



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE
COMUNICACIÓN**

TEMA:

“SISTEMA ELECTRÓNICO CON APLICACIÓN IOT PARA ESTIMAR EL
POSICIONAMIENTO ADECUADO DEL ESTUDIANTE UNIVERSITARIO EN UNA
SILLA DEL AULA A ESCALA DE LABORATORIO”.

AUTOR:

Bryan Santiago Núñez Godoy.

DIRECTOR:

Ing. Jaime Michilena

Ibarra – Ecuador

2016

**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 DEL CONTACTO	
Cédula de identidad	0401881487
Apellidos y Nombres	Núñez Godoy Bryan Santiago
Dirección	Calle Quito PJ
E-mail	bsnunezg@utn.edu.ec
Teléfono móvil	0980357224
DATOS DE LA OBRA	
Título	SISTEMA ELECTRÓNICO CON APLICACIÓN IOT PARA ESTIMAR EL POSICIONAMIENTO ADECUADO DEL ESTUDIANTE UNIVERSITARIO EN UNA SILLA DEL AULA A ESCALA DE LABORATORIO LABORATORIO
Autor	Núñez Godoy Bryan Santiago

Fecha	Octubre del 2016
Programa	Pregrado
Título	Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación
Director	Ing. Jaime Michilena

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Núñez Godoy Bryan Santiago, con cedula de identidad Nro. 0401881487, 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 forma 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 de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

Yo, NÚÑEZ GODOY BRYAN SANTIAGO declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; y que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se presentan en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente 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.

En la ciudad de Ibarra, Octubre del 2016

EL AUTOR

.....


Núñez Godoy Bryan Santiago

CI: 0401881487



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Núñez Godoy Bryan Santiago, con cedula de identidad Nro. 0401881487, manifiesto ni 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 del trabajo de grado con el tema: SISTEMA ELECTRÓNICO CON APLICACIÓN IOT PARA ESTIMAR EL POSICIONAMIENTO ADECUADO DEL ESTUDIANTE UNIVERSITARIO EN UNA SILLA DEL AULA A ESCALA DE LABORATORIO LABORATORIO. Que ha sido desarrollado con propósito de obtener el título de Ingeniero en Electrónica Redes de Comunicación de 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 en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.


.....

Núñez Godoy Bryan Santiago

0401881487

Ibarra, Octubre 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Manifiesto que la presente obra es original y fue desarrollada sin violar los derechos de autor de terceros, por lo tanto, es original y declaro que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, noviembre del 2016

Núñez Godoy Bryan Santiago

Autor



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

INGENIERO JAIME MICHILENA, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE
TITULACIÓN CERTIFICA

Que, el presente trabajo de Titulación “SISTEMA ELECTRÓNICO CON APLICACIÓN IOT PARA ESTIMAR EL POSICIONAMIENTO ADECUADO DEL ESTUDIANTE UNIVERSITARIO EN UNA SILLA DEL AULA A ESCALA DE LABORATORIO LABORATORIO” Ha sido desarrollado por el señor Núñez Godoy Bryan Santiago bajo mi supervisión.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor de la verdad.

Ing. Jaime Michilena

100219843-8

DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

A Dios por guiarme por el mejor camino y siempre ayudarme a encontrar solución a los inconvenientes nunca decaer y tener fortaleza en los momentos más difíciles. De manera especial para el pilar fundamental mi madre, Melva Clemencia Godoy Vásquez quien con su trabajo, esfuerzo, respeto y ejemplo, siempre ha permitido vencer todos los obstáculos.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermana por su apoyo incondicional, el esfuerzo y responsabilidad de mis padres para darme todo lo necesario, además de los valores y principios que siempre estuvieron presentes para tomar las mejores decisiones. Factores que sirven como constancia para dar el mejor esfuerzo y no dejarse rendir.

Al labor Admirativo y Educativo de la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, a mi director de tesis Ingeniero Jaime Michilena por su colaboración y ayuda para la culminación de este trabajo. Mención especial Ing. Paúl Rosero por su ayuda incondicional y mentor de este trabajo de tesis, que permitió la conclusión de una manera satisfactoria.

ÍNDICE

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	I
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	II
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	IV
CERTIFICACIÓN	VI
CONSTANCIAS	II
AGRADECIMIENTO	VIII
DEDICATORIA	VII
ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XV
RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVII
CAPÍTULO I	1
Problema	1
Objetivos.....	2
Alcance	3
Justificación	4
CAPÍTULO II.....	6
2.1 Hardware y Software	6
2.1.1 Sensores Electrónicos.	6
2.1.2 Open Source Hardware.	8
2.1.3 Open Source Software.	9
2.1.4 Plataformas en la Nube del Internet de las Cosas.	9
2.2 Ergonomía en una postura	11
2.2.1 Objetivos de la Ergonomía.....	12
2.2.2 Posibles Causas en una Postura Incorrecta.	13
2.2.3 Posición Sedente Adecuada.	14
2.2.4 Métodos para sensar la Postura Sedente.	15
2.3 Internet de las Cosas	20
2.3.1 Internet de Todo IoE.	21
2.3.2 Arquitectura del Internet de las Cosas.	22
2.3.3 Protocolos IoT.....	25

2.3.4	Internet de Todo en la Educación.	31
2.3.5	Tecnologías de uso en el Internet de las Cosas.	32
2.4	Redes de Sensores Inalámbricos WSN.....	34
2.4.1	Tecnologías WSN.	35
2.4.2	Topologías WSN.....	38
2.4.3	Estándares y Protocolos WSN.	39
2.5	Atención y Concentración	41
2.5.1	Atención.	41
2.5.2	Concentración.	45
2.5.3	Diferencias y similitudes de la Atención y Concentración.	47
CAPÍTULO III.....		48
3.1	Metodología	48
3.2	Modelo en V	48
3.3	Análisis	51
3.3.1	Situación Actual.	51
3.3.2	Propósito y Ámbito del Sistema.....	64
3.3.3	Descripción General del Sistema.	65
3.3.4	Características del Sistema de Estimación de Posturas.....	66
3.4	Requerimientos	67
3.4.1	Stakeholders.	67
3.4.2	Construcción y Atributos de los requerimientos.	68
3.4.3	Nomenclatura de los Requerimientos a usarse.	69
3.4.4	De Sistema	69
3.4.5	Requerimientos de Stakeholders.	69
3.4.6	Requerimientos del Sistema.....	71
3.4.7	Requerimientos de Arquitectura.	72
3.5	Recursos.....	74
3.5.1	Recursos Humanos.....	74
3.5.2	Recursos Económicos.	74
3.5.3	Recursos Tecnológicos.	75
3.6	Elección de Hardware y Software para el diseño	75
3.6.1	Elección de Software.	76
3.6.2	Elección de Hardware.	78
3.7	Diseño del Primer Prototipo	80

3.7.1	Diagrama de Bloques.....	82
3.7.2	Diagrama de Flujo de la Lectura de Datos de Sensores.....	84
3.7.3	Diagrama de Conexión.....	86
3.7.4	Integración y Pruebas del Primer Prototipo.	90
3.7.5	Datos Obtenidos del Sensado.....	91
3.7.6	Conclusiones del Primer Diseño.	93
3.7.7	Recomendaciones del Primer Diseño.	93
3.8	Diseño del Segundo Prototipo	94
3.8.1	Diagrama de Bloques del Segundo Prototipo.	94
3.8.2	Diagramas de Flujo.	95
3.8.3	Diagrama de Conexión del Circuito.....	98
3.8.4	Diseño del Circuito Impreso.	103
3.8.5	Integración del Hardware del Segundo Prototipo.	104
3.8.6	Datos Obtenidos del Sensado.....	108
CAPÍTULO IV		109
4.1	Cronograma de Pruebas	109
4.2	Pruebas de Funcionamiento (Bloque 1).....	111
4.2.1	Pruebas de Físicas del dispositivo.....	111
4.2.2	Pruebas del Microcontrolador.	112
4.2.3	Pruebas de los Módulos Wi-Fi.....	113
4.2.4	Pruebas de Plataforma en la Nube.	114
4.2.5	Prueba de Eficiencia del Sensado.	115
4.2.6	Verificación de Requerimientos.....	115
4.3	Prueba de Atención mediante la aplicación de smarthpone” luminosity brain” (bloque 2).....	116
4.4	Prueba de Atención mediante el denominado “Juego de Observación” (Bloque 3). 120	
4.5	Prueba de Atención mediante el test de símbolos y letras (Bloque 4).....	124
CONCLUSIONES		128
RECOMENDACIONES.....		130
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		132
GLOSARIO		143
ANEXOS		145
5.1	Anexo 1 (Observación Directa)	145
5.2	Anexo 2 (ENCUESTA)	148

5.3	Anexo 3 (Código del programa del Prototipo 1)	152
5.4	Anexo 4 (Código del programa de lectura de sensores del Prototipo 2) ..	153
5.5	Anexo 5(Código del Programa de los módulos Wi-Fi)	155
5.6	Anexo 6 (Manual módulos Wi-Fi).....	156
5.7	Anexo 7 (Manual Plataforma Thing Speak)	161
5.8	Anexo 8 (Pruebas para determinar la Eficiencia del Sistema).....	169

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1: Tabla de Factores al momento de elegir un sensor.	7
Figura 2 : Imagen que describe una correcta postura de Trabajo	15
Figura 3 : Detección de postura y sistema de retroalimentación que muestra localización de los 7 FSR	17
Figura 4 : Localización de las 3 células de carga en la silla.	18
Figura 5: Visualización en diferentes posturas.	18
Figura 6: Sistema de sensado por parte medio de acelerómetro.	19
Figura 7: Sistema de sensado por medio de un sensor de distancia.	20
Figura 8: Internet de las Cosas como una Red de Redes.	21
Figura 9: Internet de Todo	22
Figura 10: Modelo de Referencia de la IoT de la UIT-T	25
Figura 11 : Stack de Protocolos HTTP y COAP	27
Figura 12: Suscripción de Cliente C y Cliente B al tema Temperatura.	28
Figura 13: Envío de publicación de Cliente A a Clientes B y C	29
Figura 14: Componentes de RFID	36
Figura 15: Diferentes Topologías en Conjunto	39
Figura 16: Stack de Protocolos del Modelo de referencia de 6LoWPAN.	40
Figura 17: Etapas del Modelo en V de Desarrollo de Sistemas	49
Figura 18 :Medidas de la Silla con la que se va desarrollar esta Investigación.....	53
Figura 19: Observación Directa de Postura en un Ambiente Académico.	54
Figura 20: Diferenciación de los 4 tipos de Posturas	55
Figura 21 : Postura Vertical Modelada mediante el programa SketchUp	56
Figura 22: Postura Inclinado hacia Delante sin Apoyo Modelada mediante el programa SketchUp	56
Figura 23: Postura Encorvado Modelada mediante el programa SketchUp.....	57
Figura 24: Postura Inclinando hacia atrás Modelada mediante el programa SketchUp	57
Figura 25: Postura Inclinando hacia atrás Modelada mediante el programa SketchUp	58
Figura 26: Posición de Sensores en la silla.....	81
Figura 27: Figura de las 4 posturas con mayor tendencia.....	82
Figura 28: Diagrama de Flujo del Sistema Estimador de Posturas SEDP.....	83
Figura 29: Diagrama de Flujo.....	85
Figura 30: Sensor FSR 402.....	87
Figura 31: Arduino Nano.....	88
Figura 32: Diagrama de Conexión del Sensor FSR.....	90
Figura 33: Ubicación y Prueba de Sensores en Primer Prototipo.....	91
Figura 34: Diagrama de Bloques Prototipo 1	95
Figura 35: Diagrama del Análisis y Procesamiento de los Datos.....	96
Figura 36: Diagrama de Flujo de la Conexión a Internet.	97
Figura 37: Diagrama de reflexión de un Sensor Ultrasónico	98
Figura 38: Sensor Ultrasónico HC-SR04	99
Figura 39: Placa del Módulo Wi-Fi 8266, ESP-12.....	100
Figura 40: Esquema de Conexión del Circuito Prototipo 2.....	102
Figura 41: Circuito de Conexión del Segundo prototipo.....	102

Figura 42: Diseño del circuito impreso mediante EAGLE.....	103
Figura 43: Circuito y elementos de la Placa Final	104
Figura 44: Dispositivo Final con el número y ubicación de cada sensor.	105
Figura 45: Anverso y Reverso del Textil Inteligente.....	106
Figura 46: Implementación de Broches en el textil Inteligente	106
Figura 47: Elementos y Distancia del Implemento del Espaldar.....	107
Figura 48: Separación en la silla del Implemento del Espaldar.....	107
Figura 49. Estado de Compilación del Arduino	112
Figura 50: Estado de Compilación del Arduino	113
Figura 51: Verificación de como se suben los datos mediante comunicación Serial	114
Figura 52: Descripción de las principales características del juego Lumosity	117
Figura 53: Usuario Probando la Aplicación Luminosity	118
Figura 54: Interfaz del Juego	121
Figura 55: Usuario realizando el Test en el computador	122
Figura 56: Usuario realizando el Test.....	124
Figura 57: Gráfico del Test puesto a prueba al usuario	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de las causas y Complicaciones de una Mala Postura.....	13
Tabla 2: Comparación Tecnologías Inalámbricas	37
Tabla 3: Análisis y Descripción de las 4 posturas	55
Tabla 4 Lista de Stakeholders presentes en el Sistema.....	67
Tabla 5: Tabla que describe la Abreviatura de Cada requerimiento.....	69
Tabla 6 : Requerimientos de Stakeholders	70
Tabla 7. Requerimientos del Sistema	71
Tabla 8: Requerimientos de Arquitectura.....	72
Tabla 9: Recursos Humanos que participan en el proyecto.....	74
Tabla 10: Tabla de Recursos Económicos que participan en el proyecto	74
Tabla 11: Recursos Tecnológicos	75
Tabla 12: Tabla que permite valorar requerimientos del Lenguaje de Programación	76
.....	
Tabla 13: Evaluación de las plataformas de IoT	77
Tabla 14: Evaluación del Microcontrolador del Sistema.....	78
Tabla 15: Evaluación del Puente a Internet	79
Tabla 16: Características del Sensor de Fuerza Resistivo.	87
Tabla 17: Tabla de características del Arduino Nano.....	89
Tabla 18: Datos de Variación de las 4 Posturas	92
Tabla 19: Especificaciones del Sensor Ultrasónico.....	99
Tabla 20: Especificaciones del Módulo ESP.....	101
Tabla 21 Rango de variación de los Sensores en cada postura.....	108
Tabla 22 Cronograma de las Actividades desarrolladas durante 8 meses	110
Tabla 23 Serie de Pruebas para Evaluar el Sistema.....	111
Tabla 24: Descripción de los Requerimientos Cumplidos	115
Tabla 25: Resultados Obtenidos de la Aplicación Luminosity.....	119
Tabla 26: Resultados Obtenidos del test.....	122
Tabla 27: Resultados del Test.....	126

RESUMEN

Para la investigación de este trabajo se desarrolla un Sistema Estimador de Posturas (SEDP), que es un dispositivo electrónico que consta de dos elementos: el primero un textil inteligente ubicado en el asiento y el segundo un Implemento en el Espaldar, dichos elementos en conjunto permiten determinar una postura.

El SEDP se compone de sensores, microcontrolador y Tarjeta de Red Inalámbrica. Los sensores permiten determinar cuál es la postura de una persona de 4 posibles mediante la variación de los mismos. Los datos son subidos directamente a internet por medio de una tarjeta de red Inalámbrica en este caso Módulo Wi-Fi ESP8266. Los datos se almacenan en la plataforma de Internet de las Cosas ThingSpeak que mediante el monitoreo remoto permite al administrador acceder desde cualquier lugar.

El objetivo es identificar si una postura influye en el desempeño académico, para esto se emplea diferentes pruebas y test que garantizan la atención por parte del usuario, de esta manera mediante lapsos de tiempo establecer estadísticas y tendencias de postura por las cuales se optaría en un periodo de tiempo.

ABSTRACT

For the investigation of this work the System is developed the Estimator of Postures (SEDP), which is an electronic device that consists of two elements: the first a smart textile located in the seat and the second an implement in the back, these elements together Determine a posture

The SEDP consists of sensors, microcontroller and Wireless Network Card. The sensors determine which is the posture of a person of 4 possible by the variation of the same. The data is uploaded directly to the internet through of a wireless network card in this case ESP8266 Wi-Fi Module. The data is stored on the Internet platform of the ThingSpeak Stuff which through remote monitoring allows the administrator to access from anywhere.

The objective is to identify if a posture influences the academic performance, for this is used different tests the attention of the user, in this way establish statistics and posture trends for which one would opt in a time frame.

CAPÍTULO I

CONTEXTO DEL PROYECTO

Este capítulo contiene la información del problema que se va a tratar, por qué se va realizar el desarrollo de la investigación especificando las limitaciones para llevarse a cabo.

Problema

El estado Ecuatoriano invierte como gasto administrativo el 54% del total del presupuesto para las Universidades, los estudiantes son los beneficiarios directos de la inversión, pero el perder una materia involucra pérdidas tanto para el estado como para la familia. (INEC, 2013)

El aprobar o no una materia se reduce a alcanzar una nota y las calificaciones no reflejan el conocimiento de un estudiante, el método de enseñanza del docente es muy importante en el proceso de aprendizaje, requiere de técnicas innovadoras y flexibles para conseguir una educación de calidad. Pero es dificultad para el profesor determinar quién está prestando atención y quién no.

Cuando un estudiante no presta atención puede desatar un mal ambiente de trabajo que impide el normal desarrollo de la clase causando desorden, mala conducta y obteniendo bajas calificaciones. Además, problemas en materias consecutivas por no tener

conocimientos fundamentados, que provocan reducción del campo laboral y problemas como profesional al no tener las competencias en áreas determinadas.

La calidad de la Educación de una Institución se evidencia en el desempeño de sus profesionales en el campo laboral, la desatención por parte de los alumnos genera contratiempos al docente en su metodología de enseñanza y al ser la Universidad Técnica del Norte una institución de prestigio nacional e internacional, no puede permitirse formar profesionales con falencias educativas.

Basados en la descripción del problema, se plantearán algunas preguntas con las cuales se buscará orientar la investigación. Luego, escogeremos y nos concentraremos en una sola, aquella que sea la de mayor interés para propósitos investigativos.

Objetivos

Objetivo General

Realizar un sistema electrónico con aplicación IoT para estimar el posicionamiento adecuado del estudiante Universitario en una silla del aula a escala de laboratorio durante 8 meses en la Universidad Técnica del Norte.

Objetivos Específicos

- Desarrollar una revisión sistemática de literatura para determinar las bases teóricas comprendidas en la revisión bibliográfica correspondiente al sistema

- Definir los requerimientos de Stakeholders tanto de software como de hardware bajo el estándar IEEE 29148 para determinar los materiales a usarse en el sistema.
- Analizar y determinar el hardware y software idóneo en relación a los requerimientos establecidos para el diseño y desarrollo del sistema bajo la metodología del Modelo V.
- Realizar las pruebas de funcionamiento tanto del sistema electrónico como de la aplicación para la depuración de errores.
- Analizar los datos que se obtengan como resultado del monitoreo de posicionamiento en la silla a los estudiantes Universitarios para establecer estimadores de desconcentración dentro del aula.

Alcance

Se realizará una aplicación de Internet de las Cosas IoT en base a estudios e investigaciones similares, para establecer los componentes y funcionalidades que formarán parte del sistema. Se investigará cómo realizar el análisis de variables aleatorias de diferentes eventos.

Se va utilizar un micro ordenador que satisfaga las necesidades del sistema con la capacidad de utilizar una cámara para sensar los datos de posición. El micro ordenador va soportar una tarjeta de red que se encargará de comunicar los datos a internet. Cabe indicar que se va desarrollar el sistema en base a los requisitos de los equipos de la investigación.

El sistema electrónico va censar la posición en una silla de una persona desde la cadera hasta la cabeza para generar una gráfica visualizada en una página web en tiempos aleatorios.

Se van a desarrollar múltiples pruebas para ubicar los sensores en el lugar para la fiabilidad de los datos, donde se pondrá a prueba el sistema, estableciendo escenarios garantizados de atención y así definir posturas con mayor tendencia, de igual manera para desatención.

El trabajo no va identificar si un grupo de estudiantes están atendiendo, sólo se limita al estudio a una sola persona en una silla. No va dar soluciones para mejorar la atención en clase ni mejorar los índices de rendimiento académico.

Justificación

Los dispositivos electrónicos generan datos que son procesados y utilizados para diferentes aplicaciones en biomedicina, educación, y campos de la salud. Estos dispositivos tienden a intercomunicarse y compartir la información al Internet, se conoce como el Internet de las cosas.

El desarrollo de tecnología de vanguardia cumple con los objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir de Impulsar la transformación de la matriz productiva para reducir la brecha tecnológica y promover investigación científica, además de posibles mejoras para el

crecimiento del país. Por esta razón es de vital importancia desarrollar tecnologías que permitan mejorar los procesos de educación. (Buenvivir, 2013)

El micro-ordenador o microcontrolador electrónico tienen la capacidad de sensor las variables de movimiento de una persona, aprovechando las facilidades de comunicación de las Redes de Sensores Inalámbricos WSN. Este posee una tarjeta de red que permite tener conexión directa a internet para comunicar los datos en tiempo real para su análisis.

El proyecto brindará un estudio estadístico de la posición de una persona, de tal manera que la evaluación de estos datos y evaluación de pruebas académicas, permitirá determinar el rendimiento en las diferentes posturas, y de esta manera tomar medidas como cambiar de técnicas de enseñanza, motivar a los estudiantes, establecer mejores horarios para poder optar por un mejor desempeño de aprendizaje del estudiante.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo contiene definiciones e información del estado del arte en base a bibliografía de publicaciones de revistas como IEEE, SCOPUS entre otras. Los temas a tratarse siguen una línea de investigación de cuatro etapas primero software y hardware que servirá para conocer el funcionamiento de los sensores, software y hardware libre y plataformas en la nube. Segundo Ergonomía y Posturas, definiciones sobre las posturas y métodos de sensado de postura en una silla. Tercero el Internet de las Cosas su evolución, arquitectura y protocolos. Cuarto contiene información de Redes de Sensores Inalámbricos en base a tecnologías, topologías y estándares. Y en la parte final un análisis de la Atención y concentración

2.1 Hardware y Software

Todo sistema electrónico contiene software y hardware, y conocer el funcionamiento de cada uno de estos es indispensable para una mejor elección. A continuación, se explica la importancia de elegir software y hardware libre, funcionamiento de los sensores electrónicos así como las especificaciones de plataformas del Internet de las Cosas.

2.1.1 Sensores Electrónicos.

Los sensores son dispositivos sofisticados que se utilizan con frecuencia para detectar y responder a las señales eléctricas u ópticas. Un sensor convierte el parámetro físico (por ejemplo: temperatura, presión arterial, humedad, velocidad, etc.) a una señal que puede ser

medida eléctricamente (engineersgarage, 2011). Un sensor es un dispositivo que mide una característica particular de un objeto o sistema. Los ingenieros utilizan sensores en aplicaciones de prueba y vigilancia, pero los propietarios interactúan con los sensores de todos los días (electricalsensor). A continuación se especifica los factores a tomarse en cuenta para elegir un sensor.



Elección de un sensor	
Factores a considerar:	
<u>Magnitud a medir:</u>	<u>Características de salidas:</u>
•Margen de medida	•Sensibilidad
•Resolución	•Tipo: tensión, corriente, frecuencia
•Exactitud deseada	•Forma de señal: unipolar, flotante, diferencial
•Estabilidad	•Impedancia
•Tiempo de respuesta	•Destino: presentación analógica
•Ancho de banda	Conversión digital
•Magnitudes interferentes	Telemedida ¿tipo?

Figura 1: Tabla de Factores al momento de elegir un sensor.

Fuente: <http://slideplayer.es/slide/3792587/>

✓ Sensores Analógicos

Sensores analógicos producen una señal de salida continua que es generalmente proporcional a la cantidad que se mide. Las cantidades físicas tales como la temperatura, la velocidad, la presión, el desplazamiento, la tensión etc, son todas las cantidades analógicas, ya que tienden a ser de naturaleza continua. Por ejemplo, la temperatura del líquido que se

puede medir usando un termómetro o termopar que responde continuamente a cambios de temperatura ya que el líquido se calienta o enfría.

✓ Sensores Digitales

Como su nombre lo indica, Sensores digitales producen una señal de salida digitales discretos o tensiones que son una representación digital de la cantidad que se mide. Los sensores digitales producen una binaria de la señal de salida en forma de una lógica "1" o un "0" lógico, ("ON" o "OFF"). Esto significa entonces que una señal digital sólo produce valores discretos (no continuas) que puede ser emitida como una sola "bit", (la transmisión en serie) o mediante la combinación de los bits para producir una única salida "byte" (transmisión en paralelo).

2.1.2 Open Source Hardware.

Es un tipo de hardware sin restricciones y disponible para todos, a menudo están acompañados por un software de código abierto. Esto puede traer fiabilidad, facilidad de depuración, y el desarrollo modular para la creación rápida de prototipos utilizando librerías. Se muestra que el hardware de código abierto puede ayudar a aumentar el rápido desarrollo, reducir los costes y fomentar el desarrollo futuro. El IEEE Spectrum define que Arduino se ha convertido en el movimiento de hardware de código abierto más influyente de su tiempo. (Russell, Steele, & Goubran, 2012)

2.1.3 Open Source Software.

Los eruditos han estudiado durante mucho tiempo por qué los desarrolladores voluntarios software de código abierto (OSS) contribuyen con sus talentos sin ningún tipo de recompensa económica y sólo la motivación del desarrollador. OSS ha sido reconocido como un ejemplo popular de innovación abierta.

Los modelos utilizados en el desarrollo de software abierto son innovados de varias maneras, hasta el punto de que son producidos por las contribuciones. Sin embargo, se centran por lo general en los mismos proyectos grandes como: Linux, GNOME, Apache, Mozilla o Eclipse. (Joo, Kang, & Lee, 2012)

2.1.4 Plataformas en la Nube del Internet de las Cosas.

El Internet de las Cosas es el campo más interesante en tecnologías durante la próxima década. Es un mercado en expansión, donde cada vez son más las empresas que valoran la conectividad entre dispositivos y con la Red, por lo cual existen plataformas de código abierto y pagado que ofrecen diferentes recursos al usuario. En la siguiente parte se especifican algunas de las plataformas en la nube.

- Temboo

Es una tecnología para dispositivos conectados y el Internet de las cosas. Genera código listo para la producción de robustas aplicaciones de IoT en cuestión de minutos, tiene

lógica de aplicación para la transmisión de datos de los sensores, y mucho más. Ejecuta aplicaciones y reúne a las API, lenguajes de programación, plataformas de hardware, servicios de almacenamiento de datos y opciones de conectividad. (programmableweb).

Es un middleware basado en la nube para conectar con cientos de servicios expuestos por los proveedores de almacenamiento, las redes sociales y proveedores de contenido. Temboo genera fragmentos de código para consumir las API del servicio en lenguajes populares, tales como PHP, Python, Java, JavaScript, C #, y Ruby. Temboo se asoció con Arduino para incluir sus bibliotecas y SDK en Arduino Yun. Temboo tiene el potencial para convertirse en el middleware por defecto para las API de nube. (MSV, 2015)

- Xively

Anteriormente conocido como COSM y Pachube, se posiciona como un PaaS construido para la IO. La plataforma permite publicar los datos de distintos sensores (humedad, temperatura, gases, luminosidad, radiación, etc.) mediante gráficas en tiempo real y widgets. (geekytheory.com, 2013). La plataforma soporta REST, WebSockets y protocolos MQTT para conectar dispositivos a servicios en la nube. Hay SDK nativo para Android, Arduino, ARM mbed, lenguajes Java, PHP, Ruby y Python. Los desarrolladores pueden utilizar el flujo de trabajo de creación de prototipos, el despliegue y la gestión a través de las herramientas proporcionadas por Xively. (MSV, 2015)

- Relayr

Es una compañía de IoT en favor de la transformación digital de Industrias. Permite el desarrollo rápido y rentable de las nuevas soluciones, equipos y servicios para la Internet de las Cosas. La plataforma en la nube de Relayr le permite construir conectores entre cualquier servicio, cualquier sensor, cualquier software, hardware - Todos a Todos. A través de sus adaptadores de soporte de múltiples protocolos, enrutamiento y la API. (Bosch)

- ThingSpeak

Es una tecnología de desarrollo para el Internet de las Cosas y se presenta a los clientes mediante una plataforma de código abierto (Open Source), que permite conectar cualquier dispositivo a la red, es compatible con Raspberry Pi 3, Arduino, PC Duino y los Proxis, Firewall. Cuenta con una API (Interfaz de Programación de Aplicaciones) para almacenar y recuperar datos de los objetos usando HTTP sobre Internet o vía una Red de Área Local, ThingSpeak, cuenta con plugins, para visualizaciones de datos de cada sensor en un canal diferente. (Loureiro, 2015)

2.2 Ergonomía en una postura

El significado literal de ergonomía es el estudio de la adaptación de una persona al lugar de trabajo, el término trabajo significa una actividad humana con un propósito; va más allá del concepto más limitado del trabajo como una actividad para obtener un beneficio económico. Así, abarca los deportes y otras actividades del tiempo libre, las labores

domésticas, como el cuidado de los niños o las labores del hogar, la educación y la formación, los servicios sociales y de salud.

