado de modular y transmitir la señal, y un controlador digital.

El radio Bluetooth es un pequeño microchip que opera en una banda de frecuencia disponible mundialmente. Pueden realizarse comunicaciones punto a punto y punto multipunto.

En los Estados Unidos y Europa, el rango de frecuencias es desde 2400 hasta 2483.5 MHz, con 79 canales de frecuencias de radio de 1MHz. En la práctica, el rango es de 2402 MHz hasta

2480 MHz. En Japón el rango de frecuencias va desde 2472 hasta 2497 MHz, con 23 canales de frecuencia de radio de 1Mhz.

Bluetooth solo soporta 780Kbps, los cuales pueden ser usados como 721Kbps en transferencia de datos unidireccional (simplex), 57.6 Kbps en la dirección de retorno, es decir, realizando una conexión full dúplex, o como 432.6Kbps en transferencia de datos simétrica, es decir, cuando ambos dispositivos que se comunican estén equidistantes al dispositivo maestro.

Con muchos dispositivos Bluetooth diferentes dentro de una misma área, podrían interferir unos con otros, pero es improbable que muchos de los dispositivos estén en la misma frecuencia, debido a que Bluetooth utiliza una técnica llamada salto de amplio espectro de frecuencias FHSS (Spread-Spectrum Frequency Hopping).

En esta técnica, un dispositivo utilizará 79 frecuencias individuales escogidas al azar dentro de un rango designado, cambiando de una a otra en una forma regular. En el caso de Bluetooth, los transmisores cambias frecuencias 1600 veces por segundo, significando que más dispositivos pueden hacer uso completo de un pedazo limitado del espectro de radio.

Para Barriga y Zúñiga (2006)

La técnica FHSS, consiste en modular la señal que se va a transmitir con una portadora que salta de frecuencia en frecuencia dentro del ancho de banda asignado en función del tiempo. Los saltos periódicos de frecuencia de la portadora reducen la interferencia producida por otra señal originada por un sistema de banda estrecha (p. 15).

Como todo transmisor Bluetooth utiliza transmisión de espectro amplio automáticamente, es improbable que dos transmisores estén en la misma frecuencia al mismo tiempo. Esta misma

técnica minimiza el riesgo de interrupciones a otros dispositivos Bluetooth por parte de un teléfono inalámbrico o un monitor de bebés, ya que cualquier interferencia durará sólo una pequeña fracción de segundo

Bluetooth tiene un nivel en el cual los distintos dispositivos que se comunicarán pueden ponerse de acuerdo para enviar los datos en un espacio de tiempo, en cuanto a la cantidad de datos a ser enviados, el tiempo empleado en la comunicación y la seguridad de que ambas partes están hablando del mismo mensaje.

Para Jesús Quintana (2012)

Las redes Bluetooth están diseñadas para interconectar hasta ocho periféricos entre sí, en lo que se denomina una Piconet. Cada periférico se puede configurar como maestro o esclavo. Los maestros son los encargados de dirigir el tráfico entre ellos mismos y los esclavos, e incluso entre un esclavo y otro. Además, cada maestro puede estar conectado a dos piconets distintas, y como puede haber varios maestros en una misma red, se pueden interconectar varias piconets entre sí de forma encadenada, hasta un máximo de 10. Esto nos da un máximo de $8 \times 10 - 8 = 72$ periféricos (párr. 2).

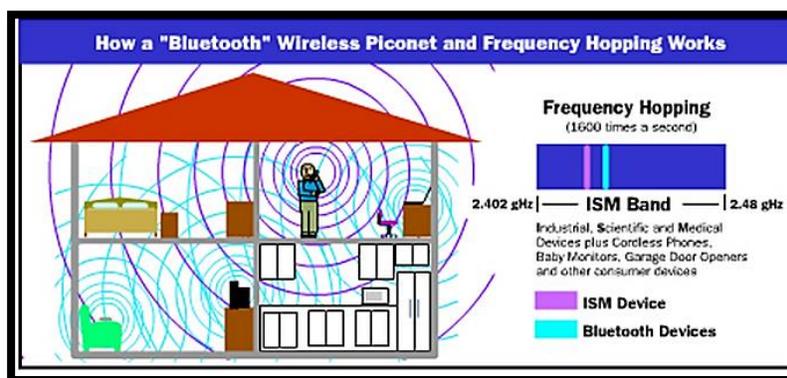


Imagen 11. - Spread Spectrum Frequency Hopping

Referencia: http://ldc.usb.ve/~poc/RedesII/Grupos/G1/como_funciona.html

2.6.1.6.1 Estructura de Paquetes y Envío de Datos

En cuanto a la forma como se estructuran los paquetes y los datos en una comunicación Bluetooth, tenemos algunas características relevantes:

- Tienen un máximo de 5 espacios de tiempo.
- Los datos en un paquete pueden tener un máximo de 2745 bits.
- Existen dos tipos de transferencia de datos entre dispositivos: SCO (synchronous connection oriented) y ACL (asynchronous connectionless).

En 1998, Róvere, C., Plaza, J., Silva, W., Urbano, A., Utrera, V., señalaron que cada paquete comienza con 72 bits de código de acceso derivados de la identidad del maestro y que es única para el canal. Cada paquete intercambiado en el canal esta precedido por este código.

Ciertos recipientes en la Piconet comparan las señales que arriban con el código de acceso, y si éstos no son iguales, el paquete recibido es considerado no válido en el canal y el resto del contenido es ignorado. Además, el código de acceso es también utilizado para sincronización.

El código de acceso es sumamente robusto y resistente a la interferencia. Una cabecera sigue al código de acceso y ésta contiene información de control importante como la dirección de control de acceso al medio (MAC), tipo de paquete, bits de control de flujo, el esquema de petición de retransmisión automática (ARQ), y un chequeo de error en cabecera. La cabecera está protegida por un código de corrección de error.

Los datos (Payload) pueden seguir o no a la cabecera y para soportar altas tasas de datos se definen los paquetes multi-slot. Un paquete puede cubrir uno, tres o cinco slots y son siempre enviados en una portadora de salto sencilla (p. 5).

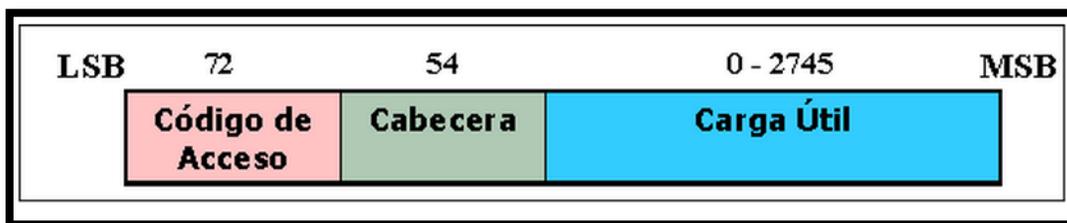


Imagen 12.- Formato de la capa Bluetooth en la capa banda base

Referencia: <http://www.maismedia.com/q/redes/bluetooth/como.html>

La tecnología Bluetooth tiene tres atributos de seguridad: autorización, autenticación y encriptamiento. Debido a la existencia de dispositivos que tienen la capacidad de realizar múltiples servicios, existe la autorización, donde una Base de Datos contiene los servicios autorizados por el dispositivo. Dado que para la autorización se utiliza la identidad de un dispositivo remoto, debe ser usada la autenticación, usando claves enlazadas simétricamente, utilizando códigos PIN o generando un número aleatorio para crear una clave. La parte de encriptamiento es utilizada solo después de la autenticación y es implementado a nivel de hardware y software.

2.6.2 WI-FI

2.6.2.1 Introducción

En la actualidad gracias a la aparición de las tecnologías inalámbricas han permitido desarrollar toda una gama de aplicaciones que pueden extenderse a prácticamente todas las áreas; el reemplazo de una red cableada por una inalámbrica es una alternativa a la solución de problemas como la movilidad del usuario dentro del área de cobertura con el fin de poder obtener una conectividad y transferencia de información desde cualquier ubicación, además de la reducción de costos al momento de realizar una instalación de red.

Con las tendencias modernas orientadas hacia lo inalámbrico en el mundo y con el pasar de los años, se observa un enorme crecimiento en la cantidad de zonas geográficas en la que se tiene un punto de acceso que ofrece el servicio de Wi-Fi.

Un punto de acceso es un ruteador inalámbrico que puede hacer posible la difusión del servicio de área local.

La gran flexibilidad de Wi-Fi hace posibles aplicaciones a distancias de hasta 100 metros alrededor del punto de acceso y ofrece la posibilidad de formar redes de área local en ambientes cerradas o abiertos.

Wi-Fi es la tecnología utilizada en una red o conexión inalámbrica, para la comunicación de datos entre equipos situados dentro de una misma área de cobertura.

Se puede decir que el entorno Wi-Fi es la solución idónea que unifica movilidad y conectividad en la transmisión de datos, ofreciendo una nueva posibilidad de oficina móvil.

Con Wi-Fi se pueden crear redes de área local inalámbricas de alta velocidad siempre y cuando el equipo que se vaya a conectar no esté muy alejado del punto de acceso.

En la práctica, Wi-Fi admite ordenadores portátiles, equipos de escritorio, asistentes digitales personales (PDA) o cualquier otro tipo de dispositivo de alta velocidad con propiedades de conexión también de alta velocidad.

Wi-Fi puede operar dentro de un radio de varias docenas de metros en ambientes cerrados (de 20 a 50 metros en general) o dentro de un radio de cientos de metros al aire libre, es decir en ambientes abiertos donde la cantidad de obstáculos es considerable, con la finalidad de que la potencia de la señal no sufra atenuaciones.

2.6.2.2 Grupos de Trabajo

Para Barriga y Zúñiga (2006)

El grupo de la IEEE decidió unirse al área de desarrollo de especificaciones para las Redes de Área Personal (PAN), por tanto la IEEE 802.15 fue creada en 1999 con la responsabilidad de definir las especificaciones para capa física y MAC²⁵, implicando una complejidad de implementación baja y un bajo consumo de energía (p. 4).

“Existen cuatro grupos de trabajo (TG) para la tecnología WPAN (Red Inalámbrica de Área Personal), en donde se especifican características específicas de cada uno con el fin de satisfacer necesidades específicas de comunicación” (Barriga y Zúñiga, 2002, p. 4). A continuación se detallan los cuatro grupos de trabajo que son:

- **Grupo de Trabajo 1.-** “Fue publicado 14 de junio del 2002, el grupo de trabajo 802.15.1 realiza el estándar basado en las especificaciones de SIG de Bluetooth” (Barriga y Zúñiga, 2002, p. 4).
- **Grupo de Trabajo 2.-** “El grupo de trabajo IEEE 802.15.2 desarrollo un modelo de coexistencia entre redes WLAN y WPAN” (Barriga y Zúñiga, 2002, p. 4), conjuntamente con sus dispositivos que se usan en cada red.
- **Grupo de Trabajo 3.-** “El grupo de trabajo IEEE 802.15.3 se ocupan de establecer normas para publicar un estándar nuevo de alta velocidad mayor o igual a los 20Mbps/seg para redes WPAN (Red Inalámbrica de Área Personal)” (Barriga y Zúñiga, 2002, p. 5); además, ofrecen soluciones de bajo consumo de energía y bajos costos, así también como de aplicaciones multimedia.

²⁵ MAC = Media Access Control

- **Grupo de Trabajo 4.-** “El grupo de trabajo IEEE 802.15.4 investiga y desarrolla soluciones que requieren una baja transmisión de datos y con ello una duración en las baterías de meses e incluso de años así como una complejidad relativamente baja” (Barriga y Zúñiga, 2002, p. 5).

2.6.2.3 Estándar y Certificación IEEE

Para Engst y Fleishman (2010)

El Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica, es una asociación profesional técnica sin ánimo de lucro con miles de miembros alrededor del mundo, dedicados a desarrollar por consenso estándares técnicos para la electrónica en diversos campos. Muchos de los fabricantes de equipamiento 802.11b están implicados en subcomités de IEEE. El propósito principal del IEEE es fomentar la innovación tecnológica y excelencia en beneficio de la humanidad y la sociedad. El comité IEEE 802 se ocupa del campo de las redes; el grupo de trabajo 802.11 se ocupa de las redes de área local inalámbricas (WLAN); y los distintos grupos de tareas a, b, e, g, h, e, i; entre otros, ocupan funciones concretas de WLAN o de problemas específicos, como los datos multimedia fluidos, la comunicación entre puntos de acceso, y la seguridad (p. 98).

La especificación IEEE 802.11 (ISO²⁶/IEC²⁷ 8802-11) es un estándar internacional que define las características de una red de área local inalámbrica (WLAN). Wi-Fi (que significa "Fidelidad inalámbrica", a veces incorrectamente abreviado WiFi) es el nombre de la

²⁶ ISO = International Organization for Standardization, encargada de la estandarización de normas de productos y servicios para empresas públicas y privadas a nivel mundial.

²⁷ IEC = International Electrotechnical Commission, organización de normalización en los campos eléctrico y electrónico.

certificación otorgada por la Wi-Fi Alliance, anteriormente WECA²⁸, grupo que garantiza la compatibilidad entre dispositivos que utilizan el estándar 802.11. Por el uso indebido de los términos y por razones de marketing el nombre del estándar se confunde con el nombre de la certificación. Una red Wi-Fi es en realidad una red que cumple con el estándar 802.11.

La creación de la IEEE se remonta al año de 1884, donde sus fundadores fueron Thomas Alva Edison, Alexander Grahambell y Franklin Leonard Pope. En 1963 adoptó el nombre de IEEE al fusionarse asociaciones como la AIEE (American Institute of Electrical Engineers) y el IRE (Institute of Radio Engineers); el IEEE es una autoridad líder y de máximo prestigio en las áreas técnicas derivadas de la eléctrica original.

2.6.2.4 Certificación y Estándares Wi-Fi

Para Engst y Fleishman (2010)

Wi-Fi es una marca registrada de Wi-Fi Alliance, conocida anteriormente como Wireless Ethernet Compatibility Alliance; una asociación corporativa que se ocupa de garantizar la compatibilidad entre dispositivos de distintos fabricantes que utilizan el estándar IEEE 802.11b y, posteriormente, los estándares luego implementados 802.11a, 802.11g y 802.11n. La Wi-Fi Alliance requiere de cuotas de pertenencia considerables a los miembros que envían su equipamiento al laboratorio de certificación de la asociación para que sea aprobado. El proceso de certificación comprueba que miles de características individuales funcionan correctamente utilizando una suite estándar de pruebas. Sólo si el dispositivo pasa esas pruebas puede el fabricante usar legalmente el

²⁸ WECA = Wireless Ethernet Compatibility Alliance

sello y nombre Wi-Fi visto en la figura 10. Aunque otros grupos comerciales han tenido un éxito mediano impulsando estándares, la estrategia de la Wi-Fi Alliance origina un signo de compatibilidad totalmente fiable (p. 99).



Imagen 13.- Logo de Wi-Fi

Referencia: <http://es.kioskea.net/contents/789-introducción-a-wi-fi-802-11-o-wifi>

El estándar original 802.11 permite tener anchos de banda de 1 a 2 Mbps. El estándar original se ha modificado para optimizar el ancho de banda, incluidos los estándares 802.11a, 802.11b, 802.11g y 802.11n, denominados estándares físicos 802.11; esto permite especificar componentes de mejor manera con el fin de garantizar mayor seguridad o compatibilidad. A continuación se muestra las distintas modificaciones del estándar 802.11 y sus significados y características tanto como rangos de cobertura, velocidades de transmisión y rangos de frecuencias:

2.6.2.4.1 IEEE 802.11a

“Fue aprobado en 1999 y es también llamado Wi-Fi 5, este estándar tiene en teoría un flujo de datos máximo de 54 Mbps, aunque en la práctica se tienen 30Mbps” (Lobato, 2012, p. 2); este estándar es cinco veces el del 802.11b y opera en un rango de treinta metros aproximadamente. El estándar 802.11a se basa en la tecnología llamada OFDM (Multiplexación

por División de Frecuencias Ortogonales). Transmite en un rango de frecuencia de 5 GHz y utiliza 8 canales no superpuestos.

Los dispositivos 802.11a son incompatibles con los dispositivos 802.11b. Sin embargo, existen dispositivos que incorporan ambos chips, los 802.11a y los 802.11b y se llaman dispositivos de banda dual.

2.6.2.4.2 IEEE 802.11b

Fue ratificado en 1999, el estándar 802.11 es el “más utilizado actualmente, también llamado Wi-Fi; ofrece un rendimiento total máximo de 11 Mbps en teoría, pero 6 Mbps realmente son empleados en la práctica y tiene un alcance de hasta 300 metros en un espacio abierto” (Lobato, 2012, p. 2). Utiliza el rango de frecuencia de 2,4 GHz con tres canales de radio disponibles.

2.6.2.4.3 IEEE 802.11g

Fue ratificado en Junio del 2003, este estándar ofrece “un ancho de banda elevado con un rendimiento total máximo de 54 Mbps, pero de 30 Mbps en la práctica, opera en un rango de frecuencia de 2,4 GHz. El estándar IEEE 802.11g es compatible con el estándar IEEE 802.11b” (Lobato, 2012, p.3).

2.6.2.4.4 IEEE 802.11n

“Fue ratificado el 11 de Septiembre del 2009, permite alcanzar una velocidad máxima de transferencia teórica de 600 Mbps, actualmente existen productos que cumplen con este estándar los cuales operan a velocidades de 300 Mbps” (Lobato, 2012, p. 3), funcionan en las bandas de

2.4 y 5 GHz. Utilizan la tecnología MIMO²⁹ las cuales permiten utilizar varios canales a la vez tanto para la transmisión y recepción de datos gracias a la incorporación de varias antenas dentro del dispositivo de red.

2.6.2.5 Tabla de Comparación de Estándares Inalámbricos

La siguiente tabla especifica los cuatro estándares inalámbricos IEEE 802.11 más utilizados y estables que se pueden encontrar en los dispositivos dentro de una red.

Tabla 5.- Comparativa de estándares Inalámbricos

Estándar	Frecuencia	Velocidad Real (Mbps)	Velocidad Teórica (Mbps)	Ambientes Cerrados	Ambientes Abiertos
IEEE 802.11a	5GHz	25Mbps	54Mbps	70 metros	70 metros
IEEE 802.11b	2.4GHz	6.5 Mbps	11Mbps	100 metros	200 metros
IEEE 802.11g	2.4GHz	25 Mbps	54Mbps	50 metros	400 metros
IEEE 802.11n	2.4GHz	200Mbps	600Mbps	50 metros	500 metros

Fuente: <http://es.kioskea.net/contents/789-introducción-a-wi-fi-802-11-o-wifi>

2.6.3 ZIGBEE

2.6.3.1 Introducción

Actualmente se disponen de varias tecnologías inalámbricas como Bluetooth, Wi-Fi, WiMax; entre otros, que son orientadas especialmente a la transmisión de información ocupando altos requerimientos de ancho de banda y gran consumo de energía; esto en si conlleva a un gran

²⁹ MIMO = Múltiples Entradas, Múltiples Salidas, tecnología usada en antenas tanto para la transmisión como la recepción de datos.

inconveniente dentro del desarrollo de estándares inalámbricos usados para cualquier tipo de aplicación de control. Cada fabricante busca mantener la interoperabilidad entre dispositivos con el fin de no causar problemas al momento de instalarlos en cualquier parte o área de uso, la industria necesitaba innovar el campo de las redes inalámbricas en donde el envío de datos sea de menos capacidad y a un bajo costo; de ahí surgió la idea de crear el estándar IEEE 802.15.4 comercialmente llamado ZigBee, el cual formaría parte de las redes WPAN (Redes de Área Personal Inalámbricas).

“ZigBee es un protocolo de comunicaciones inalámbrico basado en el estándar de comunicaciones para redes inalámbricas IEEE_802.15.4. Creado por La Alianza ZigBee es un consorcio de empresas fabricantes de semiconductores, los cuales cumplen la función de proveedores de tecnología” (Salgado, 2012, p. 1), es decir que desarrollaron una norma en común con la finalidad de gestionar redes inalámbricas de sensores y automatización. La Alianza ZigBee tiene alrededor de 150 miembros incluyendo ocho fabricantes como son: Ember, Freescale, Mitsubishi, Honeywell, Philips, Motorola, Invensys y Samsung. ZigBee fue diseñado con el fin de mantener la interoperabilidad con otros dispositivos ZigBee de diferentes empresas con características de bajo procesamiento, alta fiabilidad, bajo consumo de energía, simplicidad de uso y bajo costo. Es especialmente útil para redes de sensores en entornos industriales, médicos y, sobre todo, en el campo de la domótica e inmótica.

En el año del 2004 el estándar IEEE 802.15.4 fue aprobado luego de dos años de investigación y pruebas de interoperabilidad por parte de más de 100 miembros de La Alianza ZigBee, en donde especificaron como características principales, trabajar en el rango típico de alcance de 50 metros, no necesita configuración por el usuario ya que puede adaptarse a los

cambios de la red de forma automática, además de ser una tecnología plug and play es decir, conectar y funcionar. El estándar toma su nombre inspirándose en un panal de abejas, en el cual organismos individuales trabajan juntos para realizar tareas complejas; traducidas al español ZigBee significa “Zumbido de abejas”; y como logotipo se puede observar en la imagen 14.



Imagen 14.- Logotipo de La Alianza ZigBee

Referencia: <http://www.blogelectronica.com/redes-zigbee-i-introducción/>

2.6.3.2 Características y Canalización

El estándar IEEE 802.15.4 comercialmente llamado “ZigBee opera en la banda industrial, médica y científica (ISM), conocidas como bandas libres en los rangos de 2.4 GHz, 8.68MHz para Europa, y 915 MHz para Estados Unidos” (Salgado, 2012, p. 2).

La disponibilidad internacional de la banda de 2.4GHz ofrece ventajas en términos de mercados más amplios y reducción de interferencias; mientras que las bandas de 868 MHz y 915 MHz ofrecen desventajas en la parte de interferencias con redes WLAN³⁰, hornos microondas, teléfonos inalámbricos, etc.

El rango de transmisión para frecuencias de 2.4GHz se tiene de 250Kbps, mientras que para frecuencias de 868 MHz se tiene rangos de transmisión de 20Kbps y para las frecuencias de 915 MHz se tiene rangos de transmisión de 40Kbps.

³⁰ WLAN = Wireless Local Area Network

“Utiliza un protocolo asíncrono, half duplex y estandarizado, permitiendo la interoperabilidad de dispositivos” (Salgado, 2012, p. 2).

El rango de cobertura va desde los 30 metros para ambientes cerrados hasta los 100 metros en ambientes abiertos; a pesar de coexistir en la misma frecuencia con otro tipo de redes como WiFi o Bluetooth su desempeño no se ve afectado, esto debido a su baja tasa de transmisión y, a características propias del estándar IEEE 802.15.4.

Se puede decir que ZigBee ocupa el vacío que hay por debajo de Bluetooth, para comunicaciones de datos que no requieren altas velocidades.

Posee alta capacidad de operar en redes de gran densidad, esta característica ayuda a aumentar la confiabilidad de la comunicación, ya que entre más nodos existan dentro de una red, entonces, mayor número de rutas alternas existirán para garantizar que un paquete llegue a su destino.

Cada red ZigBee tiene un identificador de red único, lo que permita que coexistan varias redes en un mismo canal de comunicación sin ningún problema.

Es un protocolo seguro ya que se puede implementar encriptación y autenticación.

Para Ignacio Salgado (2012)

ZigBee tiene un menor consumo eléctrico que el de Bluetooth. Concretamente, ZigBee consume 30 mA transmitiendo y 3 uA en reposo, frente a los 40 mA transmitiendo y 0,2 mA en reposo que tiene el Bluetooth. Una red ZigBee puede constar de un máximo de 65535 nodos distribuidos en subredes de 255 nodos, frente a los 8 máximos de una subred Bluetooth (p. 3).

Para Barriga y Zúñiga (2006)

En el estándar IEEE 802.15.4 se definen específicamente 27 canales de frecuencias entre las tres bandas que se especifican que son las de 2.5 GHz, 868 MHz y 915 MHz.

En la banda de frecuencia de 868 MHz especifica que soportan un solo canal entre los 868 y 868.6 MHz, y para la banda de los 915 MHz se tienen 10 canales entre los 902.0 a 928.0 MHz (p. 52).

Debido al soporte regional de estas dos frecuencias señaladas es muy improbable que una sola red utilice los 11 canales preestablecidos.

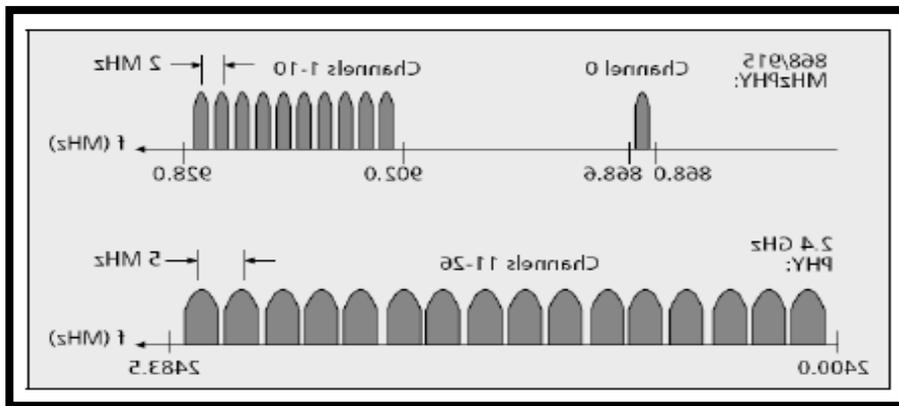


Imagen 15.- Estructura de canales para las bandas de 868 MHz y 915 MHz

Referencia: <http://dSPACE.ups.edu.ec/bitstream/123456789/206/4/Capitulo%203.pdf>

La banda de frecuencia de los 2.4 GHz soporta 16 canales de 2 MHz entre los 2.4 y los 2.4835GHz con un espacio entre canales de 5MHz y esto con el objetivo de facilitar los requerimientos de filtrado en la transmisión y recepción de datos, como se muestra en la imagen 16.

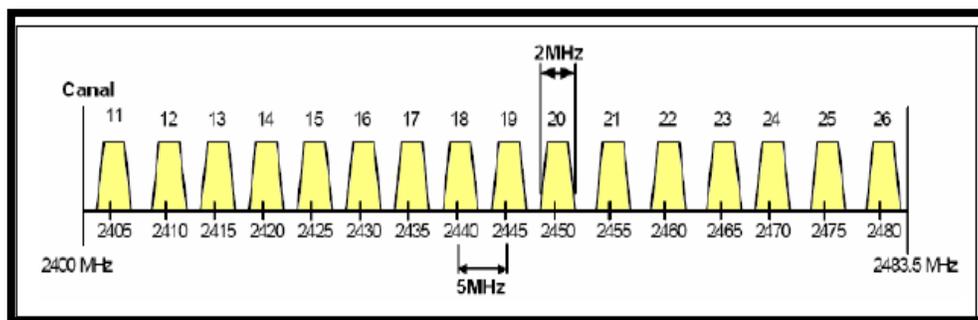


Imagen 16.- Estructura de canales para la banda de 2.4 GHz

Referencia: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/206/4/Capitulo%203.pdf>

2.6.3.3 Consumo de Energía

Este estándar IEEE 802.15.4 se identifica debido al bajo consumo de energía de sus dispositivos, en donde el envío y recepción bajo en la tasa de datos ha permitido ayudar a reducir este consumo de energía; en diferencia a los estándares IEEE 802.11 (Wi-Fi) e IEEE 802.15.1 (Bluetooth), en ZigBee no se realiza en envío de información masiva.

“Debido a los requerimientos de las aplicaciones de ZigBee de bajo ancho de banda, un nodo ZigBee duerme la mayor parte del tiempo ahorrando la energía de la batería; se despierta y envía los datos rápidamente, y regresa a dormir nuevamente” (Barriga y Zúñiga, 2006, p. 61); es decir que ZigBee puede pasar de modo activo al modo inactivo en 15 milisegundos o menos, en comparación con Bluetooth que está en un tiempo aproximado de 3 segundos.

Además, ZigBee usa la tecnología DSSS (Espectro Expandido de Secuencia Directa), como método de modulación de banda ancha, lo que la diferencia de Bluetooth al usar FHSS (Espectro Expandido con Saltos de Frecuencia), usa mucha energía con tan solo mantener saltos de frecuencia de manera sincronizada.

Como mecanismo de acceso al medio utiliza CSMA-CA (Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Evitación de Colisiones), es decir evita interferencias en las comunicaciones ya que los dispositivos escuchan antes de transmitir.

Gracias a este mecanismo el ahorro de energía es aún más debido a que el envío de información simplemente se da cuando el canal está libre e inmediatamente recibe un mensaje de confirmación conocido como ACK (acknowledgement).

En la siguiente tabla se puede observar tanto el voltaje como la corriente de consumo de un dispositivo ZigBee al momento de enviar y recibir información.

Tabla 6.- Características del transceiver de Chipcon CC2420

Voltaje de alimentación	3.3/1.8 voltios
Consumo de corriente del receptor	20 mA
Estado Inactivo	1 uA
Consumo de corriente del transmisor	17.4 mA

Fuente: Basado en "Tecnologías Inalámbricas Basadas en Corto Alcance", Edwin Barriga & Paul Zúñiga

2.6.3.4 Topología de Red

Barriga y Zúñiga (2006) señalan que “la capa de red es responsable de construir la topología de red, así como de los servicios de enlace que incorpora las tareas necesarias de direccionamiento y seguridad” (p. 30).

Estos servicios existen para redes inalámbricas de bajo consumo; el estándar IEEE 802.15.4 dispone de dos tipos de dispositivos que son:

2.6.3.4.1 FDD (Full Function Device)

“Son dispositivos que tienen funcionalidad completa, pueden operar como coordinadores de una red de área personal (PAN) o como dispositivo de red” (Barriga y Zúñiga, 2006, p. 31).

2.6.3.4.2 RFD (*Reduce Function Device*)

“Son dispositivos con funcionalidad reducida. Solamente pueden recibir órdenes o informar a un coordinador de red más cercano. Es decir, que son los dispositivos de red como sensores o actuadores usados en aplicaciones simples” (Barriga y Zúñiga, 2006, p. 31).

El estándar IEEE 802.15.4 soporta dos tipos de tipologías para su conexión en red que son:

2.6.3.4.3 *Topología en Estrella*

Para Barriga y Zúñiga 2006

Todos los nodos de una misma Red de Área Personal Inalámbrica (WPAN) están coordinados por un único dispositivo nodo FDD que recibe el nombre de Coordinador de Red y entre sus principales funciones se encuentran coordinar el acceso al medio. El Coordinador de Red, al ser el organizador posee requerimientos de energía mayores que el resto de nodos y es por esto que suele ser un nodo con una unidad de energía agotable o conectado a la red eléctrica (p. 31).

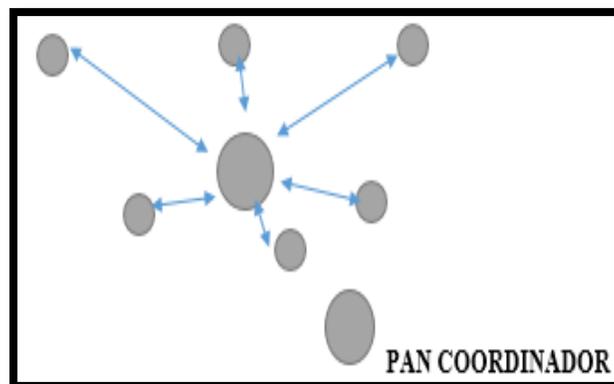


Imagen 17.- Topología estrella

Referencia: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/206/4/Capitulo%203.pdf>

2.6.3.4.4 Topología Punto a Punto

Para Barriga y Zúñiga 2006

Todos los nodos suelen ser FDD³¹ o Coordinadores de Red, ya que tienen la misma prioridad de acceso al medio, aunque existe un coordinador PAN (Red de Área Personal), este no tiene funciones relevantes. Difiere de la topología en estrella en que cualquier nodo se puede contactar con otro sin permiso del coordinador PAN (Red de Área Personal) (p. 31).

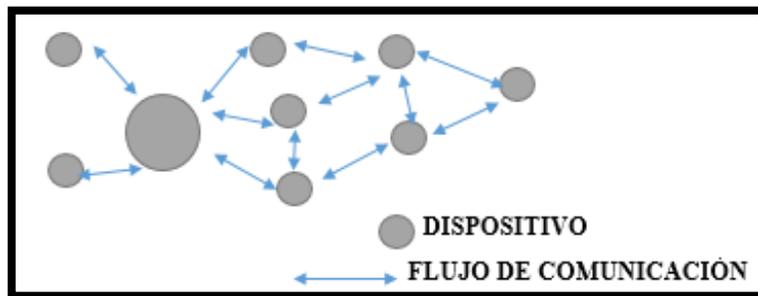


Imagen 18.- Topología Punto a Punto

Referencia: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/206/4/Capitulo%203.pdf>

2.6.3.6 Aplicaciones

Para Barriga y Zúñiga 2006

La principal aplicación de ZigBee es unir sus nodos para formar una llamada Red de Sensores, este estándar está hecho para la monitorización y para aplicaciones de control; como por ejemplo la automatización de edificios conocido como la Inmótica y de los hogares conocidos como la Domótica, además de la atención médica, el control industrial, el control de iluminación y el control comercial son uno de los campos principales de aplicación (p. 64).

³¹ FDD = Reduce Function Device

2.6.3.6.1 Automatización de Hogares (Domótica)

Se entiende por domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del hogar.

ZigBee es la tecnología idónea para emplear en casas debido a la baja transmisión de datos que esta demanda y al bajo consumo de sus dispositivos.

Esta tecnología ha cogido fuerza en los últimos años en sistemas de medición avanzada, medidores de agua, luz y gas que forman parte de una red con otros dispositivos como displays ubicados dentro de las casas.

Pueden monitorear el consumo de energía y no sólo eso, sino que también pueden interactuar con electrodomésticos o cualquier otro sistema eléctrico como bombas de agua o calefacción, con la finalidad de aprovechar mejor la energía.

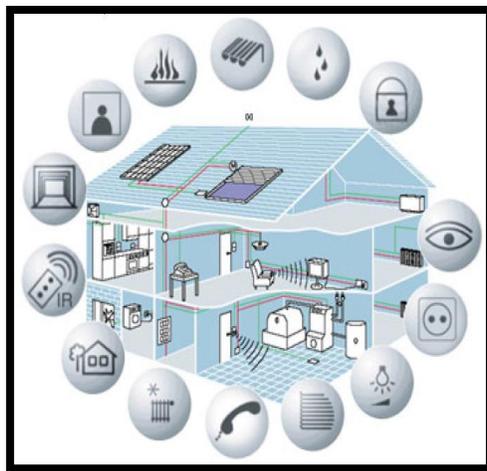


Imagen 19.- Ilustración de una casa domótica

Referencia:<http://www.dea.icaei.upco.es/sadot/Comunicaciones/avanzadas/Zigbee%20y%20sus%20aplicaciones.pdf>

2.6.3.6.2 Automatización de Edificios (Inmótica)

La utilidad de poder automatizar edificios ha hecho que la tecnología ZigBee tome un amplio campo de aplicaciones con el fin de poder obtener el confort e interoperabilidad de los dispositivos dentro del área instalada.

La interconexión de estos dispositivos ofrece seguridad por medio de alarmas ya sean contra intrusos, gas, desfogues de agua, entre otros; además del control del aire y la temperatura dentro del edificio, también el control de iluminación, de acceso, de riego en los exteriores, control de electrodomésticos y persianas; entre otros.

2.6.3.6.3 Control Médico

Para Barriga y Zúñiga (2006)

El campo de la salud ofrece un gran número de oportunidades para las aplicaciones inalámbricas especialmente para el uso de dispositivos ZigBee, entre las cuales se puede destacar tres áreas principales que son el seguimiento de enfermedades crónicas que se encarga de hacer un seguimiento a pacientes que se encuentran hospitalizados, el bienestar social que se encarga de garantizar la salud y seguridad de personas mayores a los 65 años y el personal Fitnes enfocado en deportistas con la finalidad de ver su rendimiento, nivel y limitaciones del mismo al momento de realizar un actividad física (p. 67).

2.6.3.6.4 Control Industrial

“ZigBee ofrece dentro del campo industrial el control de procesos como sensores de temperatura, presión, humedad, ruido, el control de dispositivos remotos y así como del monitoreo ambiental” (Barriga y Zúñiga, 2006, p. 66).

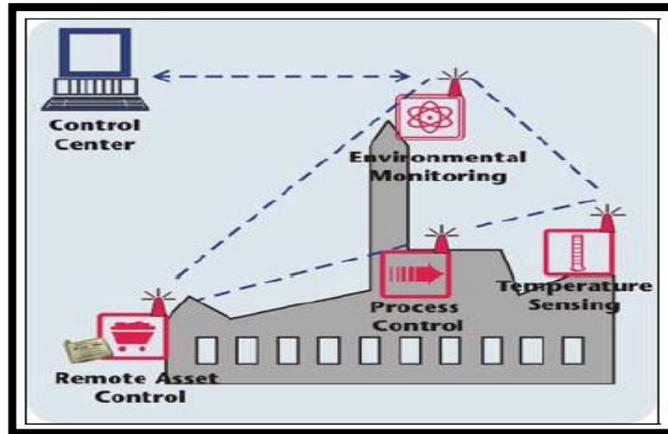


Imagen 20.-Aplicación ZigBee en Control Industrial

Referencia:<http://www.dea.icai.upco.es/sadot/Comunicaciones/avanzadas/Zigbee%20y%20sus%20aplicaciones.pdf>

2.6.3.7 Tabla Comparativa de Tecnologías Wi-Fi, Bluetooth y ZigBee

En la siguiente tabla se hace referencia a una comparativa entre las distintas tecnologías inalámbricas de transmisión de información entre Bluetooth, Wi-Fi y ZigBee, tomando en cuenta los parámetros más importantes como son su ancho de banda, consumo de potencia, aplicaciones y estándares que los rigen

Tabla 7.- Comparativa de las tecnologías Bluetooth, Wi-Fi y ZigBee

DESCRIPCIÓN	BLUETOOTH	WI-FI	ZIGBEE
ANCHO DE BANDA	1 Mbps	De 11MBPS Hasta 54 Mbps	250 Kbps (2.4ghZ) 40 Kbps (915 MHz) 20 Kbps (868 MHz)
POTENCIA	40mA transmitiendo y 0,2 mA en reposo.	400mA transmitiendo y 20mA en reposo.	30mA transmitiendo y 3uA en reposo.
ESTÁNDAR	IEEE 802.15.1	IEEE 802.11	IEEE 802.15.4
COBERTURA	10 metros	15-100 metros	10-75 metros
SEGURIDAD	PIN (número de identificación personal)	No Obligatorio	Servicio de Cifrado y Autenticación de paquetes
NUMERO DE DISPOSITIVOS	8 Dispositivos conforma una Piconet	32 Dispositivos	Hasta 65000 nodos por red
APLICACIÓN	Transferencia de audio y datos	Navegación por Internet, redes de ordenadores y transferencia de ficheros.	Control remoto, control médico, industrial, domótica e inmótica.
COSTO	Relativamente accesible	Relativamente caro	Relativamente barato

Fuente: Basado en "http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es_tutorialzigbee/pagina_4.asp"

2.6.3.8 Análisis de las Tecnologías Inalámbricas Bluetooth, Wi-Fi y ZigBee

Al momento de implementar un cierto tipo de prototipo electrónico, el uso de las tecnologías inalámbricas hoy en día, han hecho que se puedan incorporar fácilmente debido a la existencia de varios tipos y modelos de dispositivos que hay en el mercado.

La elección dependerá de las características técnicas de cada uno y de las necesidades específicas del enlace inalámbrico.

Los parámetros que se deben analizar al momento de adquirir un dispositivo inalámbrico sería su potencia, velocidad, frecuencia de operación, interoperabilidad y el área de cobertura; todos estos parámetros permitirán determinar qué equipo elegir según las necesidades del prototipo electrónico a realizarse.

2.6.3.8.1 Comparación de Tecnología Bluetooth y Wi-Fi

Como se puede observar en la Tabla 7 los dispositivos Bluetooth trabajan en las bandas libres ISM de los 2.4 GHz, teniendo un ancho de banda teórico de 1Mbps pero en la práctica hasta los 723 Kbps, su área de cobertura máxima va hasta los 10 metros.

Dispositivos Wi-Fi operan en las bandas ISM de 2.4 GHz y 5GHz dependiendo del tipo de estándar, así mismo poseen un ancho de banda desde los 11 hasta los 54Mbps, con un área de cobertura que va desde los 15 hasta los 100 metros.

Es necesario saber que cada módulo de comunicación fue fabricado con la finalidad de abarcar ciertas áreas específicas de aplicaciones, por lo que se debe tomar en cuenta que módulos bluetooth se utilizan para el envío de datos y voz a corta distancia; mientras que módulos Wi-Fi son usados para el intercambio de archivos pesados e interconexión de redes en la internet.

Para Arias y Muela (2007)

Bluetooth implemente un sistema de seguridad obligatoria, el cual se lo realiza al momento de emparejar las estaciones; en donde las estaciones primero identifican todos los dispositivos Bluetooth que se encuentran en el área de cobertura teniendo así una lista de los posibles usuarios a conectarse, luego para que un usuario acceda al sistema es necesario ingresar un código PIN (número de identificación personal) de hasta 16 caracteres; por último la autorización permitirá negar o acceder como usuario a la red. Mientras que Wi-Fi no utiliza un sistema de seguridad obligatorio por lo que no es descrito (p. 91).

La disponibilidad de módulos de comunicación inalámbrica Bluetooth y Wi-Fi varía en el mercado de acuerdo a los fabricantes y sobre todo la disponibilidad a nivel nacional, a continuación se tiene una tabla 8 para Bluetooth, y tabla 9 para WiFi de comparación de costos.

Tabla 8.- Precios de módulos Bluetooth de fabricantes más usados

FABRICANTE	MODELO	PRECIO UNITARIO (DÓLARES)
MICROCHIP	SERIE RN 52	17.00
WAVESEN	HC-05	20.00

Fuente: Basado en "http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/modulo-bluetooth-96112.html"

Tabla 9.- Precios de módulos Wi-Fi de fabricantes más usados

FABRICANTE	MODELO	PRECIO UNITARIO (DÓLARES)
MICROCHIP	MRF24WB0MA	80.00
ROVING NETWORKS	RN-171	85.00

Fuente: Basado en "http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/modulo-bluetooth-96112.html"

“La elección del dispositivo se basa principalmente en la disponibilidad del mercado, la facilidad de adquisición y el costo” (Arias y Muela, 2007, p. 86).

Hoy en la actualidad la tecnología Bluetooth está siendo adoptada por una mayor parte de los fabricantes de hardware, ganando cada vez mayor penetración en el mercado, por ende la disminución de costos de comercialización benefician al usuario final consiguiendo así el desarrollo de múltiples proyectos o prototipos dentro del campo de las redes de área personal inalámbricas (WPAN).

Una de las ventajas de utilizar dispositivos Bluetooth es que entregan un servicio inalámbrico a dispositivos de gran movilidad como teléfonos móviles dentro de un área reducida o de corto alcance, un bajo consumo de potencia el cual les proporciona portabilidad e independencia de una fuente de energía fija.

Es importante señalar que los dispositivos Bluetooth son óptimos al usarlos en ambientes de corto alcance debido a que la señal de potencia Bluetooth sufre menos atenuación que la señal de Wi-Fi, garantizando así una transferencia con pocas pérdidas de datos.

La interoperabilidad de dispositivos Bluetooth ha permitido que la implementación de sistemas inalámbricos con tecnología Bluetooth, es que Bluetooth en la actualidad puede interactuar con dispositivos móviles como celulares, tablets, etc. Por lo que es recomendable implementar esta tecnología en lugares que posean este tipo de dispositivos móviles.

La utilización de dispositivos “Wi-Fi son implementados más en aplicaciones donde la tasa de transferencia sea alta y la pérdida de datos no sea importante, ya que conforme aumenta la distancia la velocidad de transferencia es alta pero la pérdida de datos es considerable” (Arias y Muela, 2007, p. 159).

2.6.3.8.2 Comparación de la Tecnología Bluetooth y ZigBee

Como se puede observar en la Tabla 7, los “dispositivos ZigBee requieren menos tiempo para realizar operaciones como el reconocimiento, cambio de estado y tiempo de acceso de lo que requiere Bluetooth.

Por lo que ZigBee necesita menor tiempo para transmitir información que permiten dichas operaciones” (Acosta, 2006, p. 104). Definiendo que el consumo de batería de un dispositivo ZigBee es mucho menor con respecto a un dispositivo Bluetooth.

“Como se ve Bluetooth es una tecnología que tiene su espacio definido dentro del mercado mundial” (Acosta, 2006, p. 101). Debido a la popularidad de dispositivos para la telefonía celular la mayor parte de fabricantes del mundo hacen que Bluetooth sea una tecnología expandible.

“Las soluciones sobre el estándar ZigBee en conexión de redes, se centran en aplicaciones específicas de monitoreo” (Acosta, 2006, p. 102), como la automatización de edificios y hogares, el control industrial, médico e iluminación, la atención sanitaria, etc.

Aplicaciones Bluetooth son mucho más variadas y prácticas, es decir que tienen la posibilidad de montar una red inalámbrica en entornos de corto alcance; aplicaciones importantes como la transferencia de archivos, eliminación de cableado, teléfonos con sistemas Bluetooth que permitan interconectarse para intercambiar información

“Bluetooth y ZigBee poseen características diferentes, esto se debe a sus diferencias arquitectónicas distintas ya que fueron diseñados para aplicaciones y propósitos diferentes” (Acosta, 2006, p. 107).

Tabla 10.- Precios de módulos ZigBee de fabricantes más usados

FABRICANTE	MODELO	PRECIO UNITARIO (DÓLARES)
MICROCHIP	RADIO ZIGBEE	10.00
MIWI	MRF24J40T	4.00

Fuente: Basado en "<http://www.microchip.com/pagehandler/en-us/technology/personalareanetworks/technology/zigbeesmartenergy.html>"

2.7 ARDUINO

2.7.1 INTRODUCCIÓN

“Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar” (Letrán, 2012, párr. 1).

En la actualidad en el mundo del desarrollo de plataformas electrónicas ha hecho que personas de toda edad se motiven a desarrollar e investigar todo tipo de proyectos o prototipos, que permitan solucionar algún problema planteado; especialmente en el campo de la “educación donde empieza a considerarse de gran importancia dotar a las nuevas generaciones de conocimientos básicos de programación de aplicaciones o de desarrollo electrónico” (Arenas, 2014, párr. 1).

El desarrollo de proyectos interactivos ha permitido que, “Arduino pueda tomar información del entorno a través de sus pines de entrada de toda una gama de interruptores o sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores” (Letrán, 2012, párr. 1).

Además, se necesita un ordenador donde instalar el entorno de desarrollo para escribir los programas que harán que el sistema Arduino funcione de una determinada manera.