La ergonomía examina no sólo la situación pasiva del ambiente, sino también las ventajas para el operador humano y las aportaciones que éste/ésta pueda hacer si la situación de trabajo está concebida para permitir y fomentar el mejor uso de sus habilidades. (Laurig & Vedder, 2012)

2.2.1 Objetivos de la Ergonomía.

El objetivo de la ergonomía es garantizar satisfacción y un ambiente de trabajo óptimo en armonía con las actividades que se realizan. Al garantizar este estado se puede garantizar ventajas en productividad, eficiencia, calidad, seguridad y salud cumpliendo con satisfacción y desarrollo personal por parte del usuario. (Laurig & Vedder, 2012)

El programa IMF Business School (School, 2011) menciona que los ergónomos son científicos especializados en el estudio de la interacción de las personas con los objetos con que entran en contacto y no sólo con los que tienen relación con el mundo laboral. Entre sus principales objetivos se puede mencionar:

- Optimizar la interrelación de las personas disponibles y la tecnología utilizada.
- Seleccionar la metodología más adecuada al personal disponible.
- Elevar los índices de productividad, en lo cuantitativo y en lo cualitativo.

- Diseñar la situación laboral de manera que el trabajo resulte cómodo, fácil y acorde con las condiciones de seguridad y salud.

2.2.2 Posibles Causas en una Postura Incorrecta.

Una inadecuada postura debida a los diferentes factores en el ambiente puede provocar posibles afecciones que influyen en el desempeño de actividades en el área de trabajo como las que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 1: Tabla de las causas y Complicaciones de una Mala Postura

CAUSAS	COMPLICACIONES
Giro constate de la cabeza por posición incorrecta del monitor, pantalla o pizarra mirar posible giro del tronco.	-Dolor de cuello -Contractura muscular
Inclinación y giro de cabeza, posible giro e inclinación lateral del tronco por documentos como cuadernos, hojas o mesa demasiado alta.	-Dolores musculares parte superior del cuerpo
Extensión del brazo, posible inclinación del tronco, flexión de la muñeca por objetos muy cercanos como cuadernos, teclado o mouse manipulados constantemente	-Dolores de muñeca y brazos -Aparición de enfermedades como túnel carpiano
Movimientos abruptos de las extremidades superiores Piernas encogidas (compresión de la cara posterior del muslo), mal apoyo de los pies en el suelo, espalda encorvada, dificultad de movimientos para las piernas por mesa demasiado pequeña o poco espacio debajo de ella	-Distención muscular de extremidades superiores e inferiores -Dolores de espalda -Dolores musculares
Posible mal apoyo de la espalda, estatismo en los músculos	-Contractura muscular de extremidades inferiores

para vertebrales, estatismo en los músculos de las -Dolores intensos de espalda
extremidades inferiores causada por silla pequeña y poco -Dolor interno de extremidades inferiores
confortable

Fuente: (Cooperativas Medicas de Galicia, 2010, pág. 21)

2.2.3 Posición Sedente Adecuada.

Se debe usar una mesa que esté al nivel de los codos, posición del tronco derecho, espalda apoyada al espaldar del asiento y de preferencia mesa inclinada para no inclinar el cuello.

Si se va permanecer mayor tiempo utilizar un banco para descansar los pies. El confort de una silla es una especie de sensación subjetiva que incluye mejorías en la fisiología y la psicología para la persona. Se ve afectada por el material, la estructura, dimensión física, el aspecto, etc. (B, Yun, Zhao, & Zhou, 2012)

Un estudio de Ergonomía de la Universidad de Jaén (Jaén) , menciona que una buena postura requiere:

- Cabeza levantada y mentón paralelo al suelo.
- Columna erguida apoyada en el respaldo
- Pies apoyados en el suelo con tobillos en ángulo recto.
- Rodillas en ángulo recto más elevadas que la pelvis.
- Brazos apoyados en el asiento o en la mesa.

La postura se identifica en la figura 2 a continuación.



Figura 2 : Imagen que describe una correcta postura de Trabajo

Fuente: (Jaén)

2.2.4 Métodos para sensar la Postura Sedente.

En la siguiente Revisión Bibliográfica se indica algunos de los métodos empleados en diferentes investigaciones para determinar la postura de una persona en una silla.

- Mediante cámaras.

El Kinect es una múltiple cámara que permite determinar los movimientos del cuerpo. Tiene algunos componentes como: sensor de profundidad, cámara RGB, array de micrófonos y sensor de infrarrojos (emisor y receptor), todos estos atributos permiten reconocer el esqueleto humano y posicionarlo en el plano. Los desarrolladores de software

pueden hacer uso de él para programar toda una serie de aplicativos cuyo activo principal es la interacción con los elementos “virtuales” en aplicaciones de visión artificial.

- Sensores inerciales integrados en la ropa.

Son sensores basados en la inercia para medir la postura del cuerpo, se implementan varios de estos y cada uno estima con precisión la orientación de un segmento del cuerpo, este sensor incluye variables de aceleración y velocidad angular (giroscopio). (Field, Stirling, Ros, & Pan, 2013)

- Vibrotactile haptic feedback

Mejora el desempeño de una tarea sensorial-motriz, la aplicación determinada orientación de postura. El sistema vibrotactile haptic feedback trabaja en tiempo real y permite detectar y guía a una persona a tomar una postura óptima, y solucionar problemas de salud tales como dolor de espalda baja. El diseño del instrumento ergonómico de la silla de oficina usa 7 resistencias sensibles a la fuerza FSR, para la detección de la postura y 6 actuadores vibrotactile para la retroalimentación háptica como se indica en la figura a continuación. (Zheng & Morrell, A Vibrotactile Feedback Approach to Posture Guidance, 2010)

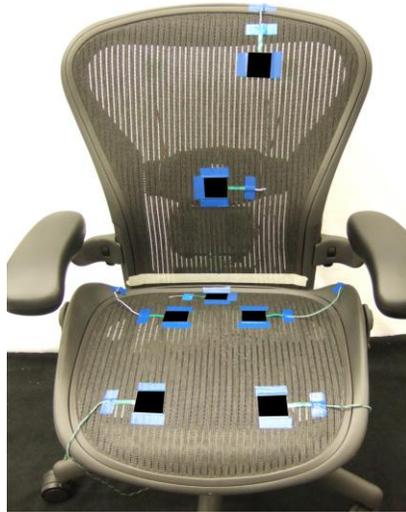


Figura 3 : Detección de postura y sistema de retroalimentación que muestra localización de los 7 FSR

Fuente: (Zheng & Morrell, 2010, pg 3)

- Health Monitoring System

La configuración del sistema se compone de tres partes principales: parte de circuito analógico, parte microcontrolador y parte monitoreo teléfono inteligente. La silla tiene 3 células de carga para medir los datos de corrección de la postura. Los datos medidos se envían a través de la transmisión Smartphone Bluetooth. El sistema consiste en un sistema que censa la carga para medir el cambio de peso del sujeto. Tiene tres Células de carga que están separadas 120 grados para detectar la inclinación de la caja del usuario como se indica en las figuras a continuación. (Ju Kim , Hong Noh , & Un Jeong, 2013)

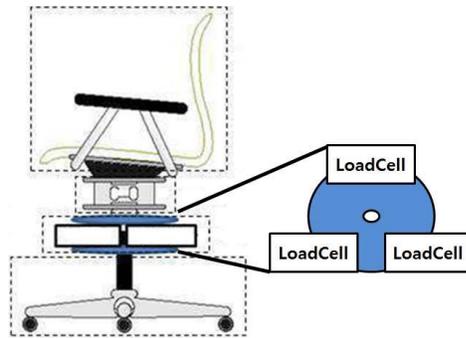


Figura 4 : Localización de las 3 células de carga en la silla.

Fuente; (Ju Kim , Hong Noh , & Un Jeong, 2013, pg 6)

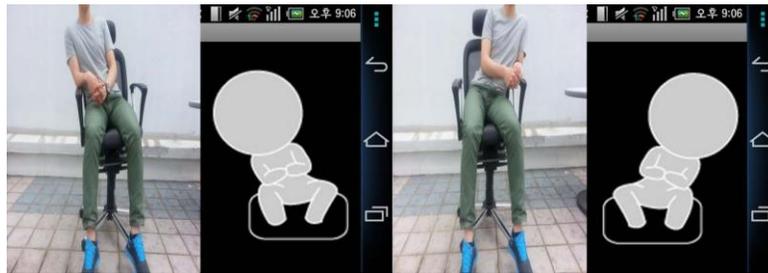


Figura 5: Visualización en diferentes posturas.

Fuente: (Ju Kim , Hong Noh , & Un Jeong, 2013, pg 6)

- Sensado por medio de Acelerómetro.

Es un sistema que utiliza un acelerómetro como sensor para medir el ángulo en un punto determinado de la columna vertebral como se observa en la figura número 6. Si bien estos sensores deben ser relativamente precisos, también requieren la administración de energía inteligente para ser portátil. (coretechrobotics, 2014)

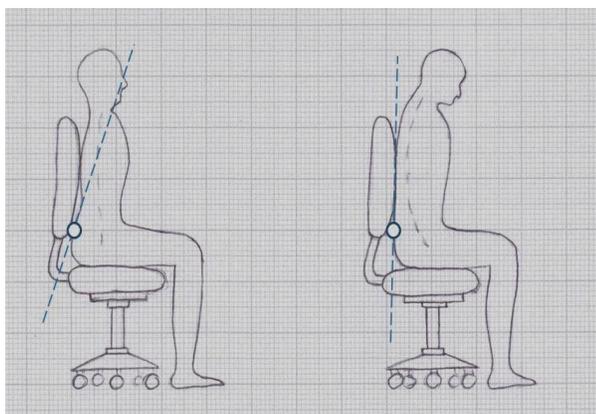


Figura 6: Sistema de sensado por parte medio de acelerómetro.

Fuente: (coretechrobotics, 2014)

- Sensor de distancia en la cabecera.

Es un método para determinar la mala postura de la cabeza mediante un sensor de distancia ubicado en la parte detrás de la silla observe en la figura número 7. Determina la distancia de la cabeza al espaldar, pero no determina las inclinaciones a derecha o izquierda del espaldar. (coretechrobotics, 2014)



Figura 7: Sistema de sensado por medio de un sensor de distancia.

Fuente: (coretechrobotics, 2014)

2.3 Internet de las Cosas

IoT es la comunicación de personas, dispositivos mediante un enlace a la red Internet, mientras que Cisco define el término Internet de Todo como una versión actualizada del IoT y se refiere a personas, datos y cosas administrados por un componente identificado como un proceso. (Selinger, Sepulveda, & Jim, 2013)

Según Cisco 50 mil millones de cosas estarán conectadas a Internet en 2020, si bien las proyecciones pueden variar es inevitable que los objetos se conecten al mundo del IoT (Khalil, Riduan Abid, & Benhaddou, 2014). Internet de las Cosas o también denominado Internet de los Objetos, es un término referido a dispositivos eléctricos y electrónicos conectados a Internet. El alcance es más allá de la comunicación machine to machine

(M2M) por ser robusto en protocolos, aplicaciones y dominios de red. Además, el avance de tecnologías de comunicación como: ZigBee, RFID, Redes de sensores, etc. permiten una fácil penetración en Internet. (Miraz, Maaruf, & Excell, 2015)

Internet de las Cosas (IoT) se utiliza en una gama de aplicaciones como: Sistemas Electrónicos de Vehículos, Gestión del Medio Ambiente, Gestión del Hogar, Control de Servicios Públicos como se menciona en la figura número 8. Permitiendo interconectar diferentes redes para la gestión y seguridad de actividades y procesos. (Miraz, Maaruf, & Excell, 2015)

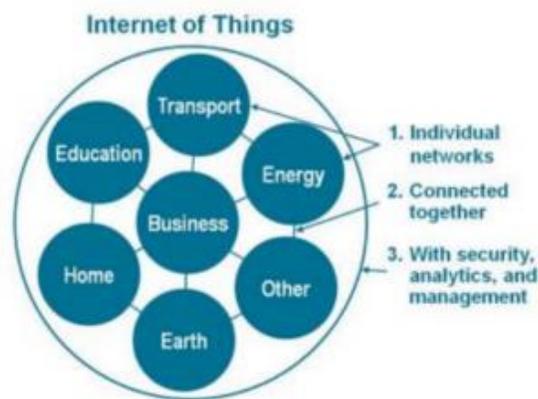


Figura 8: Internet de las Cosas como una Red de Redes.

Fuente: (Miraz, Maaruf, & Excell, 2015, pg 4)

2.3.1 Internet de Todo IoE.

El Internet de Todo es la evolución de seres inteligentes (Gente), Procesos, Datos y Cosas como se observa en la figura número 9, para convertir la información en nuevas experiencias y oportunidades económicas para instituciones, empresas e individuos. Un

factor determinante que se quiere lograr mediante el IoE es la entrega de información correcta a la persona o máquina de manera eficiente y eficaz. (Selinger, Sepulveda, & Jim, 2013)

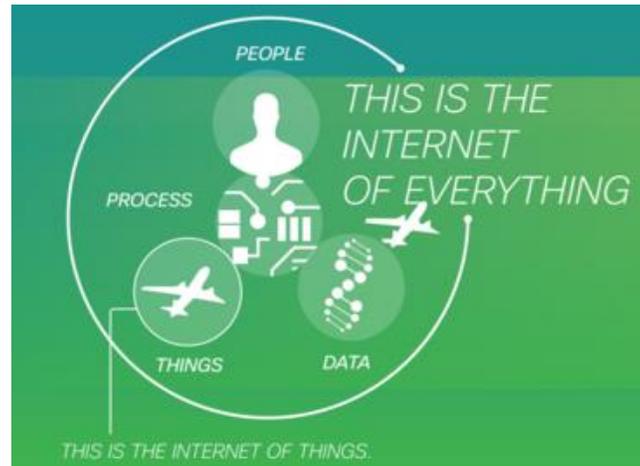


Figura 9: Internet de Todo

Fuente: (Selinger, Sepulveda, & Jim, 2013, pg 4)

2.3.2 Arquitectura del Internet de las Cosas.

El IoT debe tener la capacidad de interconectar millones o billones de diversos objetos a través de Internet, por lo tanto la arquitectura debe poseer capas flexibles. Existen muchas propuestas de arquitectura de IoT, como la que define (Islam , Kwak, Kabir, & Hossain, 2015), arquitectura IoThNet orientada directamente en el cuidado de la salud, que facilita transmisión y recepción de datos médicos. De igual manera se han estructurado modelos como el que presenta (Suo , Wan, Zou, & Liu, 2012)planteado para hacer frente a los problemas de seguridad. Pero hasta el momento no se converge en una sola, sólo se plantean modelos como el IoT-A y el IoT de la UIT-T.

- IoT-A

Es una arquitectura que surgió en Europa que plantea un modelo de capas básicas y componentes para un entorno de IoT genérico. Es un modelo de gran importancia que podría servir de base para su estandarización. IoT-A se planteó como una solución para dirigir el proceso de gestión en un campus de Academia con características como: inteligencia, detección y conectividad para monitoreo de procesos académicos. IoT-A es un modelo de referencia de 9 capas (Capa dispositivos, Capa comunicación, Capa gestión, Capa de seguridad, Capa de IoT de servicios, Capa Virtual Entidad, Capa de Gestión de Procesos de IoT, Capa Organización de Servicios, Capa de Aplicación). Además de otra capa con los requisitos del entorno académico denominada Service-Level Agreement (SLA). (Elyamany & AlKhairi1, 2015)

- Modelo de Referencia de la IoT de la UIT-T.

(RAMACHANDRAN, 2014) Establece que este modelo tiene funciones de superposición críticos, seguridad y gestión que abarca múltiples capas. (Sensor de Infraestructura, Comunicación de Backbone, Servicios de capa M2M, Plataforma de Aplicación) observe la arquitectura en la figura número 10.

- Sensor de Infraestructura

Esta capa está formada de sensores, actuadores y objetos inteligentes que ayuden a bordo el mundo físico en internet-de-cosas.

- Comunicación de Backbone

Comprende pasarelas de M2M, el borde de servicios múltiples y de red troncal IP / MPLS nodos principales, que forman la infraestructura de red y se conectan las cosas a nivel mundial.

- Servicios de capa M2M

Es una capa de software entre las capas de transporte y de protocolo de aplicación, proporcionará el transporte de datos, seguridad, detección de dispositivos y gestión de dispositivos a través de una multitud de dominios verticales, independientes de las tecnologías de la comunicación en las capas inferiores.

- La plataforma de aplicaciones de la IoT,

Impulsado por las tecnologías de transformación, tales como Cloud y Big Data Analytics, será el anfitrión de aplicaciones de IO para los usuarios globales. El resultado de tal arquitectura en capas es una red accesible a nivel mundial de las cosas, los proveedores y los consumidores, que pueden crear empresas, aportar contenidos, generar y compra de nuevos servicios.

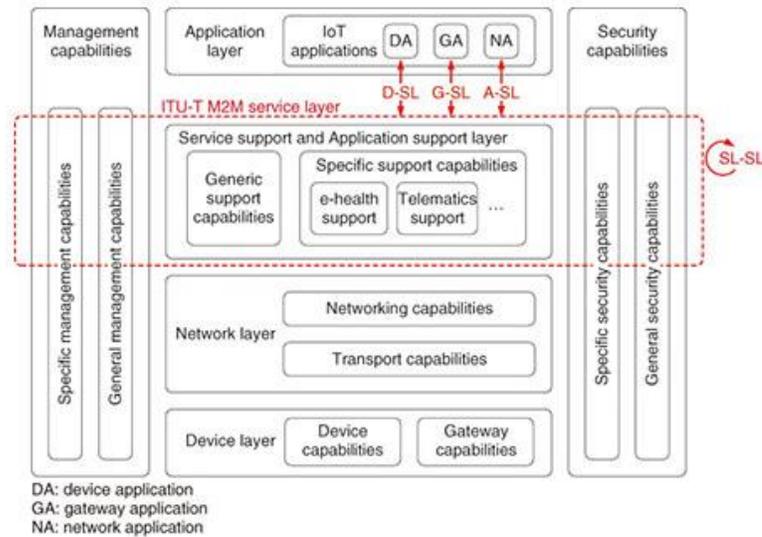


Figura 10: Modelo de Referencia de la IoT de la UIT-T

Fuente: (RAMACHANDRAN, 2014)

2.3.3 Protocolos IoT.

El internet de las cosas es una tecnología nueva que emerge cada día más, por lo cual se desarrollan nuevos protocolos y estándares encargados de satisfacer requerimientos como: gran cantidad de sensores, seguridad e inmensa cantidad de datos, algunos de los protocolos de mayor uso en la actualidad se describen a continuación.

- COAP (Constrained Application Protocol)

Es un protocolo de transferencia de documentos. A diferencia de HTTP, Coap está diseñado para las necesidades de los dispositivos comprimidos. Los paquetes son mucho menores que los flujos de HTTP TCP. (Jaffey, 2014). COAP surgió del Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF), como una alternativa estandarizada para los protocolos

propietarios, diseñado específicamente para nodos y redes restringidas. Coap es una versión simplificada y optimizada de HTTP, que permite un fácil mapeo entre los dos protocolos como se indica en la figura número 11 (Ilaghi, Leva, & Komu, 2014)

- Características, (Jaffey, 2014) define las siguientes características
 - ✓ Los paquetes son fáciles de generar y se pueden analizar en su lugar sin consumir memoria RAM adicional en dispositivos comprimidos.
 - ✓ Coap se ejecuta a través de UDP, no TCP. Los clientes y servidores se comunican a través de datagramas sin conexión.
 - ✓ Coap permite UDP broadcast y multicast que se utilizan para el direccionamiento.
 - ✓ Coap sigue un modelo cliente / servidor. Los clientes hacen peticiones a los servidores, los servidores envían respuestas. Los clientes pueden GET, PUT, POST y elimina recursos.
 - ✓ Coap está diseñado para interoperar con HTTP y la Web REST en general a través de proxys simples.
 - ✓ Debido coap se basa datagrama, puede ser utilizado en la parte superior de SMS y otros protocolos de comunicaciones basadas en paquetes.



Figura 11 : Stack de Protocolos HTTP y COAP

Fuente: (Chen, 2014, pg 4)

- MQTT (Message Queue Telemetry Transport)

Protocolo diseñado específicamente para comunicación máquina-a-máquina y las aplicaciones móviles. Está optimizado para las comunicaciones a través de redes, donde el ancho de banda es un bien escaso o cuando la conexión de red podría ser intermitente. Sin embargo MQTT requiere una red subyacente, como TCP / IP, que proporciona una capacidad de conexión sin pérdidas ordenada. (Stanford & Linh, 2013).MQTT, como su nombre lo indica, es adecuado para el transporte de datos de telemetría.MQTT es muy ligero y por lo tanto adecuado para M2M (de móvil a móvil), WSN (Wireless Sensor Networks) y, finalmente, el IO (Internet of Things) escenarios que los nodos sensores se comunican con aplicaciones a través de mensajes MQTT. (B & S, 2014)

- ARQUITECTURA

MQTT tiene un modelo de cliente / servidor, en el que cada sensor es un cliente y se conecta a un servidor, conocido como un corredor, a través de TCP.

MQTT está orientado a mensajes. Cada mensaje se publica a una dirección, conocido como un tema. Los clientes pueden suscribirse a varios temas. Cada cliente suscrito a un tema recibe todos los mensajes publicados en el tema. Por ejemplo, imaginemos una red simple con tres clientes y un corredor central.

Los tres clientes abren las conexiones TCP con el corredor. Los clientes B y C se suscriben a la temperatura tema, observe en la figura a continuación.

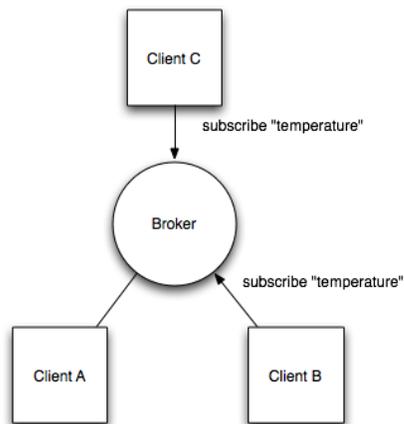


Figura 12: Suscripción de Cliente C y Cliente B al tema Temperatura.

Fuente: (Jaffey, 2014)

En un momento posterior, el cliente A publica un valor de 22,5 para la temperatura del tema. El corredor reenvía el mensaje a todos los clientes suscritos observe en la figura a continuación.

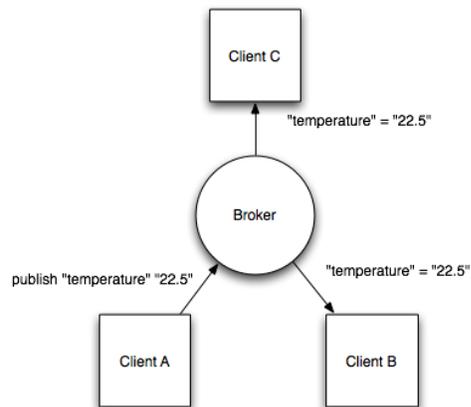


Figura 13: Envío de publicación de Cliente A a Clientes B y C

Fuente: (Jaffey, 2014)

El modelo editorial permite a los clientes MQTT comunicarse uno-a-uno, uno-a-muchos y muchos-a-uno. (Jaffey, 2014)

- **Mqtt-SN** (Message Queue Telemetry Transport-Sensor Network).

Es un protocolo para redes de sensores inalámbricos, tienen en general un aumento de las tasas de falla debido a su susceptibilidad a las perturbaciones de interferencia y atenuación.

Tiene una velocidad de transmisión inferior. Por ejemplo, redes inalámbricas de sensores basados en el estándar IEEE 802.15.4 proporcionan un ancho de banda máximo de 250 kbit / s en la banda de 2,4 GHz.

Para ser resistente contra los errores de transmisión, sus paquetes tienen una longitud muy corta. En el caso de IEEE 802.15.4, la longitud del paquete en la capa física está limitada a 128 bytes. La mitad de estos 128 bytes podría ser quitada por la información general necesaria mediante el apoyo a funciones tales como la capa MAC, redes, seguridad, etc. (Stanford & Linh, 2013)

- AMQP (Advanced Message Queuing Protocol).

Es un protocolo de capa de aplicación abierto para IoT, centrándose en entornos orientados a mensajes que requiere un protocolo de transporte fiable como TCP para el intercambio de mensajes. (Al-Fuqaha, Guizani, & Mohammadi, 2015) El objetivo es crear un estándar abierto para un protocolo de mensajería asíncrona interoperable a escala empresarial. Este protocolo de mensajería es relativamente simple pero potente, de este modo se dispone de una gran mensajería. (Vinoski, 2006). Crea la interoperabilidad entre los clientes y corredores (es decir, la mensajería middleware). Su meta de la creación es permitir una amplia gama de diferentes aplicaciones y sistemas para ser capaces de trabajar juntos, independientemente de sus diseños internos. (Tezer, 2013).

2.3.4 Internet de Todo en la Educación.

Los programas de educación superior deben garantizar que los próximos profesionales puedan diseñar y construir Sistemas Tecnológicos con nuevas formas y métodos de educación para optimizar el desempeño del docente y del alumno aumentando las oportunidades de aprendizaje y éxito en los estudiantes.

Se definen 4 pilares del IoE en Educación:

- Gente.

La mayoría de las personas se conectan a Internet a través de múltiples dispositivos sociales. El sector de la educación tiene que entender cómo las personas se conectan a Internet para aumentar su aprendizaje. A medida que cada individuo se convierte en un "nodo" en la red, se puede compartir ideas, discutir investigación, avances en su área de estudio.

- Proceso.

Es la forma de trabajar datos y cosas para ofrecer un valor, las conexiones se vuelven relevantes y se añade valor debido a que la información correcta se entrega a la persona adecuada en el momento adecuado, garantizando que los jóvenes tengan acceso a las oportunidades de aprendizaje que satisfagan las necesidades educativas de manera eficiente.

- Datos.

El Internet evoluciona y debe proveer un modo de información más útil, los objetos deben enviar información del más alto nivel para su posterior evaluación y toma de decisiones más rápida.

- Cosas.

Las cosas son objetos físicos que se pueden conectar tanto a Internet y la gente a través de sensores, proporcionando información para ayudar a las personas y máquinas a tomar decisiones relevantes y valiosas. (Selinger, Sepulveda, & Jim, 2013)

2.3.5 Tecnologías de uso en el Internet de las Cosas.

Para hacer frente a las necesidades del Internet de las Cosas existen tecnologías que trabajan a la par, algunas de ellas se conceptualizan a continuación.

- Machine to machine M2M.

La idea de las comunicaciones M2M es permitir a los componentes M2M estar interconectados, en red, y controlable de forma remota, con bajo costo, escalable y tecnologías fiables. Las comunicaciones M2M pueden utilizarse en muchas aplicaciones (por ejemplo, la seguridad pública, gestión de la energía y el transporte) con los objetivos de mejorar la eficiencia y reducir los costos. (Niyato, Xiao, & Wang, 2011)

En Comunicaciones Máquina a Máquina los dispositivos se comunican de manera inteligente sin la intervención humana, intercambiando información y tomando decisiones

de forma automática. Una Red M2M se conforma de diferentes entidades y objetos inteligentes que aprovechan los datos para optimizar la capacidad del sistema. El objetivo de un sistema M2M es asegurar que sea fiable y escalable y proveer de protocolos que hagan frente a características como: ciclos largos de sueño, nodos de poder de energía, procesamiento, topologías variables en el tiempo, etc. (Kim, & Lee, 2013)

- Plataformas M2M.

Plataformas existentes para servicios M2M se pueden dividir en tres categorías: 1) plataformas M2M comerciales que actualmente prestan servicios; 2) plataformas de hardware para dispositivos M2M; y 3) la investigación sobre plataformas M2M que se ocupa de la arquitectura y las funciones de este tipo de plataformas.

- Las plataformas M2M comerciales:

Las plataformas existentes utilizan la arquitectura REST o Simple Object Access Protocol (SOAP) para las interfaces, protocolo de aplicación restringida (COAP), o protocolos HTTPS Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP).

- Las plataformas de hardware M2M.

Hay dos tipos de plataformas de hardware que se pueden conectar a las plataformas de servicios comerciales. Uno está fuera de la plataforma de productos comerciales que están relacionados con ciertas plataformas, por ejemplo, productos de consumo Cosm, IoBridge,

Nano Router, MicroStrain Sensores, y Digi routers. El segundo tipo es una plataforma de desarrollo que los usuarios puedan desarrollarse a sí mismos, tales como Arduino, Mbed, o Nanode.

2.4 Redes de Sensores Inalámbricos WSN

Wireless Sensor Network, son utilizadas en aplicaciones del medio ambiente que facilitan el control de los sensores desde lugares distantes de forma fiable. WSN inicio con aplicaciones militares tales como: vigilancia del campo de batalla, pero hoy se extiende mucho más allá en funciones para detección de incendios, monitoreo de procesos, salud, etc. permitiendo detectar eventos de datos de sensores sin procesar en nodos dispersos. (Choi , Jeon, & Park, 2010)

WSN (Wireless Sensor Network), Redes de sensores inalámbricos son nodos pequeños implementados en densidades muy altas que en conjunto realizan una tarea en específico. WSN se diferencia a las redes clásicas en la limitación del ancho de banda, energía y complejidad computacional. (Ruiz, Lunadei, Barreiro, & Robla, 2009). Los nodos de sensores en WSN también pueden ser considerados como una colección de bajo costo, bajo consumo de energía, y los nodos de sensores inalámbricos multifuncionales. (Singh Bisht & Budhani , 2014). (Wireless Sensor Network) se puede describir como una red ad-hoc formado por una gran colección de dispositivos muy sencillos que combinan la detección, la computación y la capacidad de comunicación (Bokareva, Bulusu, & Jha, 2004)

2.4.1 Tecnologías WSN.

Existe varios estándares y tecnologías que permiten comunicar una WSN, las de mayor uso y aplicaciones son las siguientes:

- Bluetooth

Bluetooth IEEE 802.15.1 es una tecnología inalámbrica que fue creada para sustituir los cables en comunicación de dispositivos móviles, se limita a cortas distancias y se diseñó para optimizar la funcionalidad de las redes ad-hoc. Utiliza las bandas 868Mhz, 915Mhz, 2.4 GHz para comunicar a 1 Mb para un máximo de 7 dispositivos.

- ZigBee

Es un estándar que se construye en base a la norma IEEE 802.15.4. Se define las capas física y MAC para las redes de baja velocidad inalámbricas de área personal. La capa física es compatible con las bandas de frecuencia de 2.450 MHz, 915 MHz y 868 MHz y ofrece funciones como: selección de canal, estimación de la calidad del enlace, medición de energía y evaluación del canal libre.

ZigBee por medio de la estandarización de la capa red se encarga del encaminamiento en múltiples saltos, especificando diferentes topologías de red: estrella, árbol, peer to peer y malla. (Ruiz, Lunadei, Barreiro, & Robla, 2009)

- RFID

RFID es una comunicación inalámbrica que inicialmente fue desarrollado para identificación de dispositivos a corto alcance, por su pequeño tamaño se ha promovido como aplicación que sustituye la lectura de código de barras óptico.

El Sistema RFID está compuesto por tres componentes el transpondedor o etiqueta que contiene un microchip que almacena un número de información, el lector o transeptor que lee los datos del transpondedor y el equipo que contiene los datos y gestión de la información observe en la figura a continuación.

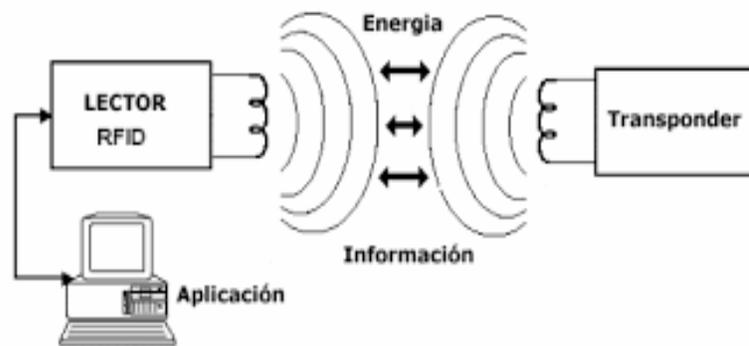


Figura 14: Componentes de RFID

Fuente (Ciudad & Samà)

Las etiquetas RFID pueden ser activas, pasivas y semi-pasivas. Pasiva y Semi-pasiva envían sus datos por la reflexión o modulación del campo electromagnético emitido por el lector, su rango de lectura es entre 10cm y 3m. La etiqueta activa contiene una batería que permite mayor intensidad y rango de comunicación de hasta 100m, pero tiene como desventaja un mayor tamaño y costo.

(Ruiz, Lunadei, Barreiro, & Robla, 2009)

- IEEE 802.11

IEEE 802.11 o mejor conocido como "Wi-fi" es un medio inalámbrico de comunicación que se usa para el envío y recepción de datos a internet por medio de un punto de acceso. Wi-fi es un equipamiento disponible en computadores, teléfonos, Tablet, PDAs, trabaja en la banda de frecuencia de 2,4 GHz - 60 GHz y alcanza velocidades que van desde 1 Mb/s hasta 6.75 Gb/s. (Suresh1, Daniel2, & Aswathy3, 2014). A continuación en la tabla 2 se explica una comparativa entre algunas tecnologías Inalámbricas.

Tabla 2: Comparación Tecnologías Inalámbricas

DESCRIPCIÓN	BLUETOOTH	WI-FI	ZIGBEE
ANCHO DE BANDA	1 Mbps	De 11MBPS 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
NÚMERO 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.

COSTO	Relativamente accesible	Relativamente caro	Relativamente barato
--------------	-------------------------	--------------------	----------------------

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

2.4.2 Topologías WSN.

Es de gran importancia la topología en WSN debido a que cada esquema tiene un consumo de energía diferente por factores como la tecnología a usarse, distancia de alcance de nodos finales, número de saltos hasta el centro de gestión etc. Se puede plantear diferentes modelos así:

- ✓ Topología en estrella que contiene sensores que están conectados a un centro de operación como se observa en la figura número 15.
- ✓ Topología en Rama se genera a partir de una topología en estrella ya que el nodo central de dicha topología va comunicar los datos a otro nodo centro de operación como se observa en la figura número 15.
- ✓ Topología Lineal sólo un nodo final se conecta a otro nodo que comunica los datos al centro de operación como se observa en la figura número 15.

(Thatte & Mitra, 2006)

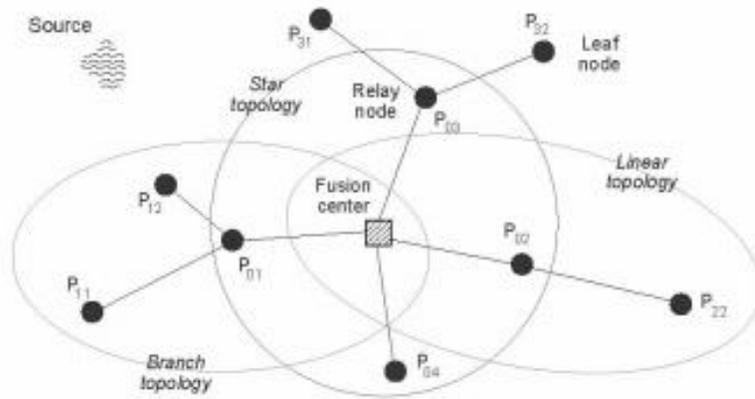


Figura 15: Diferentes Topologías en Conjunto

Fuente: (Thatte & Mitra, 2006)

2.4.3 Estándares y Protocolos WSN.

La revisión bibliográfica en artículos científicos permitió encontrar algunos estándares con los cuales se desarrolla optimización para el encaminamiento de los datos en WSN. Algunos de estos se explican aquí.

- 6LoWpan

6LoWPAN es un estándar que ha introducido la noción de redes de sensores inalámbricas basadas en la transmisión de paquetes IPV6 sobre las redes IEEE 802.15.4, la aparición de estas redes hace la necesidad de implementar mecanismos de seguridad. (Mzid, Boujelben, Youssef, & Abid, 2010). La Pila de protocolos 6LoWPAN incluye la capa estándar MAC IEEE 802.15.4 y capa física IEEE 802.15.4, la capa IP adopta el protocolo IPV6 de IETF como se indica en la figura número 16, por lo tanto permite la interconexión entre redes. (xiao , Li, Cui , & Xi , 2010)

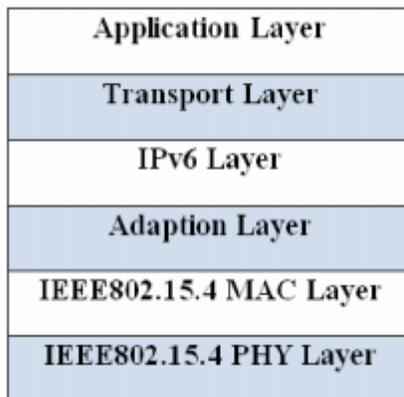


Figura 16: Stack de Protocolos del Modelo de referencia de 6loWPAN.

Fuete: (xiao , Li, Cui , & Xi , 2010)

- Leach (Low energy adaptive clustering hierarchy)

(LEACH) es un algoritmo para el encaminamiento de los datos en redes WSN, utiliza TDMA para evitar colisiones y mantener el consumo de energía equilibrada, su funcionamiento se da por los nodos finales que transmiten a un cabeza de grupo el cual recibe la información, procesa y comprime los datos que serán enviados a una estación base. Es un mecanismo aleatorio de selección de los cabezas de grupo que supone que cada nodo es lo suficientemente potente para llegar a la estación base y no toma en cuenta las restricciones de alcance de comunicación de los nodos sensores. (Elhabyan & Yagoub, 2013)

- Routing Protocol for Low Power Lossy Networks (RPL)

Es un protocolo de enrutamiento vector distancia para LLNS. Los dispositivos de red que ejecutan el protocolo están conectados de una manera tal que no hay ciclos presentes. (Klein, 2011). Propuesto por IETF para el enrutamiento IPv6, RPL está diseñado para redes con tasas de pérdida de paquetes altos, y de baja energía. (Tang , 2012). El objetivo de RPL es apuntar a redes que "comprenden hasta miles de nodos", donde la mayoría de los nodos tienen recursos muy limitados, la red está dirigida por un nodo central. Se incluyen tráficos multipunto a punto, punto a multipunto y punto a punto. (Clausen, Herberg, & Philipp, 2011)

2.5 Atención y Concentración

En esta sección se aborda definiciones y conceptos presentados de la siguiente manera: Definiciones de Atención, Concentración y Diferencias entre Atención y Concentración.

2.5.1 Atención.

(Valparaíso) Menciona que la atención es la capacidad espontánea o voluntaria de la conciencia en un objeto externo o interno, que la mente percibe porque motiva o interesa. Otros autores como (Herub) la definen como la capacidad para filtrar las distracciones y concentrarse en la información verdaderamente relevante. También podemos dar una definición más específica y amplia, por tanto, es la capacidad de aplicar voluntariamente el entendimiento a un objetivo, tenerlo en cuenta o en consideración.

2.5.1.1 Tipos de Atención.

(tiposde.org) Especifica dos tipos diferentes.

De acuerdo a los mecanismos utilizados por el individuo se habla de:

- Atención selectiva: esta atención es la habilidad que tiene un individuo para responder a los aspectos que requiere una determinada situación o actividad y lograr apartar a todas aquellas que no resulten indispensables para llevarlas a cabo.
- Atención sostenida: esta clase de atención se da cuando una persona necesita permanecer consciente sobre los requisitos para llevar a cabo una determinada actividad y poder desempeñarla durante un largo período de tiempo.
- Atención dividida: alude a aquella habilidad que tiene una persona de atender a por lo menos dos estímulos al mismo tiempo. También se le llama atención dividida aquella que, frente a una carga de estímulos, el individuo logra repartir sus recursos atencionales para así poder desempeñar una tarea compleja.

De acuerdo al nivel del control de voluntad que exista se habla de:

- Atención involuntaria: ésta está vinculada con el surgimiento de algún estímulo que resulte nuevo, significativo y fuerte que, tras la monotonía o repetición, desaparece. Esta atención se caracteriza por ser emocional y pasiva ya que la persona no se dirige hacia el objeto o situación intencionalmente ni tampoco ejerce ningún tipo de esfuerzo.
- Atención voluntaria: es la desarrollada a lo largo de la niñez, por medio del aprendizaje escolar y el lenguaje. La atención voluntaria se alcanza luego de que

el niño tiene la capacidad de señalar objetos así como también nombrarlos independientemente de sus padres. Esto indica entonces que la atención voluntaria es el resultado del desarrollo de la involuntaria y, una vez adquirida, el individuo pasa de una a otra constantemente.

2.5.1.2 Condiciones para Atención.

Hay dos variables, que son los determinantes externos y los internos.

- Determinantes Externos

En cuanto a los determinantes externos, podemos decir que son los procedentes del medio y los que hacen posible que el individuo mantenga esta atención ante determinados estímulos. Es decir, dependen del medio ambiente. Dentro de estos determinantes destacan:

- Potencia del estímulo. Un ejemplo de ello es la atención que sin duda se centra más en los colores fuertes que por lo contrario en los suaves.
- Cambio, en cuanto estamos centrados en un estímulo concreto, en el cual estamos poniendo toda nuestra atención y se produce un cambio brusco, desestabilizando nuestra situación anterior, nuestra mente atrapa de inmediato este nuevo estímulo.
- Repetición, muchas veces los estímulos que más captan la atención son los más débiles a pesar de su debilidad pero gracias a su repetición constante.
- Movimiento, cuando hay un movimiento por ligero que sea en nuestro estímulo, lo captamos y esto causa un mayor grado de atención.

- Organización estructural ya que todo estímulo debe estar organizado para poder recibir correctamente la información.

-Determinantes Internos

Los determinantes internos o propios de la persona, son los que dependen del individuo, son propios de él y condicionan aún más, no sólo la capacidad y desarrollo de la atención, sino también su rendimiento.

- Emoción. Los estímulos que provocan emociones de mayor intensidad, tienden a atraer la atención del sujeto que los percibe.
- Estado orgánico ó Estadiorgánico. Este factor se relaciona con las pulsiones que experimenta el individuo al momento de recibir la estimulación. (p.e. si una persona se encuentra sedienta, es seguro que le atraerán más intensamente los estímulos relacionados con la satisfacción de su necesidad.)
- Intereses. Esto se refiere a aquello que atrae la atención en función de los intereses que se tengan. (Por ejemplo, un aficionado al alpinismo se sentirá fuertemente atraído por una vista de montañas nevadas, mientras que un biólogo será atrapado por la imagen de una especie en peligro de extinción.)
- Sugestión social. Puede llegar a atraer la atención de otras personas por invitación, que es más que por simple imitación.
- Curso del pensamiento. Independientemente de las pulsiones o de los intereses del individuo, si el curso de su pensamiento se encuentra siguiendo ciertas ideas y un estímulo relacionado se le presenta en ese momento, este último captará su atención en forma inmediata.

2.5.1.3 Elementos que influyen en la Atención.

Según el autor (Valparaíso) algunos de los elementos que se presentan son:

- La motivación y el interés con que estudiemos.
- Las preocupaciones: problemas familiares, problemas con los compañeros, con los amigos, etc. Las preocupaciones causan mucha ansiedad y desconcentran nuestra mente a la hora de estudiar o atender.
- La fatiga: no se puede estudiar estando cansado o con sueño.
- Los factores ambientales de tu entorno: deficiente iluminación, temperatura inadecuada, postura excesivamente cómoda.
- La monotonía.
- La excesiva dificultad de la materia.
- La competencia con otros objetivos: ver el partido, ir al cine,

2.5.2 Concentración.

Es la atención en su grado máximo. Consiste en centrar tanto la atención en una tarea que el resto de las circunstancias del entorno quedan ignoradas e incluso anuladas. (Valparaíso). Es la capacidad de mantener la atención en una tarea por más tiempo sin distraerte. Mientras más sentidos se utilicen en la actividad mayor será la concentración. (UNPA). La concentración es una destreza aprendida, de reaccionar pasivamente o de no distraerse ante estímulos irrelevantes. La concentración también significa el estar totalmente aquí y en el ahora, en el presente (Schmid).

No es otra cosa que el arte de restar las dispersiones externas e internas que se producen cuando queremos mantener nuestra atención en una tarea manual o intelectual. (Cortese)

Algunas de las recomendaciones a considerarse para incrementar el nivel de concentración son las siguientes:

- Diseña actitudes para combatir a los distractores internos o externos que disminuyen tu grado de atención y te alejan del estudio.
- Planifica tus horas de estudio y descanso.
- Mantén el adecuado grado de tensión psicofísica.
- Procura que la habitación de estudio tenga las condiciones adecuadas, y aleja de tu vista todo cuanto pueda distraerte.
- Usa, si es posible, siempre la misma habitación y los mismos horarios de estudio.
- Recompensa tu concentración en el estudio otorgándote un premio durante los descansos.
- Al inicio de la sesión de estudio resulta más difícil concentrarse. La curva de la concentración durante los primeros minutos es baja; luego llega a su grado máximo, finalmente, decae a causa de la fatiga. Para lograr una adecuada concentración debes hacer un esfuerzo inicial superior, puedes recurrir a las técnicas de concentración.
- Respira lenta y profundamente y procura concentrarte en los diferentes tiempos de tu respiración; inhalar, mantenerse durante cuatro segundos, exhalar y mantener el aire durante ocho segundos.

- Después de diez respiraciones te sentirás más relajado y concentrado.

2.5.3 Diferencias y similitudes de la Atención y Concentración.

Atención y concentración no son procesos psicológicos diferentes, más bien sería etapas de un mismo proceso. En tanto la atención se puede definir como la capacidad de seleccionar la información recibida a través de los sentidos y que nos permite dirigir y controlar los procesos mentales, la concentración es la capacidad de mantener la atención focalizada sobre un objeto o sobre la tarea que se esté realizando. (www.profesorenlinea.cl)

CAPÍTULO III

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Este capítulo tiene como objetivo explicar la selección Hardware y Software necesarios para esta investigación basándose en el estándar IEEE 29148. Para esto se hace uso de una metodología de selección de sistema, el modelo en V.

3.1 Metodología

Es muy importante que se lleven a cabo una serie de pasos y procedimientos de investigación, los cuales permitirán abrir aún más las perspectivas que se tiene de dicho proyecto. La ejecución clara y objetiva de estos procedimientos de investigación son las que permitirán obtener un enfoque claro de lo que se desea obtener y como se desea lograr.

El modelo que se utiliza para el desarrollo de este proyecto es el “Modelo en V”, por motivo que cumple con un proceso metodológico adecuado para la investigación que se realiza y conlleva al cumplimiento de uno de los objetivos específicos planteados. Además para el análisis y requerimientos del sistema se trabaja con el estándar IEEE 29148 que proporciona un tratamiento unificado de procesos y permite determinar los requisitos de ingeniería de hardware y software.

3.2 Modelo en V

La página WEB de Software Verde (softwareverde, 2012) explica el funcionamiento del Modelo en V y las relaciones temporales entre las distintas fases del ciclo de desarrollo de

En los 4 niveles lógicos comenzando desde el 1, para cada fase del desarrollo, existe una fase correspondiente o paralela de verificación o validación. Esta estructura obedece que desde el principio para cada fase del desarrollo debe existir un resultado verificable.

En la misma estructura se advierte también que la proximidad entre una fase del desarrollo y su fase de verificación correspondiente va decreciendo a medida que aumenta el nivel dentro de la V, es decir de arriba hacia abajo en donde se localiza la punta. La longitud de esta separación intenta ser proporcional a la distancia en el tiempo entre una fase y su homóloga de verificación.

- NIVEL 1 está orientado al cliente. El inicio del proyecto y el fin del proyecto constituyen los dos extremos del ciclo. Se compone del análisis de requisitos y especificaciones, se traduce en un documento de requisitos y especificaciones.
- NIVEL 2 se dedica a las características funcionales del sistema propuesto es decir los requerimientos. Se establecen funciones directa o indirectamente visibles por el usuario final, se traduce en un documento de análisis funcional.
- NIVEL 3 define los componentes hardware y software del sistema final, se establece el diseño del dispositivo.
- NIVEL 4 es la fase de implementación, en la que se desarrollan los elementos unitarios o módulos del programa.

Para el cumplimiento del modelo se establecen fases del sistema, en ciertas de ellas existen procesos que comunican fase a fase permitiendo la validación del sistema. Estas fases llevan el siguiente orden: Análisis, Requerimientos, Diseño, Programación, Integración, Verificación, Implementación.

3.3 Análisis

El proceso permitirá establecer los requerimientos que debe tener el sistema en base a la cantidad de sensores y datos, además esto permitirá determinar los requisitos de software y hardware. Las técnicas de investigaciones brindarán un planteamiento de la problemática a solucionar y definir un método para realizar dicha investigación.

3.3.1 Situación Actual.

El primer paso es determinar información en base al problema, en este caso definir las diferentes posturas que opta un estudiante en el aula, para establecer una relación con el desempeño académico (si se presta atención o no a una clase en base a cada posición), el sistema se va desarrollar en base a una silla ubicada en una aula en específico, para ello se requiere conocer las necesidades en relación de todos los stakeholders del proyecto.

3.3.1.1 Técnicas.

Para realizar este trabajo se plantea técnicas de campo, debido a que no existe ningún antecedente de una investigación similar en la institución. En este caso el contacto directo con la silla, una observación directa del comportamiento de estudiantes en una jornada

académica y la opinión de cada estudiante en relación al tema será valioso para dar la mejor solución de acuerdo a las necesidades del usuario.

3.3.1.2 Observación Directa.

La observación directa permite determinar con precisión lo que ocurre en el lugar de investigación, determinar el ambiente de clase y todas las variables que rodean el lugar, para mejorar el comportamiento de los sujetos e identificar indicadores relevantes que influyan en el diseño del sistema.

- Observación Directa en el aula de clase

Para este punto se realizó una investigación por las aulas de clase de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y se obtuvo como conclusión que todas tienen similitudes en cuanto al ambiente de trabajo como: la misma iluminación, similares espacios de área, un modelo de sillas único. El hecho de tener dicho modelo permite plantear un sistema en base a los requerimientos del mismo.

La Silla tiene características que se explican a continuación en la figura 18.



Figura 18 :Medidas de la Silla con la que se va desarrollar esta Investigación

Fuente: Autoría

- Observación Directa para determinar las posiciones con mayor tendencia

Para definir el comportamiento se realizó una investigación a un grupo de personas. El análisis fue realizado a estudiantes universitarios los cuales fueron monitoreados durante sus actividades académicas, en este caso la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte como se muestra en la Fig. 19



Figura 19: Observación Directa de Postura en un Ambiente Académico.

Fuente: Autoría.

En esta Investigación se identificó que existen posturas muy similares y frecuentes que varían en pequeños centímetros y ángulos pero representan una misma imagen, este patrón de coincidencias permitió determinar cuatro posturas, estos resultados concuerdan con la investigación realizada por (Zheng & Morrell, Comparison of Visual and Vibrotactile Feedback Methods for Seated Posture Guidance, 2012).

En la Tabla 3, se especifican y detallan cada una de las posiciones representadas por un color como se muestra en la Fig. 20

Tabla 3: Análisis y Descripción de las 4 posturas

Tipo de Postura	Detalle
1. Vertical (rojo)	La espalda y los muslos forman un ángulo aproximado de 90°
2. Inclinado hacia Delante sin Apoyo (amarillo)	Ni la zona lumbar, ni espalda tienen ningún apoyo en el espaldar y tiene una inclinación de hasta 40°
3. Encorvado (verde)	La zona lumbar está apoyada en el espaldar y tiene una inclinación de hasta 40°
4. Inclinando hacia atrás (azul)	La espalda apoyada en el asiento trasero, relajado

Fuente: Autoría



Figura 20: Diferenciación de los 4 tipos de Posturas

Fuente: Autoría

Mediante el programa SketchUp de Modelado en 3D <https://www.sketchup.com/es> se realizó las imágenes de las posturas. El resultado final y figuras es el siguiente.

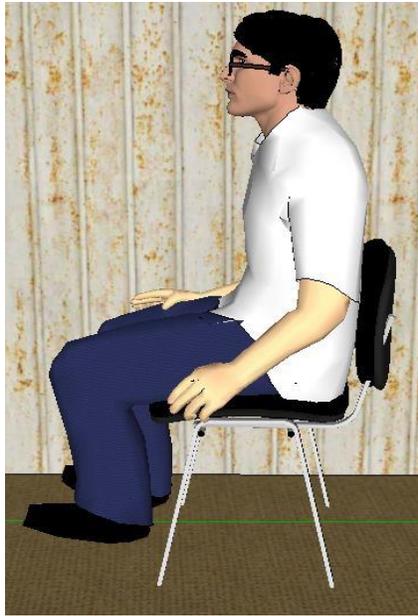


Figura 21 : Postura Vertical Modelada mediante el programa SketchUp

Fuente: Autoría



Figura 22: Postura Inclinado hacia Delante sin Apoyo Modelada mediante el programa SketchUp

Fuente: Autoría



Figura 23: Postura Encorvado Modelada mediante el programa SketchUp

Fuente: Autoría

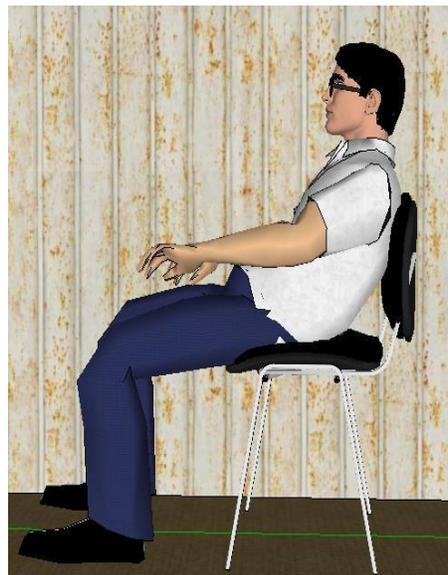


Figura 24: Postura Inclinando hacia atrás Modelada mediante el programa SketchUp

Fuente: Autoría

- OBSERVACIÓN DIRECTA DE POSTURAS EN UNA ACTIVIDAD DETERMINADA

La investigación consiste en determinar las predisposiciones de postura cuando realizan una actividad determinada(jugar, realizar tareas, ver videos) en el aula , fue desarrollada a estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes miembros del grupo de Investigación de Open Hardware. Ninguno tuvo conocimiento de que se realizaba esta investigación y fue realizada durante una semana en el horario de 9 AM a 13 AM. La información alineada se distribuye a continuación.

Se detectaron las mismas 4 posturas de la observación anterior y se enmarcan en diferentes horarios a diferentes personas. Para la explicación de la actividad se toma como ejemplo la figura 25.