2.7.2 LENGUAJE DE DESARROLLO Y ENTORNO DE PROGRAMACIÓN

El microcontrolador en la placa Arduino contiene un lenguaje de programación Arduino basado en Wiring, y el entorno de desarrollo Arduino basado en Processing; es decir que los proyectos hechos con Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectar a un ordenador, si bien tienen la posibilidad de hacerlo y comunicar con diferentes tipos de software.

2.7.2.1 Wiring

“Es una plataforma abierta de prototipos electrónicos compuestos de un entorno de programación, en donde se tiene documentación creada por expertos, ingenieros, estudiantes, y personas con experiencia” (Letrán, 2012, párr. 4), donde todos ellos comparten sus ideas, conocimiento y experiencias adquiridas conforme al desarrollo e investigación de cualquier tipo de proyecto.

2.7.2.2 Processing

“Es un lenguaje de programación de código abierto, enfocado para las personas que quieran crear imágenes, animaciones e interacciones. Inicialmente desarrollado para enseñar los fundamentos de la programación de computadora en un contexto visual” (Letrán, 2012, párr. 3).

2.7.3 VENTAJAS Y CARACTERÍSTICAS

La principal característica que muestra Arduino “es una plataforma electrónica de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno interactivo de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en el desarrollo de proyectos” (Martínez, 2014, p. 1).

Arduino al ser hardware y software libre, nos trata de decir que “su diseño como distribución es libre, es decir, puede utilizarse libremente para el desarrollo de cualquier tipo de proyecto sin haber adquirido ninguna licencia original” (Martínez, 2014, p. 1).

El entorno de desarrollo o software al ser libre se puede descargar de forma gratuita e implementa el lenguaje de programación Processing y Wiring, mientras que el hardware consiste básicamente de un microcontrolador Atmel AVR³² de las series Atmega168, Atmega328, Atmega 1280, Atmega8; con puertos de entrada y salida.

Como ventajas que muestra la plataforma electrónica Arduino se puede decir que:

- Son placas electrónicas multiplataforma basados en los microcontroladores ATMEGA168, ATMEGA328 y ATMEGA1280 que “funcionan en sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux, pero la mayoría de microcontroladores se limitan a Windows” (Arduino, 2014, párr. 6).
- Las placas electrónicas son muy utilizadas actualmente, donde los precios son relativamente accesibles para el usuario, van desde los 35 hasta los 120 dólares, dependiendo de la gama de boards arduinos se necesiten.
- Los planos de los módulos Arduino “se basan según la licencia Creative Commons³³, por lo que los diseñadores de circuitos con experiencia pueden hacer su propia versión del módulo, ampliándolo u optimizándolo” (Arduino, 2014, párr. 9). Esto quiere decir que Arduino es un hardware ampliable y de código abierto.

³² AVR= Familia de microcontroladores proveniente del fabricante estadounidense Atmel.

³³ Creative Commons= Organización sin ánimo de lucro ubicada en el estado de California fue fundada por Lawrence Lessing, Profesor de Derecho en la Universidad de Stanford Son modelos de licencias libres que permiten compartir y reutilizar proyectos realizados por cualquier autor bajo ciertas condiciones, y estos son publicados en el internet, con el fin de ayudar a la investigación y desarrollo de proyectos.

2.7.4 IDE DE ARDUINO

Arduino incluye su propio IDE conocido como el entorno interactivo de desarrollo basado en la aplicación escrita en Java³⁴, el cual permite que la programación de la placa electrónica sea sencilla debido a que se basa en el código abierto de Processing y Wiring. Fue desarrollada para ser lo más amigable con el usuario.

Para Arduino (2014)

El entorno de desarrollo Arduino contiene un editor de texto para escribir código, un área de mensajes, una consola de texto, una barra de herramientas con botones para las funciones comunes, y una serie de menús. Se conecta al hardware Arduino para cargar programas y comunicarse con ellos (párr. 1).

El IDE de Arduino trae una biblioteca escrita en código de programación de alto nivel C/C++ llamada “Wiring” que hacen más fácil escribir la programación. “Una biblioteca es un conjunto de rutinas previamente programadas con las instrucciones habituales de entrada/salida, cuyo funcionamiento interno es transparente para el usuario” (Maocho, 2012, párr.6).

El proceso de descarga del IDE de Arduino se puede realizar desde su página oficial mediante el siguiente link <http://arduino.cc/es/Main/Software> donde se tendrán opciones de descarga dependiendo del tipo de ordenador ya sea Windows, Mac, o Linux. Una vez ejecutado e instalado el archivo Arduino.exe en modo administrador, prácticamente se procede al reconocimiento del modelo de tarjeta Arduino con su puerto serie asignado al controlador Arduino.

³⁴ Java = es un lenguaje de programación y una plataforma informática comercializada por primera vez en 1995 por Sun Microsystems.

Se puede observar el entorno interactivo de desarrollo de Arduino con sus respectivas partes mediante la siguiente imagen 21.

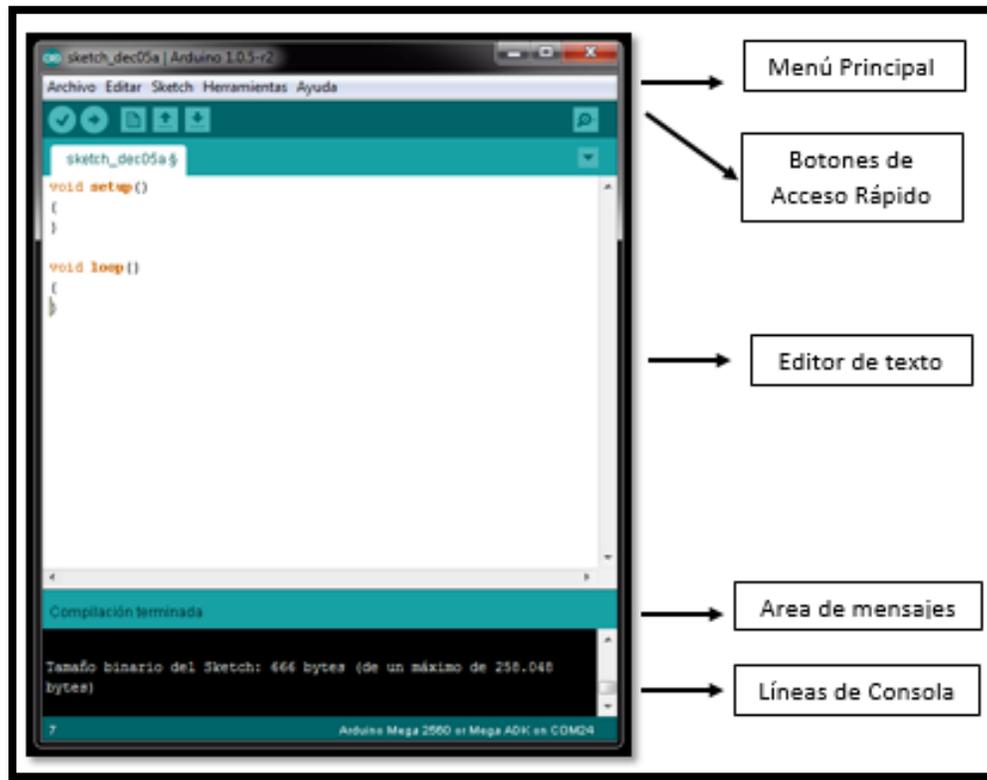


Imagen 21.- IDE de Arduino

Fuente: basado en "<http://solorobotica.blogspot.com/2012/07/programacion-de-arduino-elide-de.html>"

Existen 5 etiquetas en donde se muestra el menú principal y las demás partes fundamentales del IDE de Arduino, los cuales ofrecen funciones específicas para cada uno como:

- **Archivo.-** Muestra opciones de crear, abrir, guardar, cerrar, imprimir, cargar, configurar y salir con respecto a los programas realizados en el editor de textos.
- **Editar.-** Muestra opciones aplicadas para el editor de textos donde se podrá copiar, pegar, seleccionar, comentar, buscar con respecto al código de programación realizado.

- **Sketch.-** Muestra opciones para verificar y complicar el código de programación así como también para añadir las diferentes librerías que utiliza Arduino.
- **Herramientas.-** Muestra las dos opciones más importantes como son la elección del tipo de tarjeta electrónica Arduino que se use, así como también del puerto serial del controlador Arduino al cual esté conectado.
- **Ayuda.-** Muestra opciones de ayuda en donde se tiene como referencia la página web de Arduino con las preguntas más frecuentes, con el fin de ayudar al programador a utilizar de mejor manera el IDE de Arduino.
- **Botones de Acceso.-** Muestra botones para verificar el código para encontrar errores en la programación, también para compilar el código y cargarlo en la placa electrónica Arduino, así como crear, cargar y guardar nuevos archivos.
- **Editor de Texto.-** “Es un procesador de texto especializado para escribir los programas con características específicas como el resaltado de nombres de comandos, sangrías, espacios, entre otros” (Maocho, 2012, párr. 3).
- **Área de mensajes.-** Muestra el resultado de la compilación del código de programación ya sea esta que falle o sea exitosa sin errores.
- **Líneas de Consola.-** Muestra resultados como el tamaño del código de programación compilado, así como también de mensajes de error al momento de realizar la compilación del código de programación.

2.7.5 MÓDULOS ARDUINO

Existen varios boards o placas electrónicas que presenta Arduino, entre las cuales se pueden destacar las siguientes:

2.7.5.1 Arduino Uno

Para Arduino (2014)

El Arduino Uno es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328. Cuenta con 14 pines digitales de entrada/salida de los cuales 6 pueden utilizarse para salidas PWM³⁵, 6 entradas analógicas, una conexión USB, un conector de alimentación, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o el poder con un adaptador de CA o la batería a CC para empezar (párr. 1).



Imagen 22: Identificación de pines de una placa Arduino UNO

Referencia: http://www.robotizando.com.br/curso_arduino_hardware_pg1.php

2.7.5.2 Arduino Mega 2560

³⁵ PWM= Modulación por Posición de Pulso.

Para Arduino (2014)

Es una placa electrónica basada en el microcontrolador Atmega1280. Posee 54 pines digitales de entrada/salida los cuales 15 pines proporcionan salida PWM, 16 entradas analógicas, 4 puertos seriales, un oscilador de 16MHz, una conexión USB, un conector de alimentación y un botón de reinicio (párr. 1).



Imagen 23.- Placa electrónica Arduino Mega 2560

Referencia: http://avrprojects1.blogspot.com/2013_01_01_archive.html

Esta placa es mucho más potente debido al mayor número de pines y se utiliza para el desarrollo de proyectos más complejos, pero con la desventaja de ocupar mucho espacio debido a su tamaño.

2.7.5.3 Arduino Nano

“Su principal ventaja es que puede ser conectado directamente al protoboard, sus dimensiones van desde los 1.9cm de ancho hasta los 4.5cm de largo” (Martínez, 2012, p. 4), es muy práctico y muy utilizable, pero con la desventaja de que posee menos memoria de almacenamiento con respecto a las demás placas Arduino.

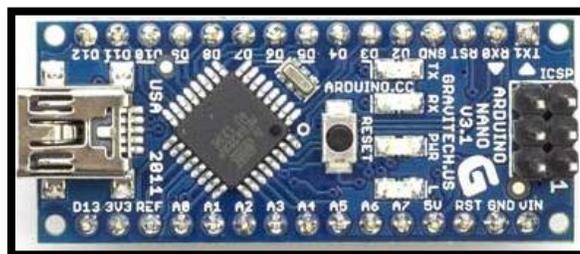


Imagen 24.- Placa electrónica Arduino Nano

Referencia: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>

2.7.5.4. Arduino YUN

Para Arduino (2014)

El Arduino Yun es una placa electrónica basada en el ATmega32u4 y el Atheros AR9331. El procesador Atheros es compatible con una distribución Linux basada en OpenWrt llamado OpenWrt -Yun. La junta ha incorporado Ethernet y soporte WiFi, un puerto USB-A, ranura para tarjeta micro-SD, 20 entradas digitales / pines de salida (de los cuales 7 se pueden utilizar como salidas PWM y 12 como entradas analógicas), un cristal de 16 MHz oscilador, una conexión micro USB, un jefe de ICSP, y un 3 botones de reposición (párr.1).

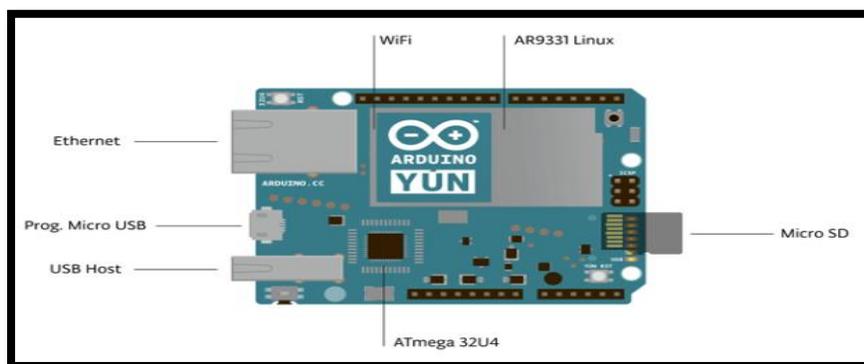


Imagen 25.- Placa electrónica Arduino YUN

Referencia: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardYun>

2.7.5.5 Arduino LEONARDO

El Leonardo “difiere de todas las placas anteriores en que el ATmega32u4 ha incorporado en la comunicación USB, eliminando la necesidad de un procesador secundario. Esto permite que el Leonardo aparezca a un ordenador conectado como un ratón y el teclado” (Arduino, 2014, párr. 1)

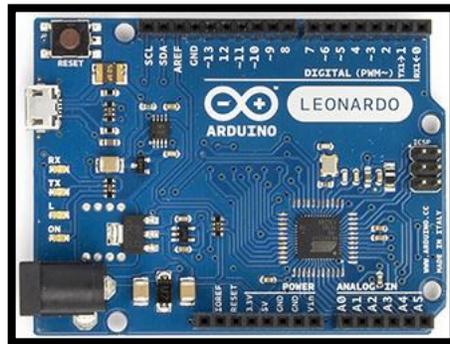


Imagen 26.- Placa electrónica Arduino LEONARDO

Referencia: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLeonardo>

2.7.5.6 Arduino Micro

Tiene un factor de forma que le permite ser fácilmente colocado en una placa. El Micro es similar a la Arduino Leonardo en que el ATmega32u4 se ha incorporado en la comunicación USB, eliminando la necesidad de un procesador secundario. Esto permite que el micro que aparezca a un ordenador conectado como un ratón y el teclado.

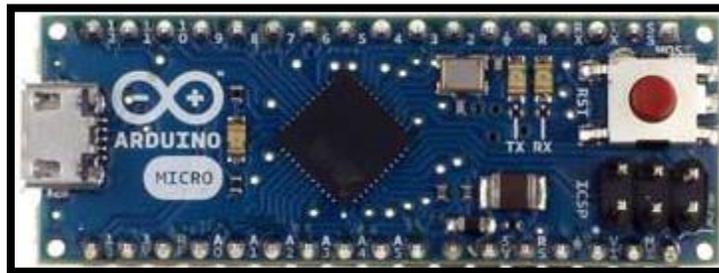


Imagen 27.- Placa electrónica Arduino Micro

Referencia: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMicro>

2.7.5.7 Arduino Ethernet

Se diferencia de otras placas en que no tiene un chip integrado controlador de USB a serie, pero tiene una interfaz Wiznet Ethernet. “Es la misma interfaz que se encuentra en el escudo Ethernet. Un lector de tarjetas microSD a bordo, que se puede utilizar para almacenar archivos para servir a través de la red, es accesible a través de la Biblioteca SD” (Arduino, 2014, párr. 1).



Imagen 28.- Placa electrónica Arduino Ethernet

Referencia: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardEthernet>

2.7.5.8 Arduino FIO

El Arduino Fio está diseñado para aplicaciones inalámbricas. Además, mediante el uso de un adaptador XBee Explorador de USB, el usuario puede cargar bocetos de forma inalámbrica. El tablero viene sin cabeceras pre-montada, permitiendo el uso de varios tipos de conectores o soldadura directa de cables” (Arduino, 2014, párr. 1).

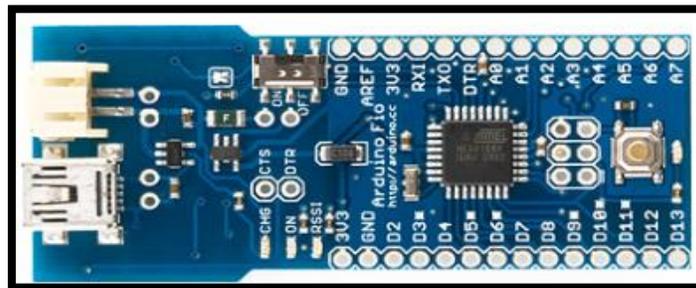


Imagen 29.- Placa electrónica Arduino FIO

Referencia.- <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardFio>

2.7.5.9 Arduino Robot

Es el primer Arduino oficial sobre ruedas. “El robot tiene dos procesadores, uno en cada tableros. La parte del motor controla los motores, y la parte de control lee sensores y decide cómo operar. Cada una de las tablas usa el IDE de Arduino” (Arduino, 2014, párr.1).

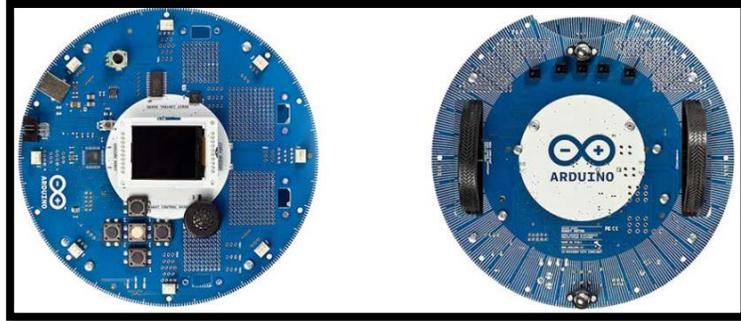


Imagen 30.- Placa electrónica Arduino Robot

Referencia: <http://arduino.cc/en/Main/Robot>

2.7.5.10 Arduino Explora

Para Arduino (2014)

El Explora tiene a bordo de luz y sonido, y varias salidas de los sensores de entrada, incluyendo una palanca de mando, un control deslizante, un sensor de temperatura, un acelerómetro, un micrófono, y un sensor de luz. También tiene el potencial de ampliar sus capacidades con dos conectores de entrada y salida TINKERKIT³⁶, y una toma para una pantalla LCD TFT³⁷ a color (párr. 1).

³⁶ TINKERKIT= es una solución en forma de kit para crear prototipos rápidos, con hasta veinte tipos de sensores avanzados, entre los que hay acelerómetros y sensores de movimiento, brújula, GPS, infrarrojos y sistemas táctiles compatibles con la plataforma electrónica Arduino.

³⁷ LCD TFT= Pantalla de cristal líquido de transistores de película fina, es una variante de pantalla de cristal líquido (LCD) que usa tecnología de transistor de película delgada (TFT) para mejorar su calidad de imagen.

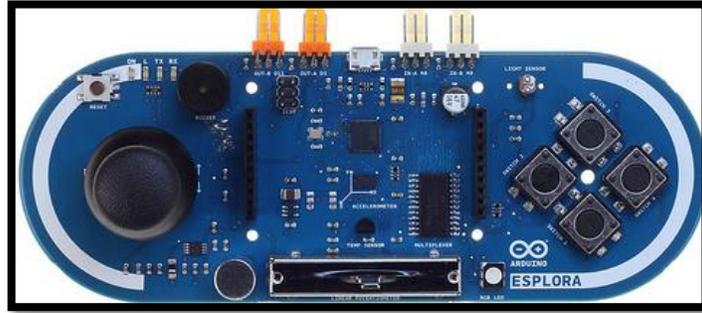


Imagen 31.- Placa electrónica Arduino Explora

Referencia: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardEsplora>

2.7.5.11 Arduino LilyPad

El LilyPad Arduino es un “conjunto de piezas electrónicas y módulos que se emplean para el desarrollo de piezas textiles interactivas. Sensores, altavoces o luces LED³⁸ se cosen con hilos conductores al LilyPad Arduino y se crean prendas o accesorios dinámicos” (Sánchez, 2014, párr.1).

El microcontrolador es especial para telas y ropa inteligente. LilyPad es una tecnología electrónica textil lavable, desarrollada por Leah Buechley en cooperación con SparkFun Electronics³⁹.

“La placa electrónica está basada en el chip ATmega328V, que es una versión de bajo consumo de energía que del chip ATmega328 normalmente usado” (Arduino, 2014, párr. 1).

Al ser adaptable a textiles tiene la ventaja de utilizar un hilo especial de tipo conductor, el cual ayudara a la sujeción de la placa electrónica en cualquier tipo de textil.

³⁸ LED= Diodo Emisor de Luz

³⁹ SparkFun Electronics= es una tienda Online dedicada a la venta al por menor de dispositivos para proyectos de electrónica.

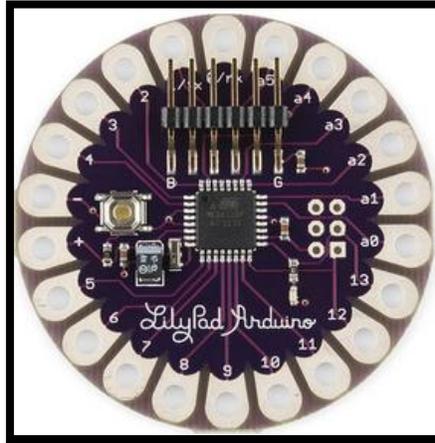


Imagen 32.- Placa electrónica LilyPad Arduino

Referencia: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLilyPad>

2.7.5.11.1 Especificaciones

Para Arduino (2014)

El LilyPad Arduino puede ser alimentado a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa. Si se utiliza una fuente de alimentación externa, se debe proporcionar un límite de alimentación entre 2,7 y 5,5 voltios. Las dimensiones que presenta esta placa electrónica de forma circular comprenden un diámetro circular de 5 centímetros (cm), y un espesor de 8 milímetros (mm). Esta placa electrónica al tener la característica de poder ser lavada, se recomienda primero quitar la fuente de alimentación y luego proceder a un lavado suave con agua fría y con un detergente no tan fuerte, todo esto de forma manual (párr.2).

Esta placa LilyPad tiene 22 pines en forma de pétalos de material de plata que rodean la parte exterior de la placa. “Cada uno de estos pasadores, con la excepción de los pines de alimentación positivo (+) y negativo (-), puede controlar una entrada o salida del dispositivo adjunto, como un LED, un motor, un sensor, un actuador, o un interruptor” (SparkFun, 2014, párr. 1).

Para Kike Ramírez (2013)

LilyPad Arduino es la herramienta perfecta para avanzar rápido en la construcción de cualquier tipo de prenda interactiva. Posee innumerables ventajas a la hora de elaborar cualquier proyecto debido a su poco peso, sus dimensiones pequeñas, sus componentes discretos con una gran gama de accesorios que se pueden lavar y es hardware y software libre por lo que una gran comunidad respalda sus usos y aplicaciones (párr. 7).

2.7.5.11.2 Textiles Inteligentes

Los tejidos inteligentes o “también llamados como “e-tejidos” o SFIT (Smart textiles and intelligent fabrics), son materiales textiles que de alguna manera incorporan capacidades relacionadas con la monitorización o la mejora del rendimiento mediante el uso de medios físicos o informáticos” (Jiménez, 2012, párr. 3).

Para Fred Muscinési (2014)

Se trata de integrar, en los textiles, que incluso se puedan llevar, elementos eléctricos y electrónicos. Es decir que se puede añadir luces, sonidos, monitoreo etc., hacer que la ropa reaccione, envíe información, datos o actúe en el entorno, dependiendo de las condiciones que se plantee. En algunos casos, se utilizan placas programables de tipo Arduino que permitan generar interacciones o, por lo menos, programar el comportamiento de los componentes electrónicos cosidos; en otros, los materiales textiles utilizados tienen propiedades conductivas o eléctricas. En cualquier caso, se añada potencialidades, funcionalidades, y capacidades al textil y eso es riquísimo de ideas y realizaciones (párr. 1).

“La integración de este tipo de elementos electrónicos, puede tener un objetivo estético, experimental o creativo. Se puede hacer en un marco educativo o de descubrimiento, en el marco de un proyecto artístico, o de un proyecto comercial” (Muscinesi, 2014, párr. 2).

Gracias a la utilización de la placa LilyPad Arduino se han mostrado muchos proyectos interactivos que incentivan a personas inmersas en este mundo tecnológico, a la investigación y desarrollo de trabajos, que tengan el objetivo de cumplir con las exigencias que demanda el buen uso de estos dispositivos, exponiendo así sus capacidades educativas, artísticas y comerciales, con el fin de potencializar el campo textil juntamente con la electrónica.

2.7.5.11.3 Hilo Conductor

Se compone de fibras de acero inoxidable enrollado en una bobina de plástico, este multifilamento de acero todavía se utiliza en una amplia gama de aplicaciones relacionadas con:

- Transferencia de señal.
- Transferencia de potencia.
- Hilo de costura resistente al calor.
- Conductividad térmica.
- Compuesto por fibras de Acero.
- Resistencia: 28 Ohms/Ft.

Usar el hilo conductor es una forma creativa para conectar dispositivos electrónicos en la ropa. Este hilo puede llevar la corriente para energizar componentes electrónicos o transmitir señales. Es un hilo suficientemente fino para ser usado en máquinas de coser estándar.



Imagen 33.- Hilo conductor

Referencia: http://www.330ohms.com/Bobina-de-hilo-conductor--30ft_p_329.html

Adecuado para la mano o máquina de coser el hilo de la bobina particularmente tiene dientes diminutos, lo que significa que proporciona un agarre firmemente a su tela o prenda. Es recomendable que el cocido sea de forma separada lo más considerable posible al diseño propuesto por el usuario, con el fin de evitar topar los hilos conductores alimentados con diferentes voltajes provenientes de la placa electrónica Arduino LilyPad.

El hilo conductor es apto para la “costura y el desarrollo de textiles electrónicos, con el fin de crear piezas interactivas que reaccionen a estímulos propuestos por el diseñador, ya sea al monitoreo, temperatura, entre otros. La tecnología Arduino facilita la creación de estos textiles” (Muñoz, 2014, párr. 3).

2.7.6 TABLA COMPARATIVA DE LAS PLACAS ELECTRÓNICAS ARDUINO

Tabla 11.- Tabla comparativa de las placas electrónicas Arduino

CARACTERÍSTICAS	ARDUINO UNO	ARDUINO MEGA2560	ARDUINO NANO	ARDUINO YUN	ARDUINO LEONARDO
Microcontrolador	Atmega328	Atmega2560	Atmega2560	Atmega 32u4	Atmega 32u4
Tensión de funcionamiento	5 voltios	5 voltios	5 voltios	5 voltios	5 voltios
Voltaje de entrada recomendando	7-12 voltios	7-12 voltios	7-12 voltios	5 voltios	7-12 voltios
Voltaje de entrada límite	6-20 voltios	6-20 voltios	6-20 voltios	5 voltios	6-20 voltios
Pines de entrada/salida digitales	14 los cuales 6 proporcionan salida PWM	54 los cuales 15 proporcionan salida PWM	54 los cuales 15 proporcionan salida PWM	20 los cuales 7 proporcionan salida PWM	20 los cuales 7 proporcionan salida PWM
Pines de entrada analógicos	6	16	16	12	12
Corriente DC por pin de entrada/salida	40Ma	40mA	40mA	40mA	40mA
Corriente DC del pin de 3.3 Voltios	50mA	50mA	50mA	50mA	50mA
SRAM	2 KB de memoria flash	256 KB de memoria flash	256 KB de memoria flash	2,5 KB	2,5 KB
EEPROM	1 KB	4 KB	4 KB	1 KB	1 KB
Velocidad de reloj	16 MHz	16MHz	16MHz	16 MHz	16 MHz
Costo	28 dólares	35 dólares	20 dólares	110 dólares	40 dólares

Fuente: Basado en <http://arduino.cc/en/Main/Products>

Tabla 12.- Tabla comparativa de las placas electrónicas Arduino Fuente.- Basado en <http://arduino.cc/en/Main/Products>

CARACTERÍSTICAS	ARDUINO MICRO	ARDUINO ETHERNET	ARDUINO FIO	ARDUINO ROBOT Control - Motor		ARDUINO EXPLORA	ARDUINO LILYPAD
Microcontrolador	Atmega32u4	Atmega328	Atmega328P	Atmega 32u4	Atmega 32u4	Atmega 32u4	Atmega 128V-328V
Tensión de funcionamiento	5 voltios	5 voltios	3.3 voltios	5 voltios	5 voltios	5 voltios	2.7 a 5.5 voltios
Voltaje de entrada recomendando	7-12 voltios	7-12 voltios	3,7-7 voltios	5 voltios	9 voltios	5 voltios	2.7 a 5.5 voltios
Voltaje de entrada límite	6-20 voltios	6-20 voltios	3,35-12 voltios	5 voltios	9 voltios	5 voltios	2.7 a 5.5 voltios
Pines de entrada/salida digitales	20 y 7 proporciona salida PWM	14 y 4 proporcionan salida PWM	14 y 6 proporciona salida PWM	5 los cuales 6 proporcionan salida PWM	4 y 1 proporciona salida PWM	--	14 los cuales 6 son salida PWM
Pines de entrada analógicos	12	6	16	4 de los pines de E/S	4	--	6
Corriente DC por pin de entrada/salida	40mA	40mA	40mA	40mA	40mA	--	40mA
Corriente DC del pin de 3.3 Voltios	50mA	50Ma	--	--	--	--	--
Memoria Flash	32 KB	32 KB	32 KB (2KB arranque)	32 KB (4Kb arranque)	32 KB (4Kb arranque)	32 KB (4 KB arranque)	16 KB (2 KB arranque)
SRAM	2,5 KB	2 KB	2 KB	2,5 KB	2,5 KB	2,5 KB	1 KB
EEPROM	1 KB	4 KB	1 KB	1 KB	1 KB	1 KB	512 bytes
Velocidad de reloj	16 MHz	16 MHz	8 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz	8 MHz
Costo (Dólares)	28 dólares	20 dólares	25 dólares	110 dólares		60 dólares	16 dólares

Fuente: Basado en <http://arduino.cc/en/Main/Products>

Al pesar de la gran variedad de placas electrónicas Arduino existentes y de la gran cantidad de características que estas poseen, es importante tomar en cuenta primero la aplicación a desarrollar por el usuario para tener una buena elección de la placa a utilizar. El campo de los textiles inteligentes está tomando grandes desarrollos dentro del área de diseño e ingeniería, por lo que es importante recalcar que la elección del Arduino LilyPad se adapta perfectamente a las condiciones del desarrollo de un Guante Traductor de Señas Básicas; la placa electrónica será cocida con hilo conductor en esta prenda, logrando adaptar los sensores, el módulo de comunicación Bluetooth y los elementos electrónicos pasivos.

2.8 ELEMENTOS ELECTRÓNICOS

Para Andrea Aristizabal (2011)

Son dispositivos que forma parte de un circuito electrónico. Se suele encapsular, generalmente en un material cerámico, metálico o plástico, y terminar en dos o más terminales o patillas metálicas. Se diseñan para ser conectados entre ellos, normalmente mediante soldadura, a un circuito impreso, para formar el mencionado circuito (párr. 1).

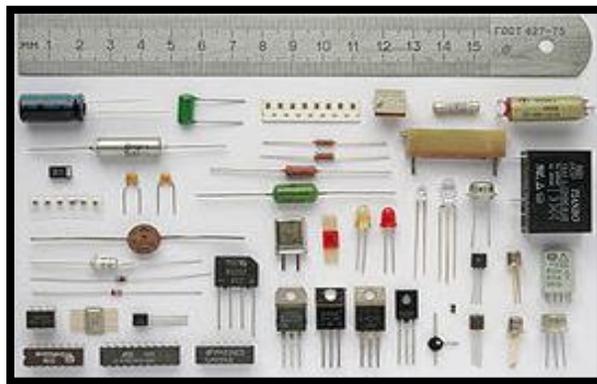


Imagen 34.- Componente electrónicos

Referencia.- <http://compoelectronic.blogspot.com/>

Los componentes electrónicos se clasifican según su estructura física, material de fabricación, funcionamiento y según el tipo de energía, son descritos a continuación:

2.8.1 ESTRUCTURA FÍSICA

- **Discretos.-** Aquellos que se “encuentran encapsulados uno a uno, como es el caso de los resistores, condensadores, diodos, transistores; entre otros” (Luis Miguel, 2009, p. 2).
- **Integrados.-** Aquellos que forman un “conjunto más complejo como un amplificador, una compuerta lógica; estos pueden contener desde pocos a millones de componentes discretos, y son denominados circuitos integrados” (Luis Miguel, 2009, p. 2).

2.8.2 MATERIAL DE FABRICACIÓN

- **Semiconductores.-** Denominados como componentes de estado sólido, son elementos obtenidos a partir de materiales semiconductores como el silicio y el germanio.

2.8.3 FUNCIONAMIENTO

- **Activos.-** Proporcionan energía de manera directa a los elementos pasivos, tal es el caso de las fuentes de energía, transistores, diodos, entre otros.
- **Pasivos.-** Encargados de la “conexión entre los diferentes componentes activos, asegura la transmisión de señales eléctricas, pueden ser resistores, condensadores, bobinas, cables, placa impresa, fibra óptica” (Luis Miguel, 2009, p. 2); entre otros.

2.8.4 TIPO DE ENERGÍA

- **Electromagnéticos.-** Aprovechan las propiedades electromagnéticas de los materiales como transformadores e inductores.
- **Electroacústicos.-** “Transforman la energía acústica en eléctrica y viceversa, ejemplos de estos son los micrófonos, bocinas, auriculares y altavoces” (Luis Miguel, 2009, p. 2).
- **Optoelectrónicos.-** “Transforman la energía luminosa en eléctrica y viceversa como diodos LED, células solares” (Luis Miguel, 2009, p. 2); entre otras.

2.8.5 RESISTENCIAS

Para José García (2012)

Componente electrónico pasivo que cumple la función de oponerse al paso de corriente eléctrica, permiten controlar el flujo de corriente y tensión dentro de un circuito, esta magnitud se mide en Ohmios (Ω); además se componen de una película de carbón enrollada sobre un soporte cilíndrico cerámico (párr. 1).

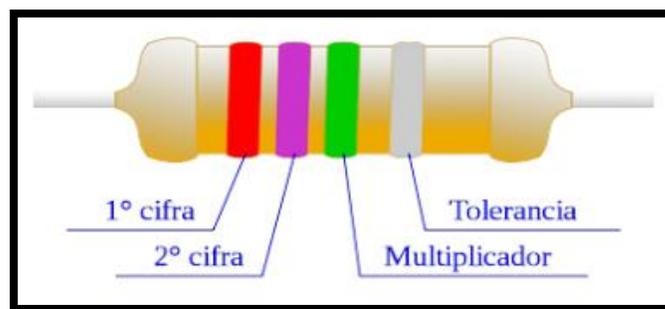


Imagen 35.- Distribución de bandas de una resistencia

Referencia.- <http://www.areatecnologia.com/electricidad/resistencia-electrica.html>

El valor de una resistencia viene determinado según la tabla del código de colores, en donde la primera y segunda banda son las dos primeras cifras, la tercera banda nos indica por cuanto

tenemos que multiplicar las dos primeras cifras o el número de ceros que hay que añadir a los dos primeros valores obtenidos; mientras que la última banda indica la tolerancia que es el porcentaje más o menos que podrá tener esa resistencia.

Tabla 13.- Distribución del código de colores para resistencias

COLOR	PRIMERA BANDA	SEGUNDA BANDA	TERCERA BANDA	TOLERANCIA
Negro	0	0	x 1	
Café	1	1	x 10	2%
Rojo	2	2	x 100	
Naranja	3	3	x 1000	
Amarillo	4	4	x 10000	
Verde	5	5	x 100000	
Azul	6	6	x 1000000	
Violeta	7	7	x 10000000	
Gris	8	8	x 100000000	
Blanco	9	9	x 1000000000	
Dorado				5%
Plata				10

Fuente.- Basado en "www.areatecnologia.com"

2.8.6 DIODO LED

“Componente electrónico cuya función principal es convertir la energía eléctrica en una fuente luminosa al momento de ser polarizado de forma directa” (García, 2012, párr. 4).

Soportan tensiones menores a los 2 voltios por lo que es necesario colocar una resistencia en serie con la finalidad de que no llegue a quemarse este componente.

Posee dos patillas el ánodo (+) identifica por ser la patilla más larga y el cátodo (-) la patilla más corta.

Son útiles para aplicaciones como indicación de estado de circuitos, señalizaciones, indicadores de frecuencias de reloj; entre otros.



Imagen 36.- Diodo Emisor de Luz

Referencia.- <http://www.areatecnologia.com/TUTORIALES/ELECTRONICA%20BASICA.htm>

2.8.7 BATERÍA LIPO

Para Andoni Días (2010)

Son baterías de Polímero de Litio (LIPO)⁴⁰ con una excelente relación entre capacidad, peso, volumen y tensión; esta se conforma de celdas donde cada celda tiene un valor nominal de 3.7 voltios; la nomenclatura de reconocimiento de estas baterías se basa en un número de elementos o celdas seguidas de letras que indican el tipo de conexión de dichos elementos, “S” para conexión en serie y “P” para conexión en paralelo (párr. 2).

Por ejemplo una batería Lipo 3S, significa que contiene 3 celdas en serie por tanto tendrá un voltaje de 11.1 voltios. Estas baterías necesitan de un cargador especial.

Su alta capacidad de almacenamiento de voltaje, su bajo peso y sus cortas dimensiones, hacen que este tipo de baterías se adapten de mejor manera para alimentar a prototipos electrónicos, proporcionando una larga duración de tiempo para cuando el circuito está activo.

⁴⁰ LIPO= Polímero de Litio

2.8.7.1 Tiempo de Duración de una Batería

Para saber el tiempo que dura una batería teóricamente, conocida su capacidad y su velocidad de descarga y suponiendo que el consumo que le vamos a exigir es este valor máximo de descarga de forma continua; tenemos la siguiente relación que nos da una primera aproximación:

- $\text{Tiempo (min)} = \text{Capacidad de la batería (Amp*min)} / \text{Velocidad de descarga (Amp)}$

Tenemos una batería de 7,4 voltios con capacidad de 5000mAh y 10C que es un valor específico que vienen en las hojas de datos, es decir que dividiendo entre 1000 para pasar a Amperios, tenemos capacidad de 5A. Estos 5A multiplicados por 60 minutos que tiene 1 hora, nos da 300A*min, que sería la capacidad de la batería.

Por otra parte, la velocidad de descarga hemos dicho que es 10C, es decir, $10 * 5A$ que es igual a 50A.

Luego el tiempo que nos dura la batería suministrando esta corriente de consumo máxima es:

- $T = 300A * \text{min} / 50A = 6 \text{ minutos}$

Es una corriente máxima teórica que la batería es capaz de suministrar; luego está la corriente que realmente suministra la batería en cada momento en función de lo que solicitemos de ella, ya que la carga o el consumo no es constante todo el tiempo; y además sería inviable que la batería estuviera entregando de forma continua su corriente máxima en todo momento.

Por este motivo, el tiempo calculado con la expresión anterior siempre es menor que lo que realmente suele durar, y además, ese resultado no tiene en cuenta factores como por ejemplo

que la batería no debe descargarse completamente por razones de seguridad y aparte existen pérdidas de potencia eléctrica “por el camino” por diferentes elementos del sistema.

Por lo tanto, para saber qué batería elegir, debemos ver primero qué carga tenemos y ver qué corriente va a necesitar durante su funcionamiento. El consumo máximo de la carga debe ser menor que la corriente máxima continua que es capaz de suministrar la batería; y aparte, deberíamos prever cierto margen de seguridad.

Por otra parte también está el tiempo que queremos que nos dure. Con el valor de la corriente anterior y el tiempo de duración estimado, podemos ver qué batería cumple ambos requisitos.

2.8.8 SENSOR FLEXIBLE RESISTIVO

Este sensor es un “elemento electrónico de tipo pasivo, ya que necesita de alguna polarización para actuar como un transductor, es decir convertir una magnitud o tipo de energía en otra” (Espinosa, Pozo, 2013, p. 26).

Se basa en la impresión de una tinta de polímero en una cara del sensor, el cual almacena partículas conductoras, que dependiendo de la posición del sensor mostrara distintos valores resistivos.

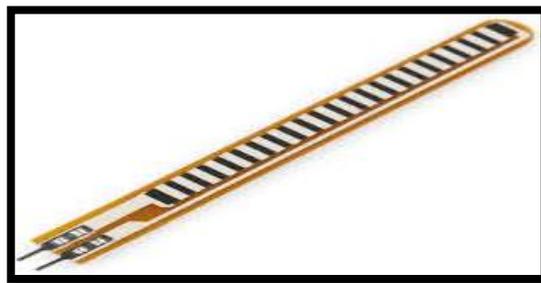


Imagen 37.- Sensor Flexible Resistivo

Referencia.- <http://www.electan.com/sensor-flexion-sparkfun-p-3135.html>

El funcionamiento de este sensor se basa en un conductor de tipo resistivo llamados hilos de resistencia finos, el cual modifica su valor óhmico cuando es sometido a alguna deformación, desplazamiento o flexión de sus contactos, en la forma de estrechar o alargar el sensor; según se muestra en la imagen 38.

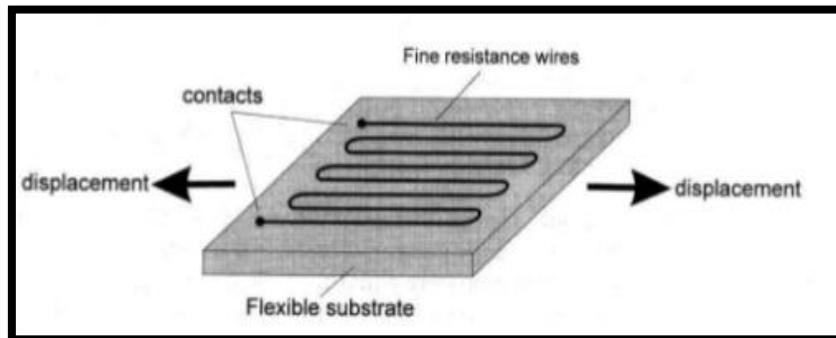


Imagen 38.- Partes de Transductor resistivo

Referencia: http://es.slideshare.net/siderio_orion/01-bioseales-y-sensores

Para medir el valor resistivo del sensor flexible es necesario poner en contacto sus dos terminales de cualquier manera ya que no poseen polaridad sobre los terminales de un potenciómetro; “si el sensor es flexionado su valor óhmico aumentara dependiendo del rango de funcionamiento que posea en sensor flexible” (Espinosa, Pozo, 2013, p. 27), como se puede observar en la siguiente imagen 39.

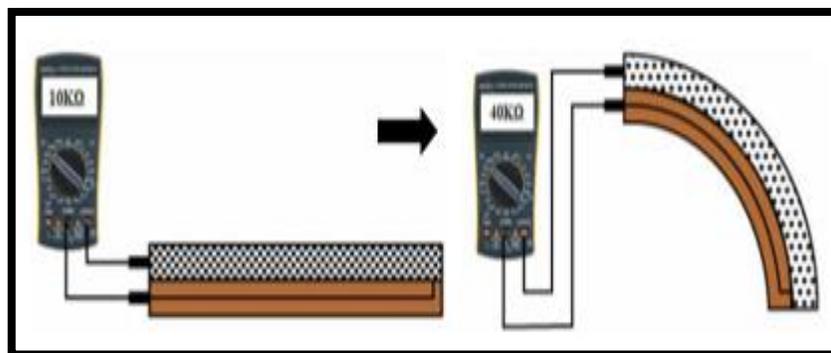


Imagen 39.-Medición del valor óhmico del sensor flexible

Referencia: <http://www.electronicaembajadores.com/datos/pdf/ss/ssfx/ssfx022.pdf>

Sus características principales de este sensor flexible son:

- **Dimensiones.-** Se pueden encontrar sensores con una longitud de 5.58 centímetros y de 11.43 centímetros, presentan un ancho de 0.64 centímetros y un espesor de 0.020 centímetros.
- **Rango de Variación.-** Si el sensor se encuentra en su “posición lineal normal su valor óhmico será mínimo, pero si es flexionado a 90 grados tiende a su máximo valor óhmico” (Espinosa, Pozo, 2013, p. 28).
- **Construcción.-** Membrana flexible y resistente, con tinta de polímero con partículas conductoras. En el interior del sensor existen elementos resistivos de carbono.
- **Fabricantes.-** “Existen tres fabricantes de estos sensores flexibles que son, Spectra Symbol Flex Sensors, Gnetile Abrams Sensor y Gizmo Music” (Espinosa, Pozo, 2013, p. 29).
- **Tiempo de Vida Útil.-** Tiene aproximadamente más de un millón de flexiones, dependiendo en las condiciones expuestas a su funcionamiento.
- **Rango de Temperatura.-** Opera en los rangos de -35°C hasta los $+80^{\circ}\text{C}$.
- **Voltaje.-** Opera en el rango de voltajes de los 5 a 12 voltios.

2.8.9 CABLE CONDUCTOR

Normalmente son “fabricados de un material de cobre, envueltos con un material tipo aislante o protector, el cual permite conducir el flujo de corriente eléctrica desde un punto hacia otro, estos cables son utilizados para las prácticas de laboratorio de electrónica” (Marquina, Gutiérrez, Fonseca, 2012, p. 2).

Un cable conductor básicamente se compone de cuatro partes muy importantes que son:

- **Conductor:** “Elemento que conduce la corriente eléctrica y puede ser de diversos materiales metálicos como el cobre o aluminio. Puede estar formado por uno o varios hilos” (Marquina, Gutiérrez, Fonseca, 2012, p. 2).
- **Aislamiento:** Recubrimiento que envuelve al conductor, para evitar la circulación de corriente eléctrica fuera del mismo.
- **Capa de relleno:** Material aislante que envuelve a los conductores para mantener la sección circular del conjunto.
- **Cubierta:** Está hecha de “materiales que protejan mecánicamente al cable. Tiene como función proteger el aislamiento de los conductores de la acción de la temperatura, sol, lluvia, polvo” (Marquina, Gutiérrez, Fonseca, 2012, p. 2), entre otros.

2.9 APLICACIONES MÓVILES

2.9.1 INTRODUCCIÓN

Hoy en la actualidad, el crecimiento de dispositivos inteligentes en el mundo ha hecho que el desarrollo de aplicaciones móviles como juegos, entretenimiento, localizaciones, noticias, libros, datos del tiempo, deportes, entre otros; aumente en gran medida, con la finalidad de cubrir las necesidades de los usuarios.

“Empresas de telecomunicaciones y fabricantes se han unido para dotar de información detallada y entornos de programación a desarrolladores y programadores externos” (Delgado, 2009, párr. 1).