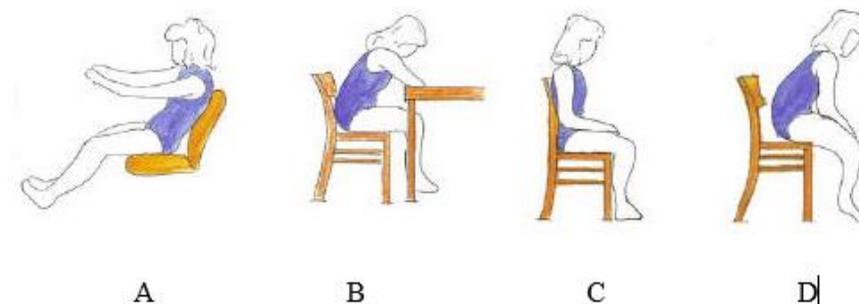


Figura 25: Postura Inclinando hacia atrás Modelada mediante el programa SketchUp

Fuente: Autoría

Las tablas de observación directa se indican en el ANEXO 1. Las conclusiones que se pudo obtener son las siguientes.

- La observación directa fue realizada por 3 días consecutivos en el laboratorio fibra óptica y sistemas embebidos y se presentó un ambiente normal de trabajo, las muestras es decir la observación se realizaba cada 90 minutos.
- Se puede tener que 5 de los 6 participantes tienden a cambiar de actividad muchas veces en el día, es decir siempre se encuentran realizando las diferentes actividades, otra actividad diferente era cuando los participantes dialogaban entre ellos y bromeaban. De la misma manera se pudo evidenciar una hora de trabajo no señala un indicador de una actividad en particular, al contrario se realizan las actividades aleatoriamente.
- En cuanto a cada una de las actividades se pudo evidenciar algunos parámetros por ejemplo: Cuando los integrantes se encuentran realizando actividades no académicas como el Facebook y YouTube se repite en gran cantidad las posiciones A y B, por el contrario cuando utilizan su tiempo para investigar leer o hacer algún aporte en la tesis es su mayor cantidad optan por la posición C y en menor cantidad por la B, también hubo un caso particular donde un integrante establece la posición constante C para cualquiera de las actividades antes mencionadas. También se demostró que la posición de menos concurrencia es la D.

3.3.1.3 Encuesta.

Se realizará una encuesta a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de la Universidad Técnica del Norte del periodo académico MAR2016-AGO2016, las preguntas son cerradas, abiertas, selección múltiple y corresponden a temática como: que un estudiante de cualquier nivel puede responder. La muestra se evalúa según la cantidad total de estudiantes de dicha carrera.

Se cuenta con un número de 373 estudiantes, los cuales se encuentran distribuidos en los semestres de primero a décimo.

Fórmula:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot \sigma^2}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot \sigma^2}$$

(Ochoa, 2013)

n = Tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población.

Ó=Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del investigador.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador.

Tomando los siguientes datos el resultado es el siguiente.

$$N = 373$$

$$O = 0,5$$

$$Z = 1,96$$

$$e = 0,08$$

n = se requiere de un total de 107 Encuestas.

Las preguntas y resultados se pueden observar en el ANEXO 2. Las conclusiones y resultados que se pudo obtener son los siguientes:

- Los estudiantes de la Carrera Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación tienen horarios de clase muy variados con horas saltadas y días en los cuales no se tiene mucha asistencia, es ese el motivo por el cual los horarios se establecen tanto en la mañana como en la tarde sin tener un horario definido para toda la semana.
- El no tener un horario de clases definido influye a que los estudiantes cambien de aula o laboratorio varias veces en el día, es ese el motivo por el cual no se establecen una línea seguida de tiempo de estar sentado. Estableciendo de esta

manera un cambio de rutina constante que involucra cambiar la postura y ergonomía muchas veces en el día.

- Los resultados permiten identificar que las actividades de estudio que realizan los encuestados son muy agotadoras. La mayoría de los estudiantes presenta indicios de dormir un número menor de 5 horas, es decir se presenta una perspectiva de que los estudiantes se van a encontrar cansados o con sueño para el día siguiente. De igual manera una gran cantidad de los estudiantes indica que duermen de 5 a 8 horas. Estos datos muestran que se debe de pensar a un gran número de personas entre estos los que duerman poco, normal o mucho tiempo para dar consistencia a los datos y establecer un mejor resultado final.
- La mayoría de los encuestados revela que cuando se encuentran en un ambiente de estudio o a la clase, optan por posiciones distintas y diversas por lo cual es necesario medir todas las posibles variables con la mayor cantidad de sensores posibles.
- Cuando una persona en cualquier circunstancia se encuentra cansada tiende a sentarse con la postura que asemeja a estar acostado.
- Las personas si tienen una idea consciente de la posición en la que realizan su desempeño en la universidad. Es esencial conocer esto, para realizar un sistema de pequeño tamaño y que no provoque incomodidad para el usuario.
- El pensamiento de más del 70% de los encuestados es que el ambiente externo sí influye en la manera en cómo se sienta. Cuando te encuentras en la casa no se recibe ninguna obligación ni presión, por lo cual el cuerpo se encuentra relajado y la postura es desenvuelta. Mientras que en la universidad se produce estrés por

el mayor número de personas o un docente que obligue o imponga a realizar una tarea son factores que conlleva a inclinarse por una posición diferente.

- La mayoría de encuestados mencionan que sí influye la comodidad al momento de aprender. Y hacen referencia a la importancia y relación de un buen confort con un buen rendimiento. Opinan que mientras la silla sea más cómoda el aprendizaje va tener mayor éxito.

3.3.1.4 Justificación al Uso de otra tecnología de adquisición de Datos.

Luego de analizar la Situación Actual (Observación Directa y Encuesta), se ha determinado el uso de una tecnología diferente a la planteada en el alcance. Por lo cual se realizará el diseño con el uso de sensores de presión FSR y Ultrasónico. Los motivos se los describe a continuación:

- Al momento de analizar la silla que se indica en la figura 18, dio características de ser pequeña con delgadas piezas. Y si un requerimiento es tener un dispositivo pequeño y estético que no influya en la comodidad del estudiante no se va cumplir, debido a que el prototipo con visión artificial sería de muchas piezas de un considerable tamaño.
- El dispositivo va ser aplicado en el aula de estudios, es por eso que se toma en cuenta que va existir una silla y una mesa para el usuario, y la mesa sería un obstáculo al momento de recopilar los datos de imagen debido a que la Visión artificial requiere línea de vista (amplio campo de visión).

- Si en un futuro se plantea desarrollar un proyecto más ambicioso como, el poder sensor a un aula completa al mismo tiempo, se requeriría un sistema individual para cada persona y esto involucraría un gasto mayor porque la relación de Gastos del Sistema con Visión al Sistema sin visión es de 130 a 70 dólares respectivamente.
- Algo a considerar es que el usuario va estar sometido al sensado a través una cámara, esto podrá influir en las acciones tome, además de que existen determinadas personas que tienen fobias y miedos a tomarse fotos y grabarse con una cámara.
- El análisis realizado previamente identificó que sólo se va sensor 4 posturas y los algoritmos que utilizan estos sensores suelen tener un alto coste computacional por el machine learning de cada postura. Este hecho permite definir una mejor elección en el dispositivo de procesamiento ya que los datos que se van a recibir no son muchos y no sería indispensable hacerlo con Visión Artificial.
- Los horarios de clase de los estudiantes de CIERCOM son muy variados y muchos reciben clases en la noche, la visión artificial requiere de un gran enfoque de luz lo que sería una limitante al realizar las pruebas en este horario.

3.3.2 Propósito y Ámbito del Sistema.

Se propone desarrollar un sistema electrónico con aplicación IoT para estimar el posicionamiento adecuado del estudiante Universitario en una silla del aula a escala de

laboratorio orientada a estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación.

El Sistema electrónico permitirá sensar la postura de una persona en una silla determinada desde la cadera hasta la cabeza, estimando un total de 4 variantes (Figura 27), para de esta manera establecer escenarios garantizados de atención total y así definir posturas con mayor tendencia, de igual manera para desatención. O simplemente evaluar académicamente y determinar tendencias en postura en el transcurso de una clase.

El trabajo no va identificar al mismo tiempo a un grupo de estudiantes, sólo se limita al estudio a una persona en una silla. No va dar soluciones para mejorar la atención en clase ni mejorar los índices de rendimiento académico.

3.3.3 Descripción General del Sistema.

El sistema electrónico constará de una serie de sensores FSR, estos deben tener la característica de ser flexibles, y no percibidos para el usuario. Se ubicarán en una silla en específico y se conectan directamente a un microcontrolador que brinde los requerimientos, según los datos recibidos se determinará una de cuatro posibles posturas, el microcontrolador va poseer una tarjeta de red que servirá de puente para conectar la información a Internet. La plataforma en la nube de Internet recibirá la posición en la cual se encuentra en cada momento, para realizar un análisis estadístico de las posiciones en un determinado tiempo.

Posteriormente esta información servirá como partida para generar tendencias e indicadores para evaluar el rendimiento académico. Después de definir estos parámetros, en base al estudio el administrador posiblemente podría determinar cuándo un estudiante está atendiendo y cuando no.

3.3.4 Características del Sistema de Estimación de Posturas.

El Sistema de Estimación de Posturas es una investigación a escala de laboratorio enfocado a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación. El usuario va ser monitoreado desde que se sienta en la silla sin distinguir nivel de aprendizaje, género, peso, altura.

3.3.4.1 Restricciones.

- Es un sistema limitado a una persona, por lo cual se tendrá que realizar una gran cantidad de pruebas para más resultados.
- Una comunicación inalámbrica WLAN, entre un módulo WI-FI conectado a un microcontrolador con el Internet.
- Únicamente el administrador pueda configurar los equipos.
- Las pruebas sólo pueden ser realizadas en horario de clases.
- Existe una limitación en el hardware debido a que el dispositivo no debe molestar al usuario.
- Costo elevado para mayor precisión de los sensores.

- El sistema funcionará siempre que la batería LIPO esté cargada.

3.3.4.2 *Riesgos.*

- Los sensores se muevan y orienten otra postura
- El Microcontrolador se sature por la gran cantidad de datos.
- El cableado de los sensores se rompa.
- La plataforma IoT debe garantizar realizar un gran análisis estadístico.

3.4 Requerimientos

Mediante el análisis realizado se tiene información para determinar los requisitos necesarios que cumplan con las necesidades presentadas. Se pondrá a evaluación Requerimientos de Usuario, Requerimientos de Sistema y Requerimientos de Arquitectura (hardware).

3.4.1 Stakeholders.

Corresponde a las personas que participan directa o indirectamente en el desarrollo del prototipo. En la siguiente tabla se presenta una lista de stakeholders presentes en el proyecto.

Tabla 4 Lista de Stakeholders presentes en el Sistema

Lista de Stakeholders
1. Estudiantes de CIEROM.
2. Universidad Técnica del Norte

3. Ing. Jaime Michilena Director de Tesis

4. Sr. Santiago Núñez

Fuente: Autoría

3.4.2 Construcción y Atributos de los requerimientos.

Los requerimientos se plantean en base a tres ámbitos: requerimientos de stakeholders, requerimientos del sistema y requerimientos de arquitectura. Cada requerimiento debe cumplir con lo siguiente: pueda ser verificable, que se pueda cumplir, que tenga condiciones medibles y restricciones, defina el rendimiento del sistema. (IEEE, 2011)

Según el estándar (IEEE, 2011) los atributos que debe tener cada requerimiento son:

- Identificación: Cada requisito debe ser identificado (nombre, número, etiquetas), debe ser único.
- Prioridad de Stakeholder: la prioridad de cada requisito debe ser identificado, se lo puede definir con escalas, esto no quiere decir que algunos requisitos no sean necesarios.
- Dependencia: la dependencia entre requisitos se debe definir, dependiendo de la dependencia se puede dar las escalas para definir su prioridad.
- Riesgo: los posibles inconvenientes que ayudan a definir las restricciones de los requerimientos donde pueden ser por personas o medios de la naturaleza.
- Fuente: cada requisito debe incluir el autor.

- Justificación: debe existir el por qué cada requisito es primordial para el desarrollo del sistema.
- Dificultad: la dificultad para la culminación de cada requisito (fácil/normal/difícil), determinada la asequibilidad y un coste del sistema adicional.

3.4.3 Nomenclatura de los Requerimientos a usarse.

Para cada uno de los requerimientos se establece abreviaturas que permiten una mejor síntesis y manejo de los datos. La tabla se presenta a continuación.

Tabla 5: Tabla que describe la Abreviatura de Cada requerimiento

Requerimiento	Abreviatura
De Stakeholders	STSR
De Sistema	SYSR
De Arquitectura	SRSR

Fuente: Autoría

3.4.4 Requerimientos de Stakeholders.

El objetivo de estos requerimientos es definir los requisitos del sistema en base a las necesidades de los usuarios y partes interesadas en un entorno definido, en este caso el aula de clases. Además, asegurar que el proyecto cumpla con las expectativas de los clientes tanto externos como internos, siendo el proceso que garantiza el vínculo entre lo que esperan los clientes, usuarios o personas participantes. En la Tabla número 6 se evaluará los requerimientos operacionales y de usuarios.

Tabla 6 : Requerimientos de Stakeholders

StSR					
REQUERIMIENTOS OPERACIONALES					
#	REQUERIMIENTO	PRIORIDAD			RELACIÓN
		Alta	Media	Baja	
StRS1	Integración y menor tamaño del Sistema.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SRSH10
StRS2	Alimentación Portable.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
StRS3	Comunicación Inalámbrica del Nodo Final	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
REQUERIMIENTOS DE USUARIOS					
StRS4	Debe ser muy visual y representar gráficamente los resultados al Administrador.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
StRS5	Información concisa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
StRS6	Información actualizada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SYSR4

Fuente: Autoría

Los requerimientos analizados son parte de las necesidades planteadas por los usuarios en la Observación Directa y la Encuesta, brindando una idea general del producto final en cuanto al entorno operativo y la relación entre el usuario y sistema. Como demandas más relevantes están un sistema pequeño e información de fácil comprensión

3.4.5 Requerimientos del Sistema.

Estos requerimientos tienen que ver con las funciones que va realizar el sistema y todo lo que requiere para su funcionamiento. Entre estos se va analizar requerimientos de uso, performance, interfaces, estados y físicos que guardan una estrecha relación con los requisitos de Stakeholders. La tabla Número 7 contiene toda la información.

Tabla 7. Requerimientos del Sistema

SySR					
REQUERIMIENTO DE USO					
#	REQUERIMIENTO	PRIORIDAD			RELACIÓN
		Alta	Media	Baja	
SySR1	Debe tener flexibilidad para colocar fácilmente en la silla.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	StRS1
SySR2	Lectura rápida de los Datos.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SySR3	Rendir a largo plazo y no saturarse.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
REQUERIMIENTO DE PERFORMANCE					
SySR4	Sensado a todo el Tiempo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	StRS6
REQUERIMIENTO DE INTERFACES					
SySR5	Conectividad a Internet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SRSH1
SySR6	Suficientes Puertos de Entrada y Salida.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SRSH11
REQUERIMIENTO DE MODOS/ESTADOS					
SySR7	Modo Sleep	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
REQUERIMIENTO FÍSICOS					
SySR8	Tamaño reducido de la tarjeta programable	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SRSH10

Después de establecer los parámetros en cuanto al sistema se puede sacar como conclusión que se requiere de un microcontrolador de gran capacidad de procesamiento para un trabajo continuo.

3.4.6 Requerimientos de Arquitectura.

Estos requerimientos se refieren a los componentes y necesidades del sistema electrónico, se define características de software y hardware en base a lo que el análisis del sistema demande. Se toma en cuenta requerimientos lógicos, de diseño, de hardware, software, eléctricos. La tabla que contiene toda la información se presenta aquí.

Tabla 8: Requerimientos de Arquitectura

SRSH					
#	REQUERIMIENTO	PRIORIDAD			RELACIÓN
		Alta	Media	Baja	
REQUERIMIENTOS LÓGICOS					
SRSH1	Aplicación vincular Microcontroladores a la nube	☒	☒	☐	SySR5
SRSH2	Puerto Serial.	☒	☐	☐	
SRSH3	Convertor Análogo Digital.	☐	☒	☐	
REQUERIMIENTOS DE DISEÑO					
SRSH4	Cantidad y lugar donde ubicar sensores.	☒	☒	☐	

SRSH5	Soportar los protocolos de Internet de las Cosas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE					
SRSH6	Librerías para los diferentes módulos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SRSH7	Lenguaje de Programación modificable.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SRSH9
SRSH8	Librerías para usar protocolos de IoT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
REQUERIMIENTOS DE HARDWARE					
SRSH9	Tarjeta Programable de Desarrollo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SRSH7
SRSH10	Microcontrolador Pequeño Tamaño.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	StRS1
SRSH11	Capacidad de conectar varios sensores.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SySR6
SRSH12	Soporte de Cámara	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
REQUERIMIENTOS ELÉCTRICOS					
SRSH13	Fuente y alimentación por medio de baterías LIPO.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Fuente: Autoría

Los requerimientos aquí analizados guardan estrecha relación con la demanda establecida por los stakeholders en la encuesta y observación directa. Se puede idealizar un sistema robusto tanto en hardware por la cantidad de periféricos que participan, como en software por el uso de lenguajes de programación, librerías y protocolos.

3.5 Recursos

Corresponde al conjunto de elementos indispensable para el Sistema Estimador de Posturas, tomando en cuenta los requerimientos del análisis previo realizado. En las siguientes tablas se resume los recursos humanos, económicos y tecnológicos.

3.5.1 Recursos Humanos.

Comprende a los seres humanos que intervienen en el trabajo. Se especifica en la siguiente tabla.

Tabla 9: Recursos Humanos que participan en el proyecto

HUMANOS	
ESTUDIANTES	Aleatorios de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación.
TUTOR	Ing. Jaime Michilena
DESARROLLADOR	Sr. Santiago Núñez.

Referencia: Autoría

3.5.2 Recursos Económicos.

Permite evaluar un costo aproximado del prototipo final. La tabla de recursos económicos se presenta a continuación.

Tabla 10: Tabla de Recursos Económicos que participan en el proyecto

ECONÓMICOS			
#	MATERIAL	COSTO UNITARIO	COSTO FINAL

1	Sensor FSR.	13	91
2	Arduino.	25	25
3	Módulo Wi-Fi	10	10
3	Cables.	10	10
4	Silla	15	15
TOTAL			151

Referencia: Autoría

3.5.3 Recursos Tecnológicos.

El uso de software que permitirá culminar el sistema. La información se resume en la siguiente tabla.

Tabla 11: Recursos Tecnológicos

TECNOLÓGICOS	
SOFTWARE	COSTO
Office 365	0
FRITZING	0
SMART DRAW	0
IDE ARDUINO	0
TOTAL	0

Referencia: Autoría

3.6 Elección de Hardware y Software para el diseño

La elección de hardware y software se establece según los atributos de los requerimientos de Stakeholders, Sistemas y de Arquitectura previamente analizados.

El procedimiento es el siguiente: Se evalúa un componente y mediante una tabla comparativa se obtiene una valoración de los atributos correspondientes (StRS, SySR, SRSH) y al final se elige al componente de mayor puntuación.

3.6.1 Elección de Software.

El software seleccionado depende de los atributos que se evalúa en las tablas de requerimientos 6, 7,8 mismas que se consideran para elegir al idóneo para este proyecto. A continuación se presenta un análisis de elección del lenguaje de programación y plataforma de Internet de las Cosas.

- Lenguaje de Programación

Corresponde al Software de programación con el que va trabajar el sistema, la tabla que resume el análisis de software es la siguiente.

Tabla 12: Tabla que permite valorar requerimientos del Lenguaje de Programación

Lenguaje de Programación							
Tipo	Requerimiento						Valoración
	SySR2	SRSH2	SRSH3	SRSH6	SRSH7	SRSH8	
Intel Galileo, Arduino, AVR, PIC (C)	1	1	1	1	1	1	6
Raspberry	1	1	1	1	1	1	6

(Python)

Cumple “1” No cumple “0”

Fuente: Autoría

Elección: El Lenguaje de Programación C del IDE de Arduino al igual que la interfaz de programación Python cumplen con los requerimientos como: Librerías de Conversores, Librerías de Módulos, Librerías para el IoT. El escogido para trabajar será la programación en C de Arduino debido a que en el análisis de la Situación Actual se determinó un factor importante el uso de un sistema de pequeño tamaño.

- Plataforma de IoT

Existen muchas plataformas, las tomadas en cuenta son las de mayor uso y recomendadas por los usuarios. La tabla 13 evalúa la que mejor se acoge a los requerimientos del sistema.

Tabla 13: Evaluación de las plataformas de IoT

Tipo	Tarjeta Programable							Valoración
	StRS4	StRS5	StRS6	SySR3	SySR4	SRS5	SRS11	
Relayr	1	1	1	1	1	1	1	7
Xively	1	1	0	1	0	1	0	6
Thingspeak	1	1	1	1	1	0	1	6
Carriots	1	1	1	1	1	1	0	6

Fuente: Autoría

Elección: Las cuatro plataformas se acogen a los requerimientos del proyecto, pero la única que tiene acceso por ser software libre y descarga directa de archivos para análisis de Excel es Relayr. El análisis de los datos en Excel es esencial para interpretar los resultados.

3.6.2 Elección de Hardware.

En dispositivos físicos se va hacer la elección del Microcontrolador, Tarjeta de Red y Sensores, se lo realizará en base a las tablas de requerimientos 6, 7, 8.

- Elección de Microcontrolador

Corresponde a elegir la unidad de procesamiento ideal que acoja todos los requerimientos antes planteados. El análisis y elección se presenta en la tabla 14.

Tabla 14: Evaluación del Microcontrolador del Sistema

Microcontrolador						
Tipo	Requerimiento					
	StRS1	SySR1	SySR3	SySR4	SySR5	SySR6
PIC	1	0	1	1	0	1
AVR	1	0	1	1	0	1
Arduino	0	1	1	1	1	1
Intel Galileo	0	1	1	1	1	1
Raspberry	0	1	1	1	1	1

	SRS1	SRS3	SRS6	SRS7	SRS8	SRS9	SRS11	
PIC	0	1	0	1	0	1	1	8
AVR	0	1	0	1	0	1	1	8
Arduino	1	1	1	1	1	1	1	12
Intel Galileo	0	1	1	1	1	1	1	11
Raspberry	0	1	1	1	1	1	1	11
Cumple “1” No cumple “0”								

Fuente: Autoría

Elección: El Microcontrolador que obtuvo el mayor puntaje fue el arduino por el hecho de que es un procesamiento básico usando un dispositivo de poco tamaño. Y si se habla de pequeño tamaño es una buena opción trabajar con arduino nano o mini.

- Elección de Puente a Internet

Se requiere de un módulo que permita conectarse al Internet para subir los datos a la plataforma en nube, es por eso que en la tabla 15 se realiza la elección del mejor componente en base a los requerimientos antes planteados.

Tabla 15: Evaluación del Puente a Internet

Puente a Internet								
Tipo	Requerimiento							Valoración
	StRS1	StRS3	SySR3	SySR5	SRS1	SRS5	SRS6	
Módulo ESP	1	1	0	1	1	1	1	6
Wi-Fi								
Módulo	0	1	0	1	1	1	1	5

Ethernet								
Arduino	0	1	0	1	1	1	1	5
Yun								
Intel Galileo (Ethernet)	0	1	1	1	1	1	1	6
Raspberry (Ethernet)	0	1	1	1	1	1	1	6
Cumple “1” No cumple “0”								

Fuente: Autoría

Elección: El Módulo Wi-Fi ESP cumple con todos los requerimientos establecidos, el factor más relevante para su elección es el tamaño pequeño.

3.7 Diseño del Primer Prototipo

Siguiendo el procedimiento de la Metodología del Modelo en V y luego de haber realizado el Análisis y determinado los Requerimientos, la siguiente etapa es el Diseño del Prototipo.

Para el diseño se toma en cuenta los materiales a usarse en base a la justificación del Análisis del Sistema, por lo cual se plantea desarrollar el diseño del dispositivo en base a la investigación del Vibrotactile Haptic Feedback analizada en el estado del Arte, el procedimiento es el siguiente.

El primer paso antes de determinar las etapas de funcionamiento (Diagrama de Bloques), fue establecer la cantidad de sensores a usarse, para esto se ubicó los sensores FSR en la parte superior de la silla como se indica en la figura 26, el objetivo fue establecer contacto directo con el usuario y por medio de las 4 posturas previo establecidas identificar las zonas que cubre, es decir se desea tener cobertura de sensores en todas las áreas posibles de dichas posturas, las 4 posturas se indican en el figura 27.



Figura 26: Posición de Sensores en la silla

Fuente: Autoría

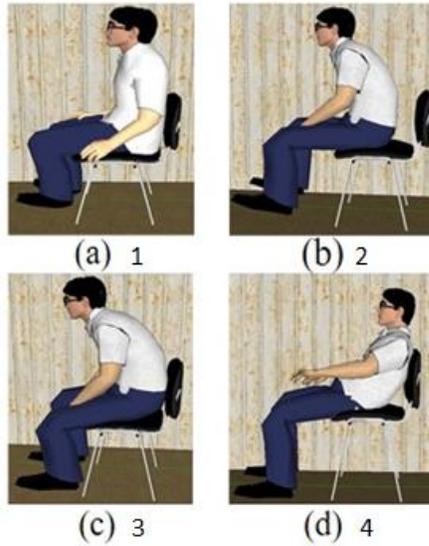


Figura 27: Figura de las 4 posturas con mayor tendencia

Fuente: Autoría

Como inicio para realizar las pruebas se planteó con 7 sensores.

3.7.1 Diagrama de Bloques.

El diagrama de bloques explica la representación gráfica del funcionamiento interno del sistema: entradas y etapas que atraviesan los datos hasta obtener una respuesta final. En la posterior figura se indica las 5 etapas del diagrama.

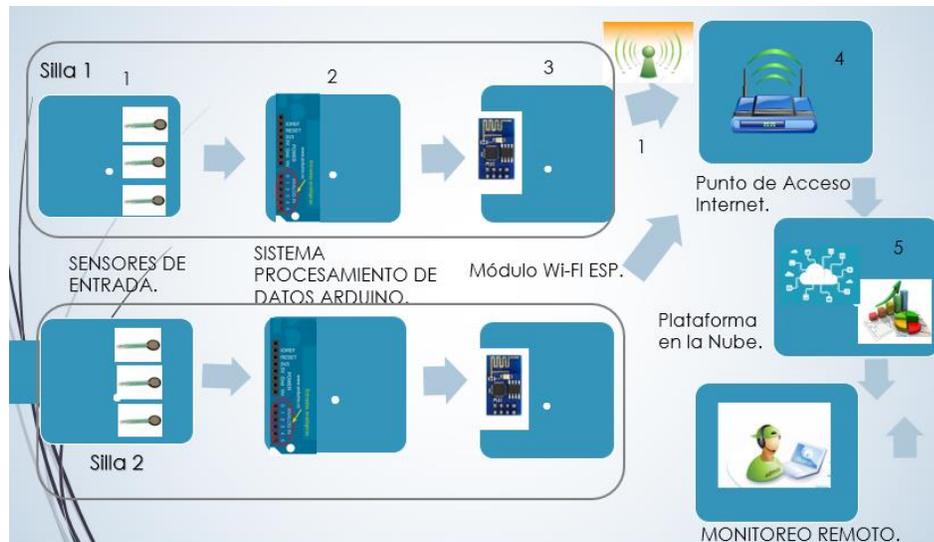


Figura 28: Diagrama de Flujo del Sistema Estimador de Posturas SEDP

Fuente: Autoría

El diseño del prototipo está basado en 5 etapas que explican cada una de las fases de funcionamiento del prototipo.

1. Los sensores de presión se van a ubicar en lugares estratégicos de la silla como se muestra en la figura 26, cada posición permitirá adquirir datos diferentes según la variación de sus valores resistivos.
2. Placa electrónica Arduino, por medio de sus pines análogos va a procesar e interpretar los datos análogos de los sensores.
3. El dispositivo de comunicación a usarse es el módulo Wi-Fi que va enviar los datos procesados a internet y se adapta a diferentes modos de configuración como: Red de Sensores, Diferentes Topologías.

4. Punto de Acceso Inalámbrico, que asigna una Dirección IP y Máscara de Red para establecer conexión del Módulo Wi-Fi a Internet simplificando de esta manera el uso de cables.
5. Plataforma en la nube que debe reunir las características para tener compatibilidad en la conexión con el módulo Wi-Fi, interfaz para una fácil interacción con el usuario, capacidad de desarrollar un análisis estadístico en el tiempo para que el usuario pueda identificar tendencias.

3.7.2 Diagrama de Flujo de la Lectura de Datos de Sensores.

Siguiendo la Metodología del Modelo en V y luego de haber realizado un Diseño Sistemático de Etapas se sigue con la Programación.

El Análisis de Flujo es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso está representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso.

Cabe indicar que el análisis de flujo aquí planteado es únicamente lectura de los sensores y análisis de los datos, es decir indicar una postura en base a la entrada de cada sensor. La primera etapa del diagrama de flujo es declarar todas las variables de los 7 sensores de presión, activar el puerto de comunicación serial y lectura analógica. Después un método de inicialización para establecer equivalencia de variables con los diferentes

sensores. La etapa de aprendizaje permitirá establecer rangos de variación de cada sensor por cada una de las posturas y cuando esto se cumpla indicar que se encuentra dentro de una de las 4 posturas propuestas. La figura siguiente contiene el diagrama

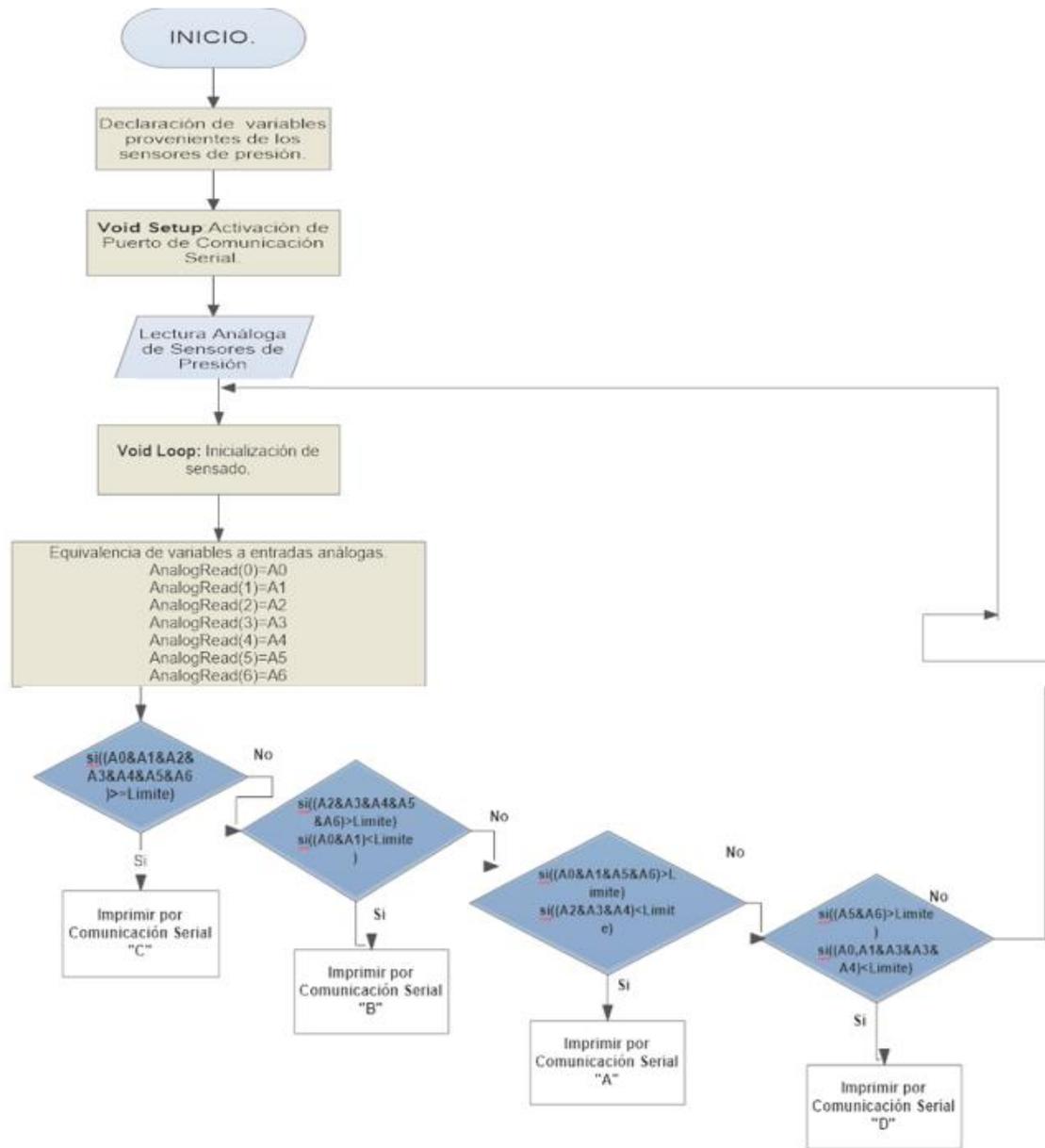


Figura 29: Diagrama de Flujo

Fuente: Autoría

El programa de IDE de Arduino con el cual se pudo evaluar y describir el proceso, se presenta en el ANEXO 3.

3.7.3 Diagrama de Conexión.

Para el diagrama de conexión fue necesario conocer las especificaciones técnicas de cada uno de los elementos para su correcto uso. Es por ello que se presenta un análisis del Sensor FSR y Arduino Nano.

3.7.3.1 Sensor de Fuerza Resistivo.

Es un Sensor Electrónico de uso en el sistema cumpliendo la función de identificar cuando un peso ejerce presión sobre este observe en la figura 30, de esta manera permite identificar la presión sobre una parte de la silla y en base a estos datos estimar una postura.

Los sensores van a ser ubicados dependiendo de las pruebas en el momento de evaluar resultados de una postura. El funcionamiento del sensor es el siguiente cuando se aumenta la fuerza aplicada en la superficie activa se presenta una disminución de la resistencia, que involucra aumento en la salida de voltaje.



Figura 30: Sensor FSR 402

Fuente: <http://www.electronicoscaldas.com/sensores-de-fuerza-peso-estres/255-sensor-de-fuerza-fsr-402.html>

Las características del sensor FSR se presenta en la tabla 16.

Tabla 16: Características del Sensor de Fuerza Resistivo.

PARAMETRO	VALOR
Longitud:	6,2 cm
Grosor:	1 mm
Diámetro del sensor:	1.8 cm
Parte-a-Parte Repetibilidad de la Fuerza	± 15% a ± 25% de la resistencia nominal establecida
Parte individual Repetibilidad de la Fuerza	± 2% a ± 5% de la resistencia nominal establecida
Resolución de la Fuerza	mejor que 0,5% (Full escala)
Resistencia sin aplicar fuerza	> 1MΩ
Rango de temperatura	-30 ° C a +70 ° C

Máxima Corriente

I mA/cm² de la fuerza aplicada

Fuente: http://www.datalights.com.ec/site2/images/stories/robotica/nap/nap_fsr.pdf

3.7.3.2 *Arduino Nano.*

La placa a utilizarse es el Arduino Nano como se observa en la figura 31, este se va encargar de procesar y analizar todos los datos provenientes de los sensores FSR, y mediante un análisis de los datos se encargará de definir una posición de acuerdo a los rangos de entradas analógicas de cada uno de los sensores.

Este Arduino cumple las características de los requerimientos previos analizados como: tamaño pequeño que permite crear un circuito impreso el cual se lo pueda ubicar fácilmente bajo la Silla, cumpliendo la función de que no sea de molestia o incomodidad para el usuario. Pines con entradas analógicas, digitales y puerto serial, otras características se especifican en la tabla 17.

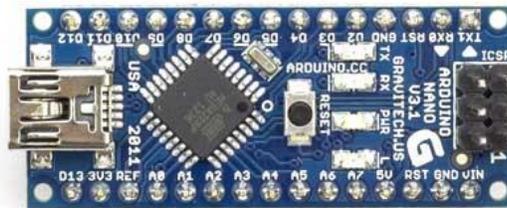


Figura 31: Arduino Nano

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>

Tabla 17: Tabla de características del Arduino Nano

Microcontrolador	Atmel ATmega168 o ATmega328
Tensión de funcionamiento (nivel lógico)	5 V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12 V
Voltaje de entrada (límites)	6-20 V
E / S digitales prendedores	14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	8
Corriente continua para Pin I / O	40Ma
Memoria flash	16 KB (ATmega168) o 32 KB (ATmega328) de los cuales 2 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	1 KB (ATmega168) o 2 KB (ATmega328)
EEPROM	512 bytes (ATmega168) o 1 KB (ATmega328)
Velocidad de reloj	16 MHz
Dimensiones	0,73 "x 1,70"
Longitud	45 mm
Anchura	18 mm
Peso	5 g

Fuente: Desarrollado por el Autor en base a <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>

3.7.3.3 *Conexión en Protoboard.*

Después de analizar las características de los elementos se concluye que cada uno de los siete sensores FSR se comunica a los puertos análogos del arduino con la siguiente configuración de circuito (figura 32). La Alimentación es de 5 voltios y la resistencia de polarización a tierra de 10k ohmios.

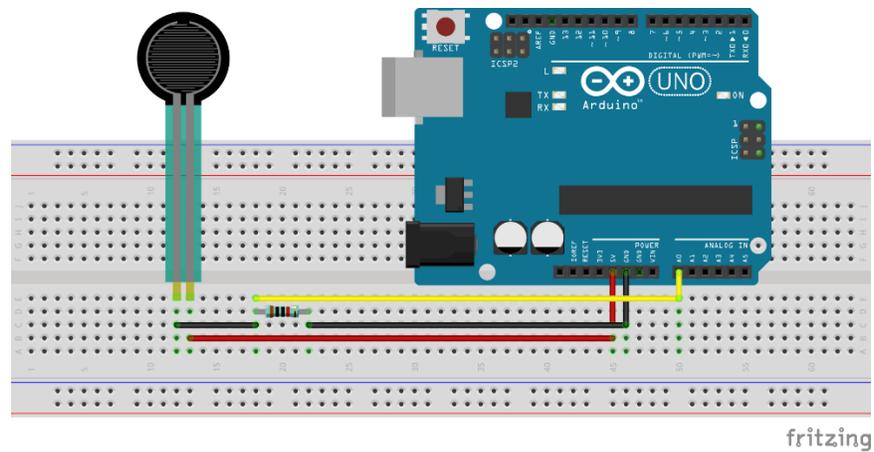


Figura 32: Diagrama de Conexión del Sensor FSR

Fuente: Autoría

3.7.4 Integración y Pruebas del Primer Prototipo.

Siguiendo el modelo en V la Integración es la siguiente etapa luego de la programación, esta permite unir todos los elementos del Diseño y realizar las primeras pruebas. Dichos elementos comprenden hardware de implementación como: Sensores de Fuerza Resistivos (FSR), Arduino Nano, Módulo Wi-Fi ESP8266 y Access Point. También Hardware de Presentación como una plantilla (Textil Inteligente), que será ubicada en la parte superior de la silla, en la cual se encuentran internos los sensores y conductores.

Las pruebas del Primer Prototipo consistieron en leer todos los sensores y definir rangos de lectura en base a cada postura, además de poner a prueba directamente los elementos con el usuario.

El primer prototipo fue en una silla muy parecida con las cuales se va trabajar esta investigación. Para esto se usó cable UTP categoría 5e el cual fue dirigido hacia cada uno de los sensores mediante Cinta adhesiva color blanco, con esto se logró fijar los cables y sensores a la silla, el uso de espadines permite la fácil extracción de los sensores. Todos los cables salen por la parte trasera de la silla para no tener problemas al momento de sentarse el usuario. Para comodidad del usuario se tapó los sensores con piezas de tela color blanco y se logró uniformidad como se observa en la figura 33



Figura 33: Ubicación y Prueba de Sensores en Primer Prototipo

Fuente: Autoría

3.7.5 Datos Obtenidos del Sensado.

Luego de someter a varias personas en contacto con la silla. Se procedió a la toma de muestras que fue realizada a un total de 8 personas (4 hombres y 4 mujeres), durante el lapso de 3 minutos para tomar la mayor cantidad de datos en cada postura.

Al final se obtuvo rangos para cada Posición que van de la siguiente manera (tabla 18).

El número de cada sensor y letra de cada postura son en relación a las figuras 26 y 27.

Tabla 18: Datos de Variación de las 4 Posturas

Postura	Rango de Variación de Cada Sensor(Max valor en bits=1024)
A	Sensor 1 (20-203)bits Sensor 2 (2-154) bits Sensor 3 (0-45) bits Sensor 4 (17-400) bits Sensor 5 (10-422) bits Sensor 6 (52-622) bits Sensor 7 (31-493) bits
B	Sensor 1 (0) bits Sensor 2 (0) bits Sensor 3 (0) bits Sensor 4 (0-55) bits Sensor 5 (3-76) bits Sensor 6 (23-522) bits Sensor 7 (14-600) bits
C	Sensor 1 (0-48) bits Sensor 2 (0-15) bits Sensor 3 (14-154) bits Sensor 4 (27-409) bits Sensor 5 (73-391) bits Sensor 6 (95-478) bits Sensor 7 (101-423)
D	Sensor 1 (7-396) bits Sensor 2 (19-416) bits Sensor 3 (0) bits Sensor 4 (0-56) bits Sensor 5 (0-23) bits Sensor 6 (30-643) bits Sensor 7 (88-439) bits

Fuente: Autoría

3.7.6 Conclusiones del Primer Diseño.

- Luego de realizar el programa con los rangos reales de la tabla, se concluye que existe una efectividad del 70% en respuesta del Sistema, es decir al acertar la posición en la que se encuentra el individuo, pero la cantidad de sensores y el procesamiento del sistema es grande, lo que influye para que haya decaída en la efectividad. A continuación se plantean algunas recomendaciones que permitirán la mejora del mismo.
- El uso de la Metodología del Modelo en V permitió identificar falencias en el diseño con la integración de los materiales como: un dispositivo no estético para el usuario, demasiados sensores y cantidad de datos.

3.7.7 Recomendaciones del Primer Diseño.

- Evaluar un método mediante el cual se pueda exportar fácilmente el sistema y sensar en cualquier lugar.
- Realizar una placa para las conexiones y no tener problemas cuando se sueltan algunos cables.
- Ubicar los sensores en una misma línea medidos de manera milimétrica para que no haya mucha variación entre los sensores pares.
- Los sensores se mueven con mucha facilidad de la silla, por lo cual tienen que estar seguros dentro de una tela y coserlos al material.

- Algunos sensores tienen las mismas tendencias en valor como los sensores 1 y 2 ó 3 y 4. Por lo cual se podría reducir alguno de estos. Quizás evaluar otro método de sensado que involucre menos sensores.
- Se debe utilizar un conductor mucho más flexible para moverlo con facilidad.
- Volver a la etapa de Diseño del Sistema y replantear la primera etapa del diagrama de flujo

3.8 Diseño del Segundo Prototipo

Debido a que el Diseño del Primer Prototipo no satisface todos los requerimientos del Análisis, el modelo en V establece volver a la etapa de diseño y replantear el mismo para satisfacer dichos requerimientos.

El segundo prototipo es una mejora del primero tomando en cuenta todas las recomendaciones y conclusiones obtenidas. Estos resultados permitieron analizar que se puede disminuir la cantidad de sensores de 7 a 3 y establecer otro nuevo componente el cual por medio de la distancia puede ahorrar el uso de 3 sensores.

3.8.1 Diagrama de Bloques del Segundo Prototipo.

Es muy parecido al diagrama del primer prototipo, únicamente difiere en la primera etapa de los sensores de entrada. El diagrama se expone en la siguiente figura.

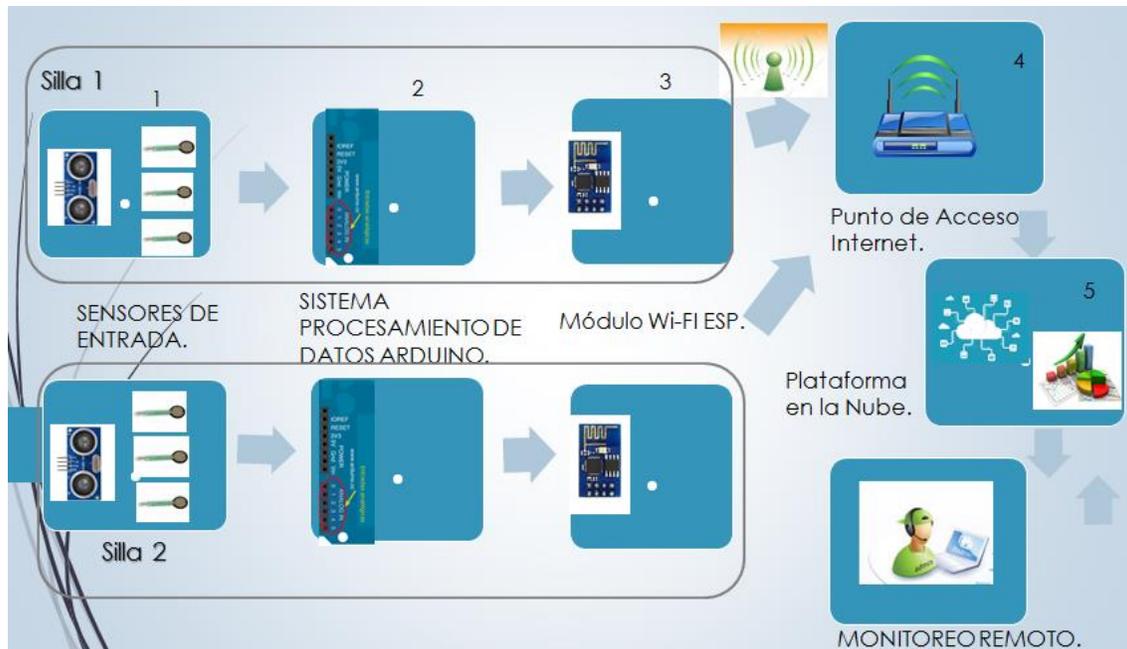


Figura 34: Diagrama de Bloques Prototipo 1

Fuente: Autoría

El diseño del segundo prototipo está basado en 5 etapas, y únicamente difiere en la 1 del primer prototipo, el cambio es que:

1. Los sensores de presión sólo se van a mantener el 1 y 2, y añadir una nueva posición para un tercero 3 reemplazaría al 3 y 4, esto para una mayor interpretación de los datos observe la figura 43.

3.8.2 Diagramas de Flujo.

Para un mejor entendimiento de la funcionalidad del sistema se va explicar mediante dos diagramas: Diagrama del análisis y procesamiento de los datos, Diagrama de la lógica de conexión a internet.

3.8.2.1 Diagrama del Análisis y Procesamiento de Datos.

El diagrama que se presenta a continuación (figura 35) corresponde a la lectura de los sensores FSR, Ultrasonico y al análisis de estos datos para definir una postura, dicho procesamiento ocurre en la programación del Arduino Nano. El código se puede observar en el ANEXO 4.

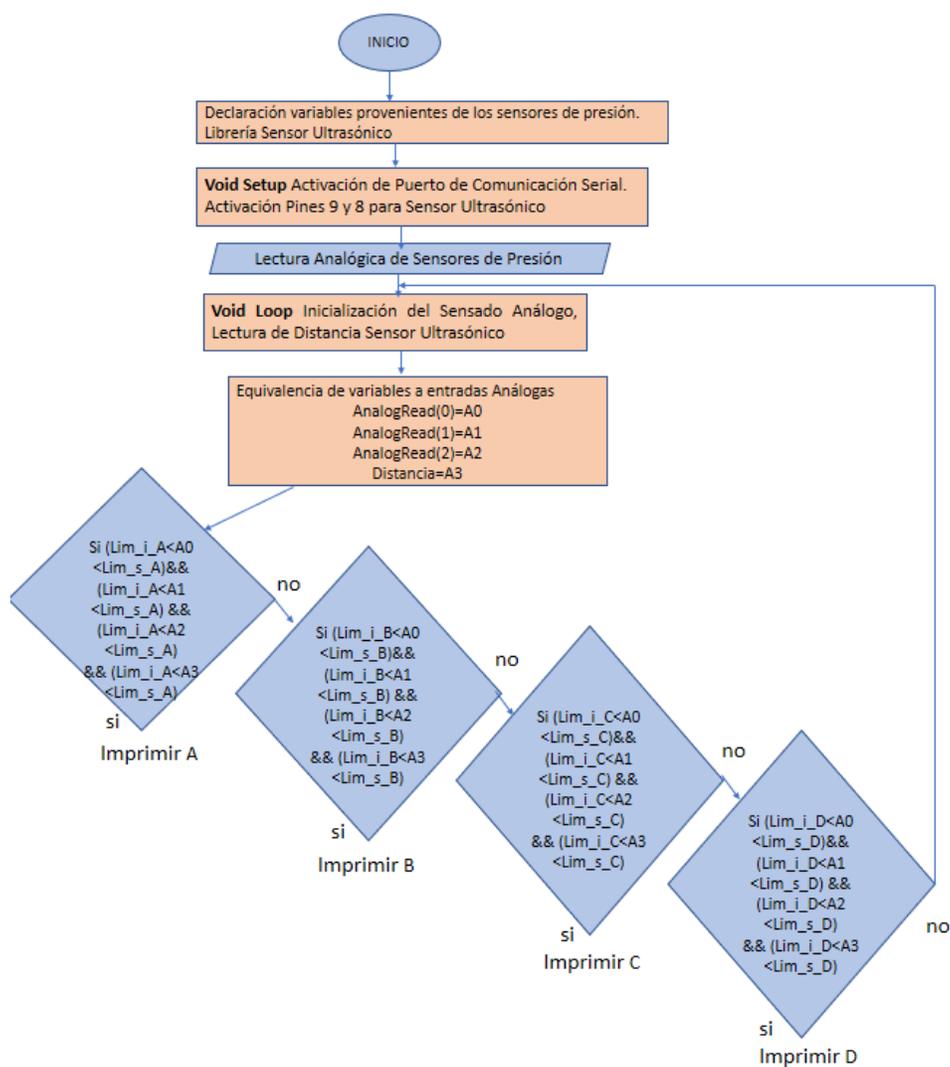


Figura 35: Diagrama del Análisis y Procesamiento de los Datos

Fuente: Autoría

3.8.2.2 Diagrama de Conexión a Internet.

Este diagrama es una descripción de la programación utilizada en los Módulos ESP para lograr conectarse a Internet. La figura 36 describe el proceso. El código se puede observar en el Anexo 5.

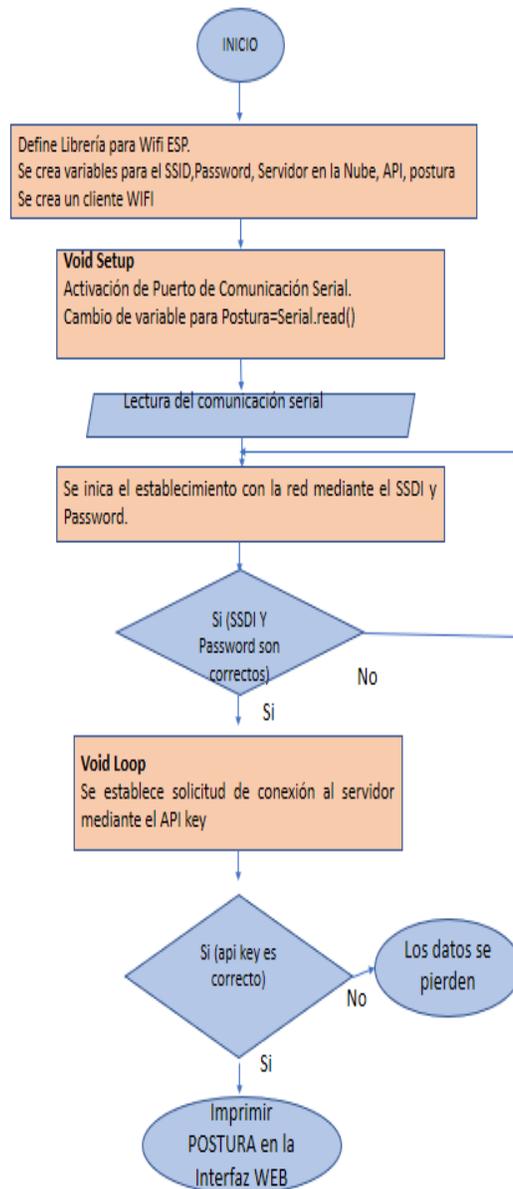


Figura 36: Diagrama de Flujo de la Conexión a Internet.

Fuente: Autoría

3.8.3 Diagrama de Conexión del Circuito.

Para un correcto uso de cada elemento en la parte siguiente se analiza las especificaciones técnicas de cada uno.

3.8.3.1 Sensor Ultrasónico.

Los ultrasónicos son sonido que tiene una frecuencia mayor a la audible por el oído humano (frecuencia desde 16hz hasta un límite de 20 KHz) mientras que los sensores trabajan a 40 KHz. El funcionamiento es el siguiente se tiene un transmisor que emite un pulso ultrasónico que rebota sobre un determinado objeto y la recepción es detectada por un receptor de ultrasónicos. El funcionamiento se explica a continuación (figura 37).

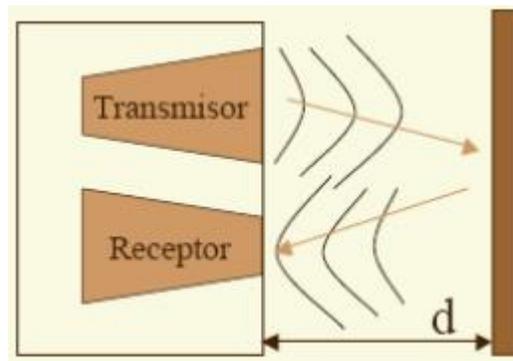


Figura 37: Diagrama de reflexión de un Sensor Ultrasónico

Fuente:<http://www.alcabot.com/alcabot/seminario2006/Trabajos/DiegoPerezDeDiego.pdf>

3.8.3.2 Sensor Ultrasónico HC-SR04.

El HC-SR04 es un sensor de ultrasonidos capaz de calcular la distancia a la que se encuentra un objeto. El HC-SR04 se destaca por su bajo consumo, gran precisión y bajo

precio se puede observar en la figura 38. El sensor tiene compatibilidad con la mayoría de microcontroladores, incluyendo todos los arduinos y tarjetas compatibles que funcionen con 5 volts. Las especificaciones se explican en la tabla 19.

- Pines de conexión:

Tiene 4 pines de conexión VCC, Trig (Disparo del ultrasonido), Echo (Recepción del ultrasonido), GND se puede observar en la figura



Figura 38: Sensor Ultrasónico HC-SR04

Fuente: http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-617576936-sensor-ultrasonico-hc-04-ideal-arduino-pic-_JM

Tabla 19: Especificaciones del Sensor Ultrasónico

Características	
Dimensiones del circuito:	43 x 20 x 17 mm
Tensión de alimentación:	5 Vcc

Frecuencia de trabajo:	40 KHz
Rango máximo:	4.5 m
Rango mínimo:	1.7 cm
Duración mínima del pulso de disparo (nivel TTL):	10 μ S.
Duración del pulso	100-25000
eco de salida (nivel TTL):	μ S.
Tiempo mínimo de espera entre una medida y el inicio de otra	20 mS.

Fuente: <http://electronilab.co/tienda/sensor-de-distancia-de-ultrasonido-hc-sr04/>

3.8.3.3 Wifi ESP.

Para el desarrollo del sistema se requiere de un puente a internet que comunique los datos obtenidos de diferentes módulos, una solución factible y que satisface todas las necesidades analizadas es el módulo Wi-Fi ESP 8266 observe en la figura 39.