Para Antonio Delgado (2009)

La telefonía móvil ha pasado en los últimos años de ser un sector cerrado, en el que sólo una pequeña porción de desarrolladores tenía licencia de las operadoras para crear aplicaciones para sus dispositivos y servicios de red, a convertirse en una ferviente promotora de las plataformas de desarrollo de código abierto (párr. 2).

Tiempo atrás para desarrollar y publicar una aplicación móvil se tenía que disponer de apoyo de una operadora o de una empresa que esté a cargo del beneficio que presente dicha aplicación.

Hoy en día gracias a la aparición de los mercados de aplicaciones móviles ha hecho que cualquier persona pueda publicar una aplicación de forma gratuita.

Gracias a que el mercado actual de las aplicaciones móviles está liderado por las empresas Apple y Google con sus sistemas operativos de desarrollo como iOS⁴¹, Android y Windows Phone, y con plataformas de venta como App Store y Play Store.

Crear servicios y aplicaciones que cubran con las “necesidades de los usuarios, ya no se ven limitadas a recibir y hacer llamadas, al contrario se centra en actividades como recibir correo electrónico, leer documentos, enviar fotografías, grabar videos, chatear, participar en redes sociales” (Delgado, 2009, párr. 3), entre otras

La aparición de software libre en el desarrollo de aplicaciones móviles, ayuda al usuario a reducir los costos y facilitar la investigación y desarrollo de proyectos, que tengan como finalidad hacer uso de un dispositivo móvil para satisfacer las necesidades del usuario.

⁴¹ iOS= Sistema Operativo iPhone, desarrollado por la empresa Apple. Inc, anunciado el 29 de Junio del 2009, ofrece sus productos interactivos con el usuario como el iPhone, iPod, iPad y Apple TV.

2.9.2 DESARROLLO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS APLICACIONES MÓVILES

“Gracias a los avances tecnológicos de los últimos años y la aparición de sistemas operativos móviles mucho más eficientes y dinámicos, el desarrollo de las aplicaciones móviles ha evolucionado de manera impresionante” (Espinosa, 2012).

En la actualidad se cuentan con dispositivos de última tecnología, los cuales son utilizados por el usuario de tal manera que puedan interactuar con el equipo móvil de una forma sencilla.

El crecimiento del mercado de las aplicaciones móviles es muy alto en cuanto a la aparición de sistemas operativos iOS de Apple, Android y Windows Phone.

“Los desarrolladores de aplicaciones a nivel mundial se encuentran enfocados exclusivamente a la programación de aplicaciones para Smartphone” (Espinosa, 2012, párr. 9), e introducen una implementación para dispositivos con pantallas más amplias como las Tablet.

La función principal de un Smartphone, es de servir como plataforma para aplicaciones que hagan provecho de las características del teléfono mismo.

2.9.2.1 Historia

Las primeras aplicaciones móviles que se desarrollaron datan de finales de los 90s estas eran lo que conocemos como la agenda, arcade games, editores de ringtones, etc (Espinosa, 2012, párr. 10).

Estas aplicaciones antes desarrolladas desempeñaban funciones muy elementales y su diseño era bastante simple y poco atractivo para el usuario, haciendo que el desarrollo de aplicaciones no llame la atención por parte de las empresas mundiales de telefonía móvil.

“La evolución de las aplicaciones se dio rápidamente gracias a las innovaciones en tecnología WAP⁴², EDGE⁴³ y su conexión a internet, esto vino acompañado de un desarrollo muy fuerte de los dispositivos móviles” (Espinosa, 2012, párr. 11).

El lanzamiento del iPhone de Apple en el año 2007 y el desarrollo del sistema operativo para móviles Android finalmente fue la evolución de aplicaciones mucho más interactivas con el usuario.

Junto a estos desarrollos llegan muchas más propuestas de Smartphone, y de esta forma empieza el boom de las apps⁴⁴, como juegos, noticias, diseño, arte, educación, fotografía, medicina, deportes, entretenimiento.

“Todo esto inmerso en lo que antes eran un simple equipo de comunicación celular, la incorporación de internet en los celulares y la creación de las Tablets revolucionó el mundo de las aplicaciones móviles” (Espinosa, 2012, párr. 12).

El surgimiento de las Apps Stores en el año de 2008 terminó de impulsar el éxito de las aplicaciones móviles y un significativo cambio en la manera en que se distribuye y comercializa el software.

Cuando la App Store abrió contaba con 500 aplicaciones y Android Market (Google Play) con 50; ahora en 2014 la App Store tiene 775.000 y Google Play 800.000 aplicaciones cada una con una función o funciones que aprovechan las características del teléfono.

⁴² WAP= Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas, es un estándar abierto a nivel internacional que usan las comunicaciones inalámbricas para acceder a servicios de internet desde un teléfono móvil.

⁴³ EDGE= Tasa de Datos Mejoradas para la Evolución de GSM, es una tecnología móvil celular, que permite la transferencia de datos mediante internet, a través de teléfonos móviles.

⁴⁴ apps= Abreviatura de aplicación de software instalada en un dispositivo móvil para ayudar al usuario a interactuar con el dispositivo para una labor ya sea profesional de ocio y entretenimiento.

Hoy en la actualidad como datos se tiene que “el mayor tráfico de datos registrado se obtiene de dispositivos móviles más que de computadoras, la tendencia de varias empresas migran a tener sus páginas Web adaptadas a teléfonos móviles para ser descargadas mediante una aplicación” (Martínez, 2013, párr. 10).

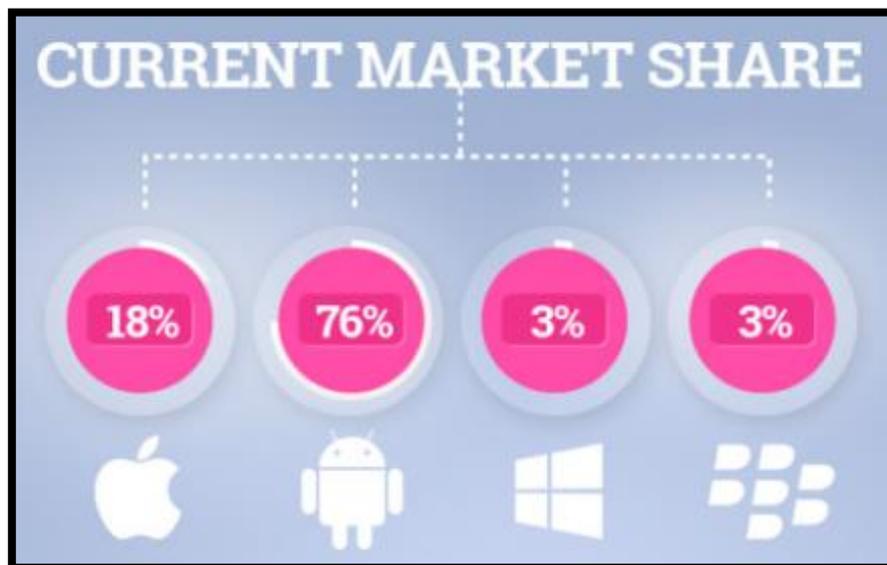


Imagen 40.- Mercado actual de las aplicaciones móviles

Referencia: <http://upsasoyyo.wordpress.com/2013/09/17/aplicaciones-moviles-la-evolucion/>

Si observamos la anterior imagen 40 podemos decir que la mayor preferencia del mercado corresponde a los sistemas operativos Android y Apple que abarcan más del 90% del mercado de desarrollo de aplicaciones móviles.

2.9.2.2 Mercado de Aplicaciones Móviles

En la actualidad se puede observar claramente la competencia de grandes empresas por mantener la participación de sus usuarios en el mercado, en donde las infraestructuras más representativas en el desarrollo y distribución de aplicaciones móviles son:

- **Apple.-** Con su plataforma propietario iOS, y el lanzamiento de sus dispositivos como el iPod, iPhone e iPad, posee su propia App Store lanzada el 10 de Julio del 2008, es su primer servicio de distribución de aplicaciones, en donde se pueden encontrar más de un millón de aplicaciones en su gran mayoría de acceso libre.
- **Google Play.-** Con su plataforma Android, fue lanzado en el mes de Octubre del año 2008, permite la distribución de software en línea desarrollado por Google Inc, para dispositivos con sistema operativo Android. “Actualmente ha crecido de una manera muy sólida, mejorando las capacidades de su entorno de desarrollo, y tiene acuerdos comerciales con los fabricantes de Samsung, Sony y Nokia” (Balderas, 2014, párr. 13).
- **Windows Phone.-** Con su plataforma de distribución Microsoft, fue lanzado en el mes de octubre del año 2010, para la distribución de dispositivos que cuentan con el sistema operativo móvil Windows Phone, últimamente se ha consolidado con fabricantes como Nokia. “Una ventaja de su plataforma es que integra el ambiente Office, y Marketplace donde es posible acceder a un gran número de aplicaciones como música, videos y entretenimiento” (Balderas, 2014, párr. 14).
- **Research in Motion (RIM).-** Con su plataforma BlackBerry, en los últimos años ha perdido participación en el mercado Europeo y en Estados Unidos, pero “aún sigue en una competencia activa de modo que en Latinoamérica aún se conservan una base instalada de equipos muy grande” (Balderas, 2014, párr. 15).

Sabemos que la empresa Google Play es líder en el mercado de aplicaciones móviles con su plataforma Android, teniendo compatibilidad con las marcas de dispositivos admitidos como, Dell, Hp, Lenovo, Huawei, HTC, Kyocera, Motorola, Panasonic, Pioneer, Samsung, TCT Alcatel, Sony, Sony Ericsson, Toshiba; entre otras más.

Tabla 14.- Mercado de aplicaciones móviles

MERCADO	NUMERO DE DESCARGAS	APLICACIONES DISPONIBLES
GOOGLE PLAY	Más de 25000 millones	Más de 1 millón
APP STORE	25000 millones	800.000
WINDOWS PHONE	1000 millones	150.000
RESEARCH IN MOTION	5000 millones	100.000

Fuente: Basado en "<http://www.startcapps.com/blog/que-es-una-app/>"

2.9.3 APP INVENTOR

José Rederjo (2013) señala que “usar los recursos informáticos como instrumentos de resolución de problemas específicos, ha permitido integrar la información textual, numérica y grafica obtenido de cualquier fuente para elaborar contenidos propios y publicarlos en la Internet” (párr. 1).

App Inventor fue desarrollado por Google Labs en agosto del 2011, y su desarrollo fue trasladado al Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Fue publicado como software libre bajo la licencia Apache 2.0⁴⁵.

“Es una herramienta de diseño y entorno de desarrollo de aplicaciones para Smartphone y tablets, bajo el sistema operativo Android” (Rederjo, 2013, párr. 2); puede desarrollarse mediante un navegador web, un teléfono o emulador para PC, los servidores App Inventor almacenan la información y realizan un seguimiento de los proyectos realizados.

Puede ser instalado en ordenadores con sistemas operativos Windows, GNU/LINUX y para Mac OS X; además para Smartphone o tablets compatibles con varias marcas entre ellas tenemos

⁴⁵ Licencia Apache 2.0 = la Licencia Apache permite al usuario del software la libertad de usarlo para cualquier propósito, distribuirlo, modificarlo, y distribuir versiones modificadas de ese software.

las más conocidas como Dell, Hp, Lenovo, Huawei, HTC, Kyocera, Motorola, Panasonic, Pioneer, Samsung, TCT Alcatel, Sony, Sony Ericsson, Toshiba; entre otras más.

2.9.3.1 Requisitos de Sistema

Para utilizar la herramienta de diseño y entorno de desarrollo de aplicaciones App Inventor, un ordenador debe cumplir con los siguientes requisitos tanto de equipo como de sistema operativo, que se observa en la siguiente tabla.

Tabla 15.- Compatibilidad App Inventor para ordenadores

EQUIPO	SISTEMA OPERATIVO
Windows	Windows XP, Windows Vista, Windows7, y Windows 8
GNU/Linux	Versiones Ubuntu 8.0+ y Debian 5.0+
Macintosh	Mac OS X 10.5, 10.6

Fuente: Basado en “<http://s445852199.mialojamiento.es/peponees/appinventorspanish/learn/whatis/requirements.html>”

Para ingresar a la aplicación App Inventor es necesario tener instalado un navegador web compatible en nuestro ordenador, que se observa en la siguiente tabla.

Tabla 16.- Compatibilidad App Inventor para navegadores

NAVEGADOR	VERSIONES
Mozilla Firefox	3.6 o superior
Apple Safari	5.0 o superior
Google Chrome	4.0 o superior
Microsoft Internet Explore	7.0 o superior

Fuente: Basado en “<http://s445852199.mialojamiento.es/peponees/appinventorspanish/learn/whatis/requirements.html>”

Para desarrollar aplicaciones en Smartphone o tablets es necesario verificar la compatibilidad de sistema operativo Android, donde como principales fabricantes se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 17.- Compatibilidad App Inventor para Smartphones y tablets

FABRICANTE	VERSIONES
Samsung	Toda la gama Galaxy Ace, Duos, Plus, Alpha, Apollo, Core, Frame, Gio, Mini, Nexus, Note, Player, Pocket, S2, S3, S4, S5, Tab, Young, GT, entre otros.
Huawei	Ascend D, Astro, Express, Etisalat, G, GS, H, MediaPad, ICE, MegaFon, MTC, T-Mobile, Youth, entre otros.
HTC	Toda la gama Aria, Chacha, Butterfly, Desire, Droid DNA, Droid Eris, Nexus, My Touch, Sensation, entre otros.
TCT Alcatel	Toda la gama IDOL, POP, ONE TOUCH, Pixo, Soul, TCL, VF, EVO, Flyer, Decire, Explorer, Hero, ONE, entre otros.
Sony Ericsson	Toda la gama, Xperia, Tablet S, Tablet P, entre otros.

Fuente: Basado en "<http://s445852199.mialojamiento.es/peponees/appinventorspanish/learn/whatis/requirements.html>

“Independientemente del modelo de teléfono que sea, deberá tener una tarjeta SD⁴⁶ instalada o no funcionará. App Inventor utiliza la tarjeta SD para almacenar todos los archivos multimedia sonido, imagen y vídeo” (Rederjo, 2013, párr. 20); o también él es un requisito de Smartphone tener memoria RAM como mínimo de 250 MB.

2.9.3.2 Funcionamiento

“App Inventor se basa en un lenguaje de programación por bloques” (Sánchez, 2014, p. 2), esto permite de una u otra manera facilitar el desarrollo de aplicaciones móviles, es decir no se necesita escribir ninguna línea de programación.

⁴⁶ Tarjeta SD = Tarjeta Digital Segura, es un formato de tarjeta de memoria usada para dispositivos portátiles como cámaras fotográficas, teléfonos móviles, videoconsolas, computadoras portátiles, entre otros.

“Se colocan bloques para construir bucles, condiciones, variables, eventos, entre otros que permiten pensar lógicamente y solucionar los problemas de forma ordenada” (Rederjo, 2013, párr. 7).

Permite reducir el tiempo en encontrar el punto y coma o los dos puntos que están donde no deben y producen errores de compilación o ejecución; tampoco será necesario corregir estos errores debido a que el propio programa impedirá realizar funciones no declaradas.

El diagrama de funcionamiento de App Inventor se divide en tres componentes básicos que son la parte del diseñador, el editor de bloques y el emulador o dispositivo Android; los cuales se observan en la siguiente imagen 41.

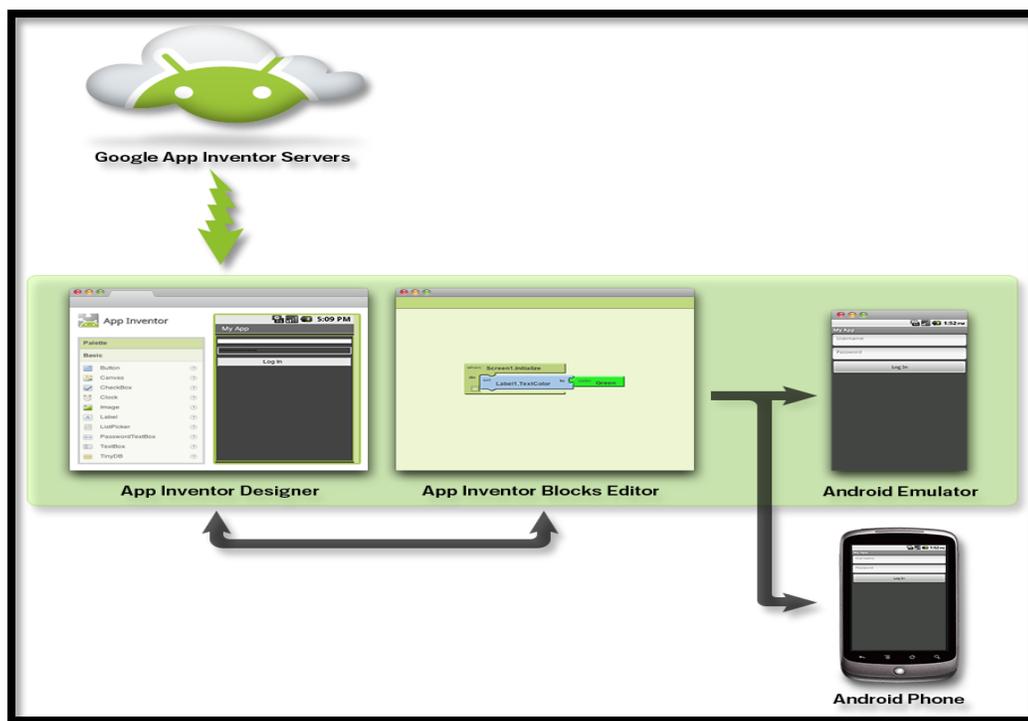


Imagen 41.- Diagrama de Funcionamiento de App Inventor

Referencia: <http://appinventor.mit.edu/explore/content/what-app-inventor.html>

2.9.3.2.1 Diseñador

Es la pantalla principal del entorno de desarrollo App Inventor en modo gráfico, aquí el usuario podrá hacer uso de todas las opciones que a continuación se detallan en la imagen 42:

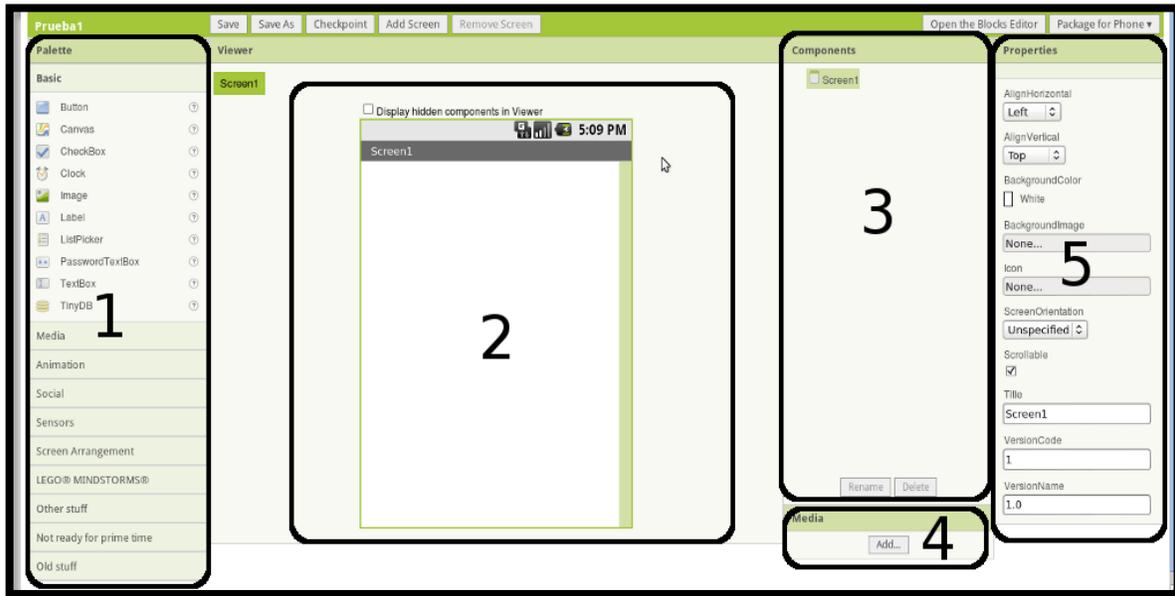


Imagen 42.- Pantalla de Diseño de la aplicación en App Inventor

Referencia.- <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/software/programacion/1090>

- 1. Paleta.-** Contiene todos los elementos que pueden ser arrastrados o insertados en nuestra aplicación, existen elementos gráficos como cuadros de texto, botones, dibujos; también elementos no visibles en la pantalla principal como acelerómetro, cámara de video, y bases de datos.
- 2. Visor de Pantalla.-** Permite simular la apariencia visual que tendrá la aplicación móvil desarrollada por el usuario. Los elementos deben ser insertados desde la paleta hacia el visor de pantalla.
- 3. Componentes.-** Muestra una lista de todos los elementos colocados desde la paleta hacia el visor de pantalla.

4. **Media.-** Muestra las imágenes y sonidos que el usuario cargue y estarán disponibles para usarlas en la aplicación.
5. **Propiedades.-** Primero hay que seleccionar los elementos arrastrados al visor de pantalla para lograr observar las propiedades de los mismos, como longitud, ancho, fuente, color, entre otros, dependiendo del tipo de elemento seleccionado.

2.9.3.2.2 Editor de Bloques

“Es el entorno en donde se ensamblan los bloques del programa que especifican cómo deben comportarse los componentes elegidos en el diseñador” (Sánchez, 2014, p. 3).

2.9.3.2.3 Emulador

“Es una aplicación que requiere de herramientas de programación Android y son instaladas en un ordenador” (Sánchez, 2014, p. 3),

También se puede utilizar una conexión a internet por medio del dispositivo móvil y descargar la aplicación MIT Acompañan desde la tienda App Store para poder simular desde un dispositivo móvil la aplicación desarrollada en App Inventor.

2.9.3.3 Programación en Bloques

El editor de bloques de la aplicación App Inventor utiliza la librería Open Blocks de Java para crear un lenguaje visual a partir de bloques. Estas librerías están distribuidas por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) bajo su licencia libre (MIT License)⁴⁷.

⁴⁷ MIT License= Licencia de software que no posee derechos de autor, por lo que se permite la modificación.

El compilador que traduce el lenguaje visual de los bloques para la aplicación en Android utiliza Kawa⁴⁸ como lenguaje de programación, distribuido como parte del sistema operativo GNU de la FSF⁴⁹.

Para Antonio Riego (2011)

El Editor de bloques tiene dos fichas en la esquina superior izquierda: Built-In y My Blocks. Los botones debajo de cada ficha se amplían y se muestran en bloques cuando se activan mediante un clic. Los bloques Built-In son el conjunto estándar de bloques que están disponibles para cualquier aplicación que se desarrolle. Mientras que, My Blocks contienen bloques específicos que están vinculados al conjunto de componentes que se ha elegido para la aplicación (párr. 1).

El Editor de bloques se ejecuta en una ventana independiente, la programación por bloques permite al usuario armar un rompecabezas con piezas que estén en función de la parte del diseño de la aplicación, donde cada pieza cumplirá funciones diferentes que se detallan a continuación:

2.9.3.3.1 Eventos

“Aplicaciones App Inventor están orientadas a eventos” (Riego, 2014, párr. 4), es decir que toda actividad producida por el usuario como tocar un botón o arrastrar el dedo sobre la pantalla, de un dispositivo móvil produce una respuesta a estos eventos. Los eventos se

⁴⁸ Kawa= lenguaje de programación de propósito general que se ejecuta en la plataforma Java, ejecución y detección de errores de forma rápida.

⁴⁹ FSF = Fundación para el software libre, se dedica a eliminar las restricciones sobre la copia, redistribución, entendimiento, y modificación de programas de computadoras. Con este objeto, promueve el desarrollo y uso del software libre en todas las áreas de la computación, pero muy particularmente, ayudando a desarrollar el sistema operativo GNU.

identifican en la parte de My Blocks del editor de bloques, con su de color verde como se muestra en la imagen 43.



Imagen 43.- Bloque de eventos

Referencia.- <http://aprenderaprogramarapps.es/category/app-inventor/>

2.9.3.3.2 Expresiones y Acciones

Se sitúan dentro de un bloque de eventos, es decir, “son bloques que indican acciones o expresiones como por ejemplo la llamada a una función o un procedimiento” (Villarroel, 2013, párr. 3).

Estos bloques se caracterizan por ser de color azul o morado como se muestra en la imagen 44, según la función a ser asignado y siempre se colocan apilados uno debajo del otro indicando un orden lógico de ejecución de programación en bloques.

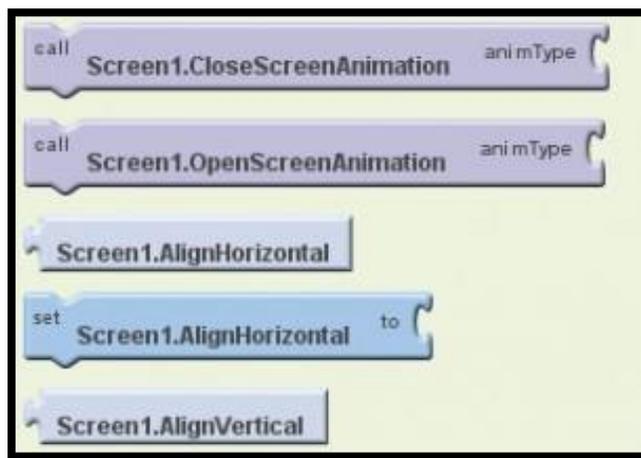


Imagen 44.- Bloques de expresiones y funciones

Referencia.- <http://aprenderaprogramarapps.es/category/app-inventor/>

2.9.3.3.3 Funciones de Texto

“Permite utilizar funciones para manipular cadenas de texto” (Villarroel, 2013, párr. 4). Estos bloques son de color marrón como se muestra en la imagen 45 y siempre van unidos a los parámetros o bloques indicados dependiendo de la lógica de programación en bloques realizada por el usuario.

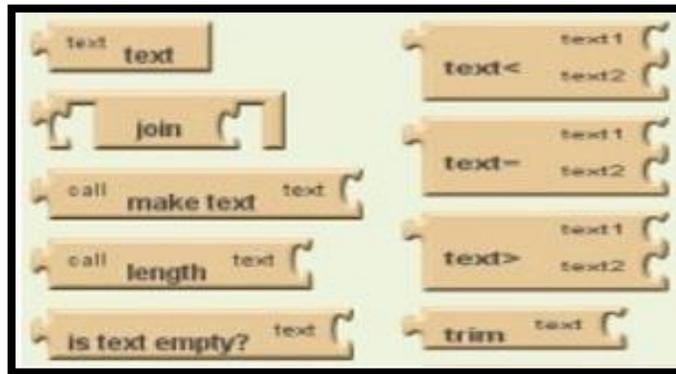


Imagen 45.- Bloques de funciones de texto

Referencia.- <http://aprenderaprogramarapps.es/category/app-inventor/>

2.9.3.3.4 Funciones de Números

“Permite utilizar bloques en el caso del tratamiento de números y el uso de funciones matemáticas como operadores de comparación” (Villarroel, 2013, párr. 5), son bloques de color verde claro como se muestra en la imagen 46, y siempre están unidas a los parámetros o bloques indicados dependiendo de la lógica de programación en bloques realizada por el usuario.

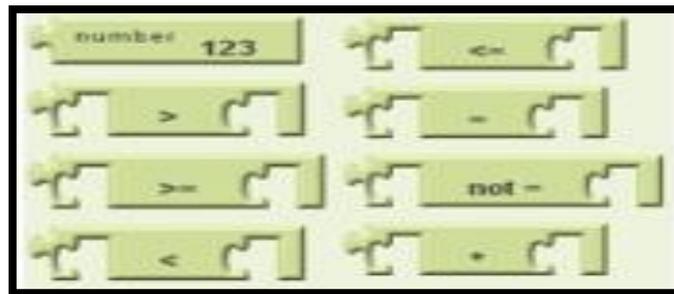


Imagen 46.- Bloques numéricos

Referencia: <http://aprenderaprogramarapps.es/category/app-inventor/>

2.9.3.3.5 Estructura de Control

“Estos bloques permiten evaluar condiciones de la aplicación para mostrar resultados y tomar acciones correspondientes a la secuencia de bloques desarrollada” (Villarroel, 2013, párr. 5).

Son funciones básicas del sistema como el abrir y cerrar la aplicación. Son de color amarillo y pueden englobar el resto de funciones.

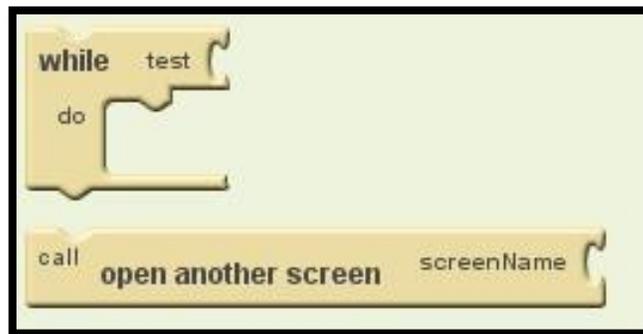


Imagen 47.- Bloques de control

Referencia.- <http://aprenderaprogramarapps.es/category/app-inventor/>

2.9.3.4 Conectividad App Inventor

Una de las ventajas que App Inventor ofrece al usuario es el bloque de conectividad que se compone de elementos como:

2.9.3.4.1 Inicio de Actividad

Es un componente que permite lanzar un método llamado inicio de actividad (StarActivity), en donde las principales actividades pueden ser:

- Comenzar otro entorno de diseño App Inventor para iniciar otra aplicación Android.
- Iniciar la aplicación de la cámara.

- Realizar una búsqueda en la Web.
- Abrir un navegador con una página Web específica.
- Abrir la aplicación de mapas de ubicación específica.



Imagen 48.- Componente de inicio de actividad

Referencia: <http://ai2.appinventor.mit.edu>

2.9.3.4.2 Cliente Bluetooth

Es un componente que define propiedades tanto del nombre y direcciones MAC de los dispositivos Bluetooth que pueden ser emparejadas dentro de un área o rango de cobertura disponible. Si el dispositivo Bluetooth se encuentra disponible, existen solicitudes de conexión con un módulo externo bluetooth utilizado en servidor de modulo interno del dispositivo móvil, para esto se requiere almacenar la dirección MAC de forma manual en los bloques de programación y es única del módulo bluetooth cliente. La dirección MAC de la aplicación es sincronizada e “implícitamente se deben cumplir dos condiciones para que la conexión se lleve a cabo y con éxito; el modulo bluetooth externo debe estar dentro del rango de alcance y su dirección MAC debe coincidir con la solicitada” (Pérez y Flores, 2013, p. 4).



Imagen 49.- Componente Cliente Bluetooth

Referencia: <http://ai2.appinventor.mit.edu>

Dispositivos Bluetooth Versión 2.1 o superiores utiliza el Emparejamiento Simple Seguro (SSP), el cual permite establecer una conexión sencilla mediante el reconocimiento del nombre de dispositivo, su dirección MAC y también el ingreso de un código PIN como seguridad; y para Android versiones 2.0 y 2.2 el valor de esta propiedad se ignorara.

2.9.3.4.3 Servidor Bluetooth

Pérez y Flores señalaron que “bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN), que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM a 2.4 GHz” (p. 1).

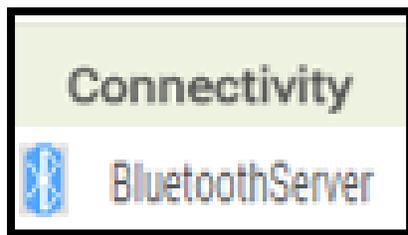


Imagen 50.- Componente Servidor Bluetooth

Referencia: <http://ai2.appinventor.mit.edu>

Al conectar dos dispositivos bluetooth, uno debe actuar como un servidor. El propósito de la toma de servidor es para escuchar las solicitudes de conexión entrantes por medio de dispositivos bluetooth configurados en modo cliente, cuando una solicitud es aceptada, se proporciona un estado de conexión exitosa. Cuando un cliente bluetooth se ha vinculado a un servidor bluetooth, la conexión puede ser cerrada, a menos que se desee aceptar más conexiones.

Realizar la detección de dispositivos es un procedimiento pesado para el adaptador Bluetooth y consumirá una gran cantidad de sus recursos. Una vez que haya encontrado un dispositivo

para conectarse, no se realizara el descubrimiento de más dispositivos mientras se haya establecido la conexión.

El proceso de descubrimiento de dispositivos Bluetooth clientes es asíncrono y el método devolverá inmediatamente con un valor lógico que indica si el descubrimiento se ha iniciado correctamente.

El proceso de descubrimiento implica generalmente una exploración de consulta de unos 12 segundos, seguido por una exploración de página de cada dispositivo encontrado para recuperar su nombre Bluetooth.

Hay una diferencia entre ser emparejado y estar conectado. Ser emparejado significa que dos dispositivos son conscientes de la existencia del otro, tener una clave de enlace compartido que se puede utilizar para la autenticación, y son capaces de establecer una conexión cifrada entre sí.

Estar conectados significa que los dispositivos actualmente comparten un canal RFCOMM⁵⁰ y son capaces de transmitir datos entre sí.

Los actuales Android API⁵¹ de Bluetooth de los dispositivos requieren para ser emparejados antes de una conexión RFCOMM puede ser establecida. El Emparejamiento se realiza automáticamente cuando se cumple una conexión cifrada con la API de Bluetooth.

⁵⁰ RFCOMM= Comunicación por Radio Frecuencia, es un conjunto simple de protocolos de transporte, llamado también como protocolo de emulación de puertos serie. Proporciona sesenta conexiones simultaneas para dispositivos bluetooth emulando puertos serie RS-232.

⁵¹ API= Interfaz de Programación de Aplicaciones, representa la capacidad de comunicación entre componentes de software, y su propósito inicial es ofrecer funciones para diseñar ventanas o iconos en la pantalla, evitando el trabajo de programación en los desarrolladores.

2.9.3.4.4 Web

Una alternativa para acceder a la información en internet de una manera rápida hoy en día es el desarrollo de aplicaciones personalizadas que usan especialmente botones específicos para acceder a páginas Web deseadas por el usuario.

La conectividad Web permitirá de alguna manera recibir algún servicio como el envío de correos, acceso a basas de datos, entretenimiento, compra-venta de productos, entre otros.

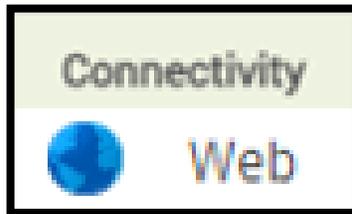


Imagen 51.- Componente Web

Referencia: <http://ai2.appinventor.mit.edu/>

El componente Web de App Inventor “facilita una aplicación para hablar con un servicio web utilizando el protocolo de transferencia de hipertexto estándar HTTP⁵²” (Adam Tothfejel, 2014, párr. 9); es decir que permite mostrar una página Web dentro de una aplicación.

Este componente también da la funcionalidad de enviar y obtener los datos de un servidor o un sitio web a través de GET y POST de solicitudes. Este componente puede decodificar datos JSON⁵³ y HTML⁵⁴.

⁵² HTTP= Protocolo de Transferencia de Hipertexto, desarrollado por el World Wide Web (WWW) y la Internet Engineering Task Force (IETF), enfocado a la transacción y basado en el esquema de petición y respuesta de información entre un cliente y un servidor.

⁵³ JSON= JavaScript Object Notation, formato de intercambio de datos para aplicaciones Web y permite dar facilidad al usuario para mejorar las interfaces de usuario y páginas Web.

⁵⁴ HTML= HyperText Markup Language, es un lenguaje de marcas de hipertexto; es un estándar definido a la elaboración de páginas Web, en cuanto a imágenes, texto, animaciones, videos; entre otros.

Normalmente al usar el componente Web en la programación por bloques de App Inventor “se llama a una URL⁵⁵ que permitirá especificar a qué servicio web se comunicará y se llama a uno de los métodos HTTP para solicitar algún tipo de acción” (Adam Tothfejel, 2014, párr. 10).

Para Adam Tothfejel (2014)

App Inventor ofrece tres componentes que pueden hablar a la Web como son la WebViewer que permite mostrar una página web en tiempo real, el componente Web, que permiten acceder a la información de una aplicación, y el componente TinyWebDB que permite el acceso especial a datos dentro de un diseño de aplicación Web (párr. 17).

2.9.3.5 Aplicación MIT AI2 Companion

El Companion App Inventor cumple la función de ver el desarrollo de una aplicación a medida que el usuario va diseñándola. “MIT App Inventor oficialmente es una herramienta para desarrollo en línea por lo que requiere conexión permanente a Internet” (Moreno, 2013, p. 7).

Es una aplicación que puede ser descargada mediante un Smartphone en la App Store de Android, la cual permite desarrollar aplicaciones para celulares que utilicen este sistema operativo.

Es importante saber que para desarrollar una aplicación móvil mediante Mit AI2 Companion, es necesario crear una cuenta de usuario con GMAIL⁵⁶ para iniciar sesión y proceder tanto a la

⁵⁵ URL= Uniform Resource Locator, es un identificador de recursos uniforme formado por una cadena de caracteres con la cual se asigna una dirección única a cada uno de los recursos de información disponibles en la Internet.

⁵⁶ GMAIL= Llamado también Google Mail, es un servicio de correo al usuario.

descarga de Mit AI2 Companion en Smartphone como del seguimiento de desarrollo de la aplicación.

Existen tres opciones que ofrece App Inventor para dar el seguimiento o también llamado “Testing en vivo” del desarrollo de aplicaciones móviles que son:

- “Instalar la aplicación MIT AI2 Companion en un dispositivo móvil Android conectado a una red Internet” (Chávez, 2014, párr. 2), para comenzar la creación de aplicaciones sin necesidad de descargar ningún software en un ordenador.



Imagen 52.- Seguimiento del desarrollo de una aplicación mediante el uso de un dispositivo móvil

Referencia: <http://appinventorenespanol.blogspot.com/2014/01/instalacion-de-app-inventor-2.html>

- En caso de no tener un dispositivo móvil Android, se puede instalar el software en un ordenador para que pueda utilizar el emulador de Android en la pantalla del mismo.

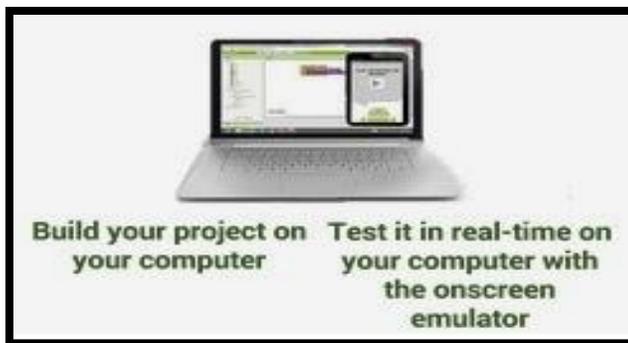


Imagen 53.- Ilustración del desarrollo de una aplicación mediante el uso de un emulador

Referencia: <http://appinventorenespanol.blogspot.com/2014/01/instalacion-de-app-inventor-2.html>

- Si no se tiene una conexión inalámbrica a Internet, se tendrá que instalar “el software en el ordenador de modo que se pueda conectar a un dispositivo Android a través de un cable de datos USB” (Chávez, 2014, párr. 4).

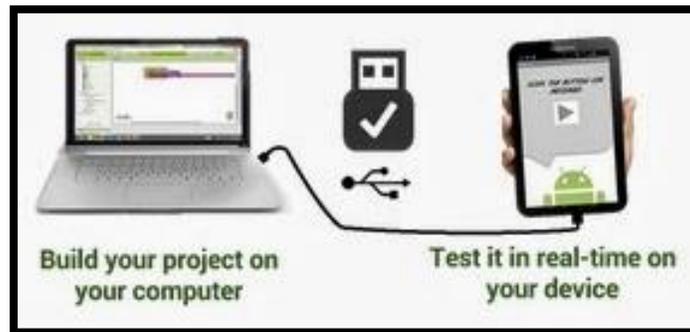


Imagen 54.- Seguimiento del desarrollo de una aplicación móvil mediante el cable de datos USB del dispositivo móvil Android

Referencia: <http://appinventorenespanol.blogspot.com/2014/01/instalacion-de-app-inventor-2.html>

CAPITULO III. DESARROLLO

En este capítulo se analizará el proceso de selección de los componente electrónicos utilizados, su funcionamiento e implementación de los mismos, así como del diseño final del Prototipo G.T.S.B-1 (Guante Traductor de Señas Básicas), para personas con discapacidad auditiva y de lenguaje; también se considera el desarrollo de una aplicación móvil en el sistema operativo Android, que mediante un Smartphone permitirá mantener una comunicación inalámbrica Bluetooth con el guante traductor de señas básicas.

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROTOTIPO

Uno de los componentes principales del guante traductor de señas básicas son los sensores, los cuales se adaptan en cada dedo de la mano derecha, en total son cinco sensores que permitirán arrojar un rango de valores específicos, dependiendo de la posición de cada dedo de la mano, los cuales serán procesados mediante la implementación de una placa electrónica Lilypad Arduino, permitiendo desarrollar un entorno de programación que se adapte a las condiciones planteadas.

La placa electrónica LilyPad Arduino se adapta a las condiciones de implementación del guante traductor de señas básicas, ya que al ser cocido mediante el uso de un hilo conductor, es una alternativa de desarrollo de proyectos electrónicos para textiles inteligentes, permitiendo así simplificar todo tipo de cables que impidan que el guante sea más llamativo para el uso del usuario en este caso enfocado a las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje.

La comunicación inalámbrica utilizando un módulo Bluetooth HC-05 permite el envío de datos por medio del guante traductor de señas básicas, hacia un dispositivo inteligente el cual

permitirá procesar los datos receptados mediante el desarrollo de una aplicación móvil, teniendo así en respuesta una comunicación de forma auditiva y textual.

3.1.1 ELECCIÓN DEL SENSOR

Al momento de implementar el prototipo electrónico, la elección del tipo de sensor a utilizar depende mucho de los requerimientos al cual va a ser sujeto dicho sensor; ya que dependiendo de las necesidades del prototipo, el sensor debe adaptarse de la mejor manera para que pueda cumplir con la funcionalidad del guante traductor de señas básicas.

A pesar de la gran variedad de sensores existentes en el mercado y de la gran cantidad de funcionalidades y aplicaciones a los que son sujetos, se procedió a optar por utilizar el sensor flexible, ya que este reúne todas las características específicas que permiten adaptarse de la mejor manera en el guante traductor de señas básicas.

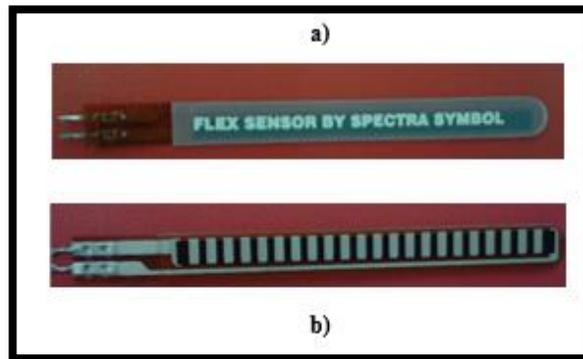


Imagen 55.- a) Sensor Flexible parte frontal, b) Sensor Flexible parte posterior

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

Al elegir el sensor se analizó ciertos parámetros o requisitos antes de usarlo, con el fin de evitar posibles fallas o errores al momento de llegar a manejarlos e implementarlos en el prototipo, dichos parámetros analizados son:

3.1.1.1 Rapidez de Respuesta del Sensor

El sensor flexible depende mucho del movimiento o flexión al que se exponga, es por esto que las variaciones de los valores resistivos varían inmediatamente conforme el sensor cambia de posición.

3.1.1.2 Flexibilidad

Una de las características más importantes es la flexibilidad que posee el sensor, ya que se adapta de la mejor manera al movimiento de los dedos de las manos, es decir que puede recuperar su posición normal en forma recta luego de que este esté sensor sea flexionado en un cierto ángulo.

3.1.1.3 Rangos de Funcionamiento

Los valores máximos y mínimos en el cual el sensor flexible entrara en funcionamiento depende tanto de voltaje de alimentación entre los 5 voltios y 12 voltios, así como también de los valores resistivos, en donde si el sensor se encuentra en su posición lineal normal su valor óhmico será mínimo, pero si es flexionado a 90 grados tiende a su máximo valor óhmico.

Sus valores iniciales medidos con un multímetro para el sensor de 5.8 centímetros se observa en la siguiente tabla 18 e imagen 56.

Tabla 18.- Valores resistivos del sensor flexible

POSICIÓN DEL SENSOR	VALOR DE RESISTIVIDAD (Ohmios)
Lineal-Normal	23.7 K Ω
Flexionado a 90°	48 K Ω
Flexionado a -90°	18.9 K Ω

Fuente: Elaborado por Jairo Navarrete

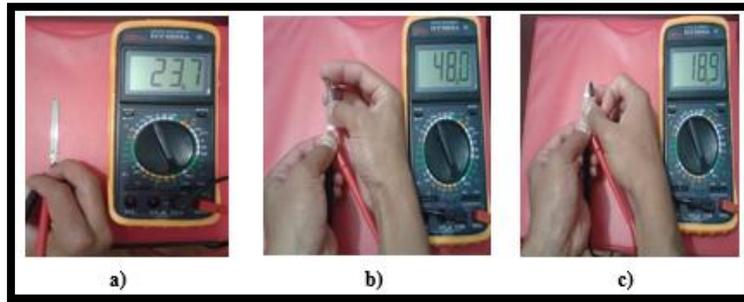


Imagen 56.- Rangos de funcionamiento del sensor flexible a) Posición Lineal, b) Flexionado a 90°, c) Flexionado a -90°

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

3.1.1.4 Costo y Vida Útil

El costo de cada sensor flexible es sumamente accesible, para esta implementación se logró importar los sensores desde el extranjero por medio de la página electrónica de compra de dispositivos electrónicos SparkFun.

El tiempo el cual el sensor flexible continuara funcionando con precisión dentro de los límites del rango de funcionamiento ya mencionado es de más de un millón de flexiones.

3.1.1.5 Aplicaciones

La mayoría de aplicaciones en las que el sensor flexible es usado se basa específicamente en la implementación en guantes ya que se adaptan de la mejor manera para adquirir datos analógicos dependiendo de la posición de cada dedo de la mano.

Además son utilizados para controlar el movimiento de prototipos de una mano robótica impresa en 3D, también para almacenar datos con respecto a los test de impactos de un vehículo, monitorización en el movimiento de máquinas en el campo industrial entre otros

3.1.2 ELECCIÓN DE LA PLACA ELECTRÓNICA ARDUINO

La gran variedad de placas electrónicas Arduino existentes y sus características que presentan cada una, han permitido realizar una elección de tal manera que se adapte las condiciones de desarrolló este prototipo de guante traductor de señas básicas.

Es importante recalcar que el guante es una prenda textil, por lo cual gracias a las características investigadas anteriormente se ha elegido la placa electrónica LilyPad Arduino.

Las ventajas que presenta LilyPad Arduino son las requeridas para la construcción del guante traductor de señas básicas, ya que esta placa electrónica permite ser adaptada en textiles de tal manera que puede llegar a ser cocida en el guante mediante el uso de un hilo conductor especial para el LilyPad Arduino, y de una u otra manera ayudara a reducir la cantidad de cables utilizados en la conexión de la placa electrónica.

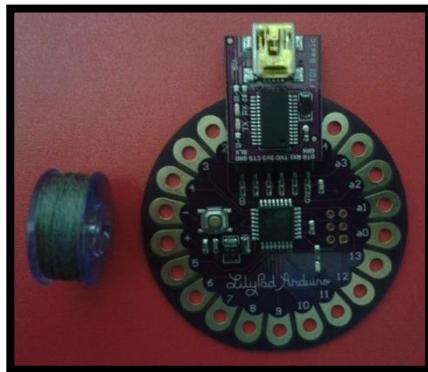


Imagen 57.- Placa electrónica LilyPad Arduino y carrete de 6 metros de hilo conductor

Referencia: Elaborado por Jairo Navarrete

La distribución de los 22 pines que conforma la placa electrónica LilyPad Arduino se ajusta perfectamente a la conexión de los distintos componentes electrónicos a ser usados.

La distribución de pines se puede observar en la tabla 19 descrita a continuación:

Tabla 19.- Distribución y descripción de pines de la placa electrónica Lilypad Arduino

NUMERO DE PINES	DESCRIPCIÓN
0	Comunicación Serial (Rx)
1	Comunicación Serial (Tx)
2 -4 -7 -8 -12 -13	Pines Digitales
a0 -a1 -a2 -a3 -a4 -a5	Pines Análogos
3 -5 -6 -9 -10 -11	Pines Digitales (PWM)
Negativo (-)	GND o Tierra
Positivo (+)	Vcc o Fuente

Fuente.- <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLilyPadSimple>

Como se observa en la tabla 19, Lilypad Arduino posee seis pines de entrada Análogos, lo que nos permite utilizar los cinco sensores flexibles conectados a cada pin, quedando un pin análogo libre sin conectar, también los pines cero de recepción y uno de transmisión de la comunicación serial permitirán adaptar el módulo de comunicación inalámbrica Bluetooth,

Además de tener también 6 pines entrada y salida digitales, los cuales serán usados para implementar componentes electrónicos pasivos como un pulsador que permitirá activar el envío de datos mientras este se mantenga presionado y diodos leds que permitirán actuar como avisos de que los datos son enviados.

El microcontrolador que utiliza el Lilypad Arduino es del fabricante ATMEGA de la familia AVR, donde el microcontrolador usado es un ATMEGA 328, tiene una distribución de 28 pines el cual se observa en la imagen 58.

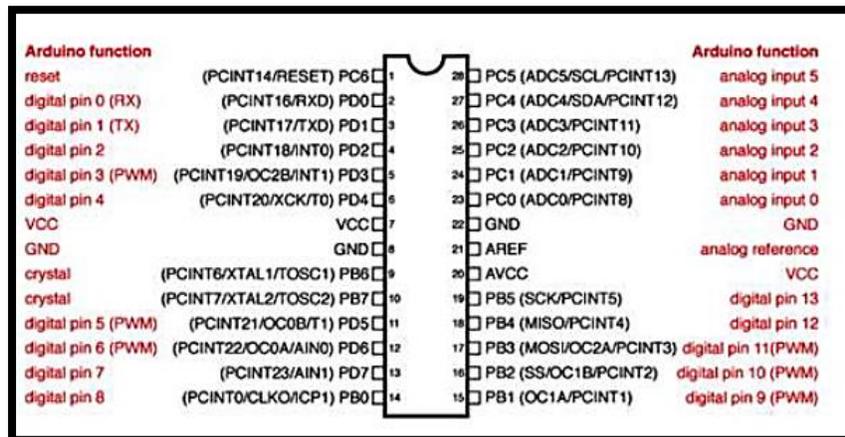


Imagen 58.- Distribución de pines del Microcontrolador ATMEGA 328 en función de Lilypad Arduino

Referencia: <http://www.arduino.cc/>

3.1.3 ELECCIÓN DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN BLUETOOTH

La tecnología Bluetooth es la mejor elección para el envío de datos de forma inalámbrica desde el guante traductor de señas básicas hacia un dispositivo móvil interconectados entre sí.

Se ha elegido un módulo de comunicación Bluetooth HC-05 ya que esto dependió mucho principalmente de la disponibilidad del dispositivo que existe en el mercado nacional, su fácil adquisición en cualquier tienda electrónica y su bajo costo que va alrededor de los 15 a 20 dólares.

El modulo Bluetooth HC-05 reúne las características necesarias para ser adaptado a este prototipo, ya que dentro del campo de redes de área personal inalámbricas (WPAN).

Este módulo se adapta perfectamente con respecto a la interoperabilidad con dispositivos móviles, y prácticamente con el desarrollo de la aplicación móvil que permitirá adjuntar bloques de comunicación Bluetooth haciendo que exista una conexión entre el guante y el Smartphone.

El ambiente de trabajo en el que se pone a prueba el guante traductor de señas básicas, prácticamente cubre un área mínima a 10 metros, por lo que la tecnología bluetooth permite ser implementada en este prototipo.

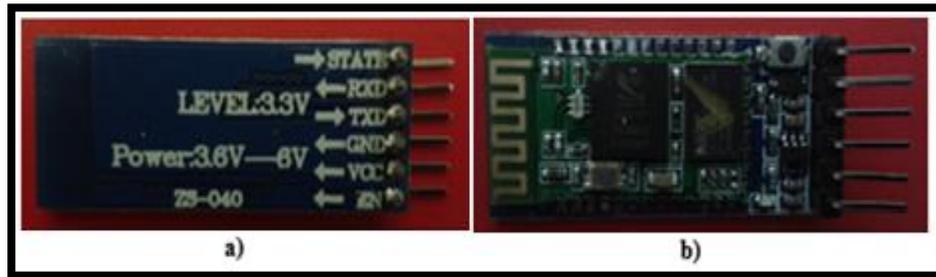


Imagen 59. - a) Modulo Bluetooth HC-05 parte frontal, b) Modulo Bluetooth HC-05 parte posterior

Referencia: Elaborado por Jairo Navarrete

El módulo Bluetooth HC-05 cuenta con pines para la transmisión y recepción de datos en serie, ventaja por la cual fue seleccionado para ser conectado con los pines de comunicación serial de la placa electrónica LilyPad Arduino.

Tabla 20.- Distribución de pines del módulo Bluetooth HC-05

DISTRIBUCIÓN DE PINES	DESCRIPCIÓN
ENABLE	En nivel alto entra al modo de configuración
VCC	Alimentación del módulo entre 3.6-6 voltios
GND	Tierra del módulo
TXD	Transmisión de datos
RXD	Recepción de datos a 3.3 voltios
STATE	Conectar un LED para visualizar la transmisión de datos.

Fuente.- <http://diymakers.es/arduino-bluetooth/>

Como características principales de este módulo se tiene en la siguiente tabla 21.

Tabla 21.- Principales Características del módulo Bluetooth HC-05

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Chipset	CSR BC417143
Versión	V2.0 + EDR
Tensión de Alimentación	3.3 – 6 voltios
Consumo de corriente máximo	40mA
Consumo de corriente mínimo	8mA
Frecuencia	2.4 GHz en las bandas ISM sin licencia
Modulación	GFSK (Modulación por Desplazamiento de Frecuencia Gaussiana)
Velocidad de Transmisión de Datos	2 – 3 Mbps teórico, y 1Mbps en la práctica
Potencia de Salida	Clase 2 (2.5 mW – 4dBm)
Cobertura	De 15 a 20 metros teóricamente, y 10 metros máximo en la práctica.
Soporte	Comandos AT para su configuración mediante un puerto serie.
Configuración	Mediante puertos de comunicación a una velocidad de 9600 baudios.
Modo de Trabajo	Configurados por fábrica como esclavos, pero pueden ser cambiados a modo maestro.
Dimensiones	26.9 mm x 13 mm x 2.2 mm
Temperatura de Trabajo	-20 °C a + 75 °C

Fuente: Basado en <http://www.aquihayapuntes.com/indice-practicas-pic-en-c/bluetooth-hc-05.html>

3.1.4 ELECCIÓN DEL MATERIAL DEL GUANTE

La elección del tipo de material implementado para el guante traductor de señas básicas depende mucho de las condiciones a las que se exponga, como por ejemplo la manipulación y movimientos constantes que se necesita hacer para las pruebas de funcionamiento, ya que es la base principal del desarrollo e implementación de los componentes electrónicos como sensores flexibles, módulo de comunicación Bluetooth, placa electrónica Lilypad Arduino; entre otros.

EL material utilizado para el desarrollo de este prototipo electrónico es un guante de lycra expandible talla médium que equivale de 21 a 23 centímetros de largo para una mano derecha; la excelente comodidad, flexibilidad y adherencia que tiene este material de lycra permiten

adaptar de mejor manera los sensores flexibles que son ubicados en cada dedo de la mano derecha, es decir que se tiene una excelente manipulación y coordinación de los movimientos de los dedos sin que exista un mal trato de los sensores por parte del material del guante. Además, la adquisición del guante de lycra expandible se lo realizo en una tienda deportiva a nivel nacional, a un costo muy accesible.



Imagen 60.-Guante de lycra expandible

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

Las medidas que proporciona el guante de lycra expandible para cada dedo de la mano derecha se observan en la siguiente tabla 22 a continuación:

Tabla 22.- Medidas de cada dedo del guante de lycra expandible

DEDOS DE LA MANO DERECHA	MEDIDA (CENTÍMETROS)
Meñique	6 cm
Anular	7 cm
Medio	8 cm
Índice	7 cm
Pulgar	5 cm

Fuente.- Elaborado por Jairo Navarrete

3.1.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROTOTIPO

Mediante la realización de un diagrama de bloques, se explicara por medio de la una representación gráfica, las partes fundamentales para el diseño del guante traductor de señas básicas enfocado a las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje.

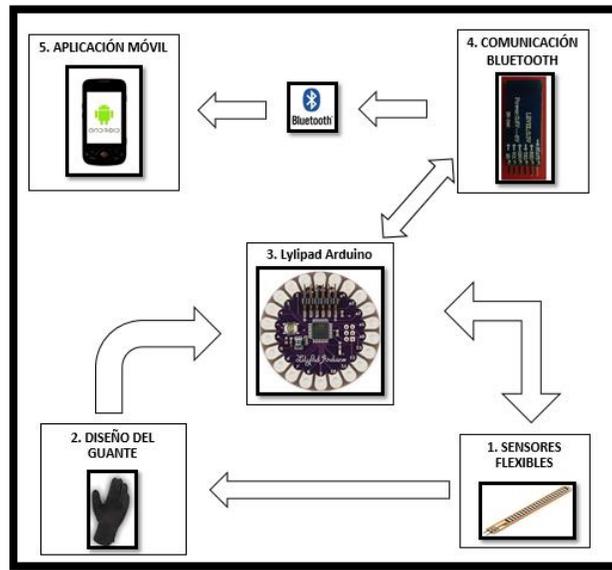


Imagen 61.- Diagrama de Bloques del prototipo G.T.S.B-1 (Guante Traductor de Señas Básicas).

Fuente: Elaborado por Jairo Navarrete

Como se puede observar en la imagen 61 el diseño del prototipo se basa especialmente en la conformación de cinco partes las cuales son explicadas a continuación:

1. Elección del sensor flexible resistivo, en total se usarán 5 sensores adaptados a cada dedo de la mano derecha del usuario, de tal forma que dependiendo de la posición de cada dedo permita adquirir los datos según la variación de sus valores resistivos.
2. El diseño del guante dependerá del tipo de tela a utilizar, también de buscar la manera de cómo adaptar los sensores en cada dedo, con el fin de que estos permanezcan sujetos fijamente al guante para poder tener una buena movilidad de cada dedo de la mano. Este punto se detallara más adelante en el desarrollo del prototipo.
3. La elección de la placa electrónica Arduino, dependerá de las características técnicas que esta posea, pero cabe recalcar que al diseñar un guante es necesario adquirir una placa electrónica que posea ventajas de implementación en cualquier tipo de tela con la

que se diseñara el guante, y que esta pueda ser cocida en él, permitiendo así reducir la cantidad de cables en el armado del prototipo.

4. El tipo de comunicación Bluetooth se adapta a las condiciones de desarrollo del prototipo, ya que permitirá el envío de datos de forma inalámbrica, simplificando así el uso de cualquier tipo de cable que impida el movimiento del usuario dentro de una zona de cobertura.
5. La elección de un dispositivo inteligente permitirá recibir y procesar los datos provenientes del guante traductor de señas básicas, que conjuntamente con el desarrollo de una aplicación Android se obtendrá la una respuesta a los datos recibidos en este caso una comunicación auditiva y textual. El desarrollo de una aplicación móvil para Android, permite al usuario poder captar los mensajes provenientes del guante traductor dependiendo de la seña que el guante realice, así podrá saber qué tipo de necesidad básica presenta dicha persona sordomuda.

3.2 DISEÑO DEL PRIMER PROTOTIPO ELECTRÓNICO

Una vez elegido el componente principal para el desarrollo del guante traductor de señas básicas como son los sensores flexibles, se procedió a realizar el primer prototipo de prueba en donde se procedió a realizar lo siguiente:

- Fijación y soldado de cables conductores tipo macho – macho en los terminales de cada sensor, con la finalidad de poder realizar las diferentes conexiones en la placa electrónica Arduino.
- Bordado de sujeción por la parte baja de cada dedo del guante de lycra expandible.

- Fijación de los sensores en cada dedo del guante de lycra expandible, mediante el cocido de piezas en forma de bolsillos ubicados en la parte baja de cada dedo.

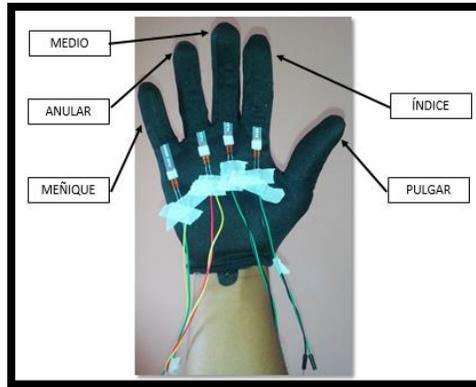


Imagen 62.-Primera prueba Del prototipo

Fuente. - Elaborado por Jairo Navarrete

Como se puede observar en la Imagen 62, se ha realizado la fijación de cables conductores en cada terminal de los sensores flexibles, también se aprecia el bordado de tela lycra en cada dedo de la mano derecha con la finalidad de sujetar a cada sensor flexible, permitiendo así realizar las primeras señas para luego poder obtener la adquisición de datos. La medición del valor resistivo que presenta cada sensor flexible se lo realizo gracias a la ayuda de un multímetro.

Los valores resistivos máximos y mínimos que presenta cada sensor flexible de forma en que la mano se encuentra en una posición extendida, se observan en la tabla 23.

Tabla 23.-Valores máximos y mínimos de cada sensor flexible en su posición lineal

DEDOS DE LA MANO DERECHA	VALOR RESISTIVO MÁXIMO (KΩ)	VALOR RESISTIVO MÍNIMO (KΩ)
Meñique	21	24
Anular	18	21
Medio	22	25
Índice	20	23
Pulgar	17	20

Fuente.- Elaborado por Jairo Navarrete

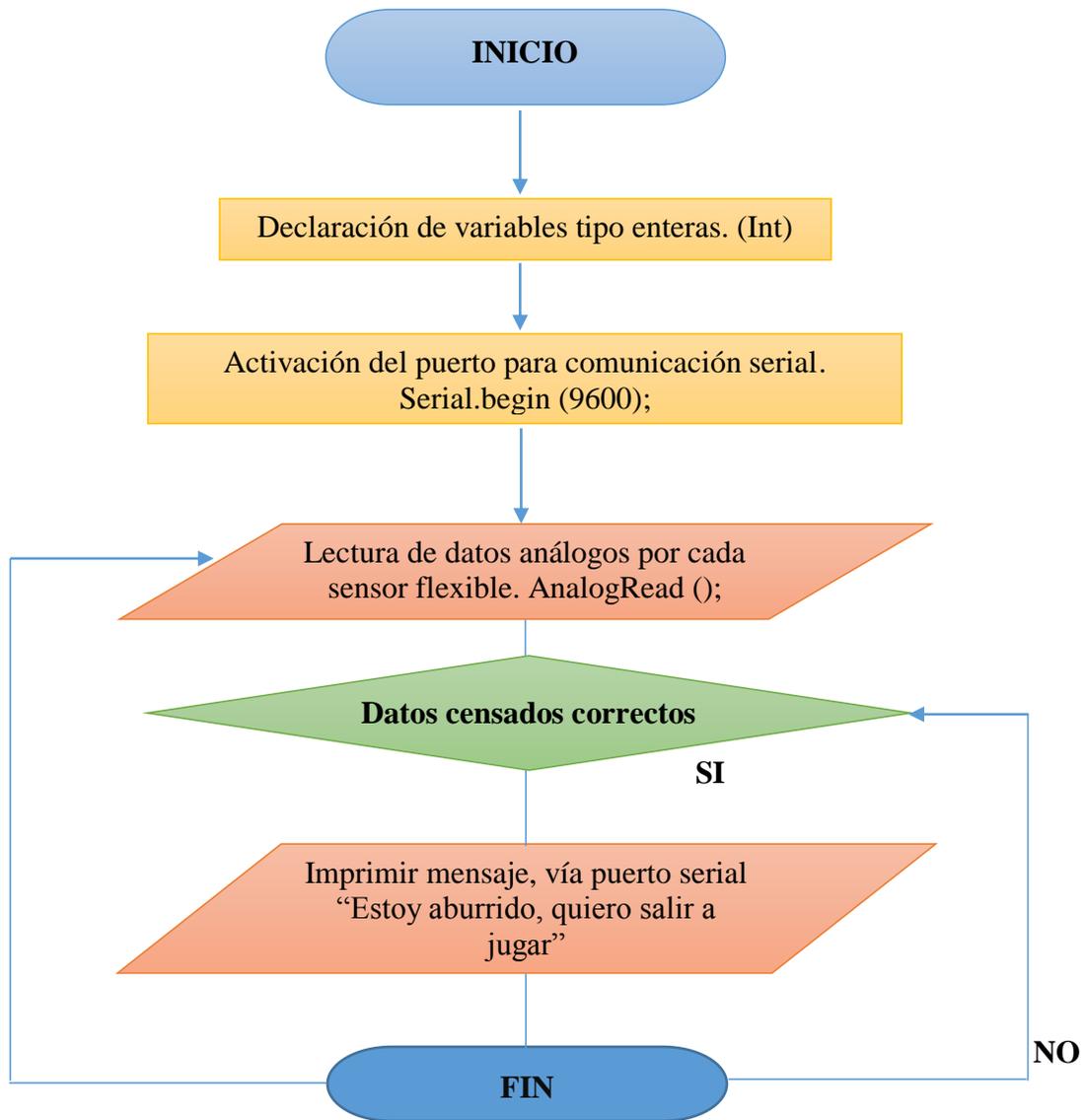
Como resultados obtenidos se obtiene que la diferencia de variación del valor resistivo en cada sensor flexible va entre los 3 K Ω , lo que esto representa que la estabilidad de cada sensor flexible es buena gracias al bordado en cada dedo de la mano derecha del guante, lo que ha permitido que la sujeción de cada sensor flexible sea exitosa ya que no presentan grandes variaciones de valores resistivos.

3.2.1 DIAGRAMA DE FLUJO

Como primer diseño del prototipo electrónico se utilizó una placa electrónica Arduino UNO para la adquisición y procesamiento de datos; el código de programación desarrollado en el IDE de Arduino se probó mediante la realización de una primera señal básica, el cual se plantea a continuación mediante un diagrama de flujo para saber la secuencia de sentencias utilizadas.

Iniciando la secuencia, lo primero en escribir son las variables que permiten almacenar datos enteros, los cuales se declaran por cada sensor ubicado en los dedos meñique, anular, medio, índice y pulgar de la mano derecha; la activación del puerto de comunicación serial permitirá visualizar la lectura analógica, que en este caso se ubicaron cinco sensores distribuidos en los pines A0, A1, A2, A3 y A4 de la placa electrónica LilyPad Arduino. Una vez que los datos sean censados correctamente, se imprime el mensaje vía comunicación serial, que representa una necesidad básica que presenta una persona sordomuda. Si los datos no son correctos la lectura analógica de forma continua, hasta encontrar la posición del guante traductor requerida.

Se observa en el anexo 01, el código de programación, el cual se referenció con respecto al diagrama de flujo, permitiendo censar la primera señal básica planteada por el diseño del primer prototipo electrónico.



3.2.1.1 Simulación

Como software de simulación se ha utilizado PROTEUS versión 7.07.0201 ya que tiene la ventaja de cargar librerías de las placas electrónicas Arduino con la finalidad de poder simular códigos de programación hechos en el IDE de Arduino.

A continuación se puede observar en la imagen 63 el esquema de conexión, donde se utilizaron elementos como una placa electrónica Arduino UNO, cinco potenciómetros

conectados en los pines análogos, los cuales permiten reemplazar los sensores flexibles utilizados en la práctica real, ya que se basan en un mismo funcionamiento con respecto a la variación de valores resistivos; y un terminal virtual el cual mostrara el resultado de los valores resistivos almacenados en las variables con respecto a la variación de cada potenciómetro ubicado en los pines análogos de la placa electrónica Arduino UNO, y al final se imprimirá el mensaje mediante los puertos serial del Arduino UNO.

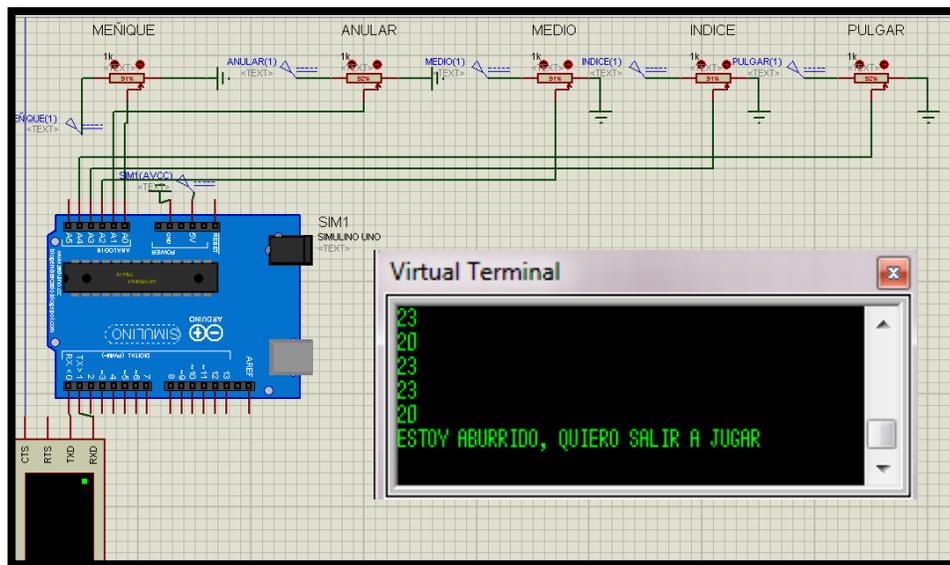


Imagen 63.- Simulación Software Proteus, Primera señal básica

Referencia: Elaborado por Jairo Navarrete en Software Proteus 7.07

3.2.2 PRUEBAS Y RESULTADOS DEL PRIMER PROTOTIPO

La primera señal básica que se ha planteado permite expresar la necesidad de salir a jugar. En la imagen 64 se puede observar la posición del guante traductor.



Imagen 64.-Primera seña básica del guante traductor

Referencia: Elaborado por Jairo Navarrete

El rango de valores resistivos que presentan los sensores flexibles de acuerdo a la posición del guante traductor se muestran en la siguiente tabla 24:

Tabla 24.-Rangos de valores resistivos para la primera seña básica

DEDOS DE LA MANO DERECHA	VALOR RESISTIVO MÁXIMO (KΩ)	VALOR RESISTIVO MÍNIMO (KΩ)
Meñique	21	24
Anular	18	21
Medio	22	25
Índice	20	23
Pulgar	17	20

Fuente.- Elaborado por Jairo Navarrete

Los resultados obtenidos de la primera seña básica por medio del guante traductor son normalmente regulares, ya que al ser una seña fácil de realizar el posicionamiento lineal de los sensores permiten que sus valores resistivos no varíen de forma abrupta.

La placa electrónica Arduino UNO implementada en el primer diseño del prototipo funciona perfectamente ya que posee todos los pines necesarios para la conexión de los sensores flexibles como se observa en la imagen 65:

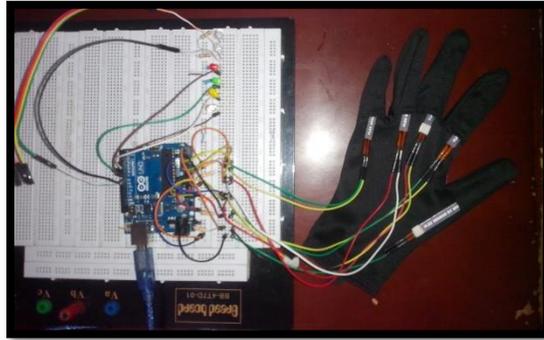


Imagen 65.- Diseño del primer prototipo del guante traductor de señas básicas

Referencia: Elaborado por Jairo Navarrete

Para poder llegar a obtener un buen diseño del guante traductor de señas básicas es muy importante tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Sujetar los sensores flexibles de tal manera que se eviten variaciones de valores resistivos de una manera abrupta.
- Orientación y ubicar de mejor manera los componentes electrónicos usados.
- Reemplazar las conexiones del protoboard por el diseño de una pequeña placa echa en baquelita perforada, con el fin de reducir el espacio de conexión de componentes electrónicos.
- Cubrir el guante traductor de señas básicas en la parte de la palma de la mano derecha, de tal manera que no exista la visibilidad de cables, para obtener una mejor estética del guante.
- Ubicar un pulsador con la finalidad de que al presionar permita enviar las señas.

3.3 DISEÑO DEL SEGUNDO PROTOTIPO ELECTRÓNICO

Una vez realizadas las pruebas con el primer diseño del prototipo electrónico se pudo apreciar que la estética del guante no es tan buena, la estabilidad de valores resistivos no es tan regular y también las conexiones implementadas en un protoboard impide el movimiento del guante; por lo que en este segundo diseño se procederá a definir parámetros que ayuden a mejorar el diseño del guante traductor de señas básicas.

En este segundo diseño como se observa en la imagen 67, lo primero que se realizó fue ubicar una pieza de tela lycra forrado con esponja en la parte interior de la palma de guante, con la finalidad de ocultar los cables conductores que sobresalían en el diseño del primer prototipo, ver imagen 65. Esto ayuda de tal manera que la movilidad del guante sea más cómoda, ya que no se observan cables conductores que sobresalgan, dañando así la estética del guante traductor.

El forrado de lycra y esponja se realizó con la ayuda de una máquina de coser, ya que permite un mejor agarre de la pieza, y sobre todo da una mayor durabilidad al guante, ya que este es expuesto a varios movimientos que hacen que el guante llegue a desgastarse, es decir que los codos o bordados empiecen a romperse.



Imagen 66.- Cobertura de una pieza de lycra y esponja para el guante traductor de señas básicas

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

3.3.1 DISEÑO DEL PRIMER CIRCUITO

Una de las consideraciones a tomar en cuenta en el diseño del primer prototipo electrónico era de reemplazar las conexiones del protoboard por el diseño de una pequeña placa echa en baquelita, con el fin de reducir el espacio de conexión de componentes electrónicos.

Para el diseño del primer circuito se utilizaron los siguientes materiales:

- Baquelita de tipo perforada.
- Cinco resistencias de 330 K Ω .
- Espadines tipo hembra.
- Estaño, cautín y pasta de soldar.

Una vez adquiridos los materiales se procedió a realizar las conexiones que permitieron adaptar los cinco sensores flexibles a cada una de las resistencias de 330 K Ω , con la finalidad de estabilizar la variación de los rangos resistivos de cada sensor; los espadines tipo hembra se implementaron con el objetivo de poder conectar los cables conductores tipo macho que vienen de cada sensor flexible; el cautín, estaño y pasta permitieron realizar la soldadura de los distintos tipos componentes electrónicos, como se observa en la imagen 67.

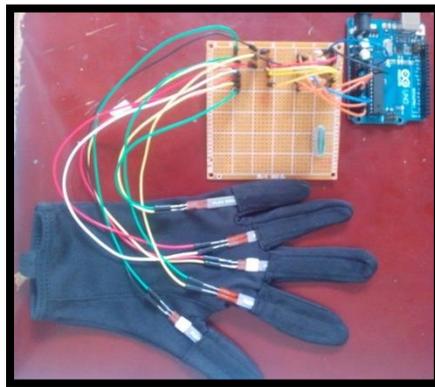


Imagen 67.- Diseño del primer circuito para el guante traductor de señas básicas.

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

El primer diseño implementado permitió eliminar el protoboard utilizado anteriormente, la conexión se redujo a un corto espacio lo que permite dar una mayor movilidad al guante traductor de señas básicas.

3.3.2 DISEÑO DEL SEGUNDO CIRCUITO

El Segundo diseño del circuito se reemplazó la baquelita tipo perforada por una baquelita de cobre, este tipo de baquelita permite adaptar los componentes electrónicos de mejor manera en cuanto a postura y fijación de los mismos, además permite interconectarlos mediante el diseño de una pista de cobre y ayudados del estaño para fijar cada terminal de los componentes electrónicos usados.

3.3.2.1 Diseño en Software Eagle

Como software de diseño de circuitos impreso se ha utilizado EAGLE versión 6.5.0, ya que ha permitido que estudiantes, docentes y personas aficionadas a la electrónica puedan diseñar sus circuitos impresos. Puede ser descargado desde cualquier navegador y posee compatibilidad con sistemas operativos como Windows, Linux y Mac OSX.

Gracias al editor de gráficos para el diseño esquemático o también llamado planos y de las pistas para la conexión de los componentes electrónicos, este software ha sido la herramienta de diseño de esta segunda placa electrónica.

Eagle trabaja generalmente por proyectos, en donde los archivos guardados se almacenan en carpetas que contienen toda la información acerca de la tarjeta o placa a diseñar. Como extensiones para los archivos principales asociados a un proyecto se manejan las siguientes:

- **.sch.-** Esquemático o plano de conexiones.
- **.brd.-** Archivo que contiene las pistas de conexiones de cada componente electrónico.
- **.lbr.-** Son librerías que usan cada componente electrónico.

Para este diseño, se procedió a elegir del editor esquemático la mayor parte de agujeros los cuales permitirán adaptar materiales como una bornera y los espadines tipo hembra. A continuación en la imagen 68 se observa el primer esquemático o plano de conexión diseñado para la segunda placa electrónica.

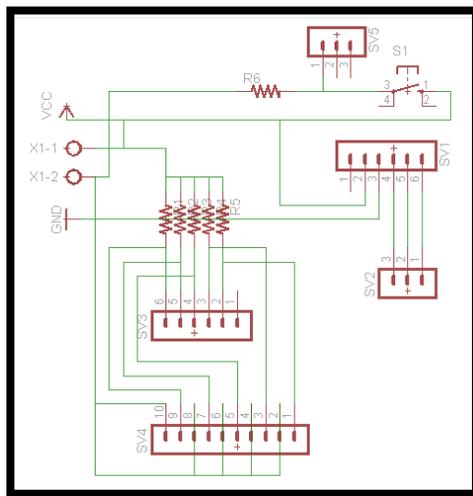


Imagen 68.- Diseño de segundo circuito en el plano esquemático en Eagle 6.5.0

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

En la imagen 68 se puede observar el diseño del segundo circuito en el plano esquemático, donde se utilizaron componentes como:

- **X1-1 y X1-2.-** Agujeros para la ubicación de una bornera con sus pines para alimentación tanto positivo como negativo.
- **S1.-** Switch para agregar un pulsador.

- **SV1.-** Agujeros que permitirán insertar los espadines tipo hembra que permitan tener una conexión con el modulo Bluetooth HC-05.
- **SV2.-** Agujeros que permitirán insertar los espadines tipo hembra para tener una conexión de los pines TX y RX del módulo Bluetooth HC-05 con los pines de TX y RX de la placa electrónica Arduino UNO.
- **SV4.-** Agujeros para insertar los espadines tipo hembra que permitan tener una conexión con cada sensor flexible.
- **R.-** Permiten insertar las resistencias.

Una vez diseñado el plano esquemático, se procede a elaborar el circuito impreso que permitirá dibujar manualmente las pistas que interconectaran los diferentes componentes electrónicos a utilizar. Se observa en la imagen 69 el ruteo de las pistas.

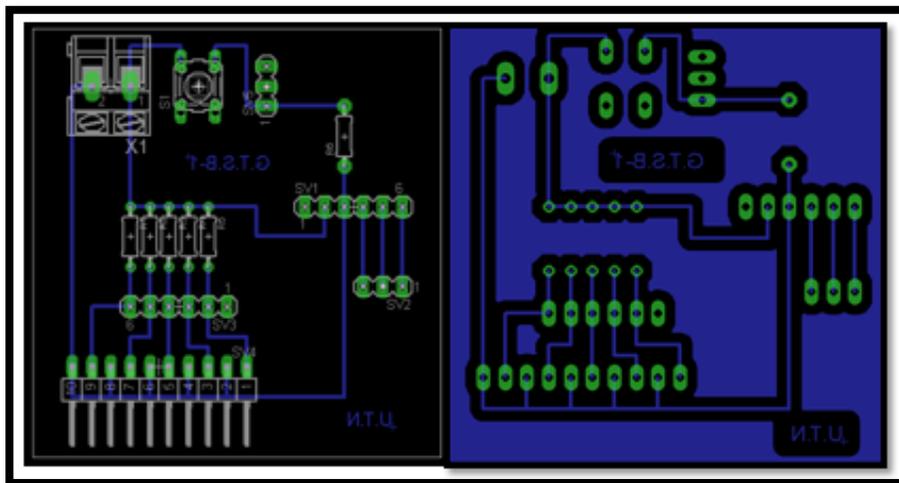


Imagen 69. – Ruteo de la tarjeta electrónica

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

Una vez realizado el diseño de la placa electrónica, se procede a la impresión láser del circuito en un papel termotransferible, ya que este es característico para la impresión de

circuitos, el papel termotransferible se compone de dos capas una para al adherido perfecto del circuito y otra para desprender el sobrante de papel, esta es una ventaja que se mostró al momento de diseñar esta placa electrónica.

Luego de realizar el proceso de elaboración de la baquelita se observa en la imagen 70 la placa impresa lista para el proceso de soldadura en cada terminal de los elementos electrónicos a utilizar.

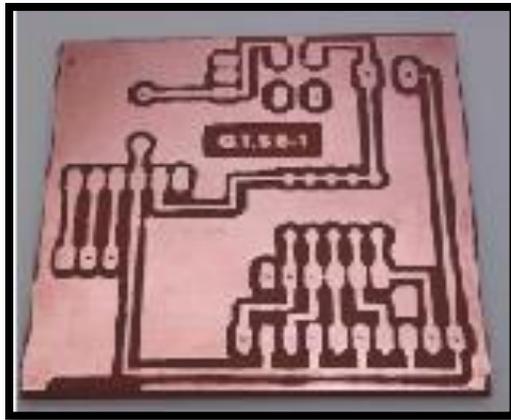


Imagen 70.- Placa impresa en baquelita de cobre del diseño del segundo circuito

Referencia: Elaborado por Jairo Navarrete

Los materiales que fueron usados para ser implementados en el diseño del segundo circuito son los siguientes:

- Espadines tipo hembra.
- Resistencias de $1K\Omega$ y $330K\Omega$.
- Un pulsador normalmente abierto.
- Un módulo de comunicación Bluetooth HC-05.
- Una bornera.

- Una baquelita de cobre.

Una vez que los elementos electrónicos señalados anteriormente se hayan implementado la baquelita armada quedo de la siguiente manera como puede observarse en la imagen 71.

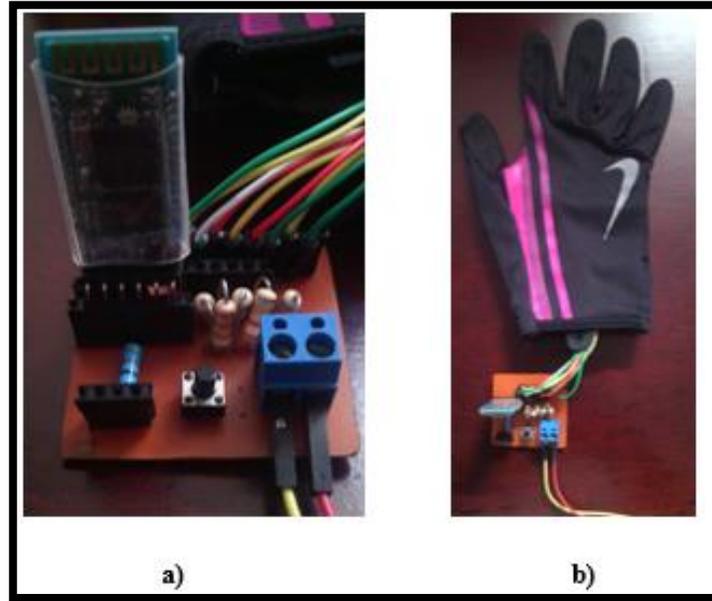
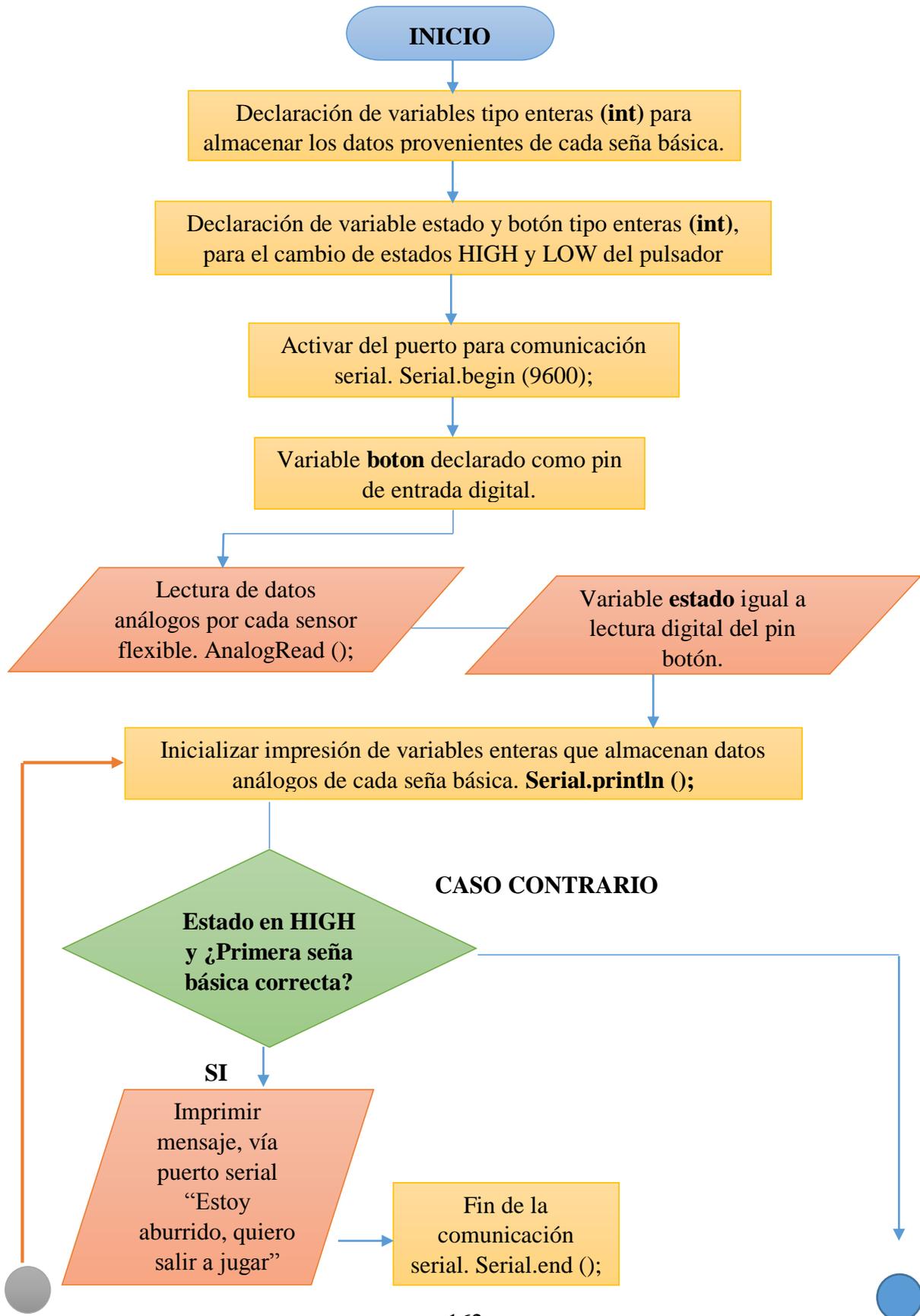


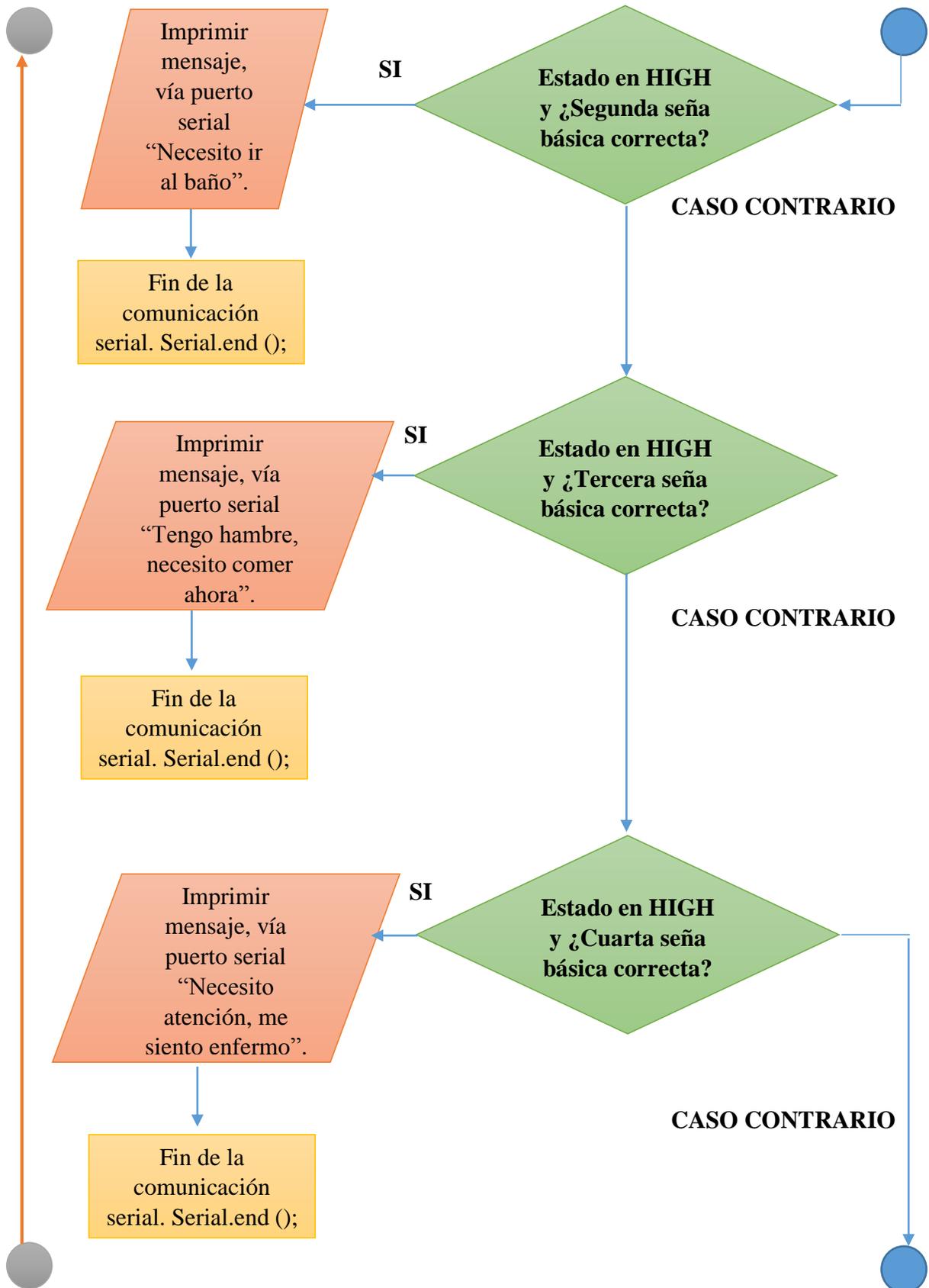
Imagen 71.- Segundo diseño del circuito terminando. a) Parte superior de la baquelita, b) implementación en el guante

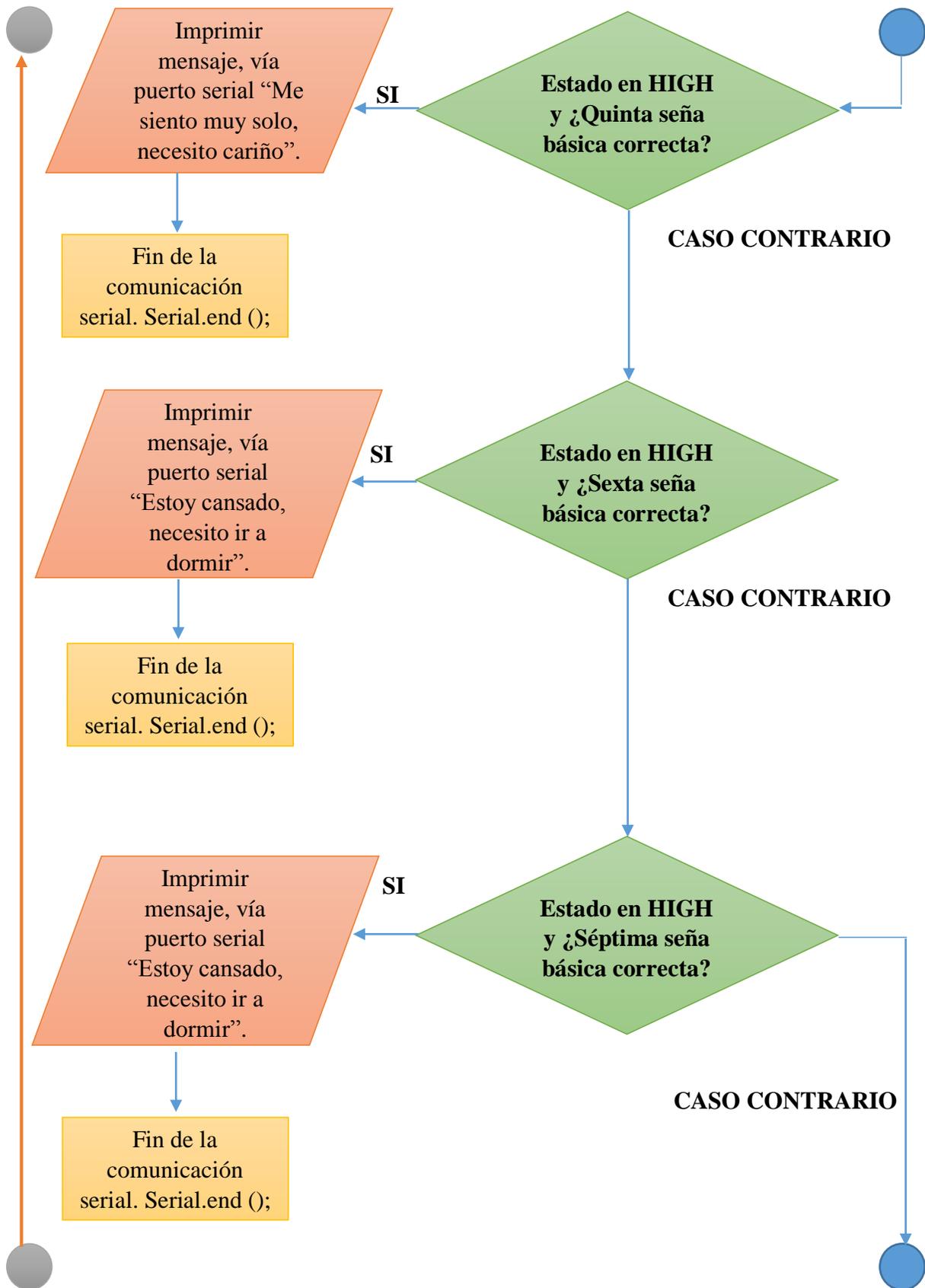
Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

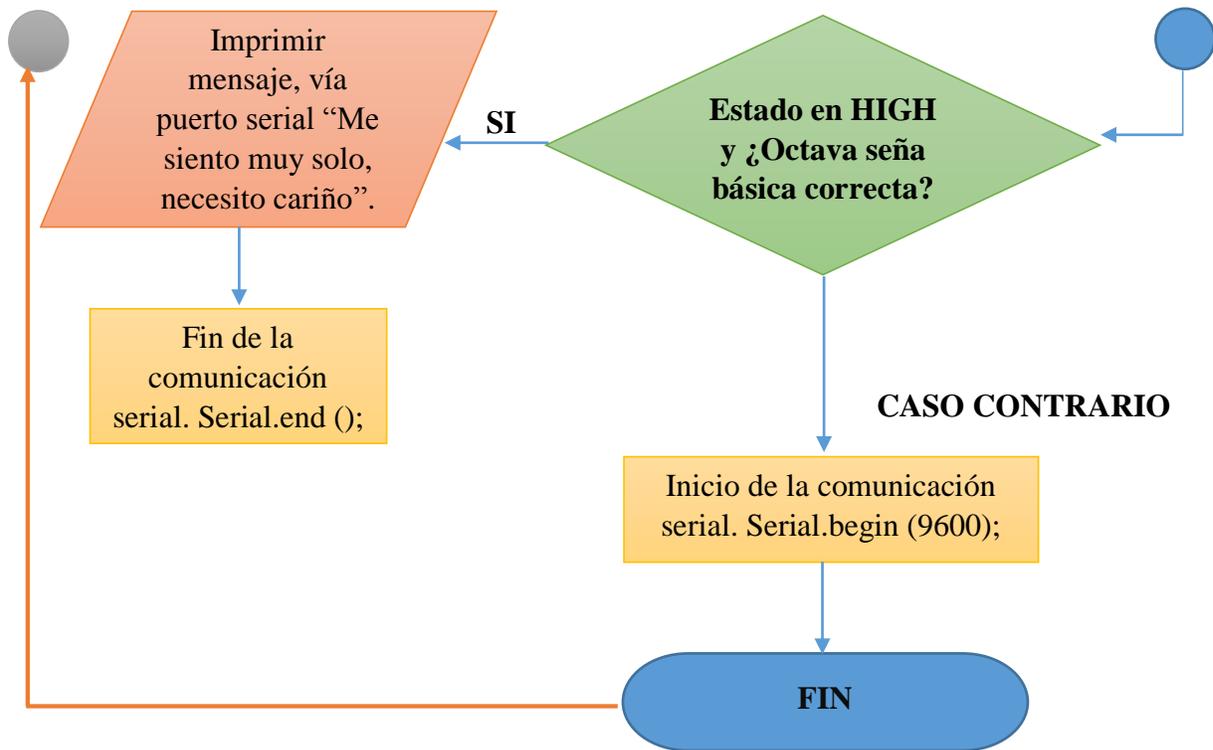
3.3.3 DIAGRAMA DE FLUJO

Como segundo diseño del prototipo electrónico se utilizó una placa electrónica Lilypad Arduino para la adquisición y procesamiento de datos; el código de programación desarrollado en el IDE de Arduino se probó mediante la realización de las ocho señas básicas, el cual se plantea a continuación mediante un diagrama de flujo para saber la secuencia de sentencias utilizadas.