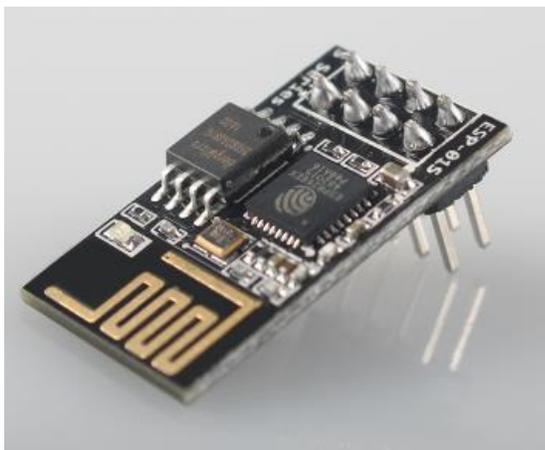


Figura 39: Placa del Módulo Wi-Fi 8266, ESP-12

Fuente: <http://www.electrodragon.com/product/esp-14-wifi-board-embedded-with-stm8s003f3p6/>

Su pequeño tamaño le permite adaptarse fácilmente a cualquier placa y de igual manera la construcción de un sistema pequeño, en el día de hoy este módulo es un producto muy orientado al Internet de las cosas ya que posee pines digitales y análogos sumados a su bajo consumo de energía, lo hacen un dispositivo muy robusto algunas características se especifican en la tabla 20.

Tabla 20: Especificaciones del Módulo ESP

Características
Protocolos soportados: 802.11 b/g/n
Wi-Fi Direct (P2p), Soft Access Point
Stack TCP/IP integrado
PLL, reguladores y unidades de manejo de energía integrados
Potencia de salida: +19.5dBm en modo 802.11b
Sensor de temperatura integrado
Consumo en modo de baja energía: <10 uA
Procesador integrado de 32 bits, puede ser utilizado como procesador de aplicaciones

Fuente: <http://www.geekfactory.mx/tienda/radiofrecuencia/modulo-wifi-serial-esp8266-economico/>

3.8.3.4 Esquema de Conexión.

Se diseñó el circuito utilizando como elemento procesador al Arduino, los sensores de lectura de datos: FSR-402 y el sensor ultrasónico HCSR-05, un LED indicador para cada postura, conexión serial desde el Arduino al módulo WiFi ESP y un regulador de voltaje a 3.3V. El esquema de conexión con todos sus elementos se presenta en la figura 40, mientras que el circuito de conexión se puede observar en la figura 41 cabe indicar que los pines de los LEDs y sensor ultrasónico pueden variar debido a la programación interna del Arduino.

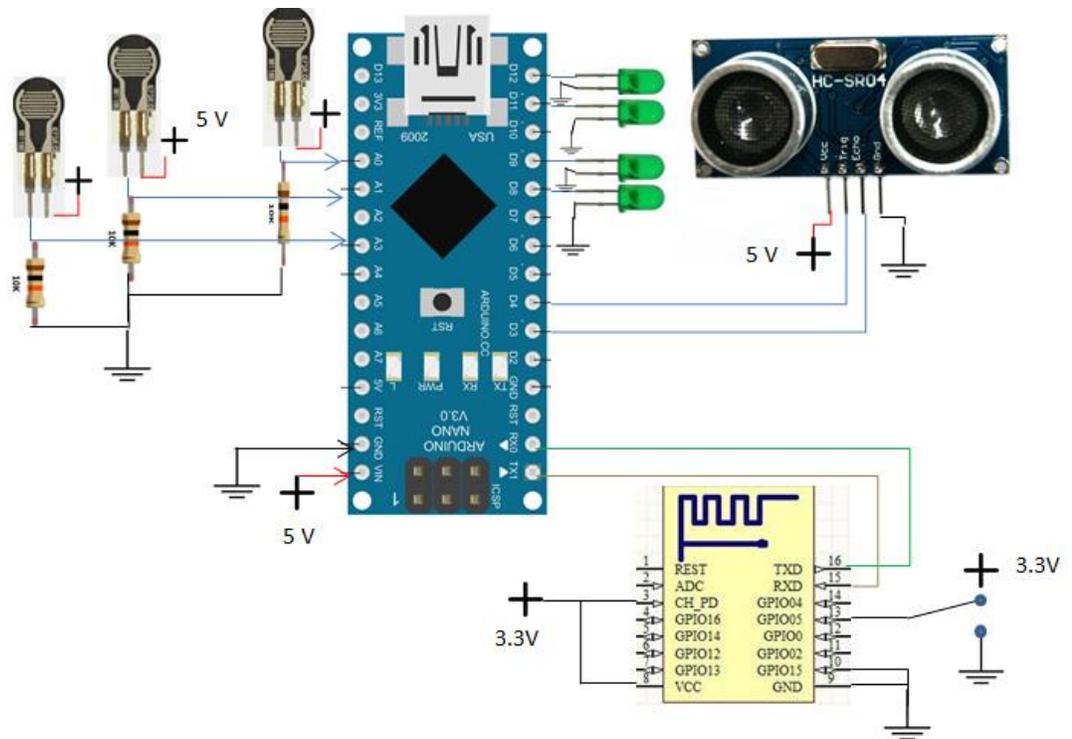


Figura 40: Esquema de Conexión del Circuito Prototipo 2

Fuente: Autoría

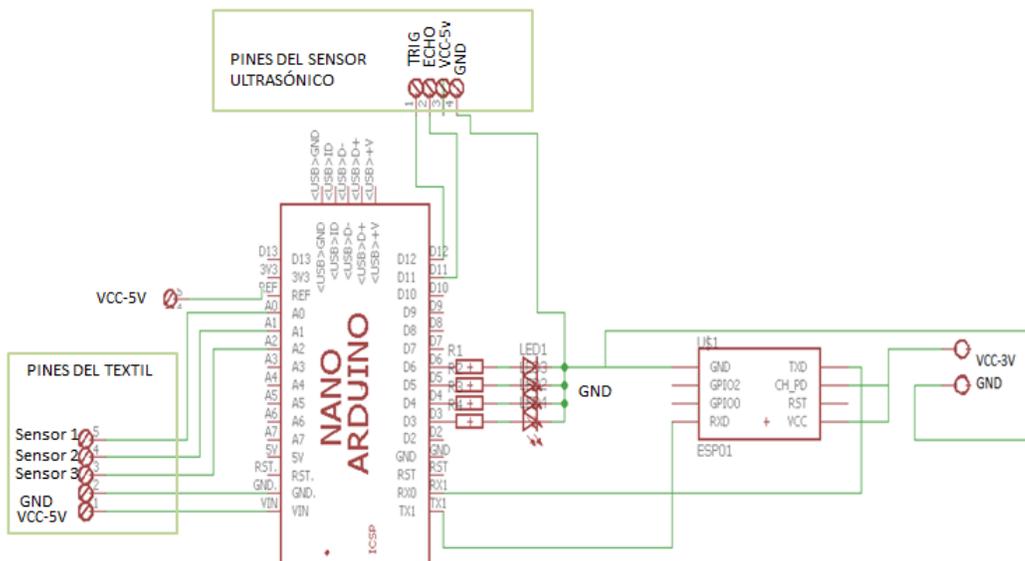


Figura 41: Circuito de Conexión del Segundo prototipo

3.8.4 Diseño del Circuito Impreso.

Este diseño fue realizado en el software Eagle, y mediante una búsqueda en internet se pudo hallar las librerías de todos los componentes, el resultado final se observa en la figura 42.

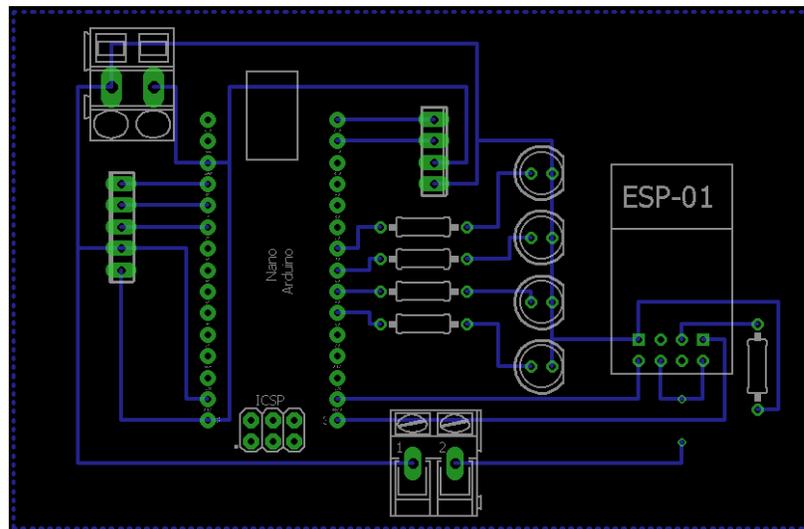


Figura 42: Diseño del circuito impreso mediante EAGLE

Fuente: Autoría

Después del diseño se procedió a hacer la placa con el montaje de todos los elementos. El resultado final se observa en la figura 43.

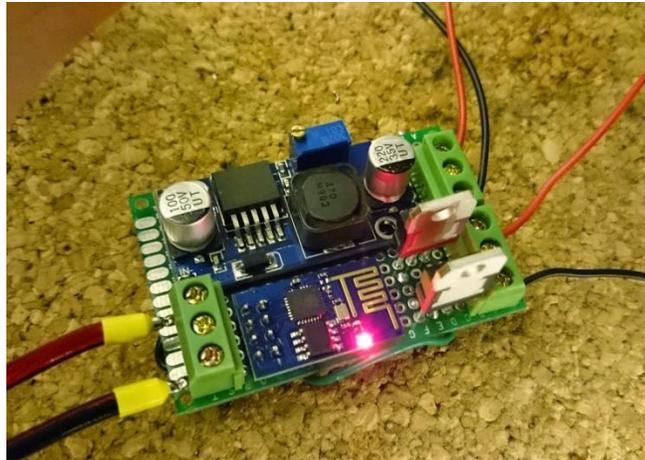


Figura 43: Circuito y elementos de la Placa Final

Fuente: Autoría

3.8.5 Integración del Hardware del Segundo Prototipo.

Los 3 sensores de fuerza (1,2,3) están colocados sobre la silla de manera conjunta adaptados a una pieza de tela, mientras que el sensor ultrasónico(4) es colocado en la parte superior del espaldar de la silla, el circuito impreso se encuentra atrás del espaldar ,estos elementos en conjunto dan como resultado lo que se puede observar en la figura 44.



Figura 44: Dispositivo Final con el número y ubicación de cada sensor.

(1,2,3) Sensores FSR, 4 Sensor Ultrasónico, 5 Circuito

Fuente: Autoría

3.8.5.1 *Diseño y Construcción del Textil Inteligente.*

En este segundo prototipo se procedió a ubicar los sensores en la parte interior de una tela textil, con la finalidad de ocultar los cables que sobresalían en el primer diseño, de tal manera que haya mayor flexibilidad para ubicarse en cualquier silla.

El bordado del textil después de ubicar los sensores fue a mano, mostrando a primera vista dureza y resistencia a cualquier presión. El material de este es de alfombra de lana el anverso y tela de algodón el reverso, también el diámetro de este es del mismo tamaño que el ancho y largo del cuadro del asiento. El resultado final se indica en la figura 45.

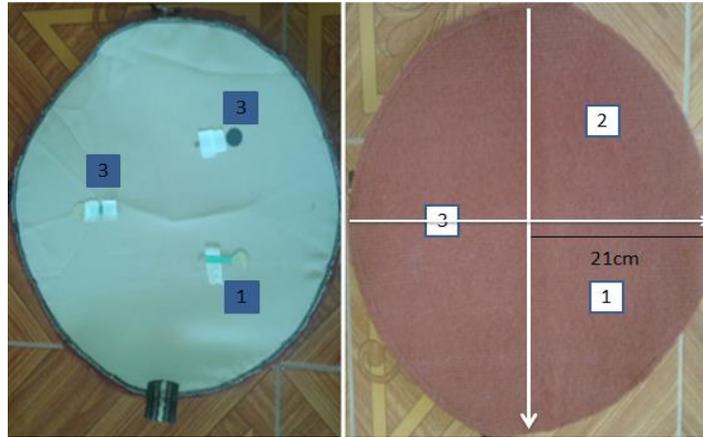


Figura 45: Anverso y Reverso del Textil Inteligente

Fuente Autoría

Después se lo ubicó en la silla y se ajustó correctamente, pero a primera vista es notorio que existe desplazamiento a los costados ante cualquier movimiento de una persona al sentarse, es por eso que se elaboró unos broches que se ajustan en la parte debajo de la silla, el resultado se presenta en la figura 46.



Figura 46: Implementación de Broches en el textil Inteligente

Fuente: Autoría

3.8.5.2 *Diseño y Construcción del Implemento del Espaldar.*

El sensor número cuatro (sensor ultrasónico) tiene características que limitan su funcionamiento, una de estas es que trabaja a distancias mayores a 2 cm y por la metodología de sensado y las diferentes posturas que opta una persona este debería estar separado del asiento cierta distancia como se identifica en la figura 48.

El dispositivo consta de tres secciones A (Sujetador del Silla), B (Palanca Ajustable), C (Sujetador de Ultrasónico). La descripción se puede ver en la figura 47.

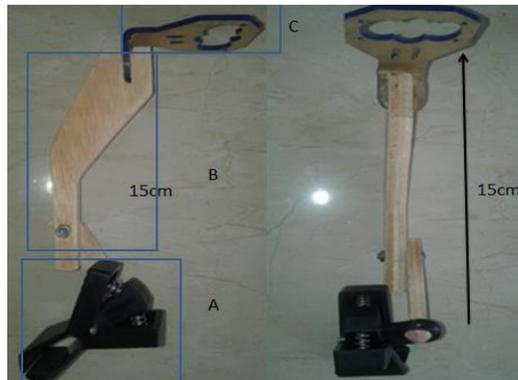


Figura 47: Elementos y Distancia del Implemento del Espaldar

Fuente: Autoría

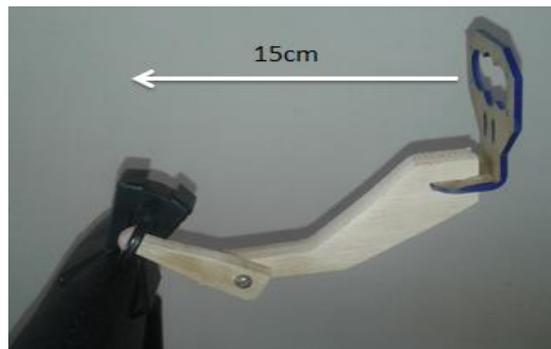


Figura 48: Separación en la silla del Implemento del Espaldar

Fuente: Autoría

3.8.6 Datos Obtenidos del Sensado.

Se realizó el mismo procedimiento utilizado en el primer prototipo para obtener los datos, cabe mencionar que se sometió a un total de 15 personas sin distinguir edad, peso, sexo. Los resultados y rangos de los cuatro sensores en cada una de las posiciones se presentan en la tabla 21. El número de cada sensor hace referencia a la figura número 43, y la postura a la figura 27.

Tabla 21 Rango de variación de los Sensores en cada postura

Postura	Rango de Variación de Cada Sensor(Max valor en bits=1024)
A	Sensor 1 (21-517)bits Sensor 2 (46-390)bits Sensor 3 (7-280)bits Distancia (-1 hasta 10)cm
B	Sensor 1 (80-580)bits Sensor 2 (30-440)bits Sensor 3 (40-390)bits Distancia (8-93)cm
C	Sensor 1 (17-68)bits Sensor 2 (240-760)bits Sensor 3 (0-550)bits Distancia (0)
D	Sensor 1 (500-770)bits Sensor 2 (0-550)bits Sensor 3 (0-450)bits Distancia (-1 hasta 5)

Fuente: Autoría

De obtenerse datos fuera de los rangos se define una postura nula. Los intervalos de los datos obtenidos estarán sometidos a cambios dependiendo de las pruebas de funcionamiento.

CAPÍTULO IV

PRUEBAS Y CONCLUSIONES

Este capítulo contiene las pruebas de funcionamiento físico, de hardware, y la forma en la que se suben los datos a la plataforma ThingSpeak, dichas pruebas permitirán identificar las posturas de mayor tendencia en concentración y desconcentración.

La fase de pruebas fue realizada a estudiantes en actividades académicas tanto en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas como en la Biblioteca de la Universidad. Una vez realizadas dichas pruebas se obtuvo los estimadores de desconcentración, conclusiones y recomendaciones de la Investigación.

4.1 Cronograma de Pruebas

Concluida la etapa de diseño el siguiente paso es realizar las pruebas para validar el sistema, en esta sección se va abordar las Pruebas del correcto funcionamiento y Pruebas de Atención. El objetivo principal de dichas pruebas es realizar un monitoreo de las posturas (figura 27) de los estudiantes, dichas evaluaciones fueron realizadas a estudiantes de todos los semestres de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación en varios horarios de clase, para lo cual se plantea el siguiente cronograma a desarrollarse en 8 meses que se observa en la tabla 22

Tabla 22 Cronograma de las Actividades desarrolladas durante 8 meses

Fuente: Autoría

CRONOGRAMA DE PRUEBAS				
TIPO DE PRUEBA	SUJETOS DE PRUEBA	LUGAR DE DESARROLLO DE LAS PRUEBAS	RESULTADOS ESPERADOS	DURACIÓN
BLOQUE 1: Comprobación del funcionamiento de: Micrcontrolador, Módulo Wi-Fi, Plataforma en la Nube y Eficiencia del Sistema.	Autor y Estudiantes de CIERCOM	Aulas de clase de la Facultad de Ingeniería Ciencias Aplicadas	Se espera el correcto funcionamiento y eficiencia del sistema.	15 días Marzo-Abril
BLOQUE 2: Poner a Prueba la Atención mediante la Aplicación de Smarthpone” Luminosity Brain”	Estudiantes de CIERCOM	Aulas de clase de la Facultad de Ingeniería Ciencias Aplicadas	Identificar las posturas con mayor tendencia mediante este juego.	15 días Mayo-Junio
BLOQUE 3: Evaluar la Atención mediante el denominado “juego de observación” de internet http://ocio.historiaybiografias.com/observacion.htm	Autor y Estudiantes de CIERCOM	Aulas de clase de la Facultad de Ingeniería Ciencias Aplicadas	Se desea comprobar cuál es la postura más repetida mediante dicha Aplicación de Internet.	15 días Julio-Agosto
BLOQUE 4: Atención mediante el Test de Símbolos y Números	Autor y Estudiantes de CIERCOM	Aulas de clase de la Facultad de Ingeniería Ciencias Aplicadas	Los resultados que se quiere obtener es las posturas más elegidas por el usuario mediante este Test.	15 días Septiembre-October

4.2 Pruebas de Funcionamiento (Bloque 1)

El objetivo de esta etapa es validar el funcionamiento del sistema verificando que la detección de posturas sea la correcta sin distinguir el tipo de persona. Este tipo de pruebas permite evaluar un funcionamiento a tiempo prolongado tanto del hardware como del software para evaluar posibles falencias como: desconexiones internas de cables, Saturación del Microcontrolador, Saturación Módulos Wi-Fi, Saturación del Servidor IoT.

4.2.1 Pruebas de Físicas del dispositivo.

El objetivo de la prueba es poner a diferentes usuarios en contacto directo con el sistema y aplicar una acción como por ejemplo mover la silla de una manera brusca y ese momento testear la correcta lectura de cada sensor. Los resultados y funcionamiento se resumen en la tabla 23

Tabla 23 Serie de Pruebas para Evaluar el Sistema

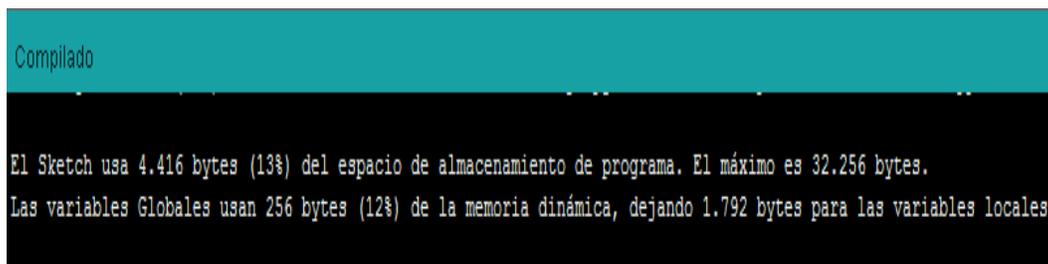
Prueba	Desempeño del Sistema
Sentarse y Levantarse varias veces.	Correcto en la lectura de todos los sensores
Fricción del Textil para adelante y atrás varias veces.	Correcto en la lectura de todos los sensores
Fricción del Textil para izquierda y derecha varias veces.	Correcto en la lectura de todos los sensores
Ejercer mayor presión en alguna zona de la silla.	Correcto en la lectura de todos los sensores
Aplicación de mayor fuerza al apoyarse al arrimar de la silla.	Correcto en la lectura de todos los sensores
Movimiento brusco de la Silla.	Correcto en la lectura de todos los sensores
Leve Golpe en el sensor del espaldar de la Silla.	Correcto en la lectura de todos los sensores
Caída de silla	No existe lectura de los sensores

Fuente: Autoría

Luego de efectuar este estudio a varias personas voluntarias se pudo obtener como conclusión que el sistema es resistente a las acciones más comunes que podría realizar el estudiante en el aula de clase.

4.2.2 Pruebas del Microcontrolador.

Esta prueba se basa en evaluar si el programa que se ejecuta ocupa mayor memoria flash y memoria dinámica de la disponible en el Arduino, la figura 49 demuestra que la memoria del microcontrolador satisface todo el procesamiento de datos que involucra el programa.



```
Compilado
El Sketch usa 4.416 bytes (13%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 32.256 bytes.
Las variables Globales usan 256 bytes (12%) de la memoria dinámica, dejando 1.792 bytes para las variables locales.
```

Figura 49. Estado de Compilación del Arduino

- Uso del 13% de almacenamiento del programa.
- Uso del 12% de la memoria dinámica.

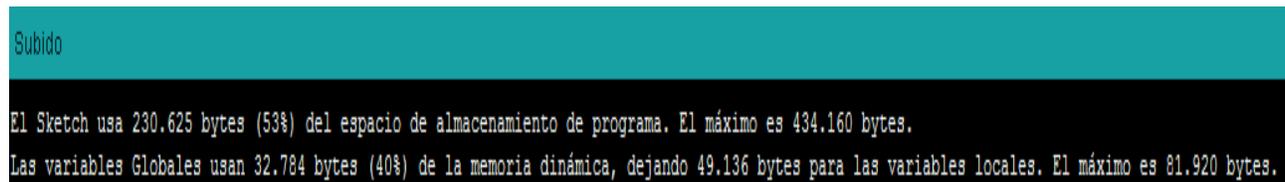
Luego se realizó el sensado por dos horas y no se tuvo ningún percance, lo cual demuestra que existe un correcto funcionamiento del aparato en tiempo prolongado sin ningún problema de saturación de datos.

4.2.3 Pruebas de los Módulos Wi-Fi.

La conexión de hardware y como grabar el módulo Wi-Fi tiene algunas consideraciones, entre las principales que se usa un cable de comunicación serial para grabar y se alimenta mediante 3.3V .El manual que detalla el proceso completo se observa en el ANEXO 6.

Al subir el programa que se describe en el Anexo 5 que permite subir los datos a la Plataforma ThingSpeak este ocupa cierta Memoria dinámica y almacenamiento como se observa en la figura 51

- Uso del 57% de almacenamiento del programa.
- Uso del 40% de la memoria dinámica.



```
Subido
El Sketch usa 230.625 bytes (53%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 434.160 bytes.
Las variables Globales usan 32.784 bytes (40%) de la memoria dinámica, dejando 49.136 bytes para las variables locales. El máximo es 81.920 bytes.
```

Figura 50: Estado de Compilación del Arduino

Fuente: Autoría

El programa no ocupa mayor memoria flash y memoria dinámica de la disponible en el Módulo Wi-Fi ESP8266, por lo tanto su rendimiento debe ser satisfactorio.

Para confirmar esto se puso al módulo a subir datos a la plataforma en la nube durante 30 minutos y este no tuvo ningún problema en la saturación de los datos. La figura que confirma este hecho es la número 51.

4.2.4 Pruebas de Plataforma en la Nube.

Se procedió a crear una cuenta, el manual detallado de todo el proceso y como vincular la cuenta al módulo se explica en el ANEXO 7. Luego de esto se probó si los datos que se digitaban mediante comunicación serial eran los mismos que se graficaba en la Interfaz WEB de la plataforma, el resultado fue satisfactorio y se evidencia en la figura 51.

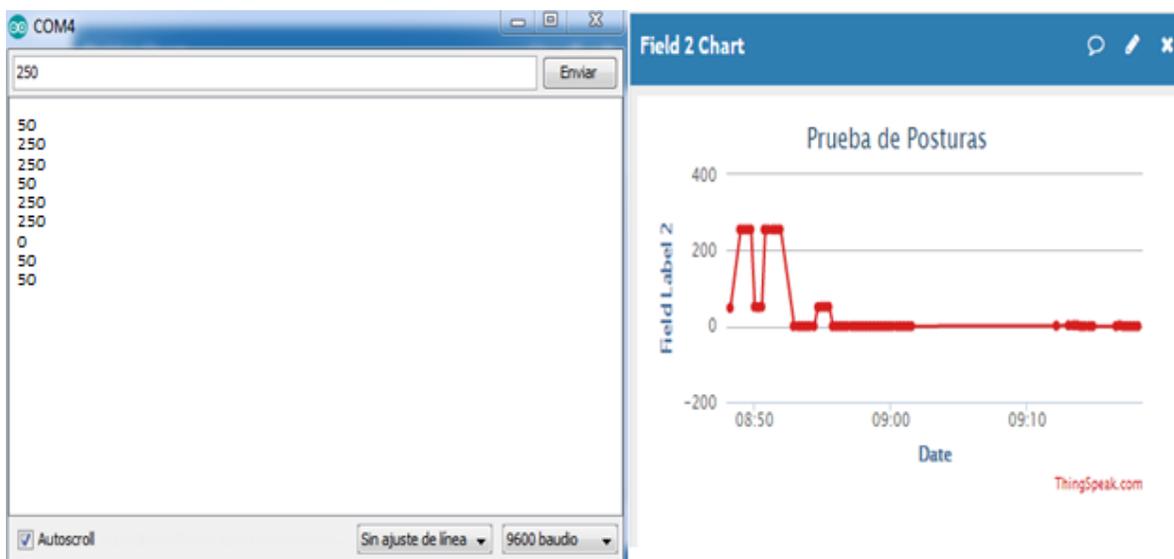


Figura 51: Verificación de como se suben los datos mediante comunicación Serial

Fuente: Autoría

La plataforma y módulo Wi-Fi funcionan en correcto estado, es por eso que todas las pruebas hasta aquí desarrolladas ratifican que el sistema está listo.

4.2.5 Prueba de Eficiencia del Sensado.

La respuesta que se desea obtener en esta prueba es que tan efectivo es el sistema al acertar la posición en la que se encuentra una persona. Fue realizado a un total de 5 personas y previo se les explico las 4 posturas existentes (figura 27), luego se les impuso a sentarse en cada una de las posiciones para en ese momento sensar la respuesta del sistema mediante comunicación serial. De un total de 200 muestras se obtuvo 169 aciertos que equivale al 84.5% de efectividad. Todo este análisis de datos se puede ver en el ANEXO 8.

4.2.6 Verificación de Requerimientos.

Después de realizar la Integración de Hardware con sus respectivas pruebas, el modelo en V propone una etapa de Verificación de los requerimientos que tiene como objetivo conocer que tan amigable es el sistema para el usuario, la respuesta de las personas que intervinieron con el sistema se puede observar en la tabla 24.

Se evalúa en base a tres criterios Muy Satisfactorio, Satisfactorio y Poco Satisfactorio.

Tabla 24: Descripción de los Requerimientos Cumplidos

REQUERIMIENTOS	CUMPLIMIENTO
Menor tamaño del Sistema	Satisfactorio
Flexibilidad del Sistema	Satisfactorio
Tarjeta reprogramable	Muy Satisfactorio
Rendimiento a largo plazo	Muy Satisfactorio
Lectura de Puertos	Muy Satisfactorio

análogos y Comunicación	
Serial	
Comunicación	Muy Satisfactorio
Inalámbrica	
Vinculación con la Nube	Muy Satisfactorio
Interfaz en la Nube	Satisfactorio
Amigable	

Fuente: Autoría

4.3 Prueba de Atención mediante la aplicación de smarthpone” luminosity brain”

(bloque 2)

Esta es una prueba que se considera de alta atención debido a que la aplicación Lumosity ofrece un amplio entrenamiento cerebral con más de 25 juegos cerebrales. Consiste en juegos que pretenden mejorar la memoria, atención, flexibilidad, velocidad de procesamiento y resolución de problemas, algunos de estos parámetros se pueden observar en la figura 52. Lumosity es una aplicación creada por Lumos Labs empresa de investigación con sede en San Francisco-California. En un inicio la prueba fue evaluada por el mismo autor y la conclusión fue que la aplicación si conlleva mucha atención.