Una vez planteado el diagrama de flujo anterior, el cual contiene toda la secuencia lógica de programación con respecto a sus ocho señales básicas a utilizar, se puede observar en el anexo 02 el código de programación, el cual ayudara a realizar las pruebas necesarias y simulaciones para luego empezar con la implementación de los elementos electrónicos necesarios a utilizarse en el diseño del segundo prototipo electrónico.

3.3.3.1 Simulación

A continuación se mostraran imágenes de simulación en el software ISIS Proteus versión 7.07.0201 con respecto a los rangos de valores resistivos que fueron asignados en cada señal básica en el código de programación, usando la placa electrónica Lilypad Arduino.

Para la primera seña básica se puede observar en la imagen 72 que en simulación los sensores flexibles son reemplazados por potenciómetros los cuales cumplen la misma funcionalidad de censar valores resistivos analógicos; y de acuerdo a su rango en porcentajes cumplen con la primera condición planteada en el código de programación.

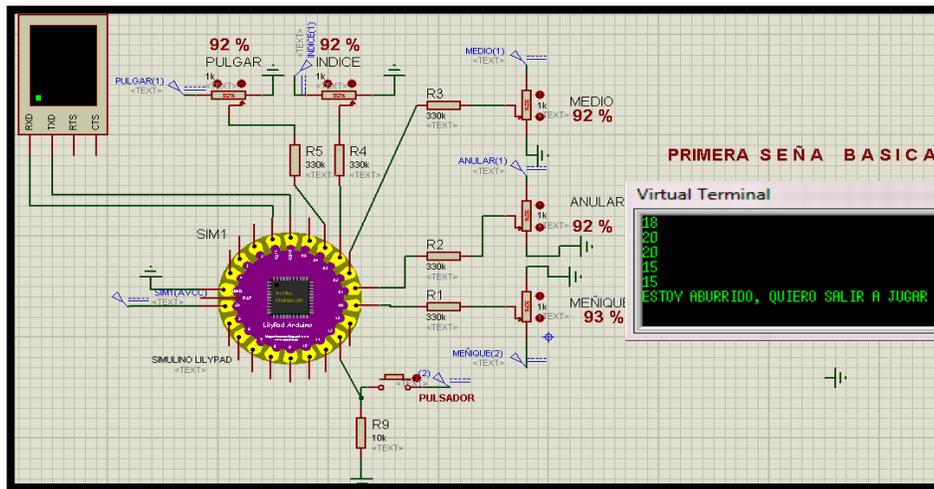


Imagen 72.- Simulación Software Proteus, rango de valores resistivos para la Primera seña básica

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete en Software Proteus 7.07

Para la segunda seña básica se observa en la imagen 73 el rango de valores resistivos planteados en el código de programación del IDE de Arduino.

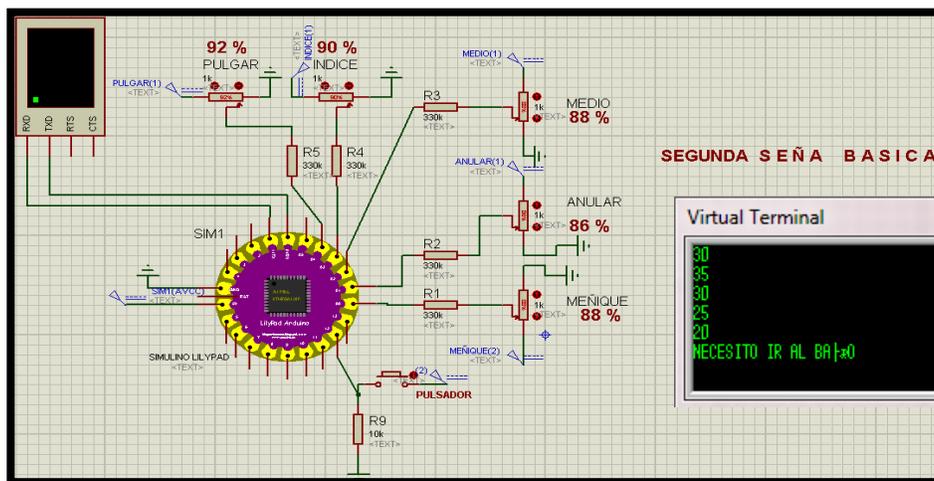


Imagen 73.- Simulación Software Proteus, rangos de valores resistivos para la Segunda seña básica

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete en Software Proteus 7.07

Para la tercera seña básica se observa en la imagen 74 el rango de valores resistivos planteados en el código de programación del IDE de Arduino.

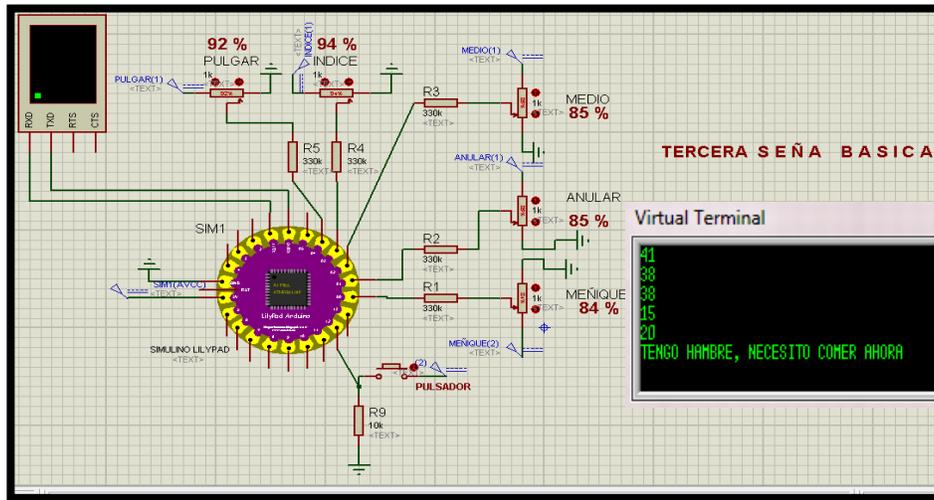


Imagen 74.- Simulación Software Proteus, rangos de valores resistivos para la Tercera seña básica

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete en Software Proteus 7.07

Para la cuarta seña básica se observa en la imagen 75 el rango de valores resistivos planteados en el código de programación del IDE de Arduino.

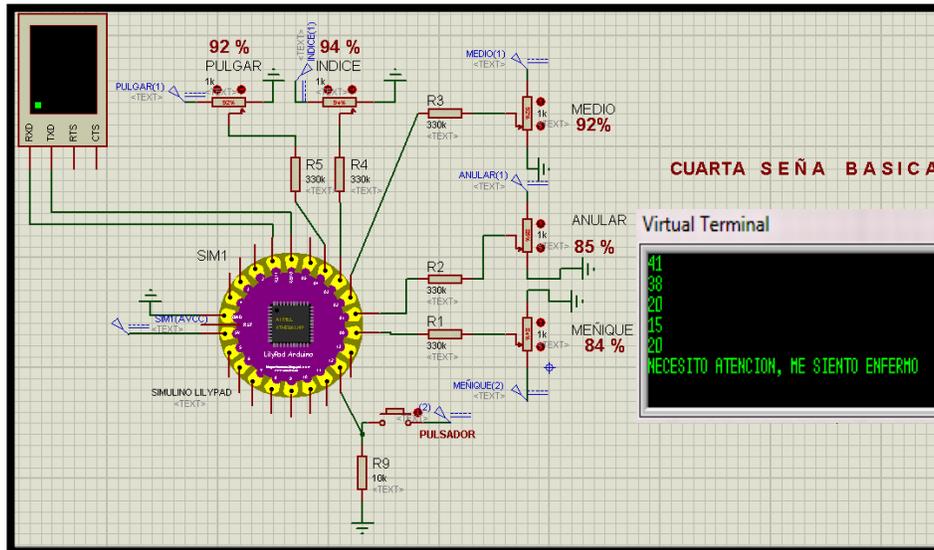


Imagen 75.- Simulación Software Proteus, rangos de valores resistivos para la Cuarta seña básica

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete en Software Proteus 7.07

Para la quinta seña básica se observa en la imagen 76 el rango de valores resistivos planteados en el código de programación del IDE de Arduino.

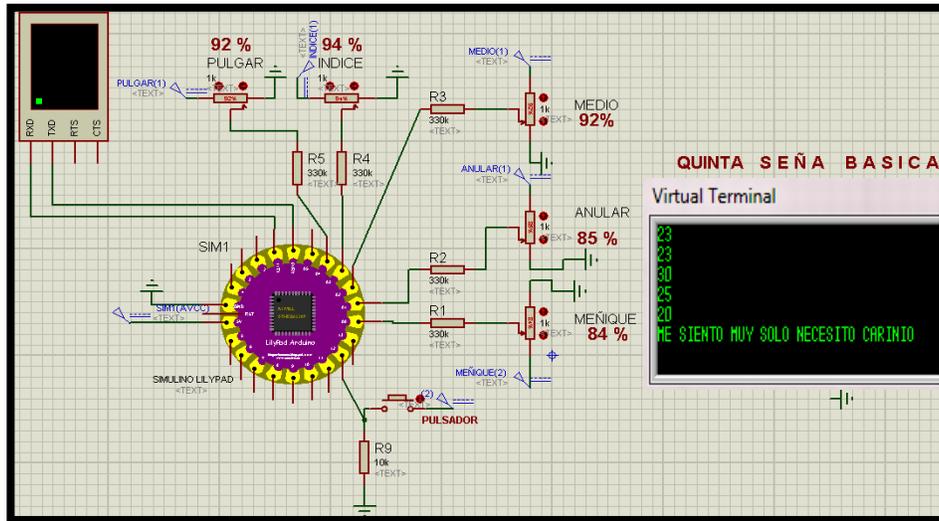


Imagen 76.- Simulación Software Proteus, rangos de valores resistivos para la Quinta seña básica

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete en Software Proteus 7.07

Para la sexta seña básica se observa en la imagen 77 el rango de valores resistivos planteados en el código de programación del IDE de Arduino.

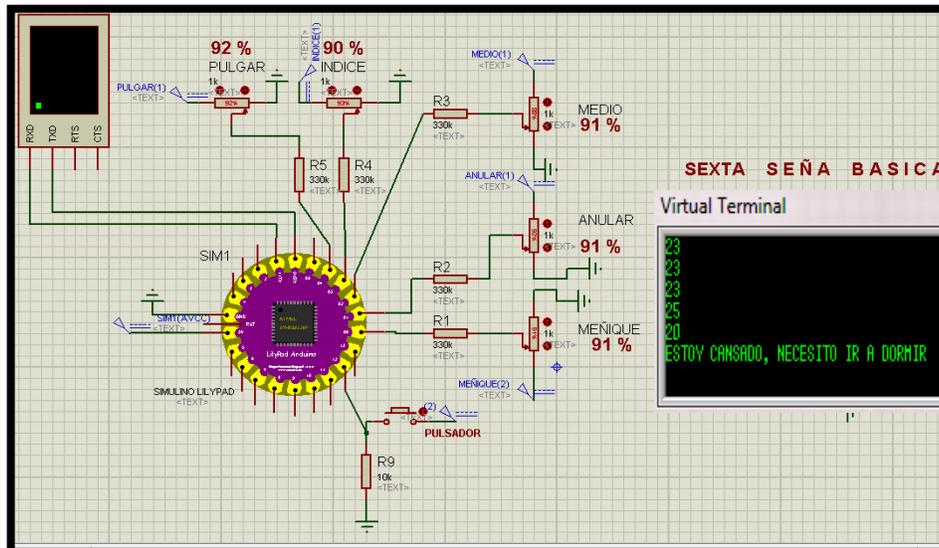


Imagen 77.- Simulación Software Proteus, rangos de valores resistivos para la Sexta seña básica

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete en Software Proteus 7.07

Para la séptima señal básica se observa en la imagen 78 el rango de valores resistivos planteados en el código de programación del IDE de Arduino.

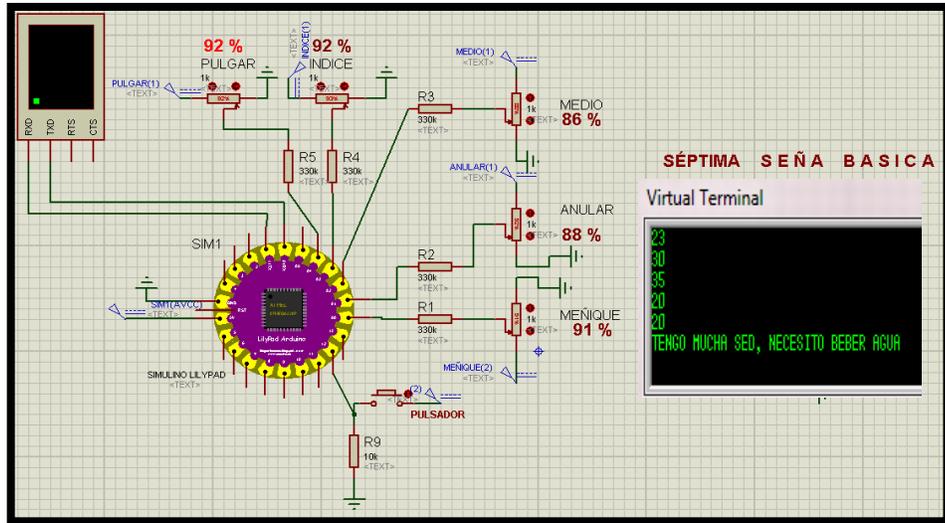


Imagen 78.- Simulación Software Proteus, rangos de valores resistivos para la Séptima señal básica

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete en Software Proteus 7.07

Para la octava señal básica se observa en la imagen 79 el rango de valores resistivos planteados en el código de programación del IDE de Arduino

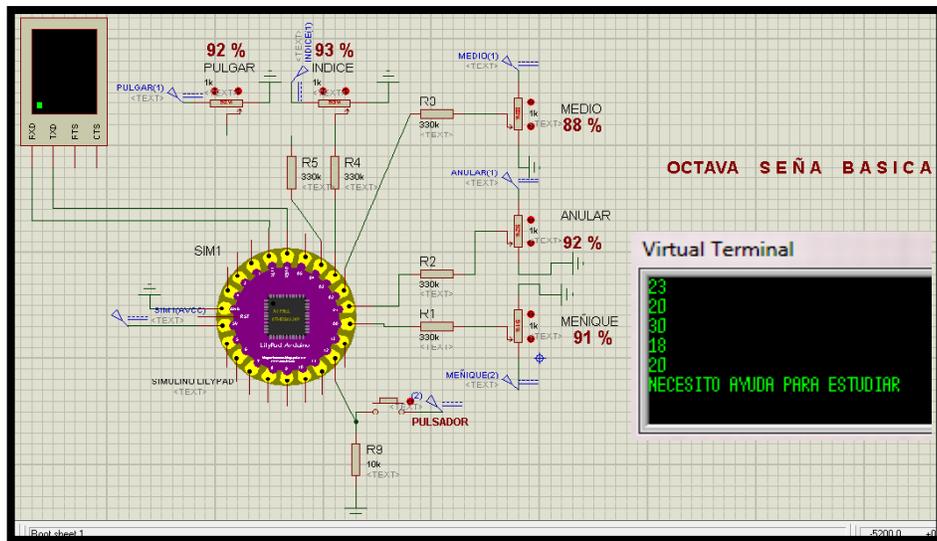


Imagen 79.- Simulación Software Proteus, rangos de valores resistivos para la Octava señal básica

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete en Software Proteus 7.07

3.3.5 PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SEGUNDO PROTOTIPO

Para la adquisición de datos se procedió a probar las señas básicas en cada posición de la mano derecha, estas señas fueron realizadas tomando en cuenta que no sean las mismas posiciones de la mano con respecto al diccionario del lenguaje de señas.

Sabemos que el mecanismo de comunicación que usan las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje para poder intercambiar información dentro de su entorno que los rodea es el lenguaje de señas.

Estas personas deberán estudiar una alternativa diferente a la ya inusual existente, por lo que este nuevo lenguaje de ocho señas básicas les permitirá expresar necesidades específicas que ellos sienten en su vida diaria y que pueden expresarlas con las personas que están a su cuidado.

A continuación en la imagen 80, se observa la posición de cada seña básica planteada en el lenguaje de ocho señas básicas con sus respectivas posiciones de la mano y sus significados mostrados en la tabla 25.

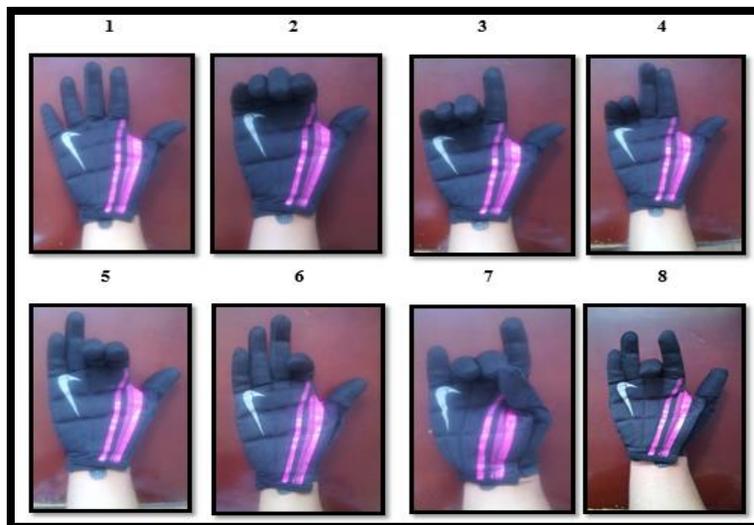


Imagen 80.-Lenguaje de Ocho Señas Básicas

Referencia. - Elaborado por Jairo Navarrete

Estas señas básicas fueron tomadas con el guante de lycra expandible, sin sensores flexibles, ya que solo se muestra la posición de cada dedo de la mano derecha, para luego realizar las pruebas necesarias con el fin de sensar las señales de acuerdo a cada posición de la mano.

En la tabla 25 se observan el significada de cada seña básica planteadas en la imagen 80.

Tabla 25.-Significado de cada seña básica

SEÑA BÁSICA	SIGNIFICADO
1	Estoy aburrido, necesito salir a jugar.
2	Estoy cansado, necesito ir a dormir.
3	Tengo hambre, necesito comer ahora.
4	Me siento enfermo, necesito cuidado
5	Me siento muy solo, necesito cariño.
6	Necesito ir al baño.
7	Tengo mucha sed, necesito beber agua.
8	Necesito ayuda para estudiar.

Fuente.- Elaborado por Jairo Navarrete

Los rangos de valores resistivos con respecto a la primera seña básica que se observa en la imagen 80 se pueden observar en la siguiente tabla 26:

Tabla 26.- Rangos resistivos de funcionamiento de la primera seña básica

SEÑA BÁSICA 1	RANGOS DE FUNCIONAMIENTO (KΩ)
Dedo meñique	(35 - 45)
Dedo anular	(32 - 45)
Dedo medio	(32 - 45)
Dedo índice	(30 - 40)
Dedo pulgar	(30 - 40)

Fuente.- Elaborado por Jairo Navarrete

Los rangos de valores resistivos con respecto a la segunda seña básica que se observa en la imagen 80 se pueden observar en la siguiente tabla 27:

Tabla 27.- Rangos resistivos de funcionamiento de la segunda seña básica

SEÑA BÁSICA 2	RANGOS DE FUNCIONAMIENTO (KΩ)
Dedo meñique	(46 - 65)
Dedo anular	(46 - 65)
Dedo medio	(46 - 65)
Dedo índice	(40 - 56)
Dedo pulgar	(30 - 40)

Fuente.- Elaborado por Jairo Navarrete

Los rangos de valores resistivos con respecto a la tercera seña básica que se observa en la imagen 80 se pueden observar en la siguiente tabla 28:

Tabla 28.- Rangos resistivos de funcionamiento de la tercera seña básica

SEÑA BÁSICA 3	RANGOS DE FUNCIONAMIENTO (KΩ)
Dedo meñique	(46 - 65)
Dedo anular	(46 - 65)
Dedo medio	(46 - 65)
Dedo índice	(30 - 40)
Dedo pulgar	(30 - 40)

Fuente.- Elaborado por Jairo Navarrete

Los rangos de valores resistivos con respecto a la cuarta seña básica que se observa en la imagen 80 se pueden observar en la siguiente tabla 29:

Tabla 29.- Rangos resistivos de funcionamiento de la cuarta seña básica

SEÑA BÁSICA 4	RANGOS DE FUNCIONAMIENTO (KΩ)
Dedo meñique	(46 - 65)
Dedo anular	(46 - 65)
Dedo medio	(32 - 45)
Dedo índice	(30 - 40)
Dedo pulgar	(30 - 40)

Fuente.- Elaborado por Jairo Navarrete

Los rangos de valores resistivos con respecto a la quinta seña básica que se observa en la imagen 80 se pueden observar en la siguiente tabla 30:

Tabla 30.- Rangos resistivos de funcionamiento de la quinta seña básica

SEÑA BÁSICA 5	RANGOS DE FUNCIONAMIENTO (KΩ)
Dedo meñique	(35 - 45)
Dedo anular	(32 - 45)
Dedo medio	(46 - 65)
Dedo índice	(40 - 56)
Dedo pulgar	(30 - 40)

Fuente.- Elaborado por Jairo Navarrete

Los rangos de valores resistivos con respecto a la sexta seña básica que se observa en la imagen 80 se pueden observar en la siguiente tabla 31:

Tabla 31.- Rangos resistivos de funcionamiento de la sexta seña básica

SEÑA BÁSICA 6	RANGOS DE FUNCIONAMIENTO (KΩ)
Dedo meñique	(35 - 45)
Dedo anular	(32 - 45)
Dedo medio	(32 - 45)
Dedo índice	(40 - 56)
Dedo pulgar	(30 - 40)

Fuente.- Elaborado por Jairo Navarrete

Los rangos de valores resistivos con respecto a la séptima seña básica que se observa en la imagen 80 se pueden observar en la siguiente tabla 32:

Tabla 32.- Rangos resistivos de funcionamiento de la séptima seña básica

SEÑA BÁSICA 7	RANGOS DE FUNCIONAMIENTO (KΩ)
Dedo meñique	(35 - 45)
Dedo anular	(46 - 65)
Dedo medio	(46 - 65)
Dedo índice	(30 - 40)
Dedo pulgar	(30 - 40)

Fuente.- Elaborado por Jairo Navarrete

Los rangos de valores resistivos con respecto a la octava seña básica que se observa en la imagen 80 se pueden observar en la siguiente tabla 33:

Tabla 33.- Rangos resistivos de funcionamiento de la octava seña básica

SEÑA BÁSICA 8	RANGOS DE FUNCIONAMIENTO (KΩ)
Dedo meñique	(35 - 45)
Dedo anular	(35 - 45)
Dedo medio	(46 - 65)
Dedo índice	(30 - 40)
Dedo pulgar	(30 - 40)

Fuente.- Elaborado por Jairo Navarrete

En la implementación de la placa impresa se realizó un diseño tipo broche adhesivo de material de tela color negro con un relleno de plumón blanco el cual se observa en la imagen 81; permitiendo asentar el circuito impreso de baquelita de cobre para obtener una mejor estética del guante traductor de señas básicas.

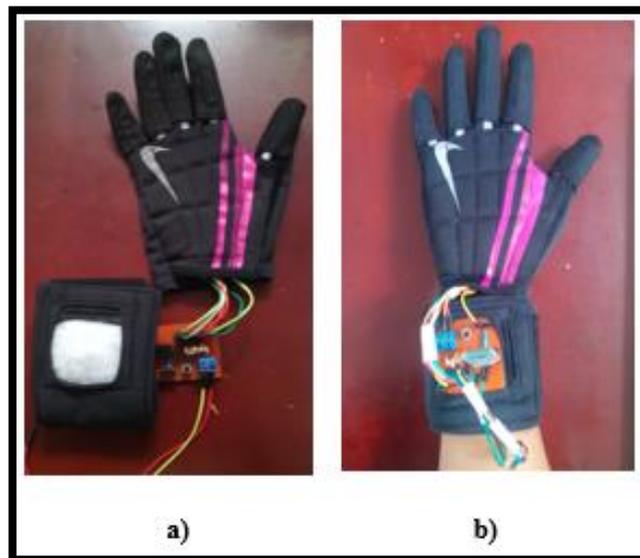


Imagen 81.- a) placa impresa sin broche adhesivo, b) placa impresa con broche adhesivo

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

Los resultados obtenidos con respecto a las ocho señas básicas planteadas por medio del guante traductor son normalmente regulares, ya que el posicionamiento de los sensores flexibles aun presenta cierto movimiento lo que hace que los rangos resistivos varíen continuamente.

Para poder llegar a obtener el diseño final del guante traductor de señas básicas es muy importante tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Reemplazar la placa electrónica Arduino UNO por la placa electrónica Arduino Lilypad, la cual permitirá ser cocida con hilo conductor dentro del broche tipo adhesivo.
- Sujetar los sensores flexibles de tal manera que se eviten variaciones de valores resistivos de una manera abrupta.
- Desarrollar una aplicación móvil para Smartphone, la cual permita tener una conexión vía comunicación Bluetooth hacia el guante traductor de señas básicas.
- Enviar las señas por medio del módulo Bluetooth implementado hacia un Smartphone el cual permitirá obtener una comunicación auditiva y textual deseada.
- Implementar un batería tipo LIPO la cual permita alimentar al guante traductor de señas básicas de forma independiente, con la finalidad de eliminar la conexión USB del Arduino Lilypad hacia el computador.
- Cubrir el guante traductor de señas básicas de tal manera que no exista la visibilidad de cables, para obtener una mejor estética del guante.

3.4 DISEÑO FINAL DEL PROTOTIPO ELECTRÓNICO

Una vez realizadas las pruebas con el segundo diseño del prototipo electrónico se pudo apreciar que la estética del guante aun no es buena debido a la utilización de la placa electrónica Arduino UNO, la estabilidad de los valores resistivos no es regular, y el envío de datos mediante una comunicación Bluetooth aún no ha sido implementada, por lo que en este diseño final se

procederá a definir parámetros que ayuden a mejorar el diseño del guante traductor de señas básicas, para personas con discapacidad auditiva y de lenguaje.

En este diseño final como se observa en la imagen 82, lo primero que se realizó fue ubicar y fijar con silicona los cables conectores provenientes de la placa impresa de baquelita de cobre en el broche adhesivo antes diseñado, ver imagen 81; esto ayuda de tal manera que la movilidad del guante sea más cómoda, ya que no se observan cables conductores que sobresalgan, y así también se procede al reemplazo y la ubicación de la placa electrónica Arduino UNO por la placa electrónica Arduino Lilypad.



Imagen 82.- Fijación de cables conectores y Arduino Lilypad dentro del broche adhesivo

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

También se procedió a utilizar cable de tipo termocontraíble en medio de la unión de los terminales de cada sensor flexible con los sus respectivos cables conductores, ya que este cable tiene como característica principal de aumentar la sujeción de la soldadura de cada pin de los sensores flexibles.

Un problema que se pudo observar en el segundo diseño del prototipo electrónico, fue que con el constante movimiento de guante la soldadura de sensores flexibles con sus cables conectores tendía a desunirse, por lo que busco una alternativa de mejor agarre y duración de soldado de cada sensor flexible.

Como se puede observar en la imagen 83, se cortó cable de tipo termocontraíble de 1cm de longitud el cual fue insertado sobre la unión de cada terminal del sensor flexible, luego se procedió a exponer al calor durante dos segundos máximo y así finalmente hacer presión sobre el mismo, con la finalidad de que este cable se contraiga hacia la soldadura y permita tener una buena fijación de cada pin del sensor flexible con sus respectivos cables conectores.

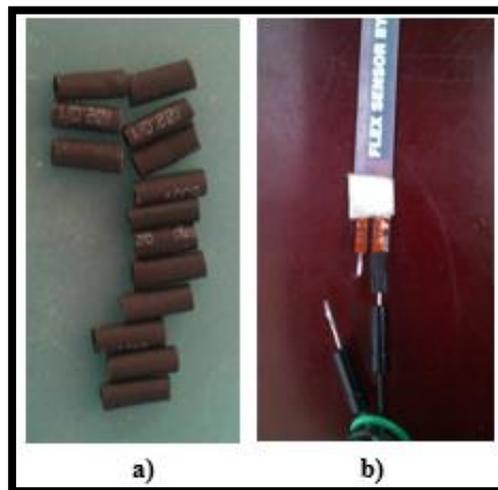


Imagen 83.- a) Cable Termocontraíble de 1cm, b) Fijación del terminal del sensor flexible

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

3.4.1 PROCESO DE COSTURA DEL LILYPAD ARDUINO

La placa electrónica Lilypad Arduino está diseñada para ser cocida y lavada sobre cualquier tipo de tela; hemos realizado el cocido sobre el broche tipo adhesivo antes diseñado, en donde como materiales se utilizó el hilo conductor ya que este tiene propiedades especiales para

conducir electricidad y ayudar a la conexión con el circuito impreso en baquelita de cobre, también una aguja para coser y tijeras.

Lo primero que se debe hacer es enhebrar la aguja con el hilo conductor suficiente para empezar a coser el LilyPad Arduino, como se observa en la imagen



Imagen 84.-Aguja e hilo conductor

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

A continuación empezamos a hilvanar el hilo conductor desde los pines de alimentación positivo (+) y negativo (-) de la placa electrónica LilyPad Arduino hacia los terminales de los cables conectores, los cuales permitirán alimentar el circuito impreso en la baquelita de cobre, al final hay que enrollar o anudar el hilo conductor y cortar con las tijeras una vez terminado este proceso se observa en la siguiente imagen 85.

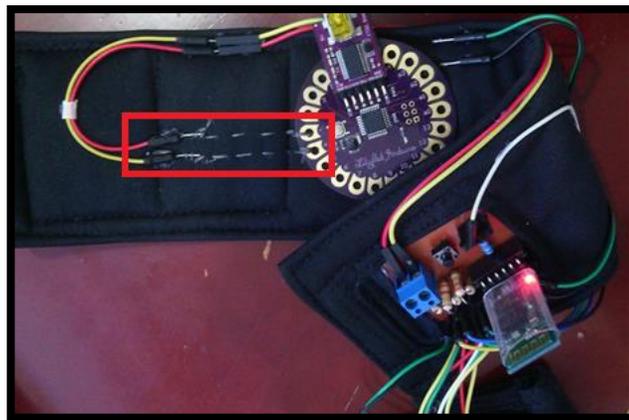


Imagen 85.- Costura de los pines de alimentación del LilyPad Arduino

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

Una vez terminados los pines de alimentación realizamos el mismo proceso con los pines análogos (a0, a1, a2, a3, a4) de la placa electrónica Lilypad Arduino, los cuales permitirán ser conectados a cada uno de los sensores flexibles que se encuentran en cada dedo del guante traductor de señas básicas, como se observa en la imagen 86.

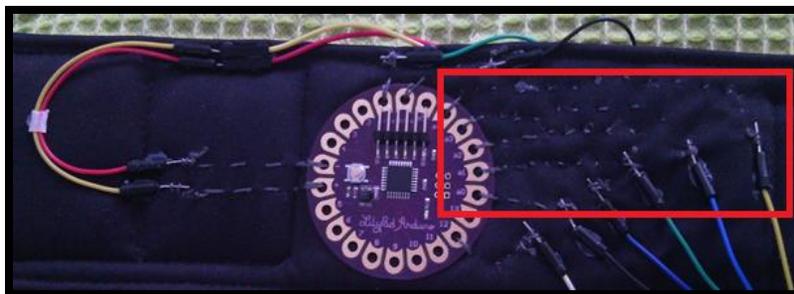


Imagen 86.- Costura de los pines análogos del Lilypad Arduino

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

Por último se realizó el mismo proceso anterior con los pines de transmisión y recepción de la placa electrónica Lilypad Arduino los cuales son conectados a los pines de transmisión y recepción del módulo Bluetooth HC-05, de forma cruzada como se observa en la tabla 34.

Tabla 34.- Conexión de pines de transmisión y recepción entre modulo Bluetooth HC-05 y Lilypad Arduino

LILYPAD ARDUINO	MODULO BLUETOOTH HC-05
Pin Tx	Pin RXD
Pin Rx	Pin TXD

Fuente.- Elaborado por Jairo Navarrete

Además del pin digital 12 de la placa electrónica Lilypad Arduino se hilvana con el cable conector color que conecta al pulsador ubicado en el circuito impreso en la baquelita de cobre teniendo como función del envío de señales. En la siguiente imagen 87 se puede observar la costura final de la placa electrónica LilyPad Arduino sobre el broche tipo adhesivo.

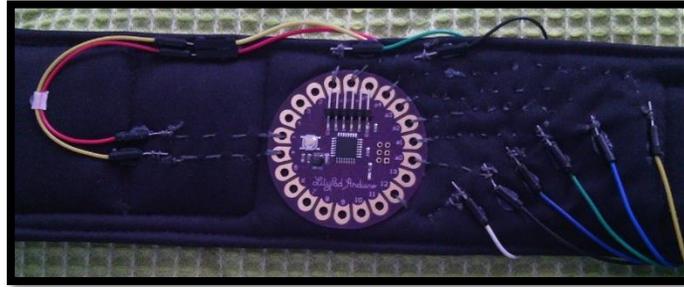


Imagen 87.- Costura final de la placa electrónica LilyPad Arduino

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

3.4.2 IMPLEMENTACIÓN DEL MODULO BLUETOOTH HC-05

Uno de los parámetros que se considera en el diseño del segundo prototipo electrónico para ser implementado en este diseño final, es el envío de señales vía comunicación inalámbrica; en donde gracias a la investigación realizada anteriormente se procedió a implementar un módulo de comunicación Bluetooth HC-05 en la placa de circuito impreso en baquelita de cobre como se observa en la imagen 88.

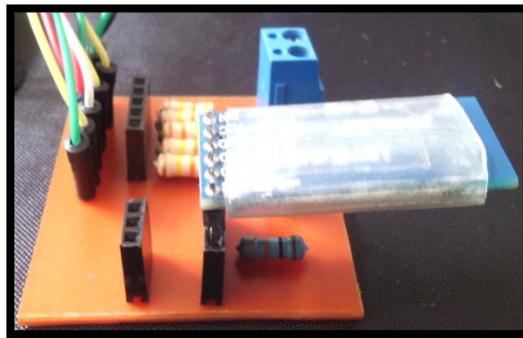


Imagen 88.-Implementación del módulo bluetooth HC-05

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

Una de las características principales del módulo Bluetooth HC-05 que podemos decir es que el modo de trabajo viene configurado de fábrica ya sea de dos maneras como maestro o como esclavo.

El módulo Bluetooth HC-05 permite ser configurado como maestro, esto significa que puede generar conexiones a otros dispositivos bluetooth; mientras que configurarlo como esclavo significa que este queda listo para escuchar peticiones de conexión provenientes de otros dispositivos bluetooth. La configuración se lo puede realizar vía comunicación serial con el computador, y mediante una interfaz de configuración que en este caso se utilizó un programa ejecutable llamado HyperTerminal.

3.4.2.1 Configuración del módulo Bluetooth HC-05

Como se puede observar en la imagen 89 para conectar el ordenador con el modulo Bluetooth HC-05 se utilizó un adaptador USB-TTL, con la finalidad de poder entrar en su interfaz de configuración de comandos de control o también llamados comandos AT (atención).



Imagen 89.- Conexión del cable USB-TTL al ordenador

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

La distribución de conexión de pines tanto del módulo Bluetooth HC-05 como del cable adaptador USB-TTL se puede observar en la siguiente tabla 35.

Tabla 35.- Distribución de pines de conexión entre módulo Bluetooth HC-05 y cable adaptador USB-TTL

MODULO BLUETOOTH HC-05	CABLE ADAPTADOR USB-TTL
Pin ENABLE	Pin 3.3 Voltios
Pin VCC	Pin 5.0 Voltios
Pin GND	Pin GND
Pin TXD	Pin RXD
Pin RXD	Pin TXD

Fuente.- Elaborado por Jairo Navarrete

Una vez realizada la conexión respectiva, se procede a reconocer el puerto de comunicación por medio del administrado de dispositivos donde se obtuvo que el puerto COM4 es el seleccionado para la configuración del módulo Bluetooth HC-05, como se observa en la imagen 90.

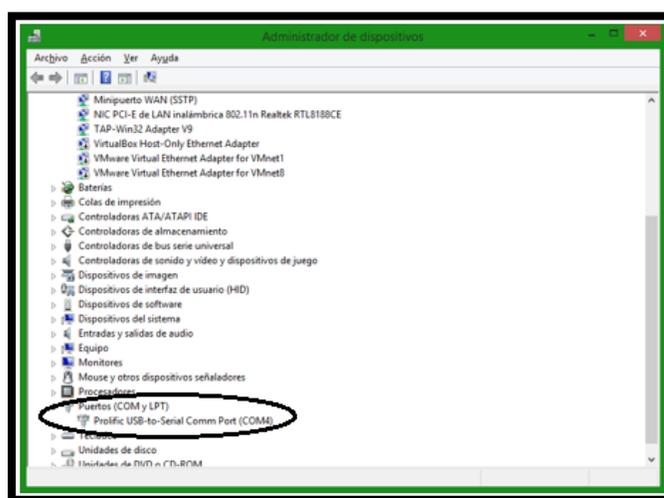


Imagen 90.- Puerto de comunicación del módulo Bluetooth HC-05

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

Una vez obtenido el puerto de comunicación, se procede a establecer una conexión mediante el programa ejecutable en el sistema operativo Windows llamado HyperTerminal, en donde se tiene la descripción de la conexión, como se observa en la imagen 91 se procedió a escribir un nombre para la conexión.



Imagen 91.- Descripción de la conexión, para configuración del módulo Bluetooth HC-05

Referencia Elaborado por Jairo Navarrete

Como siguiente paso procedemos a elegir el puerto de comunicación ya asignado anteriormente como puerto COM4 como se observa en la imagen 92.

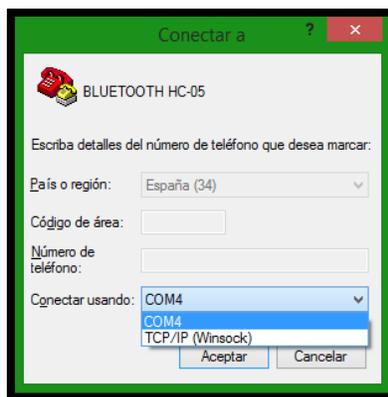


Imagen 92.- Elección del puerto de comunicación COM4, para configuración del módulo Bluetooth HC-05

Referencia Elaborado por Jairo Navarrete

Una vez elegido el puerto COM4, configuramos las propiedades de comunicación donde, los módulos Bluetooth HC-05 vienen configurados por defecto a una velocidad de conexión física de 38400 bps, 8 bits de datos, ninguna paridad, con 1 bit de parada y ningún control de flujo.

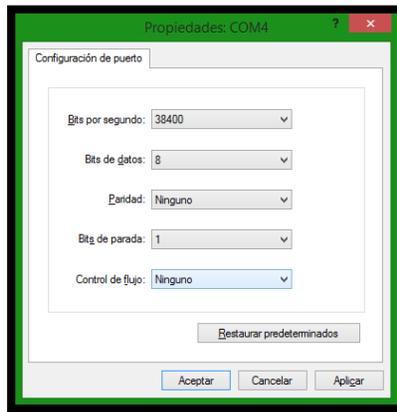


Imagen 93.- Propiedades de comunicación, para configuración del módulo Bluetooth HC-05

Referencia Elaborado por Jairo Navarrete

Una vez definido tanto el puerto como las propiedades de comunicación, procedemos a elegir en la ventana de comunicaciones la opción Archivo y luego Propiedades, luego elegimos la opción Configuración y finalmente optamos por la opción Configuración ASCII. En esta opción activamos tres primeras casillas como se observa en la siguiente imagen 94.

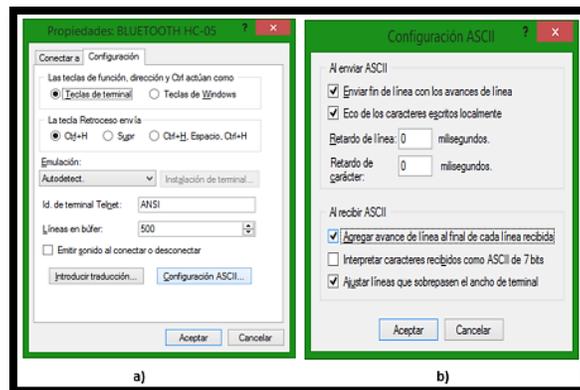


Imagen 94.- a) Propiedades de conexión Bluetooth HC-05, b) Configuración ASCII

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

Se inicia la configuración básica del módulo Bluetooth HC-05 por medio de los comandos de AT mostrados a continuación en la siguiente imagen 95, donde se procedió a configurar el

nombre, una contraseña y el modo de trabajo que en este caso un cero significa que el módulo Bluetooth HC-05 está en modo esclavo.

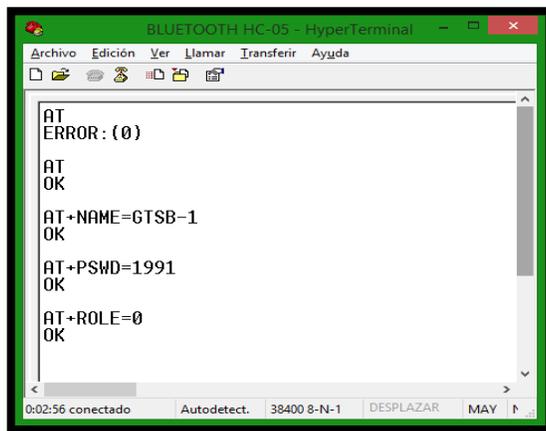


Imagen 95.- Configuraciones básicas del módulo Bluetooth HC-05

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

En la siguiente tabla 36 se observa la descripción de cada comando utilizado para la configuración básica del módulo Bluetooth HC-05.

COMANDOS AT	DESCRIPCIÓN
AT	Mensaje de inicialización, muestra un ERROR en caso de que la conexión ha fallado, o un OK en caso de que la conexión sea exitosa.
AT+NAME=	Configura el nombre del dispositivo.
AT+PSWD=	Configura una clave de emparejamiento para el dispositivo.
AT+ROLE=	Un 0 significa modo esclavo. Un 1 significa modo maestro.

Tabla 36.- Descripción de los comandos AT para la configuración básica del módulo Bluetooth HC-05

Fuente.- <http://diymakers.es/arduino-bluetooth/>

A continuación en la imagen 96 se muestran las especificaciones principales del módulo Bluetooth HC-05 como su versión, velocidad de conexión y su dirección MAC que es lo más importante conocer de este dispositivo.

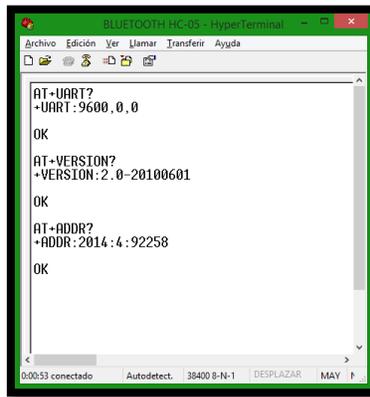


Imagen 96.- Comandos AT para verificación de especificaciones del módulo Bluetooth HC-05

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

En la siguiente tabla 37 se observa la descripción de cada comando utilizado para la verificación de las especificaciones del módulo Bluetooth HC-05.

Tabla 37.- Descripción de comandos AT acerca de especificaciones del módulo Bluetooth HC-05

COMANDOS AT	DESCRIPCIÓN
AT+UART?	Permite conocer la velocidad en baudios de la conexión para la transmisión de datos.
AT+VERSION?	Permite conocer la versión del módulo Bluetooth HC-05.
AT+ADDR?	Permite conocer la dirección MAC de módulo Bluetooth HC-05.

Fuente.- <http://diymakers.es/arduino-bluetooth/>

Una vez terminada la configuración del módulo Bluetooth HC-05 se procede a conectar en los espadines tipo hembra de la baquelita de cobre, con la finalidad de poder ser utilizado para el envío de señales por parte del guante traductor de señas básicas hacia el dispositivo bluetooth maestro que contiene el Smartphone.

Un problema que se encontró al momento de enviar datos por medio del módulo Bluetooth fue que la velocidad de transmisión en baudios no era compatible con la placa electrónica

LilyPad Arduino por lo que se procedió a cambiar la velocidad de transmisión del módulo Bluetooth HC-05 a 19200 baudios, como se observa en la imagen 97.

En el IDE de Arduino se tiene la opción del Monitor Serial en donde se deberá configurar igualmente con una velocidad de transmisión a 19200 baudios para obtener compatibilidad de envío de datos con el módulo Bluetooth hc-05.

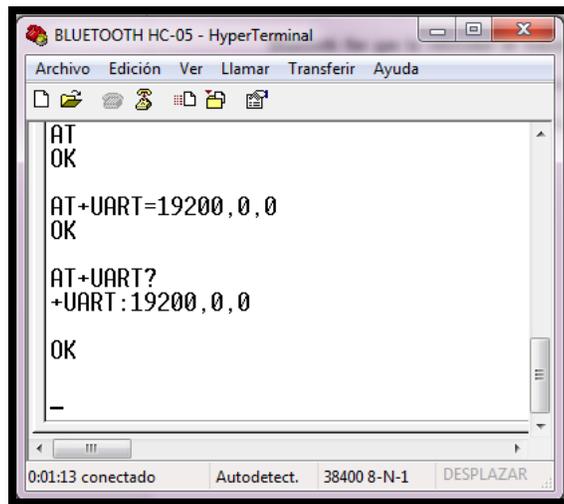


Imagen 97.- Cambio de velocidad de transmisión de datos del módulo Bluetooth HC-05

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

Para conocer más acerca de la configuración de la transmisión de datos en baudios del módulo HC-05 en la siguiente tabla 38 se muestran todas las opciones que este módulo de comunicación presenta:

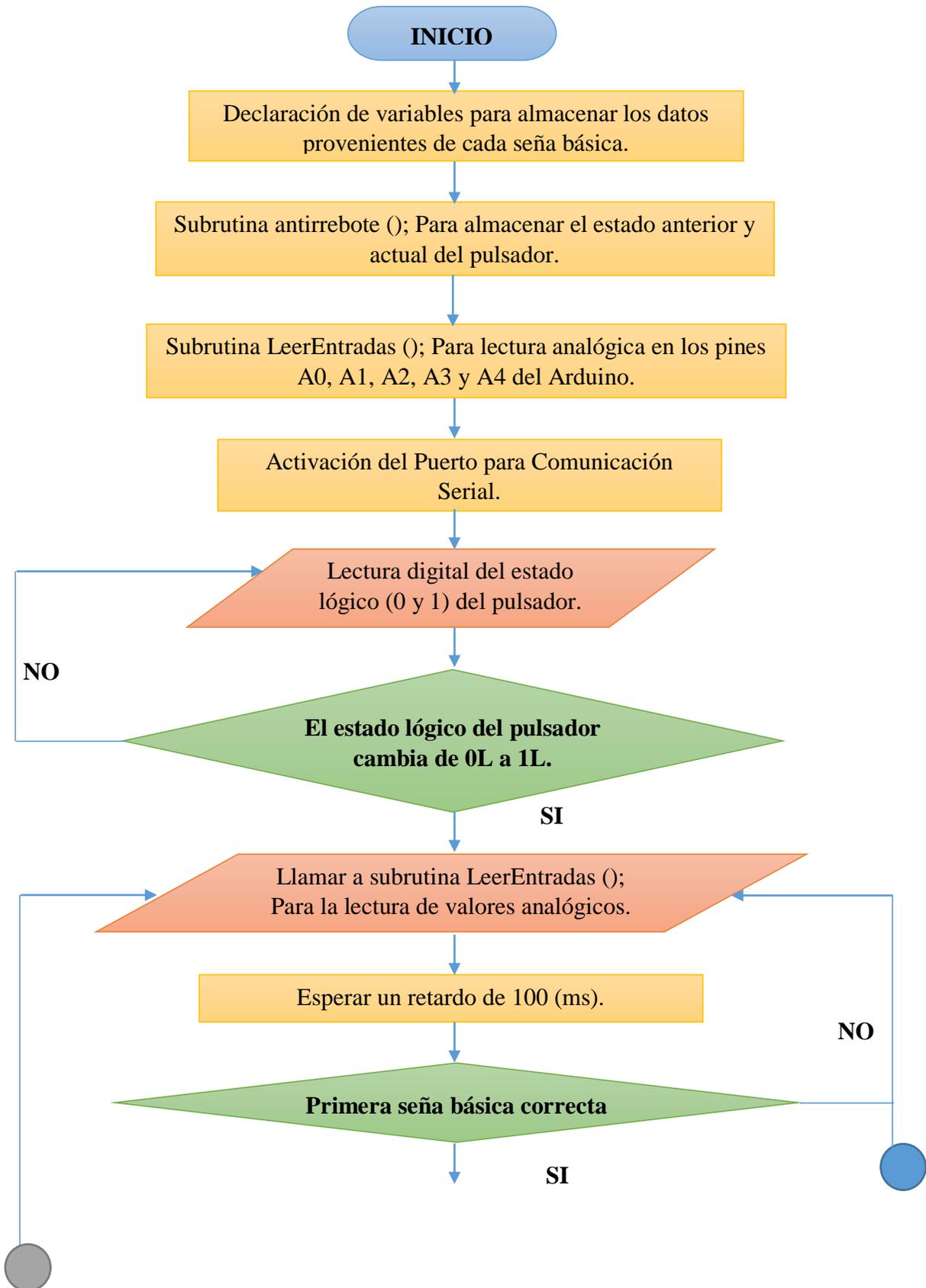
Tabla 38.-comando de verificación de comunicación serial UART para el modulo Bluetooth HC-05

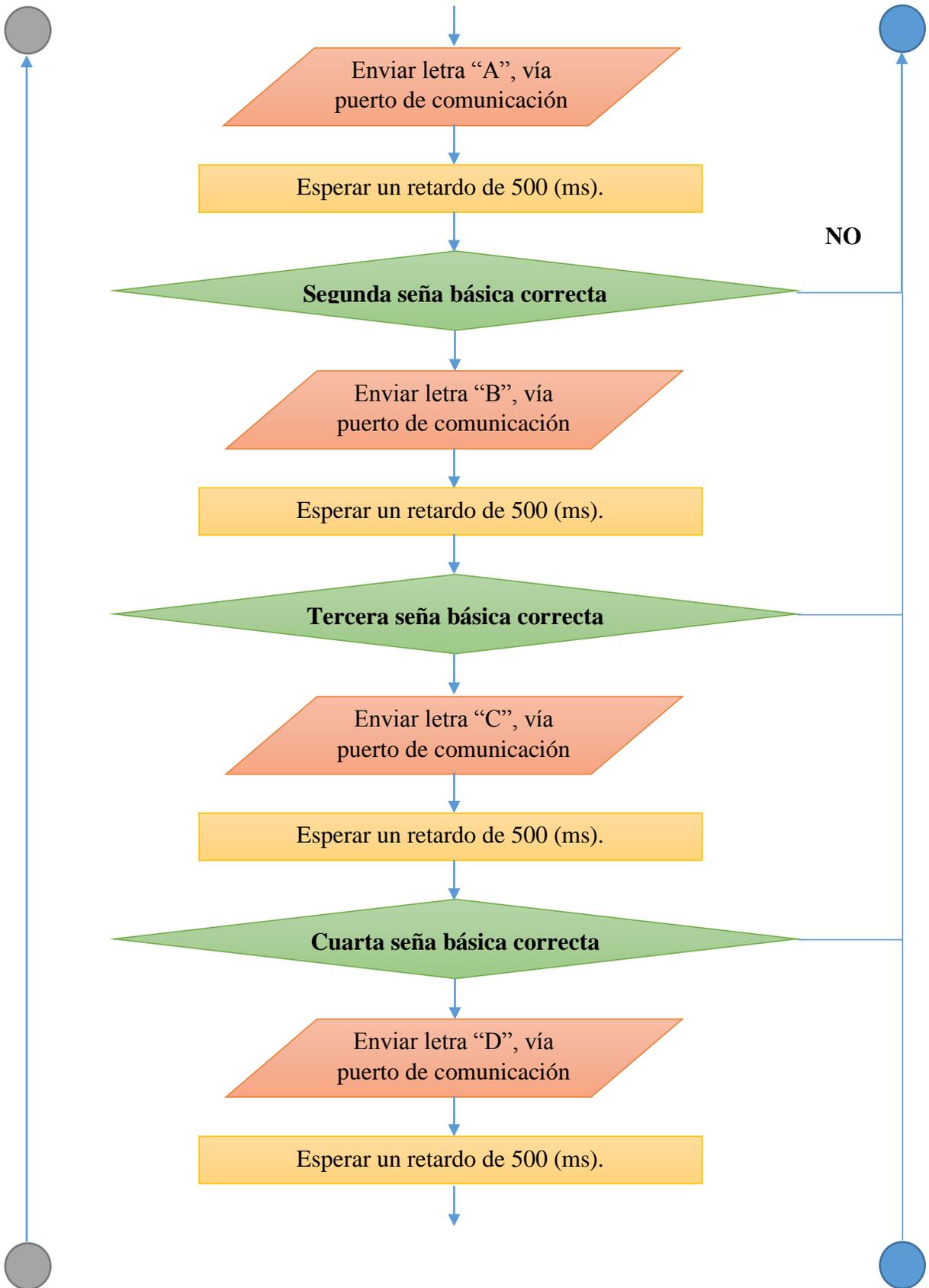
COMANDO AT	DESCRIPCIÓN
AT+UART?	Permite verificar la comunicación serial UART como velocidad, bits de parada y bits de paridad.
<Primer parámetro>	Como primer parámetro muestra la tasa de baudios en bits por segundo. Los valores decimales que se obtienen son los siguientes. <ul style="list-style-type: none"> - 4800 - 9600 - 19200 - 38400 - 57600 - 57600 - 115200 - 23400 - 460800 - 921600 - 1382400
<Segundo parámetro>	Como segundo parámetro nos muestra los bits de parada es decir que: 0 = 1 bit 1 = 2 bits
<Tercer parámetro>	Como tercer parámetro nos muestra los bits de paridad es decir que: 0= ninguno 1= paridad impar 2= paridad par

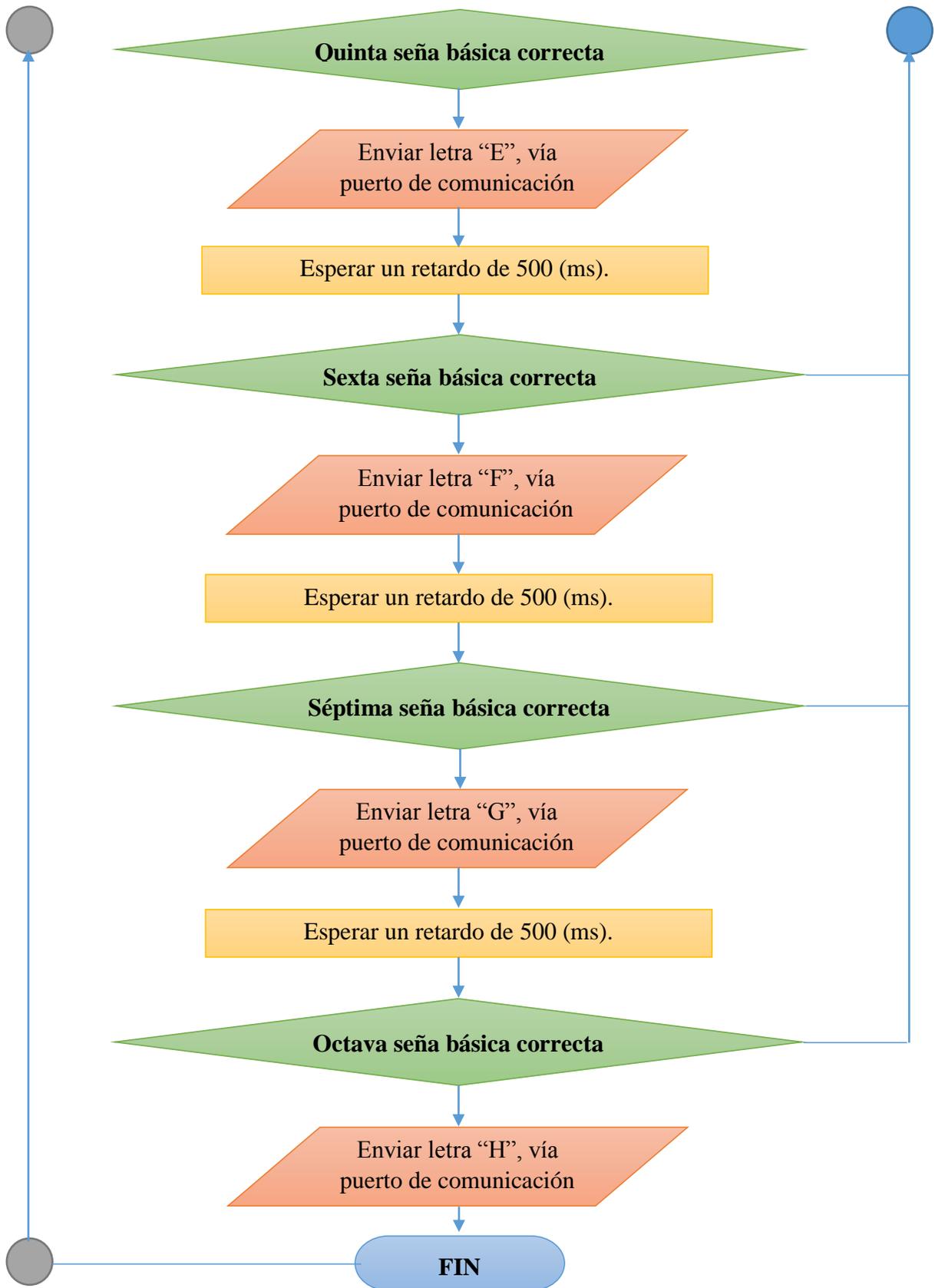
Fuente.- <http://www.ardobot.com/aprende/bluetooth-hc-05/>

3.4.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL CÓDIGO FINAL DE PROGRAMACIÓN

Una vez planteado el diagrama de flujo anterior, el cual contiene toda la secuencia lógica con respecto a sus ocho señas básicas a utilizar, se puede observar en el anexo 03 el código final de programación.







3.4.4 DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA SMARTPHONE CON APP INVENTOR

El desarrollo de la aplicación móvil permite a un Smartphone procesar las señas básicas provenientes del guante traductor, el Smartphone cumple con la función principal de servir como plataforma de esta aplicación, donde se obtienen beneficios acerca de las características del Smartphone en este caso el uso del dispositivo Bluetooth y los altavoces que permitirán tener una comunicación auditiva o textual según las necesidades básicas que se plantearon anteriormente en la tabla 25.

Para el desarrollo de la aplicación móvil se utilizó una herramienta de diseño y entorno de desarrollo de aplicaciones para Smartphone llamada App Inventor bajo el sistema operativo Android; este software funciona con la creación de una cuenta de GMAIL en donde se obtendrán los beneficios como el acceso a servicios personalizados como Android a la herramienta de diseño de aplicaciones App Inventor.

Sabemos que la empresa Google Play es líder en el mercado de aplicaciones móviles con su plataforma Android, teniendo compatibilidad con las marcas de dispositivos admitidos como, Dell, Hp, Lenovo, Huawei, HTC, Kyocera, Motorola, Panasonic, Pioneer, Samsung, TCT Alcatel, Sony, Sony Ericsson, Toshiba; entre otras más.

El Smartphone que sirvió para probar la aplicación móvil desarrollada es un ALCATEL IDOL ONE TOUCH MIN 6012A como se muestra en la imagen 98, ya que cumple con las características de compatibilidad necesarias para operar bajo el sistema operativo Android versión 4.2.2, también posee una memoria de almacenamiento interna de 4GB permitiendo

guardar los archivos multimedia como sonidos e imágenes y una memoria RAM de 512MB, ya que como requisito App Inventor pide como mínimo 250 MB de memoria RAM.



Imagen 98. - Alcatel Idol One Touch MINI

Referencia.- <http://www.alcatelonetouch.com/ec/>

Es importante recalcar que para el diseño de la aplicación móvil se realizó bajo el sistema operativo Windows 7 Ultimate, en el navegador Google Chrome ya que estos cumplen con los requisitos de compatibilidad de software para el desarrollo de aplicaciones móviles para sistemas operativos Android

El diagrama de funcionamiento de App Inventor se divide en tres componentes básicos que son la parte del diseñador, el editor de bloques y el emulador o dispositivo Android, ver imagen 41.

3.4.4.1 Diseño de la Aplicación Móvil en App Inventor

Para acceder a la parte del diseñador de la aplicación móvil primeramente accedemos a nuestra cuenta de GMAIL ingresando al siguiente link <http://ai2.appinventor.mit.edu> como se observa en la siguiente imagen 99.



Imagen 99.- Ingreso a cuenta de GMAIL

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu>

Presionamos en el botón Permitir como se observa en la imagen 100, para que la aplicación MIT AppInventor 2 solicite el permiso para acceder a una cuenta de Google ya creada y seleccionamos la nuestra que es jaironava1991@gmail.com. Es importante saber que Google compartirá la dirección de correo electrónico con el MIT AppInventor Versión 2, pero no la contraseña o cualquier otra información personal.

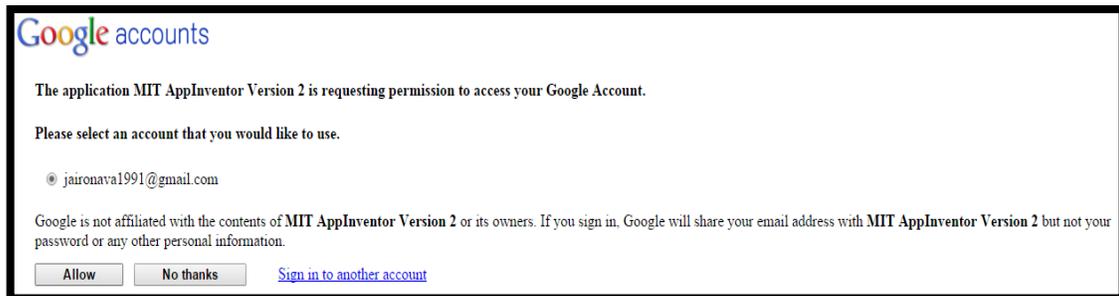


Imagen 100.- Solicitud de permiso de acceso a una cuenta de Google

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu>

Iniciamos con un nuevo proyecto el cual lo llamamos GTSB1, como se observa en la siguiente imagen 101.

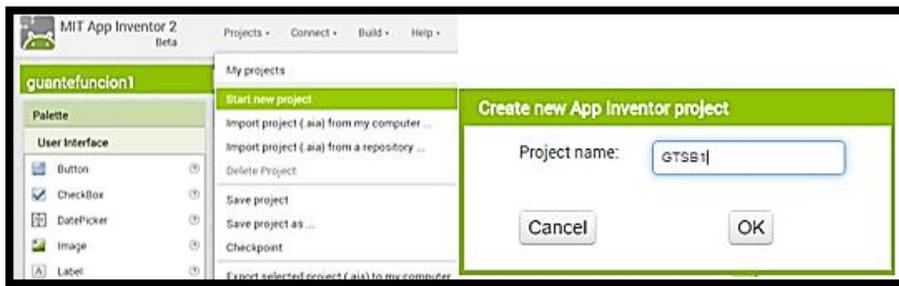


Imagen 101.- Inicio de un nuevo proyecto en App Inventor 2

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Una vez ingresado ya a la entorno de desarrollo de App Inventor podemos observar la pantalla del diseñador en donde se realizó la selección y distribución de cada componente de la paleta que contiene todos los elementos que fueron usados en la aplicación.

En la parte del visor de pantalla se cambió el nombre de Screen1 a G.T.S.B-1 mediante el uso de las propiedades como se observa en la siguiente imagen 102.



Imagen 102.- Cambio de nombre de pantalla principal en App Inventor 2

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Luego se cambió el fondo de la pantalla, para ello se diseñó un logotipo propio para la aplicación llamada G.T.S.B -1, el cual fue cargado en la parte de Media en la opción Upload File, y a continuación en la parte de propiedades en la opción de BackgroundImage se procedió a

subir el logotipo creado quedando de la siguiente manera como se observa en la siguiente imagen 103.



Imagen 103.- Pantalla principal modificada con logotipo G.T.S.B -1

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Una vez cambiado el protector de pantalla, se procedió a ubicar pequeños logotipos en la parte superior izquierda y derecha, como se observa en la imagen 107; para ello en la Paleta elegimos la opción Layout, y arrastramos hacia el visor de pantalla la casilla HorizontalArrangement, para luego en la parte de Propiedades configurar el ancho y altura eligiendo la opción Fill parent que permite llenar o cubrir los espacios.



Imagen 104.- Ubicación de posiciones horizontales en App Inventor

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

De igual manera en la Paleta se elige la casilla de VerticalArrangement y se es arrastrada dos veces hacia el visor de pantalla dentro del espacio horizontal antes ubicado, en la parte de propiedades se configuro el ancho en 150 pixeles eligiendo la opción Fill parent que permite llenar o cubrir los espacios de forma equitativa, como se observa en la imagen 105.

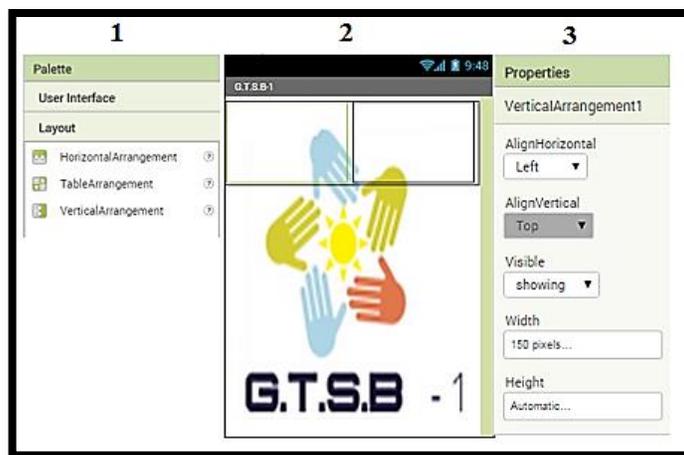


Imagen 105.- Ubicación de posiciones verticales en App Inventor

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Una vez ubicados las posiciones tanto horizontales como verticales se procedió a subir las imágenes en la parte de Media los cuales serán ubicadas en los espacios superiores tanto a la izquierda el sello de la Universidad Técnica del Norte Ibarra, y a la derecha el sello de la empresa ElectronicJobs, además en cada imagen añadida en la parte de Propiedades se configura tanto el ancho como el alto eligiendo la opción Fill Parente, como se observa en la imagen 106.



Imagen 106.- Imágenes de carga en App Inventor

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Luego de haber cargado las imágenes, se procedió a elegir de la Paleta en la Interfaz de Usuario la casilla Image, esta se arrastró hacia el visor de pantalla en cada posición vertical antes agregada, para así luego proceder a elegir en la parte de propiedades en la opción Picture la casilla con el nombre de utn.jpg y Ejobs.jpg respectivamente, como se observa en la imagen 107.



Imagen 107.- Imágenes de carga en App Inventor

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

A continuación elegiremos en la Paleta la opción Layout y la casilla HorizontalArrangement en donde se hizo el mismo proceso anterior para agregar una posición horizontal.

La diferencia que se agregó dos botones funcionales elegidos de la Paleta en la parte de Interface de usuario, los cuales serán programados uno para conectar y desconectar el dispositivo móvil con el guante traductor de señas básicas por medio de sus dispositivos Bluetooth, y el otro para salir de la aplicación, como se observa en la imagen 108.



Imagen 108.- Botones funcionales Conectar y Salir, en App Inventor

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Una vez añadidos los botones funcionales de conectar y salir de la aplicación, se procedió a elegir en la Paleta la opción Layout y la casilla HorizontalArrangement para agregar una posición horizontal y dentro de esta arrastrar un TextBox de la Paleta en la opción de interfaces de usuario, la cual permite visualizar un mensaje de bienvenida como se observa en la imagen 109.



Imagen 109.- Cuadro de texto con mensaje de Bienvenido, en App Inventor

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

De igual manera se hizo el mismo proceso para insertar un TextBox con la palabra Mensaje, como se observa en la imagen 110; el cual permite tener una referencia de que en la parte baja

del visor de pantalla aparecerá un mensaje con respecto a las necesidades básicas de que tienen las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje de forma textual, dependiendo de las señas básicas formadas por el guante traductor.



Imagen 110.- Cuadro de texto con la palabra Mensaje, en App Inventor

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Finalmente añadimos de la Paleta en la opción de interface de usuario la casilla Label o etiqueta, que permitirá ser programada en el editor de bloques para mostrar fragmentos de texto, y también un TextBox, como se observa en la imagen 111; el cual permitirá visualizar los mensajes que son programados en el editor de bloques con respecto a las necesidades básicas de las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje.



Imagen 111.- Cuadro de texto visualizador de mensajes en App Inventor

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Se añadieron además funciones que permiten ser usadas en la programación por bloques, como se observa en la imagen 112; estos son un texto de voz, dos relojes que es un componente no visible que permite disparar un temporizador en intervalos de tiempo en milisegundos para dar cierta acción programada, también se añadió Player1 el cual permite reproducir audio y controles de vibración del teléfono, finalmente se insertó componente de conectividad cliente Bluetooth que define las propiedades tanto del nombre y direcciones MAC de los dispositivos Bluetooth que pueden ser emparejadas dentro de un área o rango de cobertura disponible.

Si el dispositivo Bluetooth se encuentra disponible, existen solicitudes de conexión con un módulo externo bluetooth que en este caso será proveniente del módulo Bluetooth HC-05 del guante traductor de señas básicas.



Imagen 112.- Componentes no visibles, en App Inventor

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Finalmente se puede observar en la parte de Componentes una lista de todos los elementos colocados desde la Paleta hacia el visor de pantalla, como se observa en la imagen 113.

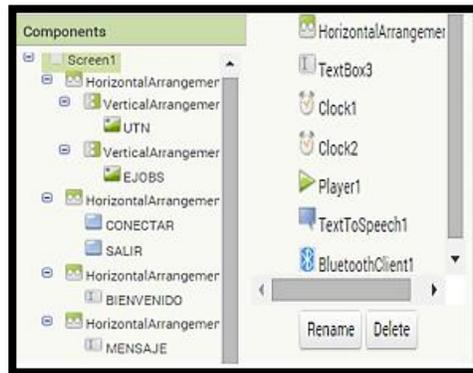


Imagen 113.- Lista de elementos colocados en el visor de pantalla, en App Inventor

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Finalmente para poder comprobar el diseño de la aplicación G.T.S.B -1, conectados a una red con internet procedemos a descargar desde el Play Store la aplicación que Android ofrece llamada MIT AI2 Companion desde nuestro Smartphone como se observa en la imagen 114.



Imagen 114.- Descarga de la aplicación MIT AI2 Companion desde la Play Store

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

La ventaja que ofrece la aplicación MIT AI2 Companion es que permite desarrollar la aplicación en App Inventor a medida que se la fue desarrollando, esta necesita estar conectada a internet permanentemente, y además no se necesita descargar ningún software en el ordenador.

Una vez descargada la aplicación procedemos a realizar la elección de la primera de las tres opciones que ofrece App inventor, llamada AI Companion, como se observa en la imagen 115; ya que esta sirvió para hacer el seguimiento del diseño de la aplicación G.T.S.B -1 desarrollada, desde el dispositivo móvil usado.

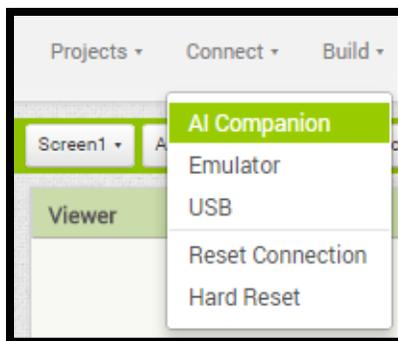


Imagen 115.-Conexión con la aplicación AI Companion en App Inventor

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

A continuación se despliega la siguiente pantalla vista en la imagen 116 en donde se observa el código QR (Código de Respuesta Rápida), de barras bidimensional; el cual permitió conectar al dispositivo móvil inteligente para verificar el diseño de la aplicación desarrollada en tiempo real.

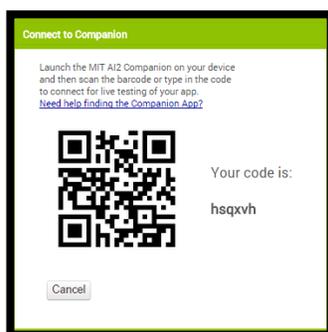


Imagen 116.-Código de respuesta rápida para la conexión con AI Companion, en App Inventor

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Una vez que se obtuvo el código de respuesta rápida, ingresamos desde el Smartphone a la aplicación MIT AI2 Companion ya descargada e instalada y se tiene dos opciones para poder visualizar la aplicación G.T.S.B-1 desarrollada en el App Inventor, las cuales se observan en la siguiente imagen 125.

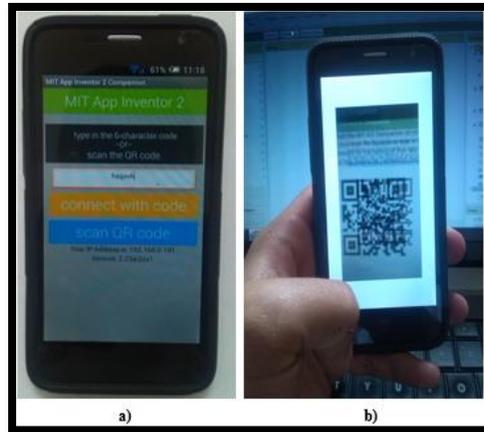


Imagen 117.- a) Opción de ingreso del código de forma manual, b) Opción del Escaneo del código QR

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

Por último podemos observar en nuestro Smartphone el diseño final de la aplicación móvil desarrollada en App Inventor llamada G.T.S.B -1, como se ve en la imagen 118.

Como podemos ver esta aplicación consta de dos imágenes, dos botones funcionales, un mensaje de bienvenida, u mensaje de aviso y una casilla que dará lectura a las necesidades básicas planteadas anteriormente en la tabla 24 del significado de las señas básicas.



Imagen 118.- Vista del diseño de la aplicación móvil G.T.S.B -1 desde un Smartphone ALCATEL IDOL ONE TOUCH MINI 6012A

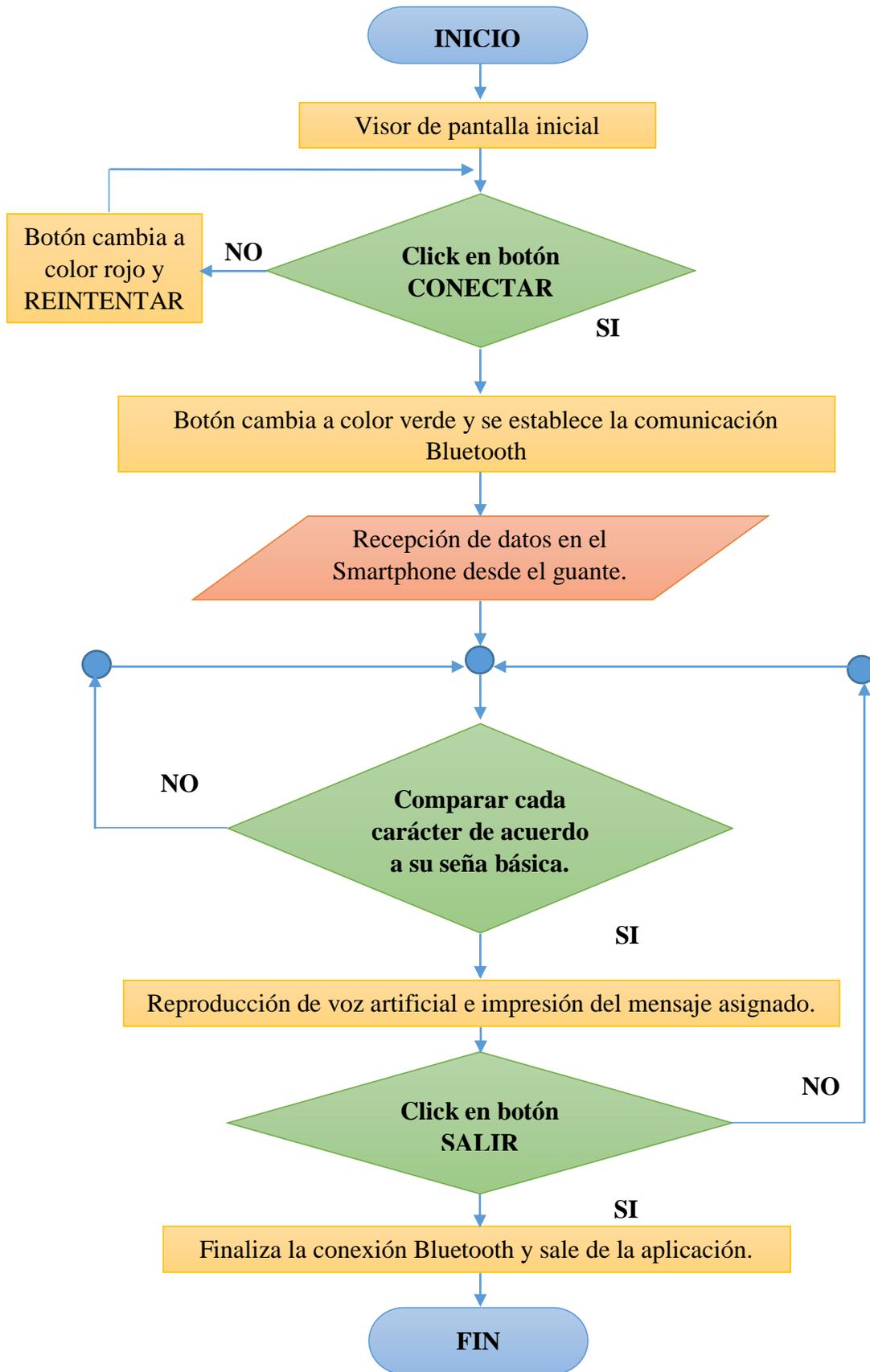
Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

3.4.4.2 Programación en bloques de la aplicación móvil en App Inventor

El editor de bloques de App Inventor permite facilitar la programación de los componentes que fueron vinculados en el visor de pantalla en la parte del diseño de la aplicación. Cada pieza o bloque que se inserte cumple funciones diferentes ya que trabajan en función de la parte del diseño de la aplicación.

Para ello se realizó un diagrama de flujo que indica el funcionamiento de la aplicación móvil desarrollada.

Como se puede observar en el diagrama de flujo se tienen la función del botón CONECTAR que permitirá establecer una conexión Bluetooth por parte del guante y el dispositivo inteligente, si esto sucede el color del botón cambiara a color verde, caso contrario cambia a color rojo con la opción de REINTENTAR la conexión bluetooth en caso de existir alguna falla. El botón SALIR permitirá cerrar la aplicación y finalizar la conexión Bluetooth,



3.4.4.2.1 Programación en bloques del botón CONECTAR

Primero se realizó la construcción del bloque de conectividad del elemento BluetoothClient1, donde la programación realizada corresponde al botón CONECTAR; se utilizó el bloque de eventos que consiste en que toda actividad que realice el usuario, en este caso, tocar el botón CONECTAR, producirá una respuesta de establecer conectividad del dispositivo bluetooth del Smartphone con el modulo Bluetooth HC-05 ubicado en el guante traductor de señas básicas. En la siguiente imagen 119 se observa la programación en bloques especificada.

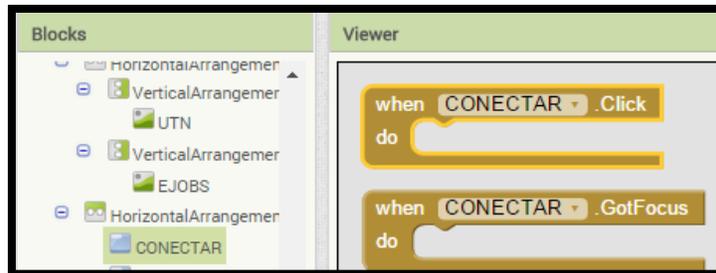


Imagen 119.- Elección del bloque de eventos del botón Conectar

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Esto significa que, cuando presionemos el botón CONECTAR hacer lo siguiente; luego se procedió a elegir del bloque de control la condición IF, que permite evaluar si la conexión bluetooth está habilitada para saltar a las siguientes condiciones planteadas a continuación, como se observa en la siguiente imagen 120.

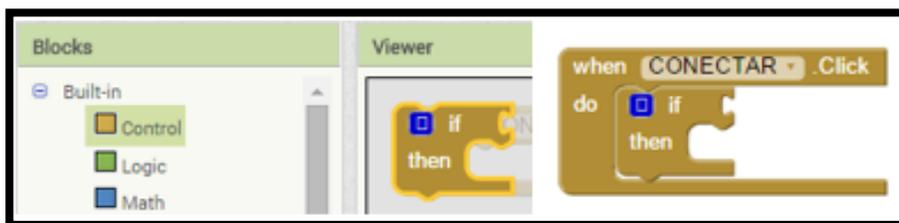


Imagen 120.- Elección del bloque de control de comparación

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Luego elegimos el componente de inicio de conectividad llamado BluetoothCliente1 para luego seleccionar el bloque de color verde llamado BluetoothCliente1.Enabled, e insertado en el bloque de control IF, además se cambió la opción Enable por Available que permite ver si están disponibles dispositivos bluetooth para su conexión, como se observa en la imagen 121.

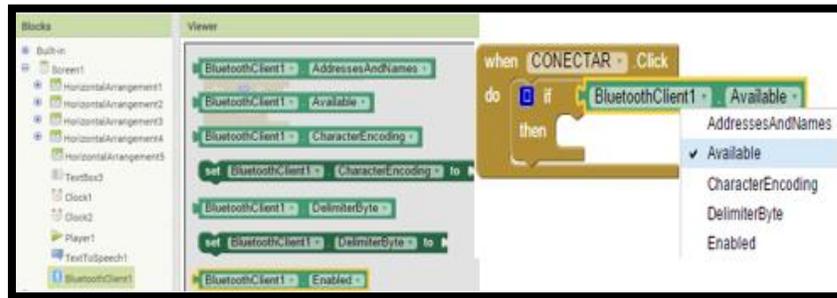


Imagen 121.- Elección del bloque de conectividad BluetoothClient1

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Se procedió a elegir del bloque de control la condición IF, que permite evaluar la conexión BluetoothClient1 mediante el reconocimiento de la dirección MAC del módulo Bluetooth HC-05 escrita en un bloque de texto, como se observa en la siguiente imagen 122.

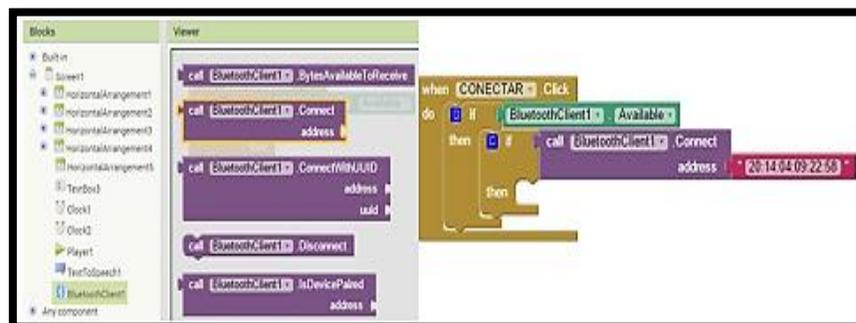


Imagen 122.- Bloque de conectividad Bluetooth y asignación de una dirección MAC del módulo Bluetooth HC-05

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Una vez que se haya establecido la conexión, se eligió el bloque Colors que permite cambiar a color verde el botón CONECTAR y el bloque de texto que permite modificar el

nombre del botón CONECTAR a DESCONECTAR en el caso de cerrar la conexión Bluetooth, como se observa en la imagen 123.

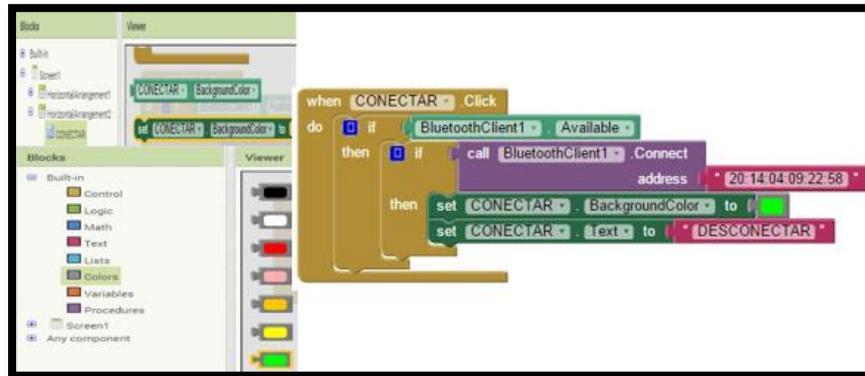


Imagen 123.- Elección de bloques para el cambio de color y texto para el botón CONECTAR

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Se eligió un bloque lógico que permite insertar dos condiciones acerca del elemento de conectividad BluetoothClient1, donde se plantea que si el dispositivo Bluetooth no está conectado o no está habilitado, se hace una llamada al bloque BluetoothClient1 a ser desconectado, como se observa en la imagen 124.

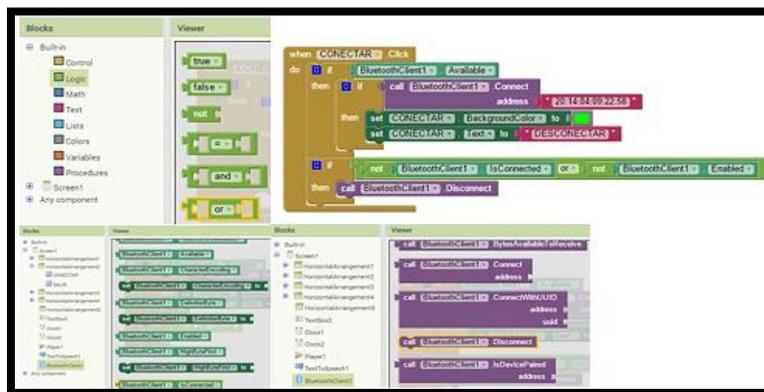


Imagen 124.- Elección de bloques lógicos de condición

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

De la misma manera se eligió el bloque Colors que permite cambiar a color rojo el botón CONECTAR y el bloque de texto que permite modificar el nombre del botón CONECTAR a

REINTENTAR en el caso de querer intentar restablecer la conexión, como se observa en la imagen 125.

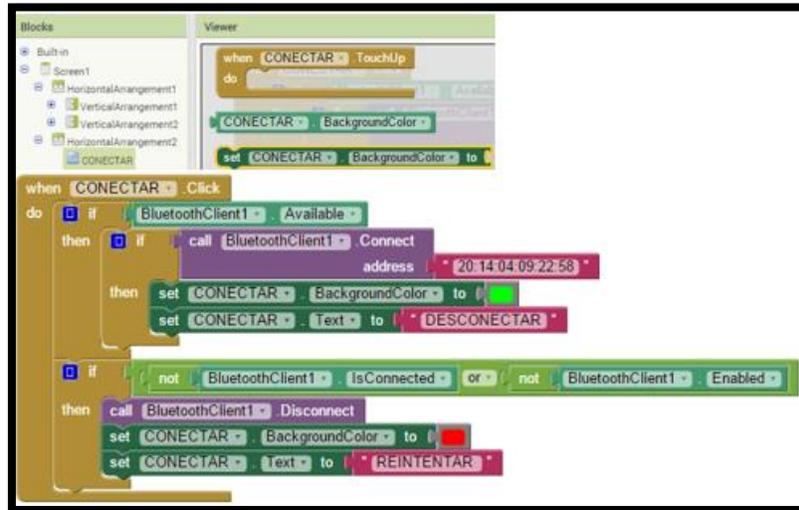


Imagen 125.- Elección de bloques para el cambio de color y texto del botón CONECTAR

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Finalmente la programación en bloques del botón CONECTAR que permite establecer una comunicación Bluetooth quedo de la siguiente manera como se observa en la imagen 126.