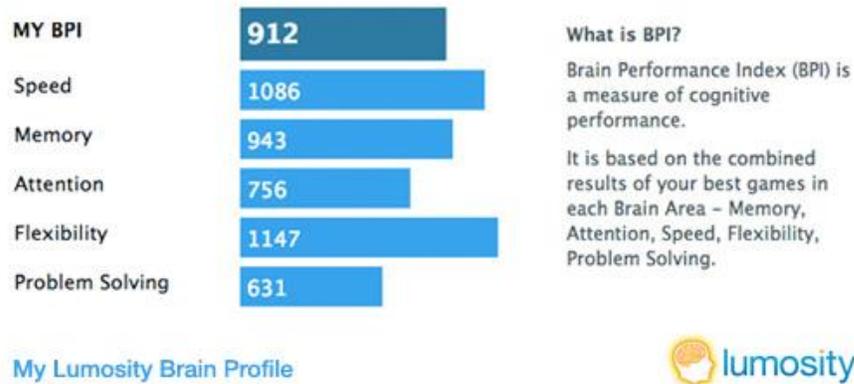


Figura 52: Descripción de las principales características del juego Lumosity

Fuente: <http://www.sarahdoody.com/how-to-build-habits-into-your-products/#.WFid2VPhDIU>

Bajo estos antecedentes se procedió a sensar los usuarios de un total de 15 personas durante 3 minutos. Se les otorgó Smartphone que contenían la aplicación y durante el tiempo mencionado los estudiantes mantenían la atención y concentración para los diferentes retos presentados en el juego obsérvese en la figura 53. En la tabla 24 se resume las posturas mayor optadas por cada persona.



Figura 53: Usuario Probando la Aplicación Luminosity

Fuente: Autoría

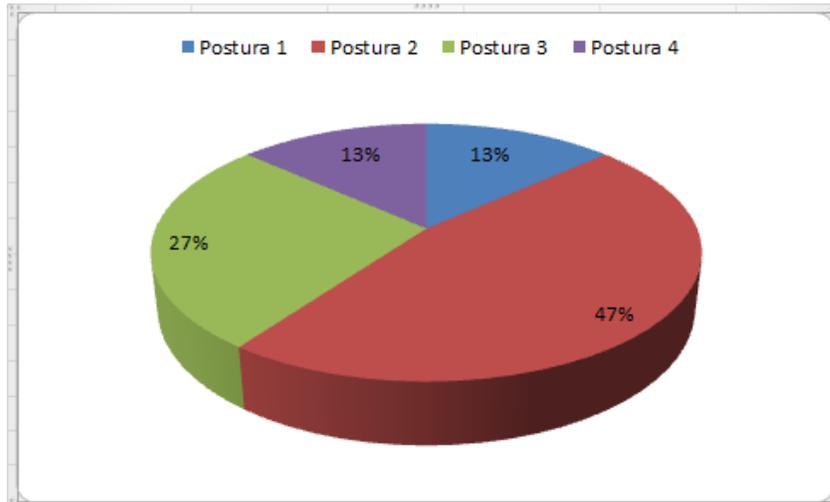
Tabla 25: Resultados Obtenidos de la Aplicación Luminosity

ESTUDIANTE	POSICION MAS FRECUENTE QUE ADOPTA EL ESTUDIANTE AL REALIZAR LA ACTIVIDAD	TIEMPO EN SEGUNDOS QUE PERMANECE EN LA POSICION CON MAYOR FRECUENCIA
Usuario 1	2	120
Usuario 2	1	94
Usuario 3	3	88
Usuario 4	3	72
Usuario 5	3	156
Usuario 6	2	45
Usuario 7	4	155
Usuario 8	2	69
Usuario 9	1	135
Usuario 10	2	180
Usuario 11	2	46
Usuario 12	4	80
Usuario 13	3	138
Usuario 14	2	120
Usuario 15	2	26

Fuente: Autoría

Los resultados obtenidos muestran que no existe una postura totalmente definida que indique ciertas cualidades o características del usuario. También se comprobó que cuando el usuario define una postura sedente esta no varía en gran cantidad hasta terminar el tiempo de prueba.

-Porcentaje de Resultado de la prueba mediante la Aplicación “Luminosity”.



*Figura 54:*Esquema de porcentajes de la postura con mayor tendencia mediante la Aplicación Luminosity

Fuente: Autoría

Esta prueba fue realizada en el ambiente académico de Biblioteca y permitió identificar que la postura dos se repite en considerablemente llegando casi hasta el 50%.Mientras que las posturas 1 y 4 son poco frecuentes para los usuarios.

4.4 Prueba de Atención mediante el denominado “Juego de Observación” (Bloque 3).

Es una prueba que según la página WEB permite medir la atención visual que corresponde a la facultad de percibir claramente todo lo que ocurre dentro del campo visual y analizarlo debidamente. El juego consiste en buscar una figura distinta de 4 posibles esto

de su puede observar en la figura 54. El objetivo es identificar cual es la postura que más optan las personas al momento de estar jugando este reto.



Figura 55: Interfaz del Juego

Fuente: <http://ocio.historyaybiografias.com/observacion.htm>

La prueba fue realizada a un total de 10 personas, durante 5 minutos a cada uno, uno de los sujetos puestos a prueba se puede observar en la figura 55. Los resultados obtenidos de la postura con mayor tendencia se exponen en la tabla 26



Figura 56: Usuario realizando el Test en el computador

Fuente: Autoría

Tabla 26: Resultados Obtenidos del test

ESTUDIANTE	POSICION MAS FRECUENTE QUE ADOPTA EL ESTUDIANTE AL REALIZAR LA ACTIVIDAD	TIEMPO EN SEGUNDOS QUE PERMANECE EN LA POSICION CON MAYOR FRECUENCIA
Usuario 1	2	200
Usuario 2	2	186
Usuario 3	1	277
Usuario 4	3	58
Usuario 5	2	131
Usuario 6	3	163
Usuario 7	1	93

Usuario 8	2	300
Usuario 9	2	229
Usuario 10	4	277

Fuente: Autoría

Para identificar si existía atención y concentración mientras se ejecutaba dicha prueba se tomó el criterio del autor que confirma que si existe conexión directa al realizar la tarea. Cuando inician este examen los usuarios optan por una postura y en la mayoría de los casos permanecen ahí hasta el final del tiempo.

-Resultado de porcentajes del Juego de Observación.

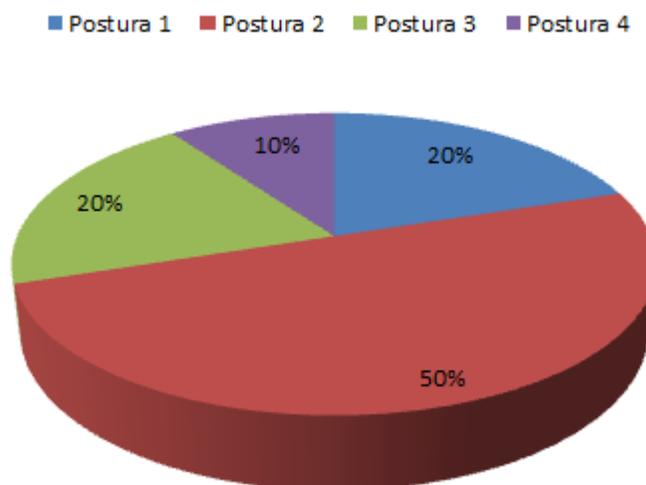


Figura 57: Porcentajes del Juego de Observación

Fuente: Autoría

La postura en la que el usuario se pudo sentir más cómodo y la mayor repetida en el 50% de opciones posibles es la número 2, mientras que el resto de posturas se repiten en una cantidad mucho menor, estos dato se asemeja mucho a los de la primera prueba de atención

4.5 Prueba de Atención mediante el test de símbolos y letras (Bloque 4).

El nombre original de la Prueba es Symbol Digit Modaities creada por Aaron Smith en 1973, se ha comprobado que permite establecer atención sostenida y selectiva para el usuario. Es una prueba abierta que consiste en memorizar símbolos que equivalen a cada número para luego llenar una tabla completa de múltiples opciones (figura 57), la prueba está al alcance de niños, adultos y ancianos. Los sujetos puestos a prueba se pueden observar en la figura 56.



Figura 58: Usuario realizando el Test

Fuente: Autoría

KEY

(-	+	Γ	-	>	+)	÷
1	2	3	4	5	6	7	8	9

(-	-	(+	>	-	Γ	(>	-	(>	(-
1	5	2	1	3										

Γ	>	(-	-	>	+	Γ	(-	>	÷	Γ	+)

Γ	-	+)	(+	Γ)	-	-	÷	+	Γ	+	

Figura 59: Gráfico del Test puesto a prueba al usuario

Fuente: Autoría

Se la va desarrollar entregando un documento que contiene el test (figura 57), para sensar las posturas con mayor tendencia. La prueba fue evaluada a un total de 10 personas durante 2 minutos cada uno, los resultados se presentan en la tablas 27

Tabla 27: Resultados del Test

ESTUDIANTE	POSICION MAS FRECUENTE QUE ADOPTA EL ESTUDIANTE REALIZAR LA ACTIVIDAD	TIEMPO EN SEGUNDOS QUE PERMANECE EN LA POSICION CON MAYOR FRECUENCIA
Usuario 1	3	120
Usuario 2	2	89
Usuario 3	4	61
Usuario 4	1	80
Usuario 5	1	106
Usuario 6	1	120
Usuario 7	1	69
Usuario 8	4	120
Usuario 9	3	58
Usuario 10	1	93

Fuente: Autoría

La tabla resume un total de 10 opciones, donde todos los usuarios permanecen más de la mitad del tiempo en una misma postura. Este dato es similar a los de las anteriores tablas, y la deducción es que cuando un estudiante se define en un estado de concentración no varía en gran cantidad su postura sedente.

-Resultado de Porcentaje del Test de Símbolos y letras.

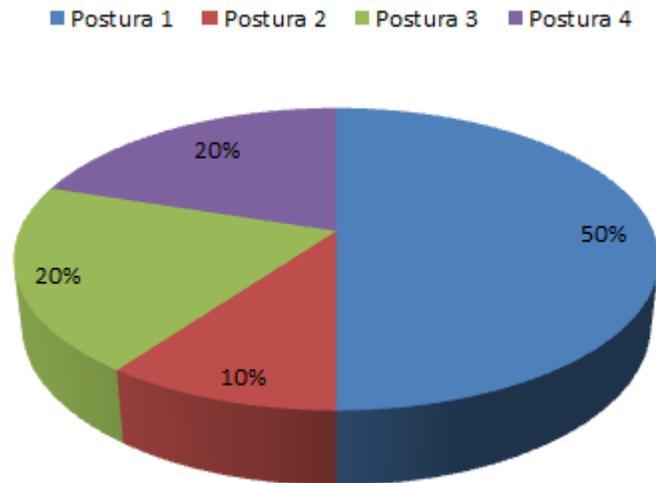


Figura 60: Resultado de Porcentaje del Test de Símbolos y letras.

Fuente: Autoría

Para esta actividad la postura 1 es la más predominante en un 50% mientras que las otras se repiten en menor cantidad. Esta postura es distinta a la repetida en el resto de pruebas

Luego de realizar las tres evaluaciones mediante atención, no se puede obtener un indicador alto ni repetitivo en alto porcentaje, solo queda decir que las posiciones usuales son la número 1 y número 3, en menor porcentaje la número 2 y la menos repetida la número 4.

CONCLUSIONES

Se desarrolló un Sistema estimador de Posturas que consta de sensores de presión FSR y un sensor ultrásónico, por la variación de dichos sensores se puede definir rangos que permiten diferenciar a un total de 4 posibles posturas, el sistema únicamente se acoge al modelo de la silla presentado en la Investigación.

La Investigación fue desarrollada durante 8 meses en distintos horarios con diferentes usuarios en la Biblioteca y las aulas de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, especialmente a estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electrónica y redes de Comunicación

La revisión de las bases teóricas fue una recopilación de conceptos y definiciones de lo último en investigaciones, entre las fuentes más destacadas se puede mencionar a revistas como IEEE, SCOPUS, Repositorios Digitales, Libros y Estudios de diferentes sitios WEB. Dicha información sirvió para establecer un mejor criterio al momento de elegir materiales, hardware, software y tecnología y que el sistema cumpla con todos los requerimientos del usuario.

Se definió todos los requerimientos de stakeholders que se presentan en el sistema, tomando en cuenta la información obtenida del Análisis de la Situación Actual. El software y hardware seleccionado fueron los que mayor puntuación obtuvieron por asemejarse más a lo que se desea obtener como resultado final del sistema, para esto se tomó en cuenta criterios de requerimientos de Stakeholders, Sistema y arquitectura de la norma IEEE29148.

El diseño del Sistema fue realizado con la metodología del Modelo en V, con lo cual se desarrollaron dos prototipos el primero con falencias como: exceso de procesamiento de datos, exceso de hardware y costo elevado. El modelo en V permitió depurar y reducir el uso de sensores para una mejor funcionalidad del Segundo Prototipo.

Se desarrolló un sistema estimador de posturas desde la cadera hasta el cuello con una eficiencia de acierto del 84.5%, resultado obtenido de un estudio realizado a un total de 200 muestras.

El resultado del análisis del monitoreo en la silla cuando los estudiantes están sometidos a un ambiente de atención y concentración en la mayoría de los casos en un 50% se inclina por la postura número 1 y 3, en menor medida por la 2 y muy poco en la 4. Es decir que el estudiante si adopta una postura de acuerdo a la actividad que realice

RECOMENDACIONES

Se recomienda a todas las personas que no saben usar el sistema, antes que todo calibrar la posición correcta del textil debido a que los rangos de variación de los sensores son mínimos.

Cuando el sistema se encuentre en funcionamiento evitar que este sufra golpes y caídas fuertes que podrías provocar desconexión de cables y que la placa del circuito se altere.

Para incursionar con este dispositivo en otras investigaciones es indispensable reducir en gran medida el hardware por lo cual se recomienda el uso de nanotecnología con el uso de sensores y microcontrolador en pequeña escala.

Se recomienda seguir al pie de la letra el manual de configuración de los módulos Wi-Fi debido a que en el internet existen numerosos manuales que no indican todas las funciones a seguir.

Si en un futuro de desea realizar una investigación similar se recomienda que realicen un sistema el cual no sea percibido por el usuario, debido a que este no actúa normal si siente que está siendo sometido a experimentación.

No se recomienda el uso de visión artificial debido a que no se requiere de un gran procesamiento de los datos porque sólo se determina 4 posturas.

Se recomienda el uso de LEDs indicadores como por ejemplo que indique cuando el sistema se enciende, cuando los datos se transmiten a la nube, cuando se determina la posición A, B, C, D.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- xiao , Y., Li, H., Cui , X., & Xi , T. (2010). A Protocol Simplifying Mechanism for a WSN Module . *Electronics and Information Engineering (ICEIE)*, (págs. V2-474 - V2-477). Kyoto.
- Accettura, N. ,. (2011). Performance Analysis of the RPL Routing Protocol . *Mechatronics (ICM)*, 767 - 772.
- Alcaraz, M. (2014). Internet de las Cosas. *Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción*, 2-3.
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., & Mohammadi, M. (2015). Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. (págs. 2347 - 2376). IEEE.
- Alwakeel, S. S., Alhalabi, B., Aggoune, H., & Alwakeel, M. (2015). A Machine Learning Based WSN System for Autism Activity Recognition. *International Conference on Machine Learning and Applications*. Saudi Arabia: IEEE.
- Aquael. (20 de Marzo de 2016). *AQUAEL*. Obtenido de <http://www.aquael.com.pl/en/products/oczko-wodne/pompy-fontannowe/132-aquajet-pfn1>
- B, U., & S, A. (2014). Machine to Machine Communication for Smart Systems using MQTT. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*. India.
- B, X., Yun, Q., Zhao, Y., & Zhou, H. (2012). Research on Long-Term Office Chair Comfort Based on Posture Transform . *Symposium on Computational Intelligence and Design*, 1-4.

- BBVAOpen4U. (25 de Agosto de 2015). *El Internet de las Cosas de código abierto: plataformas y aplicaciones para desarrolladores*. Obtenido de <http://www.bbvaopen4u.com/>: <http://www.bbvaopen4u.com/es/actualidad/el-internet-de-las-cosas-de-codigo-abierto-plataformas-y-aplicaciones-para>
- Bokareva, T., Bulusu, N., & Jha, S. (2004). A Performance Comparison of Data Dissemination Protocols for Wireless Sensor Networks. *Global Telecommunications Conference Workshops, 2004. GlobeCom Workshops 2004. IEEE*, (págs. 85 - 89).
- Bosch, R. (s.f.). <http://xdk.bosch-connectivity.com/relayr>. Obtenido de xdk.bosch-connectivity.com.
- Buenvivir. (2013). Obtenido de <https://www.buenvivir.gob.ec>
- Cárdenas, A. (18 de 07 de 2015). www.ecolisima.com. Obtenido de <http://ecolisima.com/cuanta-agua-consumimos-al-dia/>
- Charmonmanl, S. y. (2015). Special Consideration for Big Data in IoE or Internet of Everything. *Thirteenth International Conference on ICT and Knowledge Engineering*, 147 - 150.
- Chen, S. Z. (2014). A Vision of IoT: Applications, Challenges and Opportunities With China Perspective. *IEEE Internet of Things Journal*, 349 - 359.
- Choi , Y.-S., Jeon, Y. J., & Park, S. H. (2010). A study on sensor nodes attestation protocol in a Wireless Sensor Network. *Advanced Communication Technology (ICACT)*, (págs. 574 - 579). Phoenix Park: IEEE.

Ciudad , J., & Samà , E. (s.f.). <http://upcommons.upc.edu>. Obtenido de <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3552/40883-2.pdf>

Clausen, T., Herberg, U., & Philipp, M. (2011). A Critical Evaluation of the “IPv6 Routing Protocol for Low Power and Lossy Networks” (RPL). *Conference: IEEE 7th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications, WiMob 2011*, . Shanghai, China: IEEE.

coretechrobotics. (17 de Febrero de 2014). coretechrobotics.blogspot.de/. Obtenido de <http://coretechrobotics.blogspot.de/2014/02/a-very-simple-posture-sensor.html>

Eclipse.org. (s.f.). iot.eclipse.org. Obtenido de <http://iot.eclipse.org/>

electricalsensor. (s.f.). Obtenido de <http://www.electricalsensor.com/?ckattempt=1>

Elhabyan, R. S., & Yagoub, M. C. (2013). WEIGHTED TREE BASED ROUTING AND CLUSTERING PROTOCOL FOR WSN. *Electrical and Computer Engineering (CCECE)* (pág. 16). Regina, SK: IEEE.

Elyamany, H. F., & AlKhairi1, A. H. (1-3 de Junio de 2015). IoT-Academia Architecture: A profound approach. *Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD)*, , 1 - 5.

engineersgarage. (2011). www.engineersgarage.com. Obtenido de <http://www.engineersgarage.com/articles/sensors>

Evans, D. (2011). *Internet de las cosas. Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo*. San José, CA: Cisco Systems.

- Gang G, Z. L. (2011). Internet of Things Security Analysis. *International Conference on Internet Technology and Applications*.
- Garcidueñas, P. (10 de 04 de 2014). <http://www.expoknews.com>. Obtenido de <http://www.expoknews.com/sabes-cuanta-agua-consumes-diariamente/>
- Gazis, V. (2015). Short Paper: IoT: Challenges, Projects, Architectures. *Intelligence in Next Generation Networks (ICIN)*, 145 - 147.
- Ghavimi, F. (2014). M2M Communications in 3GPP LTE/LTE-A Networks: Architectures, Service Requirements, Challenges, and Applications. *IEEE COMMUNICATION SURVEYS & TUTORIALS*, 525 - 549.
- Glitho, R. H. (2011). Application architectures for machine to machine communications: Research agenda vs. state-of-the art. *Broadband and Biomedical Communications (IB2Com)*, 1-5.
- Hunkeler, U. (2008). MQTT-S. A publish/subscribe protocol for Wireless Sensor Networks. *Communication Systems Software and Middleware and Workshops*, 791 - 798.
- IEEE. (2011). INTERNATIONAL STANDARD ISO/IEC/IEEE 29148. 95.
- Ilaghi, M., Leva, T., & Komu, M. (2014). Techno-economic Feasibility Analysis of Constrained Application Protocol. *Internet of Things (WF-IoT), 2014 IEEE World Forum on*, 153 - 158.
- INEC. (2013). <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/catalogo-inec-2013-2/>

- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2010). *Censo de población y Vivienda*.
- Islam , R., Kwak, D., Kabir, H., & Hossain, M. (2015). The Internet of Things for Health Care: A Comprehensive Survey. *The internet of things approaches to smart healthcare solutions*. (págs. 678 - 708). IEEE.
- ITU. (2012). *Global Standards for the Internet of Things*. USA: ITU.
- Jaén, U. d. (s.f.). <http://www10.ujaen.es/>. Obtenido de <http://www10.ujaen.es/sites/default/files/users/serobras/prevencion/ergonomia%20de%20la%20oficina.pdf>
- Jaffey, T. (2014). MQTT and CoAP, IoT Protocols. *ECLIPSE NEWSLETTER*.
- Jin, Y. (2008). Pareto-Based Multiobjective Machine Learning: An Overview and Case Studies. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 397 - 415.
- Ju Kim , B., Hong Noh , Y., & Un Jeong, D. (2013). Implementation of Mobile based Multi-Function Health Monitoring System. *IT Convergence and Security (ICITCS), 2013 International Conference on* (págs. 1 - 4). Macao: IEEE.
- Khalil, N., Riduan Abid, M., & Benhaddou, D. (2014). Wireless Sensors Networks for Internet of Things. *Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP), 2014 IEEE Ninth International Conference* (págs. 1 - 6). Singapore: IEEE.

- Khan, R. (2012). Future Internet: The Internet of Things Architecture, Possible Applications and Key Challenges. *Frontiers of Information Technology (FIT)*, 257 - 260.
- Kim, J. y. (2014). M2M Service Platforms: Survey, Issues, and Enabling Technologies. *IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS*, 61 - 76.
- Kim,, J., & Lee, J. (23 de Octubre de 2013). M2M Service Platforms: Survey, Issues, and Enabling Technologies. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 61 - 76.
- Klein, A. (2011). RPL: IPv6 Routing Protocol for Low Power and Lossy Networks. *Seminar Sensorknoten: Betrieb, Netze und Anwendungen* .
- Kochlán, M. y. (2014). Open hardware modular educational robotic platform. Yrobot. *Robotics in Alpe-Adria-Danube Region (RAAD)*, 1-6.
- Laurig, W., & Vedder, J. (2012). *ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO*. España.
- Locke, D. (2010). MQ Telemetry Transport (MQTT) V3.1 Protocol Specification. *IBM DeveloperWorks*, 1- 4.
- Loureiro, R. (2015). *Estudio de plataformas IoT*. Cataluña.
- Miao, W. (2010). Research on the architecture of Internet of Things. *Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), 2010 3rd International Conference*, V5-484 - V5-487.

- Miraz, M. H. (2015). A review on Internet of Things (IoT), Internet of Everything (IoE) and Internet of Nano Things (IoNT). *Internet Technologies and Applications (ITA)*, 219 - 224.
- Miraz, M. H., Maaruf, A., & Excell, P. S. (8-11 de Septiembre de 2015). A Review on Internet of Things (IoT), Internet of Everything (IoE) and Internet of Nano Things (IoNT). *Internet Technologies and Applications (ITA)*, 2015, 219 - 224.
- Morel, A. y. (2006). *Review of different treatment systems for households or neighbourhoods*. Switzerland: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).
- Moreno, J. (2015). *Estudio de las plataformas software existentes para la Internet de las cosas*. Catalunya: Universidad Oberta de Catalunya.
- MSV, J. (13 de Abril de 2015). *www.forbes.com*. Obtenido de *www.forbes.com*: <http://www.forbes.com/sites/janakirammsv/2015/04/13/6-iot-startups-that-make-connecting-things-to-the-cloud-a-breeze/#733dac16308a>
- Mzid, R., Boujelben, M., Youssef, H., & Abid, M. (2010). Adapting TLS Handshake Protocol for Heterogenous IP-Based WSN using Identity Based Cryptography. *Communication in Wireless Environments and Ubiquitous Systems: New Challenges (ICWUS)*, (págs. 1 - 8). Sousse.
- Niyato, D., Xiao, L., & Wang, P. (2011). Machine-to-Machine Communications for Home Energy Management System in Smart Grid. *RECENT PROGRESS IN MACHINE TO MACHINE COMMUNICATIONS*, 53-59.

- Ochoa, C. (11 de Noviembre de 2013). *Blog de Netquest*. Obtenido de <http://www.netquest.com/blog/es/que-tamano-de-muestra-necesito/>
- Open Source Initiative. (03 de 04 de 2016). <https://opensource.org>. Obtenido de <https://opensource.org/docs/definition.php>
- OSHW. (2011). *Open source hardware (oshw) statement of principles and definition v1.0*. *Free Cultural Works*. . Obtenido de Free Cultural Works. : <http://freedomdefined.org/OSHW>
- Ozturk, O. (2010). Introduction to XMPP Protocol and Developing Online Collaboration Applications using Open Source Software and Libraries. *Collaborative Technologies and Systems (CTS)*, 21 - 25.
- programmableweb. (s.f.). www.programmableweb.com/. Obtenido de <http://www.programmableweb.com/api/temboo/source-code>
- RAMACHANDRAN, B. (17 de Octubre de 2014). connectedtechnbiz.wordpress.com. Obtenido de connectedtechnbiz.wordpress.com: <https://connectedtechnbiz.wordpress.com/tag/3gpp/>
- Ruiz, L., Lunadei, L., Barreiro, P., & Robla, J. I. (2009). A Review of Wireless Sensor Technologies and Applications in Agriculture and Food Industry: State of the Art and Current Trends. *OPEN ACCESS SENSORS*, 4728–4750.
- Russell, L. y. (2012). Low-Cost, Rapid Prototyping of IMU and Pressure Monitoring System using an Open Source Hardware Design. *Instrumentation and Measurement Technology Conference* , 2695 - 2699.

- Russell, L., Steele, A., & Goubran, R. (2012). Low-Cost, Rapid Prototyping of IMU and Pressure Monitoring System using an Open Source Hardware Design. *Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)* (págs. 2695 - 2699). Graz: IEEE.
- School, I. B. (16 de Junio de 2011). *www.imf-formacion.com*. Obtenido de <http://www.imf-formacion.com/noticias/objetivos-de-la-ergonomia>
- Selinger, M., Sepulveda, A., & Jim, B. (2013). Education and the Internet of Everything, How Ubiquitous Connectedness Can Help Transform Pedagogy. *Cisco Consulting Services and Cisco EMEAR Education Team*, 14.
- sensorcloud.com. (2015). *www.sensorcloud.com*. Obtenido de [www.sensorcloud.com: http://www.sensorcloud.com/](http://www.sensorcloud.com/)
- Shelby, Z. ., (06 de 2014). The Constrained Application Protocol (CoAP), IETF RFC 7252. San Jose, CA, USA.
- Singh Bisht , R., & Budhani , S. (2014). Performance analysis of hierarchical and nonhierarchical routing techniques in wireless sensor networks. *Soft Computing Techniques for Engineering and Technology (ICSCCTET), 2014 International Conference on* (págs. 1 - 8). Bhimtal: IEEE.
- softwareverde. (2012). *Ingeniería de Software*. Obtenido de <http://softwareverde.blogspot.com/2012/09/modelo-en-v.html>
- Sosa, E. (2013). Internet del Futuro y Ciudades Inteligentes. *XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 21 - 27.