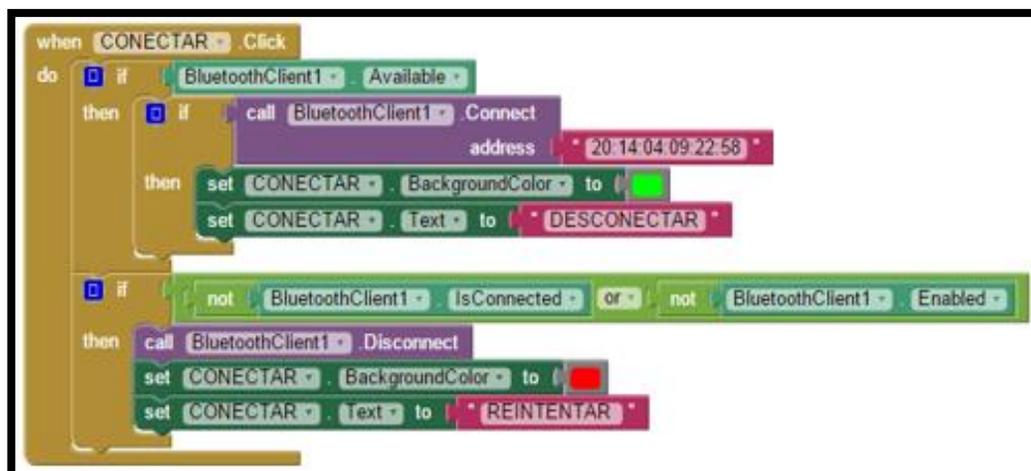


Imagen 126.- Bloques de programación para el botón CONECTAR mediante comunicación Bluetooth

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

3.4.4.2.2 Programación en bloques del botón SALIR

Se utilizó el bloque de eventos que consiste en que toda actividad que realice el usuario, en este caso, tocar el botón SALIR producirá una respuesta de cierre de la aplicación, como se observa en la imagen 127.



Imagen 127.- Bloque de programación para el botón Salir

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Finalmente la programación en bloques del botón SALIR que permite cerrar la aplicación quedo de la siguiente manera como se observa en la imagen 128.



Imagen 128.- Bloque de programación para el botón Salir

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

3.4.3.2.2 Programación en bloques del Reloj 1

El componente no visible Clock1 que ha sido elegido en el diseño de esta aplicación, permite ofrecer un temporizador que se sincroniza con el reloj interno del Smartphone, y establece regularmente un cálculo de tiempo para recibir datos provenientes del módulo Bluetooth HC-05 del guante traductor de señas básicas mediante la conexión Bluetooth.

Es importante resaltar que este componente se activara el momento en que empiece a recibir los datos provenientes del módulo Bluetooth HC-05 y proceder a realizar las comparaciones necesarias para ofrecer una comunicación auditiva y textual acerca de las necesidades básicas que presentan las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje. En la programación por bloques del componente no visible Clock1 se eligió el siguiente bloque visto en la imagen 129.



Imagen 129.- Bloque de programación del componente no visible Clock1

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Se eligió del bloque de control la condición IF, que permite evaluar si la conexión bluetooth está habilitada, salta a las siguientes condiciones planteadas a continuación, como se observa en la siguiente imagen 130.

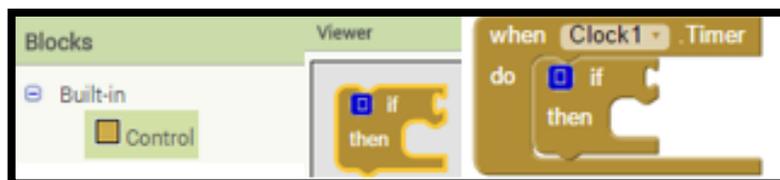


Imagen 130.- Bloque de control de condiciones IF

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Dentro del bloque de condición IF se realiza la comparación de que si el componente BluetoothClient1 está conectado, luego se eligió un bloque matemático donde se comparan dos sentencias que dicen que si el componente BluetoothClient1 recibe los datos en bytes y son mayores a cero se ejecutan las siguientes condiciones vistas en la imagen 131.

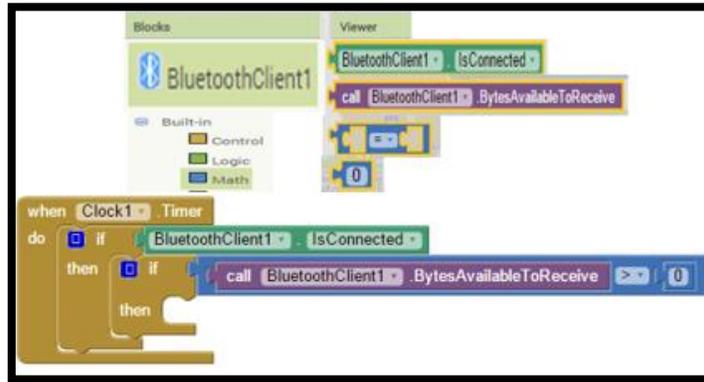


Imagen 131.- Bloque de comparación de recepción de datos del componente BluetoothClient1

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Luego de plantear las condiciones, si los datos son receptados, se modifica la etiqueta Label1 elegida, que permite establecer el contenido del texto al bloque que se une con el bloque de texto JOIN con la llamada al BluetoothClient1, donde permite ver los datos que son receptados por el dispositivo, mientras el usuario presione la etiqueta Label1; como se observa en la imagen 132.

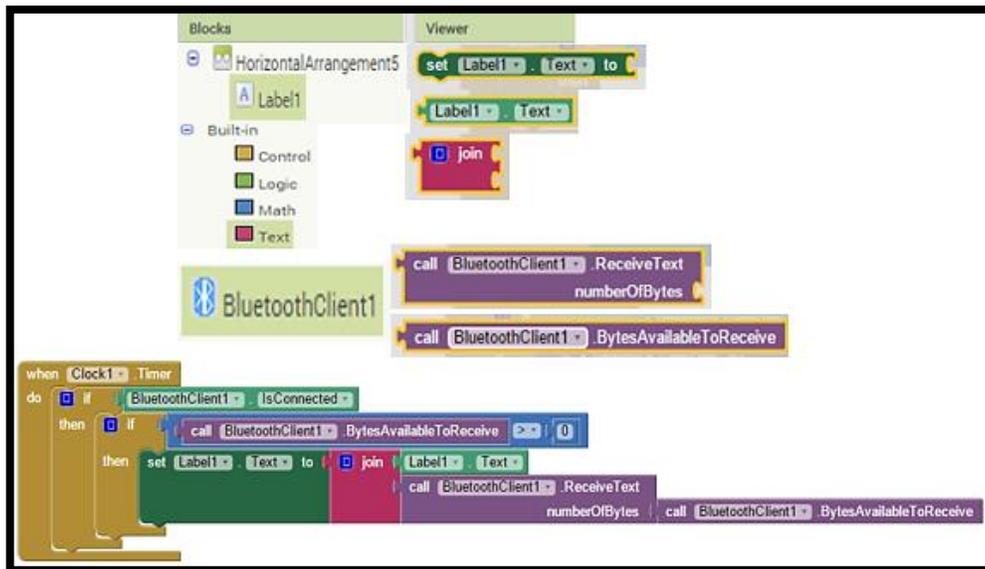


Imagen 132.- Bloque de comparación de Label1 para ver datos del componente BluetoothClient1

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Finalmente ubicamos el bloque que permite inicializar y asignar una variable llamada dato para el texto asignado a la etiqueta Label1, y el bloque de multimedia Player1 que permite establecer el tiempo en milisegundos acerca del control de vibración del Smartphone, en el momento de recibir cualquier dato; como se observa en la siguiente imagen 133.

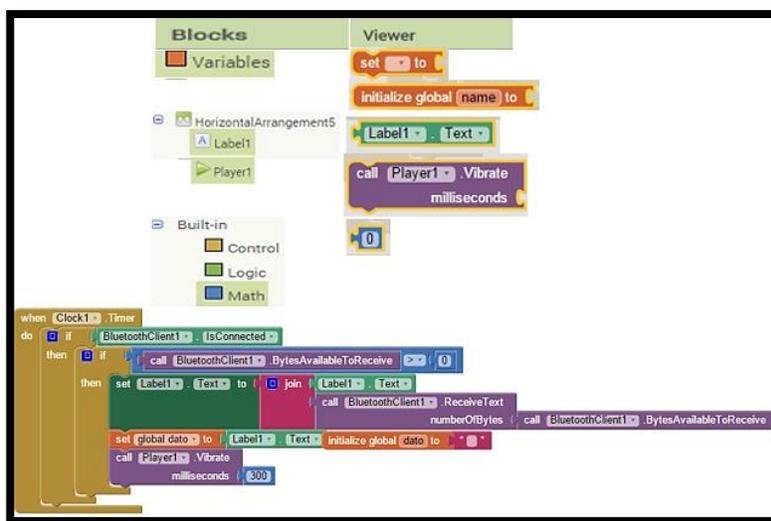


Imagen 133. Bloque de variable dato y multimedia Player1

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

A continuación se realizó las ocho comparaciones que corresponden a las necesidades básicas vistas en la siguiente tabla 39, donde se asignan letras en los bloques de texto de comparación, conjuntamente con los bloques del componente TextToSpeech1.

Tabla 39.-Asignación de un carácter a cada necesidad básica

SEÑA BÁSICA	SIGNIFICADO
A	Estoy aburrido, quiero salir a jugar.
B	Necesito ir al baño.
C	Tengo hambre, necesito comer ahora.
D	Necesito atención, me siento enfermo.
E	Me siento muy solo, necesito cariño.
F	Estoy cansado, necesito ir a dormir.
G	Tengo mucha sed, necesito beber agua.
H	Necesito ayuda para estudiar.

Fuente.- Elaborado por Jairo Navarrete

Se eligió el bloque de control que plantea una condición IF en donde la comparación con respecto a la primera señal básica se ha asignado con la letra A en el bloque de comparación de texto; cuando se recibe el dato A, el bloque TextToSpeech1 permitirá asignar el primer mensaje visto en la tabla 39, donde se obtendrá una comunicación de forma auditiva y textual visto en el bloque TextBox2, como se observa en la imagen 134.

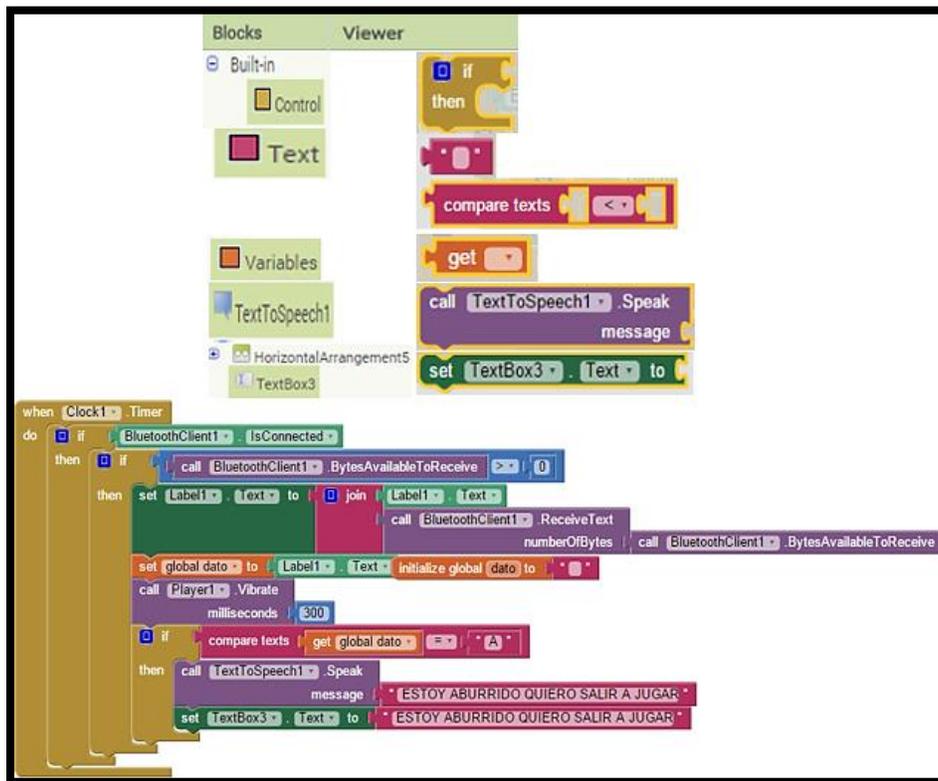


Imagen 134.- Bloque de programación de la primera señal básica

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Se eligió el bloque de control que plantea una condición IF en donde la comparación con respecto a la segunda señal básica se ha asignado con la letra B en el bloque de comparación de texto; cuando se recibe el dato B, el bloque TextToSpeech1 permitirá asignar el segundo

mensaje visto en la tabla 39, donde se obtendrá una comunicación de forma auditiva y textual visto en el bloque TextBox2, como se observa en la imagen 135.



Imagen 135.- Bloque de programación de la segunda seña básica

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Se eligió el bloque de control que plantea una condición IF en donde la comparación con respecto a la tercera seña básica se ha asignado con la letra C en el bloque de comparación de texto; cuando se recepte el dato C, el bloque TextToSpeech1 permitirá asignar el tercer mensaje visto en la tabla 39, donde se obtendrá una comunicación de forma auditiva y textual visto en el bloque TextBox2, como se observa en la imagen 136.



Imagen 136.- Bloque de programación de la tercera seña básica

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Se eligió el bloque de control que plantea una condición IF en donde la comparación con respecto a la cuarta seña básica se ha asignado con la letra D en el bloque de comparación de texto; cuando se recepte el dato D, el bloque TextToSpeech1 permitirá asignar el cuarto mensaje

visto en la tabla 39, donde se obtendrá una comunicación de forma auditiva y textual visto en el bloque TextBox2, como se observa en la imagen 137.

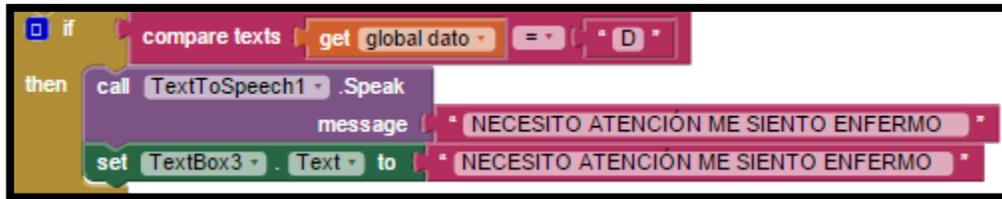


Imagen 137.- Bloque de programación de la cuarta señal básica

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Se eligió el bloque de control que plantea una condición IF en donde la comparación con respecto a la quinta señal básica se ha asignado con la letra E en el bloque de comparación de texto; cuando se reciba el dato E, el bloque TextToSpeech1 permitirá asignar el quinto mensaje visto en la tabla 39, donde se obtendrá una comunicación de forma auditiva y textual visto en el bloque TextBox2, como se observa en la imagen 138.



Imagen 138.- Bloque de programación de la quinta señal básica

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Se eligió el bloque de control que plantea una condición IF, en donde la comparación con respecto a la sexta señal básica se ha asignado con la letra F en el bloque de comparación de texto; cuando se reciba el dato F, el bloque TextToSpeech1 permitirá asignar el sexto mensaje visto en la tabla 39, donde se obtendrá una comunicación de forma auditiva y textual visto en el bloque TextBox2, como se observa en la imagen 139.



Imagen 139.- Bloque de programación de la sexta señal básica

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Se eligió el bloque de control que plantea una condición IF, en donde la comparación con respecto a la séptima señal básica se ha asignado con la letra G en el bloque de comparación de texto; cuando se reciba el dato G, el bloque TextToSpeech1 permitirá asignar el séptimo mensaje visto en la tabla 39, donde se obtendrá una comunicación de forma auditiva y textual visto en el bloque TextBox2, como se observa en la imagen 140.



Imagen 140.- Bloque de programación de la séptima señal básica

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Por último se eligió el bloque de control que plantea una condición IF, en donde la comparación con respecto a la octava señal básica se ha asignado con la letra H en el bloque de comparación de texto; cuando se reciba el dato H, el bloque TextToSpeech1 permitirá asignar el octavo mensaje visto en la tabla 39, donde se obtendrá una comunicación de forma auditiva y textual visto en el bloque TextBox2, como se observa en la imagen 141.



Imagen 141.- Bloque de programación de la séptima señal básica

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

Finalmente los bloques de comparación correspondientes a cada señal básica asignada en la tabla 39, se unen formando un solo bloque como se observa en la siguiente imagen 142.

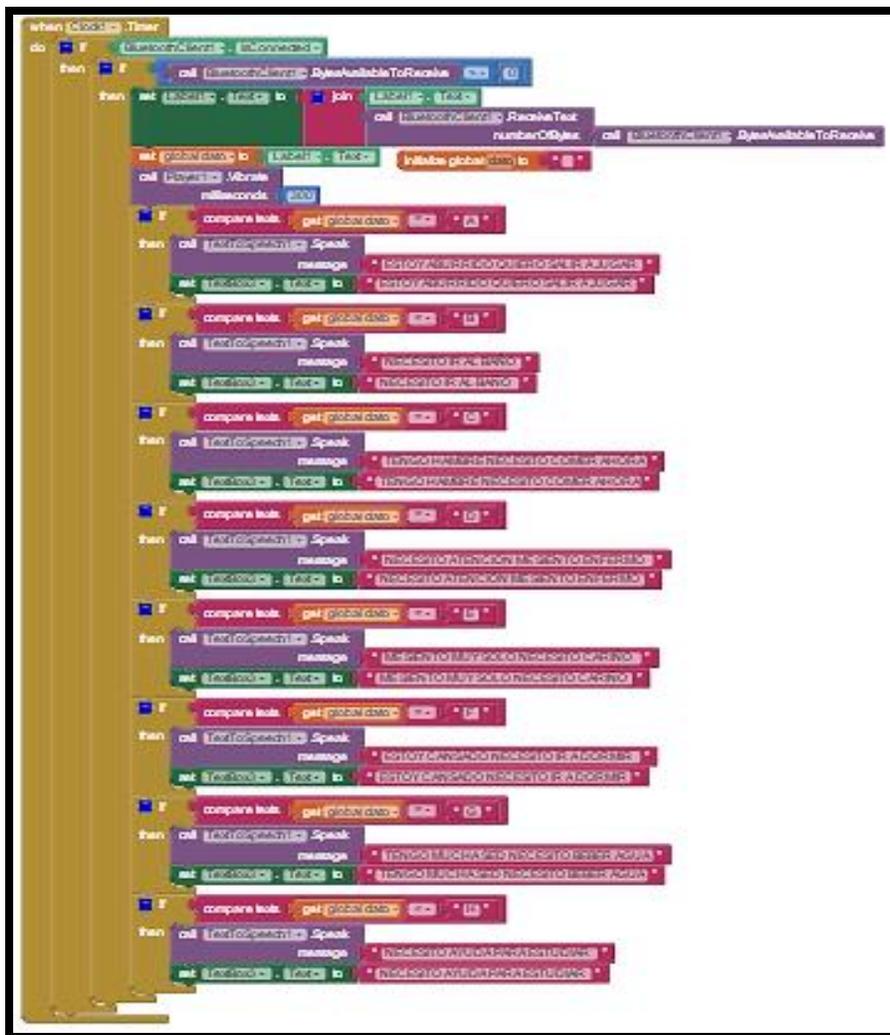


Imagen 142.- Bloque de programación de las ocho señales básicas

Referencia.- <http://ai2.appinventor.mit.edu/#6658310775242752>

3.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL DISEÑO FINAL DEL PROTOTIPO ELECTRÓNICO

Para el diseño final del prototipo electrónico se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Diseñar un broche tipo adhesivo para ensamblar el guante con el circuito.
- Rediseñar el guante para evitar la visibilidad del circuito y cables conectores.
- Fijar los sensores flexibles al guante.
- Ubicar una placa electrónica Lilypad Arduino para optimizar de mejor manera los espacios en el broche de tipo adhesivo.
- Desarrollar una aplicación móvil en Smartphone para establecer una comunicación Bluetooth con el guante traductor de señas básicas.
- Implementar una batería LIPO que permita alimentar al circuito electrónico.

Una vez que se tomaron en cuenta todas las consideraciones planteadas anteriormente, se analiza cada seña básica planteada, la comunicación bluetooth y el desempeño de la aplicación móvil desarrollada.

3.5.1 ANALISIS DE LAS SEÑAS BÁSICAS

Las señas básicas planteadas permiten ofrecer un tipo de lenguaje de señas diferente al ya inusual existente, es decir, que cada seña realizada se enfoca a una necesidad específica que presentan las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje en su vida diaria.

La posición de cada dedo de la mano derecha que formara cada seña básica ya planteada, deberá ser lo más exacta posible, con la finalidad de que los valores resistivos de cada sensor

flexible sean enviados a través de la comunicación bluetooth hacia la aplicación móvil, la cual permitirá obtener una comunicación de tipo auditiva y textual. Si las señas básicas no son lo más exactas posibles no se obtendrán los resultados esperados.

3.5.2 ANÁLISIS DE LA COMUNICACIÓN BLUETOOTH

El desarrollo de la aplicación móvil en App Inventor ofrece la ventaja de programar por bloques la conectividad bluetooth, ya por medio del reconocimiento de la dirección MAC única del módulo Bluetooth HC-05, permite ser encontrado y sincronizado de tal manera que existe una comunicación bluetooth por parte del Smartphone y el guante traductor de señas básicas.

Es importante resaltar que la programación en el IDE de Arduino, al momento de enviar los datos mediante la comunicación serial no se deben enviar mensajes completos que corresponden a las necesidades básicas, ya que esto saturara el canal de transmisión de la comunicación bluetooth haciendo que el envío de datos se pierdan; es por esto que se asignó una letra mayúscula a cada necesidad básica como se observa en la tabla 38, con la finalidad de no saturar el canal de transmisión y que no existan perdidas de datos en la comunicación bluetooth.

3.5.3 ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN MÓVIL

El desarrollo de la aplicación móvil fue tomada en cuenta desde el punto de vista del usuario, es decir, que no sea compleja, ni presente dificultades para su manejo; se planteó dos botones uno de conectar, para establecer la comunicación Bluetooth con el guante traductor de señas básicas, y otro botón de salir que permite cerrar la conexión Bluetooth y salir de la aplicación; además de un cuadro de texto que permitirá visualizar los mensajes correspondientes a cada seña básica planteada y por ultimo una comunicación auditiva de los mismos.

3.5.4 CONSUMO DE ENERGÍA

Sabemos que el circuito eléctrico diseñado es la reunión de los componentes electrónicos implementados dentro del mismo, estos componentes permiten generar, transportar y utilizar la energía eléctrica.

La carga total de energía que demanda el circuito depende de la alimentación del mismo, además del consumo de energía de todos sus componentes electrónicos implementados, donde se muestran ciertas características a continuación.

3.5.4.1 Consumo de Energía del módulo Bluetooth HC-05

El consumo de corriente que presenta el módulo Bluetooth HC-05 se muestra en la siguiente tabla 40.

Tabla 40.-Consumo de energía del módulo Bluetooth HC-05

MODO DE FUNCIONAMIENTO	CONSUMO DE CORRIENTE
En reposo a la escucha de peticiones de conexión	25mA
Detección de dispositivos y establecimiento de la conexión	Varia de 30mA a 40mA
Una vez establecida la conexión para la transmisión y recepción de datos	8mA

Fuente.- <http://parurostore.com/development-boards-peripheral.php>

En la tabla 40 se muestra el consumo teórico de corriente del Bluetooth HC-05, por lo que en la práctica el consumo de corriente tanto en su conexión como en la transmisión de datos va en los 8 mA Por tanto se puede decir que su rango máximo de consumo de corriente es de 40 mA, y el consumo mínimo de corriente es de 8 mA.

3.5.4.2 Consumo de Energía de la Placa Electrónica Lilypad Arduino

Teóricamente, “Lilypad Arduino permite un consumo de corriente para sus pines de entrada y salida de 40 mA, mientras que para los pines de alimentación y tierra el consumo de corriente es de 200 mA” (Arduino, 2014, p.1).

En la siguiente tabla 41 se muestran los límites del consumo de corriente de la distribución de pines de la placa electrónica Lilypad Arduino.

Tabla 41.-Limitación del consumo de corriente para los pines del Lilypad Arduino

DISTRIBUCIÓN DE PINES	CONSUMO DE CORRIENTE
Pines Análogos a0, a1, a2, a3, a4 y a5	150 mA
Pin digital TX y RX	150 mA
Pines Digitales 3, 7, 8, 12, 13	150 mA
Pines Digitales PWM 3, 5, 6, 9, 10, 11	150 mA

Fuente.- <http://arduino-info.wikispaces.com/ArduinoPinCurrent>

3.5.4.2.1 Modo SLEEP de Lilypad Arduino

El uso de la instrucción SLEEP permite que la placa electrónica reduzca su consumo de energía considerablemente, es necesario usar esta instrucción cuando se manejan fuentes de voltaje externas que alimentan al Lilypad Arduino, como pilas, baterías o paneles solares; con la finalidad de aumentar el tiempo de duración de las mismas.

Los tiempos de inactividad ocurren en el momento de que las letras asignadas a cada mensaje no son enviadas, aquí se puede introducir el modo de ahorro de energía mediante la instrucción SLEEP.

Existen seis modos SLEEP que posee la placa electrónica Lilypad Arduino con su microcontrolador ATMEGA 328p, los cuales se muestran en la tabla 42.

Tabla 42.-Modos SLEEP de Arduino

MODO SLEEP	DESCRIPCIÓN
Idle	Reduce el consumo de energía en un modo de espera básico.
ADC Noise Reduction	Mejora el ambiente y reducción de ruido para la conversión ADC, para obtener datos de mayor precisión.
Power-down	Permite el reinicio para reestablecer el sistema luego de un tiempo de inactividad. El oscilador se desactiva.
Power-save	Modo de ahorro de energía, donde la fuente de activación es el uso externo de interrupciones INT0, INT1 y timer 2.
Standby	Similar al modo Power-down, con la diferencia de que el oscilador se mantiene en funcionamiento.
Extended Standby	Similar al modo Power-save, con la diferencia de que el oscilador se mantiene en funcionamiento.

Fuente.- <http://www.makecourse.com/>

Los mecanismos que permiten despertar a la placa electrónica Arduino de un modo SLEEP se muestran en la imagen 144.

Sleep Mode	Active Clock Domains					Oscillators		Wake-up Sources							
	clk _{cpu}	clk _{FLASH}	clk _{io}	clk _{adc}	clk _{asy}	Main Clock Source Enabled	Timer Oscillator Enabled	INT1, INT0 and Pin Change	TWI Address Match	Timer2	SPM/EEPROM Ready	ADC	WDT	Other I/O	Software BOD Disable
Idle			X	X	X	X	X ⁽²⁾	X	X	X	X	X	X	X	
ADC Noise Reduction				X	X	X	X ⁽²⁾	X ⁽³⁾	X	X ⁽²⁾	X	X	X		
Power-down								X ⁽³⁾	X				X		X
Power-save					X		X ⁽²⁾	X ⁽³⁾	X	X			X		X
Standby ⁽¹⁾						X		X ⁽³⁾	X				X		X
Extended Standby					X ⁽²⁾	X	X ⁽²⁾	X ⁽³⁾	X	X			X		X

Imagen 144.-Fuentes de activación para los diferentes modos SLEEP de Arduino

Referencia.- <http://www.atmel.com/images/doc8161.pdf>

3.5.4.2 Consumo de Energía del Sensor Flexible Resistivo

Para la conexión del sensor flexible se utilizó un divisor de tensión, es decir que se requiere de una resistencia de $330\text{ k}\Omega$ conectada al sensor flexible como se observa en la siguiente imagen 145.

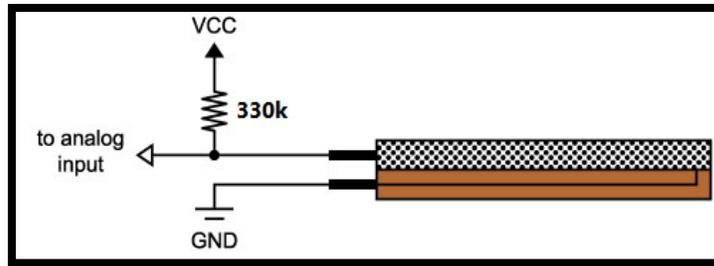


Imagen 145.- Conexión del sensor flexible

Referencia.- <https://www.sparkfun.com/tutorials/270>

El divisor de tensión implica una aplicación de una fuente de voltaje a través de una serie de dos resistencias, es decir que, el voltaje de entrada se divide en pequeñas fracciones para cada resistencia, creando una tensión de salida que es una fracción de la tensión de entrada, como se observa en la imagen 146 el circuito de divisor de voltaje.

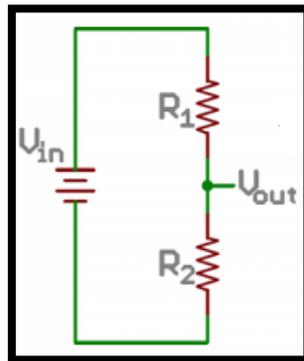


Imagen 146.- Circuito de divisor de tensión

Referencia.- <https://learn.sparkfun.com/tutorials/voltage-dividers>

Para conocer el voltaje de salida que corresponde a la conexión con el sensor flexible se aplica la siguiente ecuación 1.

$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R2}{R1 + R2}$$

Ecuación 1.- Ecuación de divisor de tensión

Referencia.- <https://learn.sparkfun.com/tutorials/voltage-dividers>

Es importante aclarar que cuando el sensor flexible se encuentra en su posición normal o lineal su resistencia es de 24 kΩ, y su resistencia de 330 kΩ harán que la tensión de salida sea aproximadamente un 6.8% del voltaje de entrada, es decir que, el sensor flexible en su posición lineal tendrá un voltaje de 0.34 voltios.

Cuando el sensor flexible sea doblado en su rango máximo de 90 grados su valor resistivo cambia a 48 kΩ, y su resistencia de 330 kΩ harán que la tensión de salida sea aproximadamente un 12.6% del voltaje de entrada, es decir que, el sensor flexible en su valor máximo tendrá un voltaje de 0.63 voltios.

Es importante saber que en el desarrollo del prototipo los rangos resistivos del sensor flexible varían constantemente, haciendo que los resultados no sean precisos, es por eso que se realizaron varias pruebas antes de escribir el código de programación que indique sus rangos específicos de funcionamiento.

Sabemos que la corriente que circula por el circuito es la misma y se tienen dos resistencias (R1 y R2) conectadas en serie por tanto estas se suman quedando el circuito de la siguiente manera como se observa en la imagen 147.

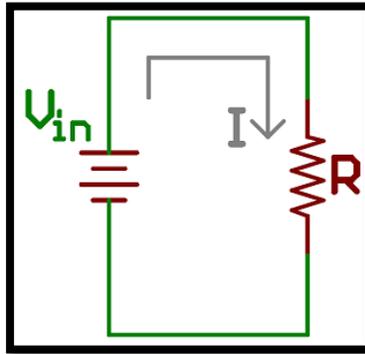


Imagen 147.- Circuito general para el cálculo de corriente

Referencia.- <https://learn.sparkfun.com/tutorials/voltage-dividers>

Por último en la ecuación 2 se muestra el cálculo de la corriente que circula por el divisor de tensión.

$$I(A) = \frac{V_{in}}{R1 + R2}$$

Ecuación 2.- Formula del cálculo de corriente del circuito divisor de tensión

Referencia.- <https://learn.sparkfun.com/tutorials/voltage-dividers>

Aplicando la ecuación 2 cuando el sensor flexible se encuentra en su posición normal o lineal su resistencia es de 24 k Ω , y su resistencia de 330 k Ω , con un voltaje de entrada de 5 voltios se tendrá un consumo de corriente aproximadamente de 0.014 mA. Si el sensor flexible se encuentra a 90 grados su resistencia varía a 48 k Ω , y su resistencia de 330 k Ω , con un voltaje de entrada de 5 voltios se tendrá un consumo de corriente aproximadamente de 0.013 mA.

3.5.4.3 Consumo de Energía de la Batería LIPO

Las especificaciones que muestra una batería LIPO normalmente vienen dados por el fabricante; donde los datos característicos se muestran en la siguiente tabla 43.

Tabla 43.-Especificaciones de la batería LIPO

DESCRIPCIÓN	VALORES
Voltaje	3.7 voltios
Amperaje o Capacidad de la Batería	680 mAH (mili amperios hora)
Velocidad de Descarga Máxima	20C

Fuente.- Autor

Una de las características de esta batería LIPO es que el momento de su carga completa ofrece 4,2 voltios, mientras que cuando se encuentra en un estado de descarga su voltaje no baja de los 3 voltios. Esta batería se compone por una sola celda, y cada celda permite obtener un voltaje de 3.7 voltios. En la imagen 148 se muestra la batería LIPO utilizada.



Imagen 148.- Batería LIPO

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

3.5.4.3.1 Tiempo de duración de la batería LIPO

Para saber el tiempo de duración que puede proporcionar la batería LIPO es necesario saber sus datos que provee el fabricante como se puede observar en la tabla 43. La ecuación 3 que nos permite saber el tiempo de duración que posee la batería LIPO en función del tiempo se muestra a continuación:

$$\text{Tiempo de duración}(\text{min}) = \frac{\text{Capacidad de la batería (Amp * min)}}{\text{Velocidad de descarga máxima (Amp)}}$$

Ecuación 3.- Fórmula de cálculo del tiempo de duración en minutos de una batería LIPO

Referencia.- <http://www.cochesrc.com/conceptos-basicos-baterias-lipo-tension-capacidad-descarga-a2627.html>

La capacidad es un parámetro que nos indica la cantidad de energía que puede llegar a almacenar nuestra batería, y se mide en miliamperios hora (mAH). En donde según nuestra batería LIPO elegida la capacidad es de 680 mAH, pasando a Amperios por minutos, tenemos 0.68 amperios y que multiplicado por 60 minutos se obtienen 40.8 Amp*min.

La velocidad de descarga, se define como la rapidez con la que la batería se puede descargar de forma segura, es decir, la cantidad de amperios que la batería nos puede suministrar durante una hora de forma continua, y que normalmente viene expresada en referencia a su capacidad 20C. El valor de la velocidad de descarga máxima se obtiene de la multiplicación del amperaje medido en amperios por el valor de la velocidad de descarga como se ve en la ecuación 4.

$$\text{Velocidad de descarga máxima (A)} = 20 \times 0.68 \text{A} = 13.6 \text{ Amperios}$$

Ecuación 4.-Formula de velocidad de descarga máxima medida en amperios

Referencia.- <http://www.cochesrc.com/conceptos-basicos-baterias-lipo-tension-capacidad-descarga-a2627.html>

Una vez obtenidos los datos se reemplaza en la ecuación 3 obteniendo los siguientes resultados.

$$\text{Tiempo de duración}(\text{min}) = \frac{40.8 \text{ (Amp * min)}}{13.6 \text{ (Amp)}} = 3 \text{ minutos}$$

Ecuación 5.-Resultado del tiempo de duración de la batería LIPO

Referencia.- <http://www.cochesrc.com/conceptos-basicos-baterias-lipo-tension-capacidad-descarga-a2627.html>

El resultado mostrado nos dice que con una corriente máxima teóricamente utilizada de 680 mA que la batería puede suministrar, su tiempo de duración de descarga máxima será de 3 minutos es decir en constante funcionamiento. Cabe aclarar que este es un resultado teórico, ya que el consumo que demanda el circuito depende de los componentes electrónicos que lo compongan por lo tanto el tiempo de duración aumentara.

Para la placa electrónica Lilypad Arduino el consumo de corriente por cada pin es de 40mA, y si se tiene una fuente de alimentación externa que en este caso es una batería LIPO que suministra una capacidad máxima de 680 mA; dividiendo la capacidad de amperaje que presenta la batería LIPO para el consumo de corriente de la placa electrónica, el tiempo de duración de la batería esta alrededor de las 17 horas.

Al utilizar el modo SLEEP de Arduino, el consumo de corriente de la placa electrónica se reduce considerablemente a un valor aproximado de los 25 mA, obteniendo así un tiempo de duración de la batería LIPO aproximado de 27 horas.

Es importante saber que el voltaje máximo que suministra esta batería LIPO es de 4.19 voltios, como se observa en la imagen 149.

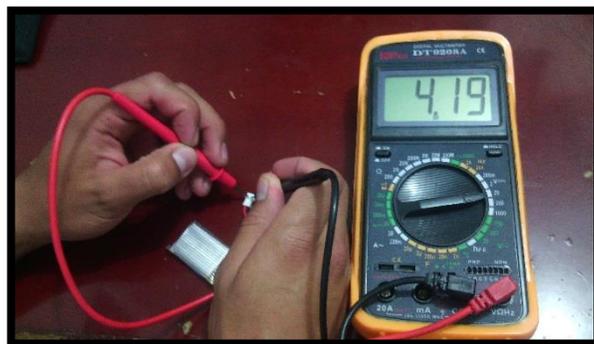


Imagen 149.-Voltaje máximo de batería LIPO

Referencia.- Elaborado por Jairo Navarrete

3.5.5 MANUAL DE USUARIO PARA EL CORRECTO MANEJO DEL GUANTE TRADUCTOR DE SEÑAS BÁSICAS.

Existen dos partes primordiales que harán que este prototipo electrónico se desempeñe de buena manera con la finalidad de optimizar su funcionamiento y alargar la vida útil del guante traductor de señas básicas para personas con discapacidad auditiva y de lenguaje.

Esta guía de pasos ayudara al futuro usuario a evitar daños internos y externos al prototipo electrónico, para ello se recomienda lo siguiente:

- No exponer el guante traductor de señas básicas a posibles daños, como la exposición a líquidos, alimentos, altas o bajas temperaturas, es recomendable hacer uso del guante a temperaturas ambiente.
- Guardar el guante traductor de señas básicas en un espacio considerable de tal manera que este no llegue a doblarse, con la finalidad de proteger la integridad de los sensores flexibles y demás componentes electrónicos.
- Abrir el protector de la palma y el broche adhesivo del guante antes de ingresar la mano derecha, con la finalidad de no forzar el material de lycra expandible propia del guante, ya que puede llegar a romperse.
- Una vez puesto el guante, abrochar los adhesivos tanto de la palma como de la muñeca de la mano derecha, y luego mover los dedos hasta encontrar un lugar cómodo para obtener una buena posición de cada seña básica planteada.
- Encender el guante traductor de señas básicas mediante el switch instalado, de tal manera que se observe el parpadeo continuo de un diodo LED color verde.

- Verificar el parpadeo continuo del led de estado color rojo del módulo Bluetooth HC-05, esto permitirá verificar que aún no se ha establecido la comunicación bluetooth por parte de la aplicación móvil instalada en el Smartphone.
- Formar cualquier seña básica vistas en la imagen 150, luego presionar el pulsador ubicado en el broche tipo adhesivo del guante, con la finalidad de enviar un carácter hacia la aplicación móvil instalada en un Smartphone mediante el establecimiento de una comunicación bluetooth.

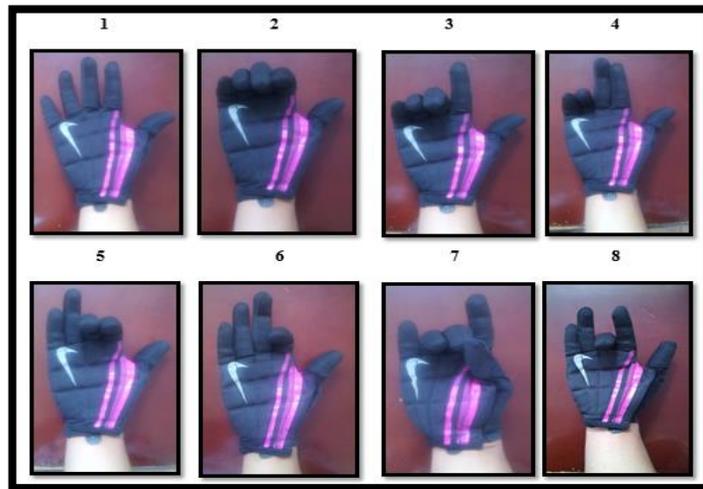


Imagen 150.-Lenguaje de ocho señas básicas

Elaborado por: Jairo Navarrete

Una vez que se toma en cuenta la guía de uso del guante traductor de señas básicas, se procede a seguir los siguientes pasos, con el fin de establecer la comunicación bluetooth entre el Smartphone y el guante traductor de señas básicas.

- Accionar el switch para alimentar el circuito, y observar el parpadeo continuo del LED rojo que el modulo Bluetooth HC-05 posee internamente.

- Buscar dispositivos bluetooth disponibles dentro de un área no mayor a 10 metros, mediante un Dispositivo Inteligente, y elegir el nombre del módulo Bluetooth llamado G.T.S.B -1, el cual se encuentra instalado en el guante traductor de señas básicas.
- Ingresar la clave numérica 1991 configurada anteriormente para establecer y mantener la comunicación bluetooth por parte del dispositivo inteligente y el guante traductor de señas básicas.
- Ingresar a la aplican móvil instalada en el Smartphone llamada App-G.T.S.B -1.
- Tocar el botón CONECTAR y verificar que su color cambia a verde, además como indicador de que se ha establecido la conexión, se puede observar el parpadeo en intervalos de un segundo del LED de estado color rojo del módulo Bluetooth HC-05.
- Esperar a las señas básicas formadas por el guante traductor, para obtener una comunicación auditiva y textual que permitan identificar las necesidades básicas que presenta las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje. El dispositivo móvil al momento de recibir los datos entrara en un modo de vibración por un intervalo de 300 milisegundos, esto indicara que la seña básica realizada ha sido exitosa.
- No efectuar señas básicas mientras se obtiene una comunicación auditiva y textual por parte de la aplicación móvil.
- Presionar el botón DESCONECTAR, y verificar el cambio de color de verde a rojo, esto indicara que la comunicación Bluetooth ha finalizado; y para salir de la aplicación móvil presionar el botón SALIR.
- Es importante tomar en cuenta que al finalizar la aplicación, se debe apagar el circuito mediante el switch instalado en el broche tipo adhesivo del guante traductor de señas básicas, y proceder a guardarlo según se especificó anteriormente en la guía de uso.

CAPITULO IV. ANÁLISIS ECONÓMICO

En este capítulo se realiza el análisis económico de los materiales usados con respecto al diseño del guante traductor de señas básicas y de los componentes electrónicos implementados en el mismo prototipo electrónico, así como del dispositivo móvil inteligente el cual sirvió de plataforma para el desarrollo de la aplicación móvil.

4.1 PRESUPUESTO DEL HARDWARE UTILIZADO

Para el diseño estético del guante traductor de señas básicas, en la tabla 44 se observan los costos que implicaron en su rediseño, así como de los materiales adicionales que fueron utilizados.

Tabla 44.- Presupuesto de rediseño del guante

CANTIDAD	MATERIAL	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Nike Guante Performance	\$ 24.90	\$ 24.90
1	Velcro (20cm)	\$ 0.50	\$ 0.50
1	Esponja	\$ 0.20	\$ 0.20
1	Guata Prensada	\$ 0.50	\$ 0.50
1	Hilo Calibre 120	\$ 1.00	\$ 1.00
1	Rediseño y Mano de Obra	\$ 38.00	\$ 38.00
	TOTAL	-	\$ 65.10

Fuente.-Autor

Como se observa en la tabla 44, el costo total de todos los materiales utilizados, incluyendo el rediseño y mano de obra, se valora en un total de 65.10 dólares americanos.

A continuación se presentan los costos generales de los componentes electrónicos que han sido implementados desde el diseño del primer prototipo hasta el diseño final del mismo, como se observa en la siguiente tabla 45.

Tabla 45.- Presupuesto de componentes electrónicos implementados

CANTIDAD	MATERIAL	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
5	Sensores Flexibles de 5.58 cm	\$ 16.00	\$ 80.00
1	Módulo Bluetooth HC-05	\$ 15.00	\$ 15.00
1	LilyPad Arduino	\$ 20.00	\$ 20.00
1	Batería LIPO de 3.7v – 680mha	\$ 16.00	\$ 16.00
1	Hilo Conductor (6m)	\$ 6.0	\$ 6.00
20	Cables conectores Macho-Macho	\$ 0.10	\$ 2.00
5	Resistencias 330 kΩ 1/2W	\$ 0.8	\$ 0.40
1	Resistencias 1kΩ 1/2W	\$ 0.8	\$ 0.8
1	Pulsador	\$ 0.15	\$ 0.15
1	Bornera de 2 Pines	\$ 0.25	\$ 0.25
1	Switch	\$ 0.75	\$ 0.75
1	Espadines tipo Hembra	\$ 1.10	\$ 1.10
1	Papel Termotransferible	\$ 0.75	\$ 0.75
2	Impresión Láser	\$ 0.30	\$ 0.60
1	Estaño (1m)	\$ 0.35	\$ 0.35
1	Cautín	\$ 2.0	\$ 2.0
1	Acido	\$ 1.50	\$ 1.50
1	Baquelita Perforada	\$ 0.75	\$ 0.75
1	Baquelita de cobre	\$ 1.80	\$ 1.80
1	Cable Termocontraíble (1m)	\$ 0.60	\$ 0.60
1	Brujita	\$ 0.50	\$ 0.50
1	Silicona	\$ 1.50	\$ 1.50
2	Diodo LED	\$ 0.15	\$ 0.30
	TOTAL		\$ 153.10

Fuente.- Autor

En la tabla 46 se muestra el costo total de la adquisición del dispositivo móvil inteligente, con sistema operativo Android, el cual sirvió de plataforma para el desarrollo de la aplicación móvil en App Inventor

Tabla 46.- Presupuesto del dispositivo móvil inteligente

CANTIDAD	MATERIAL	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	ALCATEL IDOL ONE TOUCH MINI 6012A	\$ 240.00	\$ 240.00
	TOTAL		\$ 240.00

Fuente.- Autor

Es importante resaltar que el costo para la adquisición de un dispositivo móvil no es fijo, es decir, que tiene que cumplir las características ya especificadas anteriormente como es su sistema operativo Android, memoria interna de 512MB y 250MB de memoria RAM. Existen teléfonos inteligentes que se pueden adquirir desde los 100 dólares americanos hasta los 900 dólares americanos que cumplen con los requerimientos de funcionamiento, dependiendo de las condiciones económicas de cada usuario que adquiera el guante traductor de señas básicas.

4.2 PRESUPUESTO DEL SOFTWARE UTILIZADO

Debido a que el software que se utilizó tanto en el desarrollo de la aplicación móvil en App Inventor, la programación en el IDE de Arduino y la simulación del circuito en Proteus, son bajo la arquitectura de Open Source y de descarga libre, se detallan en la tabla 47.

Tabla 47.- Presupuesto del software

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
1	IDE de Arduino	\$ 0
1	Proteus 7 Profesional	\$ 0
1	EAGLE 6.5.0	\$ 0
1	App Inventor	\$ 0
1	MIT AI2 Companion	\$ 0
	TOTAL	\$ 0

Fuente.- Autor

4.3 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

“La técnica de Análisis de Costo/Beneficio, tiene como objetivo el proporcionar una medida de la rentabilidad de un proyecto, mediante la comparación de los costos previstos con los beneficios esperados en la realización del proyecto.” (Arturo K, 2012, párr.1)

Este análisis conlleva a redactar una lista de todos los materiales utilizados en el diseño e implementación del prototipo electrónico; tomando en cuenta que los costos deben ser tangibles, es decir que se puedan medir en alguna unidad económica, que en este caso son dólares americanos; mientras que los beneficios son determinados de manera personal ya que estos permitirán obtener beneficios para el buen vivir de las persona con discapacidad auditiva y de lenguaje en el aspecto de aumentar sus capacidades de comunicación.

En la tabla 48 se observan los valores de los costos que implicaron obtener el desarrollo del proyecto.

Tabla 48.- Costos del proyecto

DESCRIPCIÓN	VALOR
Costos del guante traductor de señas básicas	\$ 65.10
Costos de elementos electrónicos	\$ 153.10
Costo del dispositivo móvil inteligente	\$ 240.00
Costo del software	\$ 0.00
TOTAL COSTOS	\$ 458.20

Fuente.- Autor

Como beneficios que se obtienen al término de la implementación del prototipo guante traductor de señas básicas, es el iniciar un proceso de comunicación diferente al ya inusual existente llamado lengua de señas; esto permitirá de alguna manera, ofrecer una ayuda a las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje con la finalidad de ampliar sus capacidades de comunicación con el entorno que los rodea especialmente dentro del entorno familiar.

Uno de los objetivos que se plantea la CONADIS (Consejo Nacional de Discapacidades), es facilitar la utilización de recursos tecnológicos y ayudas técnicas, dentro del campo educativo; así también dentro del campo social, es capacitar a familias que estén al cuidado de estas

personas que presentan cierta discapacidad, para brindar alternativas que permitan convivir de mejor manera y tener una relación estable con dichas personas, ofreciéndoles nuevas oportunidades de inclusión familiar y sobre todo un mejor cuidado.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el presente proyecto de titulación llamado Prototipo G.T.S.B-1 (Guante Traductor de Señas Básicas), para personas con discapacidad auditiva y de lenguaje; se presentan las siguientes conclusiones y recomendaciones.

CONCLUSIONES

- Se desarrolló el prototipo G.T.S.B -1 (Guante Traductor de Señas Básicas), el cual permitirá ampliar las capacidades de comunicación de las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje, de tal forma que, las personas que se encuentren al cuidado de los mismos, puedan atenderlos de mejor manera; ya que este prototipo facilitará la comunicación con respecto a las necesidades básicas que presentan a diario.
- Se realizó una nueva alternativa de comunicación llamado “El Lenguaje de Ocho Señas Básicas”; el cual transmite ideas completas, que en este caso son necesidades básicas; y no solo letras como es el mecanismo de comunicación ya inusual existente llamado Lenguaje de Señas, que identifica una seña con una sola letra; presentando una desventaja con respecto al tiempo y velocidad de comunicación de las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje con el medio que los rodea.
- Se investigó las características de cada componente electrónico que fue implementado en el guante traductor de señas básicas, donde los sensores flexibles resistivos se

adaptaron de la mejor manera al mismo para el reconocimiento de las señas básicas, también se empleó la placa electrónica Lilypad Arduino y sus ventajas de uso con el hilo conductor que cumplió con los requerimientos tanto de sujeción al guante como del uso de pines necesarios para las respectivas conexiones; además la utilización de un módulo Bluetooth HC-05 el cual permitirá establecer y mantener una comunicación inalámbrica, permitiendo al usuario tener la movilidad del guante traductor dentro de una área específica no más de 10 metros.

- Se realizó una aplicación móvil llamada G.T.S.B -1, que como herramienta de diseño y entorno de desarrollo de programación en bloques, se utilizó App Inventor bajo el sistema operativo Android; donde el uso de un Smartphone cumplió con la función de servir como plataforma de esta aplicación; donde se obtuvieron beneficios como el uso de su dispositivo Bluetooth y los altavoces que permitirán tener una comunicación auditiva y textual de acuerdo a la interpretación y procesamiento de las señas provenientes del guante traductor de señas básicas.
- Se desarrolló un manual de usuario del guante traductor de señas básicas para personas con discapacidad auditiva y de lenguaje, en el cual se deberán cumplir con una serie de requisitos que impidan que los elementos electrónicos del guante traductor sufran daños ya sean internos o externos para que no afecte su correcto funcionamiento; además, incluye una serie de pasos que ayudaran a establecer y mantener una comunicación inalámbrica desde la aplicación móvil G.T.S.B -1 instalada en un Smartphone, hacia el guante traductor de señas básicas.

RECOMENDACIONES

- El presente proyecto da la pauta inicial para el desarrollo de prototipos electrónicos que ayuden a facilitar la comunicación de las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje dentro del entorno que los rodean; es por esto que se recomienda tener futuras investigaciones e implementaciones de prototipos electrónicos que apoyen al presente proyecto ya realizado dentro de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, en la Universidad Técnica del Norte, en la ciudad de Ibarra.
- Es recomendable desarrollar un prototipo que permite sensor un mayor número de señas básicas, con la finalidad de reducir el tiempo y aumentar la velocidad de conocimiento de las necesidades que presentan a diario las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje hacia las personas que están al cuidado de las mismas que en este caso son sus familias.
- Una vez que se hayan adquirido los componentes electrónicos, es recomendable saber sus especificaciones ya que ayudaran a ser implementados en el prototipo según su funcionalidad, así como también del rango de voltaje y corriente que soportan cada uno de ellos, con la finalidad de no obtener la pérdida total del componente electrónico al momento de ser utilizado.
- Se recomienda el uso del software libre, App Inventor para el desarrollo de la aplicación móvil ya que permite reducir los costos en el desarrollo del prototipo G.T.S.B -1(Guante Traductor de Señas Básicas), para personas con discapacidad auditiva y de lenguaje.

- Se recomienda seguir los pasos y requerimientos escritos en el manual de usuario adjunto en el proyecto antes de usarlo, con la finalidad de evitar posibles daños internos o externos del prototipo que harán que el guante traductor de señas básicas no funcione de la manera correcta.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

CHERNY, M. & RULICKY, S. (2007). *Comunicación no Verbal*. Buenos Aires: Ediciones Granica. Primera Edición.

DAVIS, F. (2010). *La Comunicación no Verbal*. Madrid: Alianza Editorial. Primera Edición.

PEASE, A. (2010). *El Lenguaje del Cuerpo: Como Interpretar a los demás a través de sus Gestos*. Madrid: Amat Editorial. Primera Edición.

THIMMIS, H. (2011). *Practical Arduino Engineering*. Primera Edición.

OXER, J. & BLEMINGS, H. & VERHOEVEN, T. (2009). *Practical Arduino: Cool Projects for Open Source Hardware*. Primera Edición.

ENGST, A. & FLEISHMAN, G. (2009). *Introducción a las Redes Inalámbricas*. New York: Primera Edición.

ROSSANO, V. (2013). *Conceptos Fundamentales y Práctica Profesional PROTEUS*. Buenos Aires: Fox Andina. Primera Edición.

SIERRA, A. (2014). *Aprendiendo App Inventor*. New York: Bohodon Ediciones. Primera Edición.

SEN, R. & ABLESON, F. (2011). *Android: Guía para Desarrolladores*. Madrid: Anaya Multimedia. Segunda Edición.

ARBOLEDAS, D. (2010). *Electrónica Básica*. Madrid: StarBoock Editorial. Primera Edición.

REVISTAS

BETANCOURT, D & VÉLEZ, M. (2013). *Traducción automática del lenguaje dactilológico de sordos y sordomudos mediante sistemas adaptativos*. Revista Ingeniería Biomédica 19: Introducción.

KUSHNER, D. (2011). *The Making of Arduino*. Revista IEEE SPECTRUM 1: How five friends engineered a small circuit board that's taking the DIY world by storm.

TESIS

Fernández Caicedo, D & García Solórzano, E. (2006). *Diseño de un traductor de gestos por medio de un guante electrónico sensitivo al movimiento*. (Tesis inédita de Ingeniería). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, ECU.

Arias Pilaquinga, D & Muela Vaca, D. (2007). *Estudio Comparativo entre las Tecnologías Bluetooth y WiFi en Ambientes de Corto Alcance a través de la Implementación de dos Prototipos de su Simulación*. (Tesis inédita de Ingeniería). Escuela Politécnica Nacional, Quito, ECU.

Montoya León, A & Merino Miño, X. (2011). *Guante con sensores para reproducir el sonido de las letras por medio del lenguaje sordo mudo con soporte de tecnología Java*. (Tesis inédita de Ingeniería). Escuela Politécnica Salesiana, Guayaquil, ECU.

Tapia Ayala, C & Manzano Yupa, H. (2013). *Evaluación de la Plataforma Arduino e Implementación de un Sistema de Control de Posición Horizontal*. (Tesis inédita de Ingeniería). Escuela Politécnica Salesiana, Guayaquil, ECU.

URLS

Mehrabian, A. (2004). *Comunicación no Verbal*. Recuperado de:
http://www.protocolo.org/social/conversar_hablar/comunicacion_no_verbal_la_importancia_de_los_gestos_i.html

López, L. & Rodríguez, R. & Zamora, M. & Sosa, S. (2013). *Lenguaje de Señas para Sordos*. Recuperado de: <http://www.discapacidadonline.com/lengua-de-senas-para-sordos-y-oyentes.html>

Hurtado, J. & Montero, T. (2004). *Introducción a la Patología*. Recuperado de:
http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/scap/introduccion_a_la_patologia.pdf

Cazar, R. (2013). *Análisis de la Situación de las Discapacidades en el Ecuador*. Recuperado de:
http://icevi.org/latin_america/publications/quito_conference/analisis_de_la_situacion_de_las_.htm

Neri, M. (2001). *La Educación de las Personas con Necesidades Múltiples y Sordomudos*. Recuperado de:
http://icevi.org/latin_america/publications/quito_conference/la_educacion_de_la_persona_sordo.htm

Fundación Vivir la Sordera. (2012). *Situación de las Personas Sordas en Ecuador*. Recuperado de: <http://smart-track.info/vivir-sordera/SorderaenelEcuadorHoy.aspx>

Gil, M. & Iturbe, N. & Riquelme, G. (2007). *Asistencia temprana de niños sordos y orientación familiar*. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos55/asistencia-infantes-sordos/asistencia-infantes-sordos2.shtml>

- Merino, M. (2013). *Necesidades Especiales de Comunicación*. Recuperado de:
<https://prezi.com/6hk-s2cz8mgx/necesidades-especiales-de-comunicacion/>
- Díaz, A. & Rodríguez, A. & Riquelme, G. (2007). *Necesidades Educativas Especiales Derivadas de la Discapacidad Física*. Recuperado de:
<https://campus.usal.es/~inico/actividades/actasuruguay2001/12.pdf>
- Jiménez, J. (2013). *Programa de Interpretación Ambiental para Personas con Discapacidad*
Recuperado de: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Interpretacion%20Ambiental.pdf>
- Vélez, C. (2006). *Definición y Caracterización de la Discapacidad Cognitiva*. Recuperado de:
http://www.colombiaaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles320691_archivo_5.pdf
- Suárez, A. (2013). *Necesidades Emocionales para una Vida Satisfactoria*. Recuperado de:
<http://www.metodosedona.com/2013/06/9-necesidades-emocionales-para-unavida.html>
- Fantova, F. (2013). *Trabajando con las Familias de las Personas con Discapacidad*.
Recuperado de: http://www.iin.oea.org/Cursos_a_distancia/Lectura13_disc..UT3.pdf
- Vassiliou, A. (2012). *Necesidades en la Educación de las Personas con Discapacidad*.
Recuperado de: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-761_es.htm
- Mercado, E. (2010). *Necesidades sociales de las personas con discapacidad en edad escolar y sus familias*. Recuperado de:
<http://revistas.ucm.es/index.php/CUTS/article/view/CUTS1010110009A/7472>

- Valverde, L. (2013). *Sensores y Acondicionadores de Señal*. Recuperado de:
<http://html.rincondelvago.com/sensores-y-acondicionadores-de-senal.html>
- Gonzales, J. (2013). *Clasificación de los sensores*. Recuperado de:
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4040003/lecciones/cap3lecc4.htm>
- Calle, S. (2013). *Tipos de sensores*. Recuperado de: <http://es.slideshare.net/saulcalle1/tipos-de-sensores-27429965>
- Prieto, J. (2013). *Introducción a los sistemas de comunicación inalámbrica*. Recuperado de:
[http://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_\(Modulo_1\).pdf](http://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_1).pdf)
- Carrión, H. (2012). *Redes Inalámbricas: explotación de bandas libres*. Recuperado de:
http://www.imaginar.org/sites/apc/index_archivos/docs/redes.pdf
- Tabares, D. (2013). *Uso del espectro radioeléctrico en Ecuador*. Recuperado de:
https://prezi.com/1w1i_undiftc/redes-inalambricas-espectros-ecuador/
- Bermejo, P. (2009). *Nuevas Tecnologías de Comunicación Inalámbricas*. Recuperado de:
http://es.slideshare.net/pedro_bermejo/nuevas-tecnologias-de-comunicacin-inalambrica
- Plaza, E. (2011). *Historia del nacimiento de Bluetooth*. Recuperado de:
<http://www.wayerless.com/2011/09/la-historia-del-nacimiento-de-bluetooth/>

- Quintana, J. (2012). *Funcionamiento Bluetooth*. Recuperado de:
<http://www.maismedia.com/q/redes/bluetooth/como.html>
- Vásquez, B. & Zúñiga, F. (2006). *Tecnologías Inalámbricas de corto alcance Bluetooth y ZigBEE*. Recuperado de: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/206>
- Plaza, J. & Silva, W. Burbano, A. & Utrera, V. (2010). *Estructuración del Paquete Bluetooth*.
Recuperado de: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/206>
- Pardo, J. (2012). *Estándares Inalámbricos 802.11*. Recuperado de:
<http://es.slideshare.net/DAVIDNOSFERATUS/estandares-protocolo-80211>
- Salgado, I. (2012). *ZigBee y sus aplicaciones*. Recuperado de:
<http://www.dea.icaei.upco.es/sadot/Comunicaciones/avanzadas/Zigbee%20y%20sus%20aplicaciones.pdf>
- Letrán, J. (2013). *Introducción a Arduino*. Recuperado de: <http://www.cortoc.com/2011/12/introduccion-arduino.html>
- Arenas, M. (2014). *Arduino, el cerebro de la Smart City*. Recuperado de:
<http://www.smartscities.com/index.php/tecnologia/item/124-arduino-el-cerebro-de-la-smart-city>
- Martínez, S. (2014). *Evolución de Arduino*. Recuperado de:
<http://es.slideshare.net/witwicky/tipos-de-arduino-y-sus-caracteristicas>
- Maocho, F. (2012). *Arduino, Instalar el entorno de desarrollo de programas IDE*. Recuperado de: <https://felixmaocho.wordpress.com/2012/12/18/arduino-3o-instalar-el-entorno-de-desarrollo-de-programas-de/>

- Suárez, L. (2014). *Tejidos con Hilos Inteligentes, Lilypad Arduino*. Recuperado de:
<http://www.sodabites.com/es/articulos/item/101-tejidos-con-hilos-inteligentes-lily-pad-arduino>
- Ramírez, K. (2013). *Textiles Inteligentes Lilypad Arduino*. Recuperado de:
<http://vjspain.com/blog/2013/04/04/curso-de-textiles-inteligentes-lilypad-en-granada/>
- Jiménez, C. (2012). *Textiles Inteligentes*. Recuperado de:
<http://es.slideshare.net/Carlositx/textiles-inteligentes>
- Muñoz, A. (2013). *Textiles Electrónicos*. Recuperado de:
<http://www.corriendocontijeras.com/los-textiles-electronicos-de-amor-munoz/>
- Aristizabal, A. (2012). *Clasificación de los componentes electrónicos*. Recuperado de:
<http://compoelectronic.blogspot.com/>
- Gutiérrez, J. & Fonseca, E. & Marquina, R. (2012). *Conductores Eléctricos*. Recuperado de:
<http://es.slideshare.net/ronyjmv73/conductores-electricos-15073033>
- Díaz, A. (2010). *Baterías LiPo*. Recuperado de:
<http://blog.bricogeek.com/noticias/modelismo/todo-sobre-las-baterias-lipo/>
- Delgado, A. (2009). *Plataformas de aplicaciones libres para móviles*. Recuperado de:
<http://www.consumer.es/web/es/tecnologia/internet/2009/05/07/184828.php>
- Estévez, R. (2012). *Desarrollo y evolución de las aplicaciones móviles*. Recuperado de:
<http://aplicacionesmovilescolombia.blogspot.com/2012/10/desarrollo-y-evolucion-de-las.html>

Balderas, A. (2014). *Aplicaciones móviles, un mercado en gran crecimiento en el mundo.*

Recuperado de: <http://www.intellego.com.mx/es/noticias/aplicaciones-moviles-un-mercado-de-gran-crecimiento-en-mexico-y-en-el-mundo>

Rederjo, J. (2013). *Uso de AppInventor en la materia de Tecnologías de la Información y*

Comunicación. Recuperado de: Salgado, I. (2012). *ZigBee y sus aplicaciones.*

Recuperado de:

<http://www.dea.icaei.upco.es/sadot/Comunicaciones/avanzadas/Zigbee%20y%20sus%20aplicaciones.pdf>

Acosta, E. (2014). *AppInventor: Programación para móviles al alcance de todos.* Recuperado

de:[http://www.academia.edu/7132697/AppInventor_Programaci%C3%B3n_para_m%](http://www.academia.edu/7132697/AppInventor_Programaci%C3%B3n_para_m%C3%B3viles_al_alcance_de_todos)

[C3%B3viles_al_alcance_de_todos](http://www.academia.edu/7132697/AppInventor_Programaci%C3%B3n_para_m%C3%B3viles_al_alcance_de_todos)

Riego, A. (2012). *AppInventor, el editor de bloques.* Recuperado de:

<https://sites.google.com/site/appinventormegusta/conceptos>

Villarroel, I. (2012). *AppInventor: Conociendo los Bloques.* Recuperado de:

<http://aprenderaprogramarapps.es/2013/06/08/app-inventor-conociendo-los-bloques>

Pérez, J. & Flores, E. (2013). *Manual para realizar comunicación Bluetooth desde un celular*

con Android y aplicación AppInventor con un microcontrolador 16F877A. Recuperado

de: <http://es.slideshare.net/AngelPerez53/comunicacin-bluet>

Wolberd, D (2013). *La comunicación con la WEB.* Recuperado de:

<http://translate.google.com.ec/translate?hl=es419&sl=en&u=http://www.appinventor.org/Chapter24&prev=search>

ANEXO 01. PRIMER CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN

El código de programación que se planteó para la primera señal básica en el IDE de Arduino se muestra a continuación.

```
/*
PRIMER DISEÑO DEL PROTOTIPO G.T.S.B-1 (GUANTE TRADUCTOR DE SEÑAS
BÁSICAS), PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA Y DE LENGUAJE
ELABORADO POR: JAIRO NAVARRETE
FECHA: 15 DE OCTUBRE DEL 2014
MATERIALES USADOS: ARDUINO UNO, 5 SENSORES FLEXIBLES, CABLE
CONDUCTOR, PROTOBOARD, GUANTE DE LYCRA EXPANDIBLE.
*/
// DECLARACIÓN DE VARIABLES TIPO ENTEROS PARA ALMACENAR LA
ADQUISICIÓN DE DATOS
int menique =0; // Variable del sensor conectado al pin análogo 0
int anular =1; // Variable del sensor conectado al pin análogo 1
int medio =2; // Variable del sensor conectado al pin análogo 2
int indice =3; // Variable del sensor conectado al pin análogo 3
int pulgar =4; // Variable del sensor conectado al pin análogo 4
int serialmenique; // Variable que almacena valores resistivos
int serialanular; // Variable que almacena valores resistivos
int serialmedio; // Variable que almacena valores resistivos
int serialindice; // Variable que almacena valores resistivos
int serialpulgar; // Variable que almacena valores resistivos

void setup () { // Función que llama una sola vez al código escrito
Serial.begin (9600); // Puerto de comunicación serial a 9600 baudios para transmitir
datos
} // Fin de la función setup
```

```

void loop () {           // Función que se ejecutara continuamente

/*
CADA PIN ANALOGO DE 10 BITS ALMACENA VALORES ENTRE 0 Y 1023, SE
DIVIDE PARA 4 POR COMPATIBILIDAD CON LOS PINES DIGITALES QUE LEEN
VALORES ENTRE 0 Y 255
*/

serialmenique= analogRead (menique)/4; // Lectura y almacenamiento de datos
análogos
serialanular= analogRead (anular)/4;    // Lectura y almacenamiento de datos análogos
serialmedio= analogRead (medio)/4;     // Lectura y almacenamiento de datos análogos
serialindice= analogRead (indice)/4;   // Lectura y almacenamiento de datos análogos
serialpulgar= analogRead (pulgar)/4;   // Lectura y almacenamiento de datos análogos

Serial.println (serialmenique);        // Impresión de valores análogos por puerto serial
Serial.println (serialanular);        // Impresión de valores análogos por puerto serial
Serial.println (serialmedio);        // Impresión de valores análogos por puerto serial
Serial.println (serialindice);       // Impresión de valores análogos por puerto serial
Serial.println (serialpulgar);       // Impresión de valores análogos por puerto serial
Delay (1000);                        // Impresión de valores análogos por puerto serial
/*
COMPARACIÓN DE LA POSICIÓN DE CADA SENSOR DE LA MANO DERECHA. SI EL RANGO
DE VALORES RESISTIVOS ES CORRECTO SE ACTIVARA EL PUERTO SERIAL PARA EL ENVIÓ DEL
MENSAJE
*/

If ((serialmenique >= 21 && serialmenique <= 24) && (serialanular >= 18 && serialanular
<= 22) && (serialmedio >= 22 && serialmedio <= 25) && (serialindice >= 20 &&
serialindice <= 23) && (serialpulgar >= 16 && serialpulgar <= 22))
{ // Inicio de comparación de valores resistivos
Serial.println ("ESTOY ABURRIDO, QUIERO SALIR A JUGAR"); //Imprime el mensaje
vía comunicación serial.

```

```
Delay (1000); // tiempo de retardo
}           //fin de la condición IF en comparación de datos
}           // fin del código loop
```

ANEXO 02. SEGUNDO CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN

El código de programación que se planteó para las ocho señas básicas en el IDE de Arduino se muestra a continuación.

```
/*  
  
    SEGUNDO DISEÑO DEL PROTOTIPO G.T.S.B-1 (GUANTE TRADUCTOR DE  
    SEÑAS BÁSICAS), PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA Y DE  
    LENGUAJE  
  
    ELABORADO POR: JAIRO NAVARRETE  
  
    FECHA: 15 DE NOVIEMBRE DEL 2014  
  
    MATERIALES USADOS: LILYPAD ARDUINO, 5 SENSORES FLEXIBLES, CABLE  
    CONDUCTOR, MÓDULO BLUETOOTH HC-05, PLACA CIRCUITO IMPRESO,  
    GUANTE DE LYCRA EXPANDIBLE.  
  
*/  
  
/*  
  
DECLARACIÓN DE VARIABLES TIPO ENTEROS PARA ALMACENAR LA  
ADQUISICIÓN DE DATOS*/  
  
int menique =0;//Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 0 para la primera seña  
int menique2=0;//Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 0 para la segunda  
seña  
int menique3 =0;//Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 0 para la tercera seña  
int menique4 =0; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 0 para la cuarta seña  
int menique5 =0; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 0 para la quinta seña  
int menique6 =0; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 0 para la sexta seña  
int menique7 =0;//Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 0 para la sétima seña  
int menique8 =0;//Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 0 para la octava seña  
int anular =1; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 1 para la primera seña  
int anular2 =1; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 1 para la segunda seña  
int anular3 =1; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 1 para la tercera seña
```

```
int anular4 =1; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 1 para la cuarta seña
int anular5 =1; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 1 para la quinta seña
int anular6 =1; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 1 para la sexta seña
int anular7 =1; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 1 para la sétima seña
int anular8 =1; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 1 para la octava seña
int medio =2; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 2 para la primera seña
int medio2 =2; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 2 para la segunda seña
int medio3 =2; // Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 2 para la tercera seña
int medio4 =2; // Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 2 para la cuarta seña
int medio5 =2; // Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 2 para la quinta seña
int medio6 =2; // Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 2 para la sexta seña
int medio7 =2; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 2 para la sétima seña
int medio8 =2; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 2 para la octava seña
int indice =3; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 3 para la primera seña
int indice2 =3; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 3 para la segunda seña
int indice3 =3; // Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 3 para la tercera seña
int indice4 =3; // Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 3 para la cuarta seña
int indice5 =3; // Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 3 para la quinta seña
int indice6 =3; // Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 3 para la sexta seña
int indice7 =3; // Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 3 para la sétima seña
int indice8 =3; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 3 para la octava seña
int pulgar =4; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 4 para la primera seña
int pulgar2 =4; //Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 4 para la segunda seña
int pulgar3 =4; // Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 4 para la tercera seña
int pulgar4 =4; // Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 4 para la cuarta seña
int pulgar5 =4; // Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 4 para la quinta seña
int pulgar6 =4; // Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 4 para la sexta seña
int pulgar7 =4; // Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 4 para la sétima seña
int pulgar8 =4; // Variable del sensor flexible conectado al pin análogo 4 para la octava seña
```

DECLARACIÓN DE VARIABLES TIPO ENTEROS PARA ALMACENAR DATOS PARA CX SERIAL

*/

```
int serialmenique; //almacena datos para la comunicación serial en su primera seña
int serialmenique2; // almacena datos para la comunicación serial en su segunda seña
int serialmenique3; // almacena datos para la comunicación serial en su tercera seña
int serialmenique4; // almacena censados para la comunicación serial en su cuarta seña
int serialmenique5; // almacena censados para la comunicación serial en su quinta seña
int serialmenique6; // almacena censados para la comunicación serial en su sexta seña
int serialmenique7; // almacena censados para la comunicación serial en su séptima seña
int serialmenique8; //almacena censados para la comunicación serial en su octava seña
int serialanular; // almacena datos para la comunicación serial en su primera seña
int serialanular2; //almacena datos para la comunicación serial en su segunda seña
int serialanular3; //almacena datos para la comunicación serial en su tercera seña
int serialanular4; // almacena datos para la comunicación serial en su cuarta seña
int serialanular5; // almacena datos para la comunicación serial en su quinta seña
int serialanular6; // almacena datos para la comunicación serial en su sexta seña
int serialanular7; //almacena datos para la comunicación serial en su séptima seña
int serialanular8; // almacena datos para la comunicación serial en su octava seña
int serialmedio; //almacena datos para la comunicación serial en su primera seña
int serialmedio2; // almacena datos para la comunicación serial en su segunda seña
int serialmedio3; // almacena datos para la comunicación serial en su tercera seña
int serialmedio4; //almacena datos para la comunicación serial en su cuarta seña
int serialmedio5; // almacena datos para la comunicación serial en su quinta seña
int serialmedio6; // almacena datos para la comunicación serial en su sexta seña
int serialmedio7; // almacena datos para la comunicación serial en su séptima seña
int serialmedio8; // almacena datos para la comunicación serial en su octava seña
int serialindice; // almacena datos para la comunicación serial en su primera seña
int serialindice2; // almacena datos para la comunicación serial en su segunda seña
```

```

int serialindice3;    // almacena datos para la comunicación serial en su tercera seña
int serialindice4;    // almacena datos para la comunicación serial en su cuarta seña
int serialindice5;    // almacena datos para la comunicación serial en su quinta seña
int serialindice6;    // almacena datos para la comunicación serial en su sexta seña
int serialindice7;    // almacena datos para la comunicación serial en su séptima seña
int serialindice8;    // almacena datos para la comunicación serial en su octava seña
int serialpulgar;     // almacena datos para la comunicación serial en su primera seña
int serialpulgar2;    // almacena datos para la comunicación serial en su segunda seña
int serialpulgar3;    // almacena datos para la comunicación serial en su tercera seña
int serialpulgar4;    // almacena datos para la comunicación serial en su cuarta seña
int serialpulgar5;    //almacena datos para la comunicación serial en su quinta seña
int serialpulgar6;    // almacena datos para la comunicación serial en su sexta seña
int serialpulgar7;    // almacena datos para la comunicación serial en su séptima seña
int serialpulgar8;    //almacena datos para la comunicación serial en su octava seña

int estado;          // variable tipo entero que reconocerá el estado del pulsador
int boton =12;       // variable tipo entero que almacenara los estados altos o bajos del pulsador

void setup ()
{
    // función que permite llamar una sola vez al código escrito
    Serial.begin (9600); // puerto de comunicación serial a 9600 baudios para transmitir datos
    pinMode (boton, input); //variable boton en modo de trabajo del pin digital 2 como entrada
}
// fin de la función setup

void loop () {
    // permite escribir el código que se ejecutara continuamente
    estado= digitalread (boton); //estado es igual a lectura digital del pin2 en estado high o low
}

```

```
/*
```

```
CADA PIN ANALOGO DE 10 BITS ALMACENA VALORES ENTRE 0 Y 1023, SE  
DIVIDE PARA 4 POR COMPATIBILIDAD CON LOS PINES DIGITALES QUE LEEN  
VALORES ENTRE 0 Y 255. CADA SEÑA SE ESPECIFICA EN SU VARIABLE DE  
CADA DEDO DE LA MANO DERECHA.
```

```
*/
```

```
serialmenique=analogRead (menique)/4; //para el dedo meñique almacena su lectura  
análoga
```

```
serialmenique2=analogRead (menique2)/4; //para el dedo meñique almacena su lectura  
análoga
```

```
serialmenique3=analogRead (menique3)/4; //para el dedo meñique almacena su lectura  
análoga
```

```
serialmenique4=analogRead (menique4)/4; //para el dedo meñique almacena su lectura  
análoga
```

```
serialmenique5=analogRead (menique5)/4; //para el dedo meñique almacena su lectura  
análoga
```

```
serialmenique6=analogRead (menique6)/4; //para el dedo meñique almacena su lectura  
análoga
```

```
serialmenique7=analogRead (menique7)/4; //para el dedo meñique almacena su lectura  
análoga
```

```
serialmenique8=analogRead (menique8)/4; //para el dedo meñique almacena su lectura  
análoga
```

```
serialanular= analogRead (anular)/4; // para el dedo anular almacena su lectura análoga
```

```
serialanular2= analogRead (anular2)/4; // para el dedo anular almacena su lectura análoga
```

```
serialanular3= analogRead (anular3)/4; // para el dedo anular almacena su lectura análoga
```

```
serialanular4= analogRead (anular4)/4; // para el dedo anular almacena su lectura análoga
```

```
serialanular5= analogRead (anular5)/4; // para el dedo anular almacena su lectura análoga
```

```
serialanular6= analogRead (anular6)/4; // para el dedo anular almacena su lectura análoga
```

```
serialanular7= analogRead (anular7)/4; // para el dedo anular almacena su lectura análoga
```

```
serialanular8= analogRead (anular8)/4; // para el dedo anular almacena su lectura análoga
```

```
serialmedio= analogRead (medio)/4; // para el dedo medio almacena su lectura análoga
```

```
serialmedio2= analogRead (medio2)/4; // para el dedo medio almacena su lectura análoga
```

```
serialmedio3= analogRead (medio3)/4; // para el dedo medio almacena su lectura análoga
```

```

serialmedio4= analogRead (medio4)/4; // para el dedo medio almacena su lectura análoga
serialmedio5= analogRead (medio5)/4; // para el dedo medio almacena su lectura análoga
serialmedio6= analogRead (medio6)/4; // para el dedo medio almacena su lectura análoga
serialmedio7= analogRead (medio7)/4; // para el dedo medio almacena su lectura análoga
serialmedio8= analogRead (medio8)/4; // para el dedo medio almacena su lectura análoga
serialindice= analogRead (indice)/4; // para el dedo indice almacena su lectura análoga
serialindice2= analogRead (indice2)/4; // para el dedo indice almacena su lectura análoga
serialindice3= analogRead (indice3)/4; // para el dedo indice almacena su lectura análoga
serialindice4= analogRead (indice4)/4; // para el dedo indice almacena su lectura análoga
serialindice5= analogRead (indice5)/4; // para el dedo indice almacena su lectura análoga
serialindice6= analogRead (indice6)/4; // para el dedo indice almacena su lectura análoga
serialindice7= analogRead (indice7)/4; // para el dedo indice almacena su lectura análoga
serialindice8= analogRead (indice8)/4; // para el dedo indice almacena su lectura análoga
serialpulgar= analogRead (pulgar)/4; // para el dedo pulgar almacena su lectura análoga
serialpulgar2= analogRead (pulgar2)/4; // para el dedo indice almacena su lectura análoga
serialpulgar3= analogRead (pulgar3)/4; // para el dedo indice almacena su lectura análoga
serialpulgar4= analogRead (pulgar4)/4; // para el dedo indice almacena su lectura análoga
serialpulgar5= analogRead (pulgar5)/4; // para el dedo indice almacena su lectura análoga
serialpulgar6= analogRead (pulgar6)/4; // para el dedo indice almacena su lectura análoga
serialpulgar7= analogRead (pulgar7)/4; // para el dedo indice almacena su lectura análoga
serialpulgar8= analogRead (pulgar8)/4; // para el dedo indice almacena su lectura análoga

serial.println (serialmenique); // imprime los valores análogos almacenados en la
variable serialmenique, seguido de un salto de línea, mediante el puerto serial

serial.println (serialanular); // imprime los valores análogos almacenados en la
variable serialanular, seguido de un salto de línea, mediante el puerto serial

serial.println (serialmedio); // imprime los valores análogos almacenados en la
variable serialmedio, seguido de un salto de línea, mediante el puerto serial

serial.println (serialindice); // imprime los valores análogos almacenados en la
variable serial índice, seguido de un salto de línea, mediante el puerto serial

```

```

serial.println (serialpulgar);           // imprime los valores análogos almacenados en la
variable serial pulgar, seguido de un salto de línea, mediante el puerto serial

Delay (2000);                            // retardo de 1000 milisegundos equivalente a 1 segundo

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

// COMPARACIÓN DE LA POSICIÓN DE CADA SENSOR DE LA MANO DERECHA,
SI EL RANGO DE VALORES RESISTIVOS ES CORRECTO SE ACTIVARA EL
PUERTO SERIAL PARA EL ENVÍO DE LETRAS//

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

/* CONDICIÓN QUE PERMITE SENSAR LA PRIMERA SEÑA BÁSICA */
if ((serialmenique >= 25 && serialmenique <= 40) && (serialanular >= 30 && serialanular
<= 40) && (serialmedio >= 30 && serialmedio <= 40) && (serialindice >= 25 &&
serialindice <= 35) && (serialpulgar >= 25 && serialpulgar <= 35) && (estado==high))
{
    // inicio de la primera comparación de datos
    serial.print ("A"); // se habilita la comunicación serial e imprime la letra A
    delay (1000);     // tiempo de espera para mostrar los valores resistivos en la cx serial
    serial.end ();    // finaliza la comunicación serial
}
// fin de la primera comparación de datos
else // si esta primera condición no se cumple, saltar a la segunda condición
{
    // inicio de la primera estructura de condición else

/* CONDICIÓN QUE PERMITE SENSAR LA SEGUNDA SEÑA BÁSICA */
if ((serialmenique2 >= 42 && serialmenique2 <= 60) && (serialanular2 >= 35 &&
serialanular2 <= 50) && (serialmedio2 >= 41 && serialmedio2 <= 50) && (serialindice2
>= 36 && serialindice2 <= 45) && (serialpulgar2 >= 30 && serialpulgar2 <= 45) &&
(estado==high))
{
    // inicio de la segunda comparación de datos

```

```

/*CONDICIÓN QUE PERMITE SENSAR LA QUINTA SEÑA BÁSICA*/
if ((serialmenique5 >= 19 && serialmenique5 <= 26) &&(serialanular5 >= 18 &&
serialanular5 <= 26) &&(serialmedio5 >= 26 && serialmedio5 <= 33) && (serialindice5
>= 21 && serialindice5 <= 29) && (serialpulgar5 >= 13 && serialpulgar5 <= 21) &&
(estado==HIGH))
{
    // inicio de la quinta comparación de datos
serial.print("E"); // se habilita la comunicación serial e imprime la letra E
delay (1000); // tiempo de espera para mostrar los valores resistivos en la cx serial
serial.end(); // finaliza la comunicación serial
} // fin de la quinta comparación de datos
else // si esta quinta condición no se cumple, saltar a la sexta condición
{
    // inicio de la quinta estructura de condición else

/*CONDICIÓN QUE PERMITE SENSAR LA SEXTA SEÑA BÁSICA*/
if ( ( serialmenique6 >= 19 && serialmenique6 <= 26) &&(serialanular6 >= 18 &&
serialanular6 <= 26) &&(serialmedio6 >= 16 && serialmedio6 <= 23) && (serialindice6
>= 24 && serialindice6 <= 36) && (serialpulgar6 >= 13 && serialpulgar6 <= 22) &&
(estado==HIGH))
{
    // inicio de la sexta comparación de datos
serial.print("F"); // se habilita la comunicación serial e imprime la letra F
delay (1000); // tiempo de espera para mostrar los valores resistivos en la cx serial
serial.end(); // finaliza la comunicación serial
} // fin de la sexta comparación de datos
else // si esta sexta condición no se cumple, saltar a la séptima condición
{
    // inicio de la sexta estructura de condición else

/*CONDICIÓN QUE PERMITE SENSAR LA SÉPTIMA SEÑA BÁSICA*/
if ((serialmenique7 >= 19 && serialmenique7 <= 25) &&(serialanular7 >= 29 &&
serialanular7 <= 40) &&(serialmedio7 >= 33 && serialmedio7 <= 42) && (serialindice7
>= 15 && serialindice7 <= 22) && (serialpulgar7 >= 14 && serialpulgar7 <= 21) &&
(estado==HIGH)) { // inicio de la séptima comparación de datos

```

```

serial.print("G");    // se habilita la comunicación serial e imprime la letra G
delay (1000);        // tiempo de espera para mostrar los valores resistivos en la cx serial
serial.end();        // finaliza la comunicación serial
}                    // fin de la séptima comparación de datos
else                  // si esta condición no se cumple, saltar a la octava y última condición
{
    // inicio de la séptima estructura de condición else

// ** CONDICIÓN QUE PERMITE SENSAR LA OCTAVA SEÑA BÁSICA ** //
if ((serialmenique8 >= 18 && serialmenique8 <= 24) &&(serialanular8 >= 17 &&
serialanular8 <= 21) &&(serialmedio8 >= 29 && serialmedio8 <= 37) && (serialindice8
>= 13 && serialindice8 <= 18) && (serialpulgar8 >= 13 && serialpulgar8 <= 25) &&
(estado==HIGH)) {    // inicio de la octava comparación de datos
serial.println("H"); // se habilita la comunicación serial e imprime la letra F
delay (1000);        // tiempo de espera para mostrar los valores resistivos en la cx serial
serial.end();        // finaliza la comunicación serial
}                    // fin de la octava comparación de datos
else
{
serial.begin (9600); // inicializa la cx serial en caso de entrar un serial.end ();
    }
    } // fin de la séptima estructura de condición else
    } // inicio de la sexta estructura de condición else
    } // inicio de la quinta estructura de condición else
    } // inicio de la cuarta estructura de condición else
    } // inicio de la tercera estructura de condición else
    } // inicio de la segunda estructura de condición else
    } // inicio de la primera estructura de condición else
}                    // fin del ciclo loop

```

ANEXO 03. CÓDIGO FINAL DE PROGRAMACIÓN

El código final de programación que se planteó para las ocho señas básicas en el IDE de Arduino se muestra a continuación.

/*

DISEÑO FINAL DEL PROTOTIPO G.T.S.B-1 (GUANTE TRADUCTOR DE SEÑAS BÁSICAS), PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA Y DE LENGUAJE

ELABORADO POR: JAIRO NAVARRETE

FECHA: 15 DE ENERO DEL 2015

MATERIALES USADOS: LILYPAD ARDUINO, 5 SENSORES FLEXIBLES, HILO CONDUCTOR, MODULO BLUETOOTH HC-05, BATERÍA LIPO 1S, PLACA CIRCUITO IMPRESO, GUANTE DE LYCRA EXPANDIBLE.

*/

```
int menique = 0; // declaración de la variable dedo meñique inicializada en cero
```

```
int anular = 0; // declaración de la variable dedo anular inicializada en cero
```

```
int medio = 0; // declaración de la variable dedo medio inicializada en cero
```

```
int indice = 0; // declaración de la variable dedo indice inicializada en cero
```

```
int pulgar = 0; // declaración de la variable dedo pulgar inicializada en cero
```

```
const int Boton = 12; // Definición del pin 12 como Boton
```

```
int estadoBoton; // definición de la variable estadoBoton, para guarda el estado del Boton ya sea en uno o cero lógico
```

```
const int tiempoAntirebote = 20; // tiempo de espera en milisegundos para que no exista rebote en la señal al momento de pulsar el boton
```

```
int estadoBotonAnterior; // guarda el estado anterior del boton con respecto al actual
```

```
// Subrutina que compara el estado lógico actual del boton con el estado lógico anterior si //son iguales no hace nada y espera 20 ms, si son diferentes los estados lógicos se activa el //método de antirrebote.
```

```

boolean antirrebote(int pin)
    {

int contador = 0;

boolean estado;           // guarda el estado del boton y devuelve valores con
                           opciones de verdadero o falso.

boolean estadoAnterior;   // guarda el ultimo estado del boton

// MÉTODO PARA ELIMINAR REBOTES AL PRESIONAR EL BOTON
do {
estado = digitalRead(pin); //lectura del estado
if (estado != estadoAnterior) {
contador = 0;
estadoAnterior = estado;
    }

else {
contador++;           // contador incrementa en uno cada vez que los estados sean iguales
                     // aumenta en 1 milisegundo
    }

delay(1);           // retardo de 1 milisegundo
    }

while (contador < tiempoAntirebote);

/*
Mientras el contador sea menor a 20ms y su estado sea un 1 lógico y si el contador es menor
a este tiempo se retorna la subrutina al estado normal.
*/

return estado;
    }

```

```

void LeerEntradas() { // subrutina que permite leer las entradas analógicas pines ( A0 a
// A4 )

//Asigna a las variables los valores análogos de la lectura de cada Pin ANALOGO con
//resolución de 10 bits.

menique=analogRead(0)/4; // conversión del rango de valores pasar de (0 - 1023) a (0 -
//255) para el pin A0

anular = analogRead(1)/4; // conversión del rango de valores pasar de (0 - 1023) a (0 -
//255) para el pin A1

medio = analogRead(2)/4; // conversión del rango de valores pasar de (0 - 1023) a (0 -
//255) para el pin A2

indice = analogRead(3)/4; // conversión del rango de valores pasar de (0 - 1023) a (0 -
//255) para el pin A3

pulgar = analogRead(4)/4; // conversión del rango de valores pasar de (0 - 1023) a (0 -
//255) para el pin A4

        } //FIN de la subrutina

void setup() { // INICIA LOS MODOS DE TRABAJO PARA CX SERIAL Y
//PINES DE E/S

Serial.begin(9600); // Configuración del puerto serie a 9600 bps

pinMode(Boton, INPUT); // Configuración del pin 12 boton como entrada

        } //FIN del ciclo SETUP.

void loop() { // Ciclo que permite escribir el código que se ejecutara
//continuamente.

estadoBoton=digitalRead(Boton); // Lectura digital del Boton y asigna a la variable
//estadoBoton

if(estadoBoton != estadoBotonAnterior){ // Si el estado lógico del boton es diferente al
//estado lógico anterior

if(antirrebote(Boton)){ // Se verifica si el boton ha sido presionado o existe un pulso
//(1 lógico)

LeerEntradas(); // Llamada a la subrutina LeerEntradas para la lectura analógica de
//datos

delay(100); // Retardo de 100 milisegundos

```

```

if ((menique >= 35 && menique <= 45) &&(anular >= 32 && anular <= 45) && (medio
>= 32 && medio <= 45) && (indice >= 40 && indice <= 56) &&(pulgar >= 30 && pulgar
<= 40)) {
    // INICIO DE LA SEXTA COMPARACIÓN DE DATOS
    Serial.print("F"); // Envío del caracter ASCII (F) por puerto de comunicación serial.
    delay (500);      // Retardo de 500 milisegundos
}

if ((menique >= 35 && menique <= 45) &&(anular >= 46 && anular <= 65) && (medio
>= 46 && medio <= 65) && (indice >= 30 && indice <= 40) &&(pulgar >= 30 && pulgar
<= 40)) {
    // INICIO DE LA SÉPTIMA COMPARACIÓN DE DATOS
    Serial.print("G"); // Envío del caracter ASCII (G) por puerto de comunicación serial.
    delay (500);      // Retardo de 500 milisegundos
}

if ((menique >= 35 && menique <= 45) &&(anular >= 35 && anular <= 45) && (medio
>= 46 && medio <= 65) && (indice >= 30 && indice <= 40) &&(pulgar >= 30 && pulgar
<= 40)) {
    // INICIO DE LA OCTAVA COMPARACIÓN DE DATOS
    Serial.print("H"); // Envío del caracter ASCII (H) por puerto de comunicación serial.
    delay (500);      // Retardo de 500 milisegundos
}
} //Fin de la comparación de cada seña básica

estadoBotonAnterior = estadoBoton; // Asignamos el estado anterior para que no existan
//rebotes y se lea una sola ves cuando presionamos
//el boton.

delay(30); // Retardo de 30 milisegundos
} // Fin de la comparación de estados del Boton
} // Fin del ciclo Loop

```



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003685482		
APELLIDOS Y NOMBRES:	JAIRO BRYAN NAVARRETE ENRÍQUEZ		
DIRECCIÓN:	La Victoria, Av. Hugo Guzmán Lara y Jaime Félix Tafur		
EMAIL:	jaironava_3@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	09991672933

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	" PROTOTIPO G.T.S.B-1 (GUANTE TRADUCTOR DE SEÑAS BÁSICAS), PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA Y DE LENGUAJE"
AUTOR :	JAIRO BRYAN NAVARRETE ENRÍQUEZ
FECHA: AAAAMMDD	2015/06/12
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Paúl David Rosero Montalvo

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, JAIRO BRYAN NAVARRETE ENRÍQUEZ, con cédula de identidad Nro. 1003685482, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular del derecho patrimonial, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 12 días del mes de junio del 2015

EL AUTOR:

(Firma) 

Nombre: JAIRO BRYAN NAVARRETE ENRÍQUEZ
C.I.: 1003685482



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, JAIRO BRYAN NAVARRETE ENRÍQUEZ, con cédula de identidad Nro. 1003685482, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **"PROTOTIPO G.T.S.B-1 (GUANTE TRADUCTOR DE SEÑAS BÁSICAS), PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA Y DE LENGUAJE."**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación**, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 12 días del mes de junio del 2015

{Firma}

Nombre: JAIRO BRYAN NAVARRETE ENRÍQUEZ
C.I.: 1003685482