- Stanford, A., & Linh, H. T. (2013). MQTT For Sensor Networks (MQTT-SN) Protocol Specification. *International Business Machines Corporation (IBM)*, 1-28.
- Suo , H., Wan, J., Zou, C., & Liu, J. (2012). Security in the Internet of Things: A Review. *Computer Science and Electronics Engineering (ICCSEE), 2012 International Conference on* (págs. 648 - 651). Hangzhou: IEEE.
- Suresh1, P., Daniel2, V., & Aswathy3, R. H. (2014). A state of the art review on the Internet of Things(IoT). *Science Engineering and Management Research (ICSEMR)* (págs. 1 - 8). Chennai: IEEE.
- Tan, L. y. (2010). Future Internet: The Internet of Things. *Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), 2010 3rd International Conference*, V5-376 - V5-380.
- Tang, C. M. (2012). The P2P-RPL Routing Protocol Research and Implementation in Contiki Operating System. *Instrumentation, Measurement, Computer, Communication and Control (IMCCC)*, 1472 - 1475.
- Tezer, O. (23 de Diciembre de 2013). *digitalocean.com*. Obtenido de digitalocean.com: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/an-advanced-message-queuing-protocol-amqp-walkthrough>
- Thatte, G., & Mitra, U. (29 de Noviembre de 2006). Power Allocation in Linear and Tree WSN Topologies. *Signals, Systems and Computers*, 1342 - 1346.
- Torres, M. y. (2006). Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. *Boletín electrónico*.

- Tucic, M. y. (2015). Device Abstraction and Virtualization: Concept of Device in Device. *International Conference on Consumer Electronics Berlin (ICCE-Berlin)*, 431 - 434.
- Ugrenovic, D. (2015). CoAP protocol for Web-based monitoring in IoT healthcare applications. *Telecommunications Forum Telfor (TELFOR)*, 79 - 82.
- Vidhate, D., & Kulkarni, P. (2012). Cooperative Machine Learning with Information Fusion for Dynamic Decision Making in Diagnostic Applications. *Advances in Mobile Network, Communication and its Applications (MNCAPPS)* (págs. 70-74). Bangalore: IEEE.
- Vinoski, S. (2006). Advanced Message Queuing Protocol. *IEEE Internet Computing* (págs. 87-89). IEEE.
- Xue, M. y. (2009). A Study and Application on Machine Learning of Artificial Intelligence. *Artificial Intelligence*, 272 - 274.
- Yang, J. y. (2008). Review on Free and Open Source Software. *Service Operations and Logistics, and Informatics*, 1044 - 1049.
- Zheng , Y., & Morrell, J. B. (2012). Comparison of Visual and Vibrotactile Feedback Methods for Seated Posture Guidance. *IEEE Transactions on Haptics* (págs. 13 - 23). IEEE.
- Zheng, Y., & Morrell, J. (2010). A Vibrotactile Feedback Approach to Posture Guidance. (págs. 351 - 358). Waltham, MA: 2010 Simposio IEEE hápticos.

GLOSARIO

CIERCOM: Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación.

ESP8266: Microcontrolador Integrado con WI-FI

EAGLE: programa Eagle es un software de diseño electrónico de realización de esquemas y circuitos impresos con vistas 3D.

FSR: Sensor de Fuerza resistivo

GUI: Interfaz gráfica de usuario del inglés Graphical User Interface.

Interfaz C/C++: conjunto de funciones que se establecen para llamar al diver con la operación requerida

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos

IEEE 29148. Esta norma Internacional proporciona un tratamiento unificado de los procesos

Language C: lenguaje de programación muy utilizado con estructura en funciones.

M2M consiste en el intercambio automático de datos entre máquinas y equipos sin ningún tipo de intervención humana.

Modelo en V: define un procedimiento uniforme para el desarrollo de productos

PCB: Placa de Circuito Impreso.

RGB: siglas en inglés de red, Green, blue es la composición del color en términos de la intensidad de los colores primarios de la luz.

Stakeholders: persona u organización que tenga un derecho, acción, reclamo, o interés en un sistema o en su posesión características que satisfagan sus necesidades y expectativas

Visión Artificial: Transformación de datos de programación en computador para procesar imágenes.

WI_FI Wireless Fidelity (Fidelidad inalámbrica)

WLAN Wireless Local Area Network

ANEXOS

5.1 Anexo 1 (Observación Directa)

Sistema de Estimación de Postura.

<i>Semana:</i>	Del 4 al 6 de Abril del 2016	<i>Campo:</i>	Laboratorio de Fibra Óptica y Sistemas Embebidos.
		<i>Lugar:</i>	FICA-UTN
<i>Fecha:</i>		Lunes 4 de Abril del 2016	

HORARIO 9 AM.

	Facebook.	Videos.	Investigar y Tesis.	Configurar Equipos	Otras Actividades.
EDWIN.	A				
HENRY.		A			
FRANKLIN.			C		
IVÁN.				B	
VANNESA.			B		
STALIN.	B				

HORARIO 10:30 AM.

	Facebook.	Videos.	Investigar y Tesis.	Configurar Equipos	Otras Actividades.
EDWIN.			B		
HENRY.			C		
FRANKLIN.			C		
IVÁN.	A				
VANNESA.			C		
STALIN.		B			

HORARIO 12:00 AM.

	Facebook.	Videos.	Investigar y Tesis.	Configurar Equipos	Otras Actividades.
EDWIN.			B		
HENRY.			C		
FRANKLIN.			C		
IVÁN.	A				
VANNESA.			C		
STALIN.			C		

Sistema de Estimación de Postura.

<i>Semana:</i>	Del 4 al 6 de Abril del 2016	<i>Campo:</i>	Laboratorio de Fibra Óptica y Sistemas Embebidos.
		<i>Lugar:</i>	FICA-UTN
<i>Fecha:</i>			Martes 5 de Abril del 2016

HORARIO 9 AM.

	Facebook.	Videos.	Investigar y Tesis.	Configurar Equipos	Otras Actividades.
EDWIN.			B		
HENRY.				A	
FRANKLIN.	C				
IVÁN.		D			
VANNESA.			C		
STALIN.			B		

HORARIO 10:30 AM.

	Facebook.	Videos.	Investigar y Tesis.	Configurar Equipos	Otras Actividades.
EDWIN.			D		
HENRY.				D	
FRANKLIN.			C		
IVÁN.				B	

VANNESA.	B	
STALIN.		D

HORARIO 12:00 AM.

	Facebook.	Videos.	Investigar y Tesis.	Configurar Equipos	Otras Actividades.
EDWIN.		B			
HENRY.			C		
FRANKLIN.			C		
IVÁN.	A				
VANNESA.		B			
STALIN.			D		

Sistema de Estimación de Postura.

<i>Semana:</i>	Del 4 al 6 de Abril del 2016	Campo:	Laboratorio de Fibra Óptica y Sistemas Embebidos.
		Lugar:	FICA-UTN
<i>Fecha:</i>			Miércoles 6 de Abril del 2016

HORARIO 9 AM.

	Facebook.	Videos.	Investigar y Tesis.	Configurar Equipos	Otras Actividades.
EDWIN.			C		
HENRY.			B		
FRANKLIN.			C		
IVÁN.				D	
VANNESA.			C		
STALIN.		B			

HORARIO 10:30 AM.

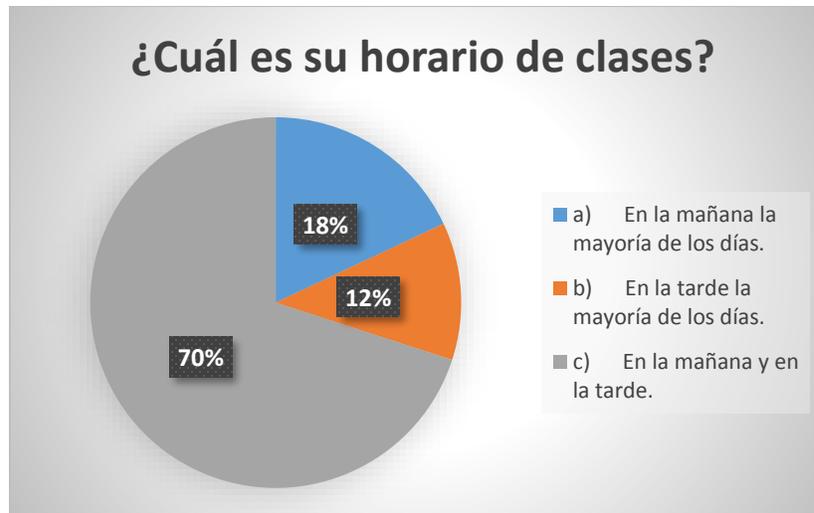
	Facebook.	Videos.	Investigar y Tesis.	Configurar Equipos	Otras Actividades.
EDWIN.			D		
HENRY.			B		
FRANKLIN.			C		
IVÁN.			C		
VANNESA.	B				
STALIN.		B			

HORARIO 12:00 AM.

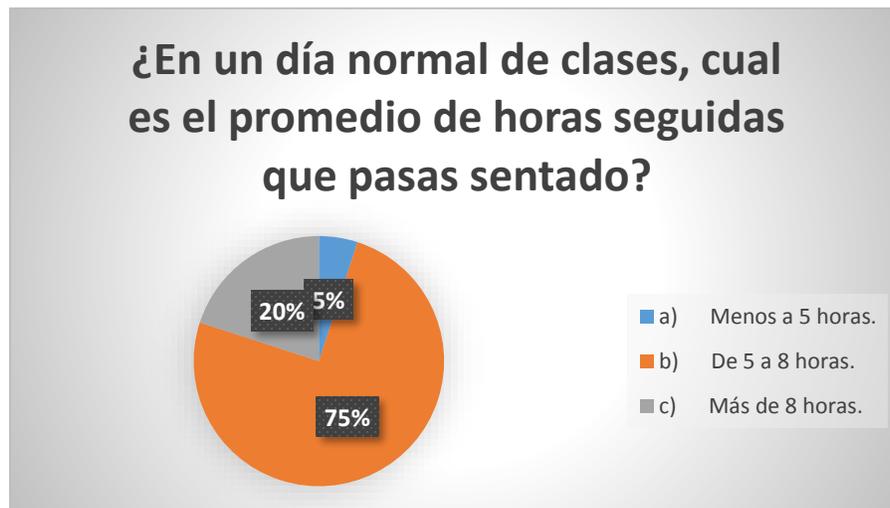
	Facebook.	Videos.	Investigar y Tesis.	Configurar Equipos	Otras Actividades.
EDWIN.		B			
HENRY.	D				
FRANKLIN.		B			
IVÁN.			B		
VANNESA.		B			
STALIN.			C		

5.2 Anexo 2 (ENCUESTA)

- ¿Cuál es su horario de clases?
 - a) En la mañana todos los días.
 - b) En la tarde todos los días.
 - c) En la mañana y en la tarde.



- ¿En un día normal de clases, cual es el promedio de horas seguidas que pasas sentado?
 - a) Menos a 5 horas.
 - b) De 5 a 8 horas.
 - c) Más de 8 horas.

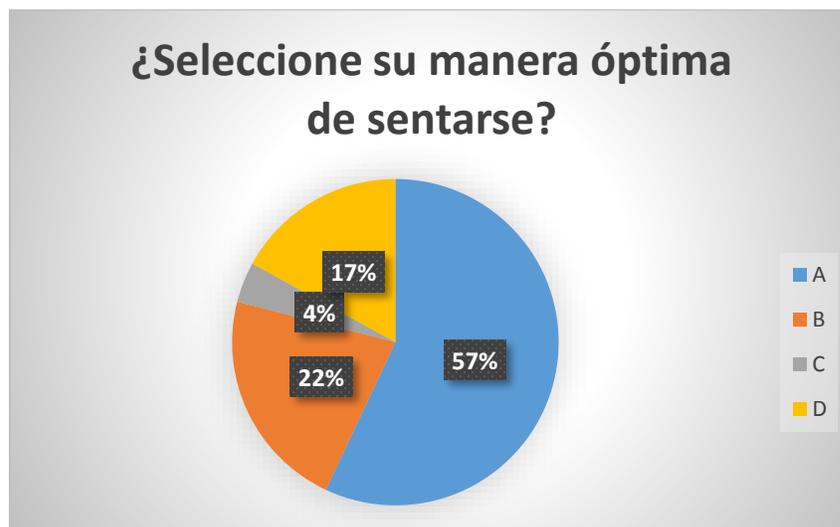
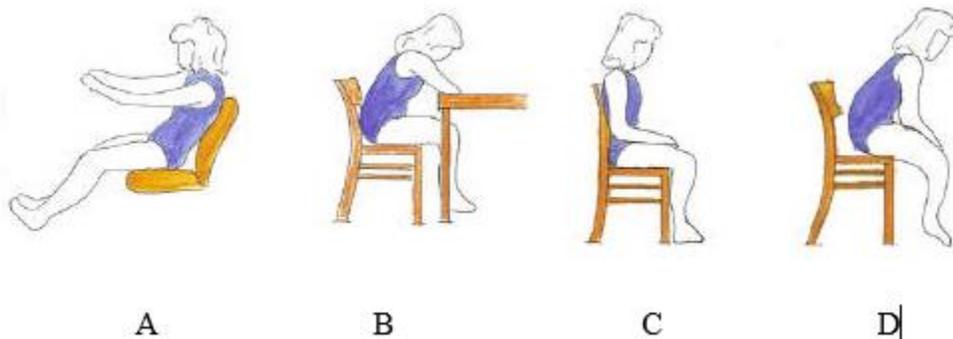


- ¿Cuántas horas duerme regularmente?
 - a) Menos de 5 horas.
 - b) De 5 a 8 horas.

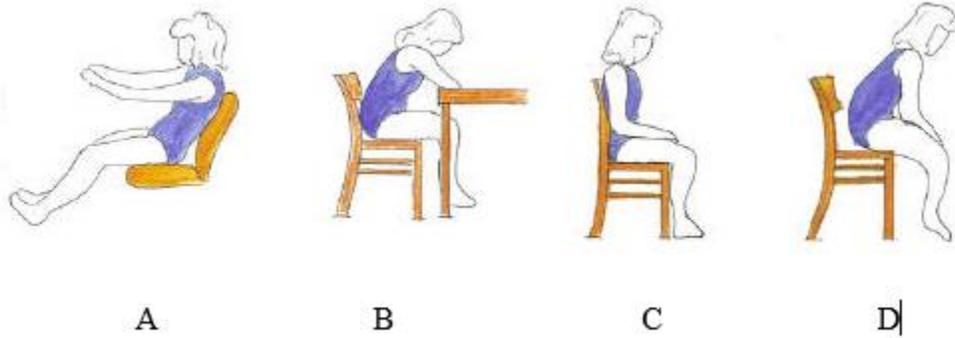
c) Más de 8 horas.



• ¿Seleccione su manera común de sentarse en el aula?



- ¿Cuándo te sientes cansado cuál es tu posición?



- ¿Se sienta de diferente manera cuando se encuentra en una silla de su casa a cuando se encuentra en una silla en la Universidad?
- ¿Cree usted que la contextura de una silla puede influir en el desempeño académico de los estudiantes?

5.3 Anexo 3 (Código del programa del Prototipo 1)

```
1
2 int sensorPin = A0;    // select the input pin for the potentiometer
3 int sensorValue = 0;  // variable to store the value coming from the sensor
4 int sensorPin1 = A1;  // select the input pin for the potentiometer
5 int sensorValue1 = 0; // variable to store the value coming from the sensor
6 int sensorPin2 = A2;  // select the input pin for the potentiometer
7 int sensorValue2 = 0; // variable to store the value coming from the sensor
8 int sensorPin3 = A3;  // select the input pin for the potentiometer
9 int sensorValue3 = 0; // variable to store the value coming from the sensor
10 int sensorPin4 = A4; // select the input pin for the potentiometer
11 int sensorValue4 = 0; // variable to store the value coming from the sensor
12 int sensorPin5 = A5; // select the input pin for the potentiometer
13 int sensorValue5 = 0; // variable to store the value coming from the sensor
14 int sensorPin6 = A6; // select the input pin for the potentiometer
15 int sensorValue6 = 0; // variable to store the value coming from the sensor
16 // variable to store the value coming from the sensor
17
18 void setup() {
19 // declare the ledPin as an OUTPUT:
20 Serial.begin(9600);
21
22 }
23
24 void loop() {
25 {
26 sensorValue = analogRead(sensorPin);
27 sensorValue1 = analogRead(sensorPin1);
28 sensorValue2 = analogRead(sensorPin2);
29 sensorValue3 = analogRead(sensorPin3);
30 sensorValue4 = analogRead(sensorPin4);
31 sensorValue5 = analogRead(sensorPin5);
32 sensorValue6 = analogRead(sensorPin6);
33
34 Serial.print("SENSOR1,");
35 Serial.println(sensorValue);
36 Serial.print("SENSOR2,");
37 Serial.println(sensorValue1);
38 Serial.print("SENSOR3,");
39 Serial.println(sensorValue2);
40 Serial.print("SENSOR4,");
41 Serial.println(sensorValue3);
42 Serial.print("SENSOR5,");
43 Serial.println(sensorValue4);
44 Serial.print("SENSOR6,");
45 Serial.println(sensorValue5);
46 Serial.print("SENSOR7,");
47 Serial.println(sensorValue6);
48
```

```

50 if( (distancia <= 10) && (sensorValue <= 800) && (sensorValue1 <= 800) && (sensorValue2 <= 1) )
51 {
52 Serial.println("Posición A");
53 cont1=cont1+1;
54 }
55 else if((distancia >= 11)&& (distancia <= 28) && (sensorValue <= 800) && (sensorValue1 <= 800) && (sensorValue2 >= 3)&&(sensorValue2 <= 800))
56 {
57 Serial.println("Posición B");
58 cont2=cont2+1;
59 }
60 else if((distancia >= 2)&& (distancia <= 8) && (sensorValue <= 800) && (sensorValue1 <= 800) && (sensorValue2 <= 500))
61 {
62 Serial.println("Posición c");
63 cont3=cont3+1;
64 }
65 else if((distancia >= 25)&& (distancia <= 45) && (sensorValue <= 800) && (sensorValue1 <= 800) && (sensorValue2 <= 1))
66 {
67 Serial.println("Posición D");
68 cont3=cont3+1;
69 }
70 else {
71 Serial.println("Ninguna pos");
72 }

```

5.4 Anexo 4 (Código del programa de lectura de sensores del Prototipo 2)

```

1 |
2 #include<Ultrasonido.h>
3 Ultrasonido ultrasonido(9,8,100);//9 trigger
4 long tiempo;
5 int cont1=0;
6 int dd;
7 int cont2=0;
8 int cont3=0;
9 int sensorPin = A0; // select the input pin for the potentiometer
10 int sensorValue = 0; // variable to store the value coming from the sensor
11 int sensorPin1 = A1; // select the input pin for the potentiometer
12 int sensorValue1 = 0; // variable to store the value coming from the sensor
13 int sensorPin2 = A2; // select the input pin for the potentiometer
14 int sensorValue2 = 0; // variable to store the value coming from the sensor
15 // variable to store the value coming from the sensor
16 int ledPin = 13;
17 int distancia;
18 void setup() {
19 // declare the ledPin as an OUTPUT:
20 Serial.begin(9600);
21 pinMode(9, OUTPUT); /*activación del pin 9 como salida: para el pulso ultrasónico trig*/
22 pinMode(8, INPUT); // Echo
23 pinMode(ledPin, OUTPUT);
24 }

```

```

25 void loop() {
26   distancia=ultrasonido.Distance();
27   dd=distancia-5;
28   Serial.print("Distancia ");
29   Serial.print(distancia);
30   Serial.println(" cm");
31   //delay(1000);
32   // read the value from the sensor:
33   if(distancia <= 100)
34     {
35     sensorValue = analogRead(sensorPin);
36     sensorValue1 = analogRead(sensorPin1);
37     sensorValue2 = analogRead(sensorPin2);
38     Serial.print("SENSOR1,");
39     Serial.println(sensorValue);
40     Serial.print("SENSOR2,");
41     Serial.println(sensorValue1);
42     Serial.print("SENSOR3,");
43     Serial.println(sensorValue2);
44     //delay(1000);
45
46
47   if( (distancia <= 10) && (sensorValue <= 800) && (sensorValue1 <= 800) && (sensorValue2 <= 1) )
48     {
49     Serial.println("Posición A");
50     cont1=cont1+1;
51     }
52   else if((distancia >= 11)&& (distancia <= 28) && (sensorValue <= 800) && (sensorValue1 <= 800) && (sensorValue2 >= 3)&&(sensorValue2 <= 800))
53     {
54     Serial.println("Posición B");
55     cont2=cont2+1;
56     }
57   else if((distancia >= 2)&& (distancia <= 8) && (sensorValue <= 800) && (sensorValue1 <= 800) && (sensorValue2 <= 500))
58     {
59     Serial.println("Posición c");
60     cont3=cont3+1;
61     }
62   else if((distancia >= 25)&& (distancia <= 45) && (sensorValue <= 800) && (sensorValue1 <= 800) && (sensorValue2 <= 1))
63     {
64     Serial.println("Posición D");
65     cont3=cont3+1;
66     }
67   else {
68     Serial.println("Ninguna pos");
69   }

```

5.5 Anexo 5(Código del Programa de los módulos Wi-Fi)

```
ThingSpeak
#include <ESP8266WiFi.h>

String apiKey = "M5LKMPPLEV8I2C7G";
const char* ssid = "IEEE";
const char* password = "IEEE@2016";
const char* server = "api.thingspeak.com";

WiFiClient client;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  delay(10);

  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.println();
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);

  WiFi.begin(ssid, password);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");
}
```

```

void loop() {
  int postura;
  postura=Serial.read();
  Serial.println(postura);
  if (client.connect(server,80)) { // "184.106.153.149" or api.thingspeak.com
    String postStr = apiKey;
    postStr += "&field2=";
    postStr += String(postura);
    postStr += "\r\n\r\n";

    client.print("POST /update HTTP/1.1\n");
    client.print("Host: api.thingspeak.com\n");
    client.print("Connection: close\n");
    client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: "+apiKey+"\n");
    client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");
    client.print("Content-Length: ");
    client.print(postStr.length());
    client.print("\n\n");
    client.print(postStr);

    Serial.print("Temperature: ");
    Serial.print(postura);
    Serial.println("% send to Thingspeak");
  }
  client.stop();
  Serial.println("Waiting...");
  delay(5000);
}

```

5.6 Anexo 6 (Manual módulos Wi-Fi)

MANUAL ESP8266

INTRODUCCIÓN

El ESP8266 es un pequeño microcontrolador de bajo coste y con Wifi integrado. Su bajo coste y pequeño tamaño lo hace ideal para dotar de conectividad Wifi a cualquier sensor o actuador para el Internet de las Cosas. Además podemos programarlo utilizando Arduino IDE y muchas de las librerías que ya conocemos para Arduino, así que utilizarlo es muy fácil.

MATERIALES

- WIFI ESP8266 version 1 ó 2
- Fuente de 3.3v externa(no fuente del arduino)

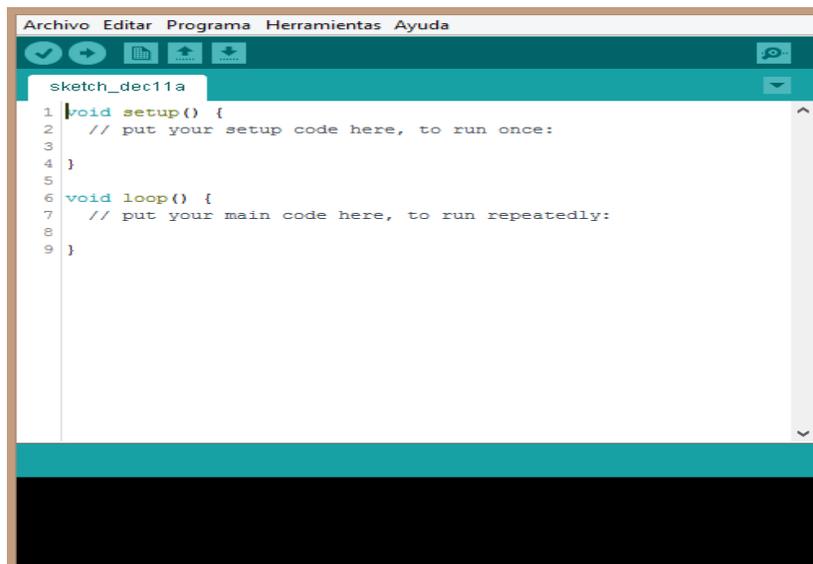
- Cable TTL

CONSIDERACIONES

Para programarlo necesitamos **un conversor USB-serie que funcione a 3.3V**. Esto último es muy importante ya que el ESP8266 no tolera más de 3.6V en sus pines. Si tu conversor USB-serie no puede funcionar a 3.3V, como alternativa puedes usar un conversor de niveles TTL y una fuente de 3.3V.

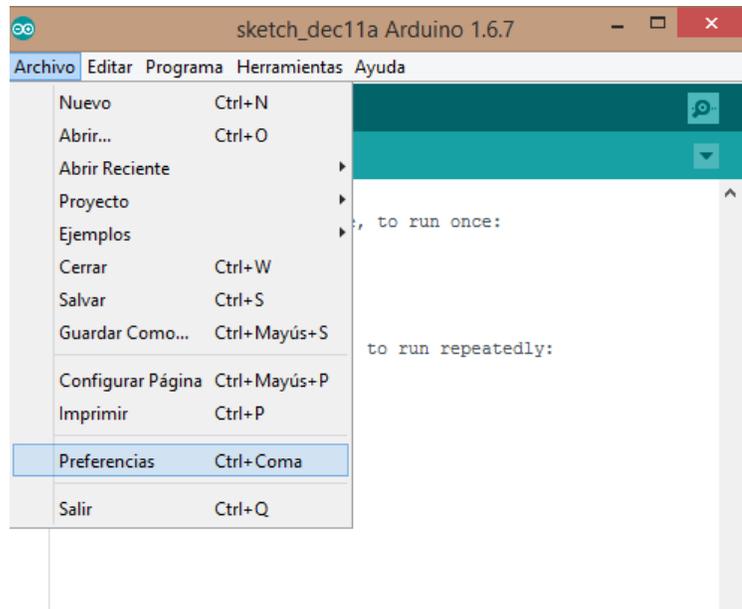
PROCEDIMIENTO.

- 1.-Se abre el IDE de Arduino



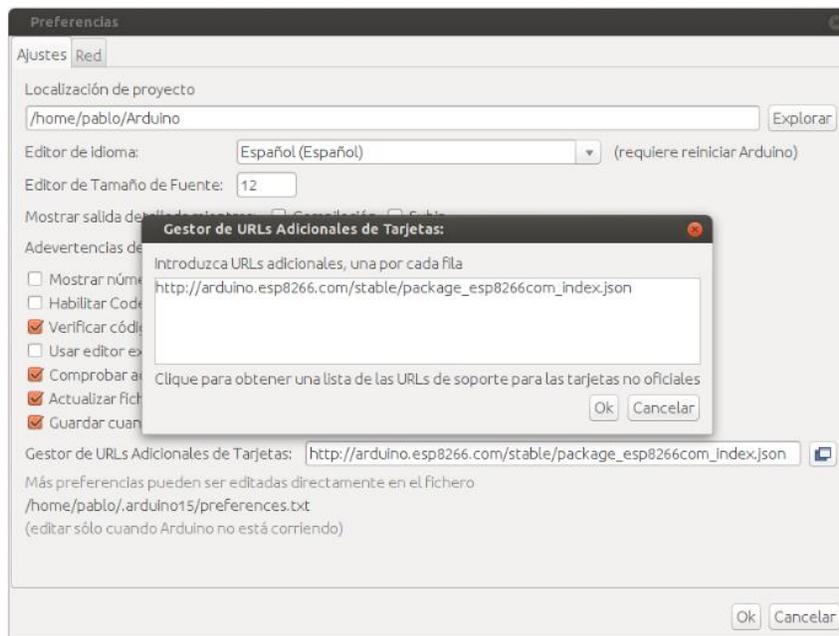
```
Archivo  Editar  Programa  Herramientas  Ayuda
sketch_dec11a
1 void setup() {
2   // put your setup code here, to run once:
3 }
4 }
5
6 void loop() {
7   // put your main code here, to run repeatedly:
8 }
9 }
```

- 2.-Se da clic en archivo y luego preferencias

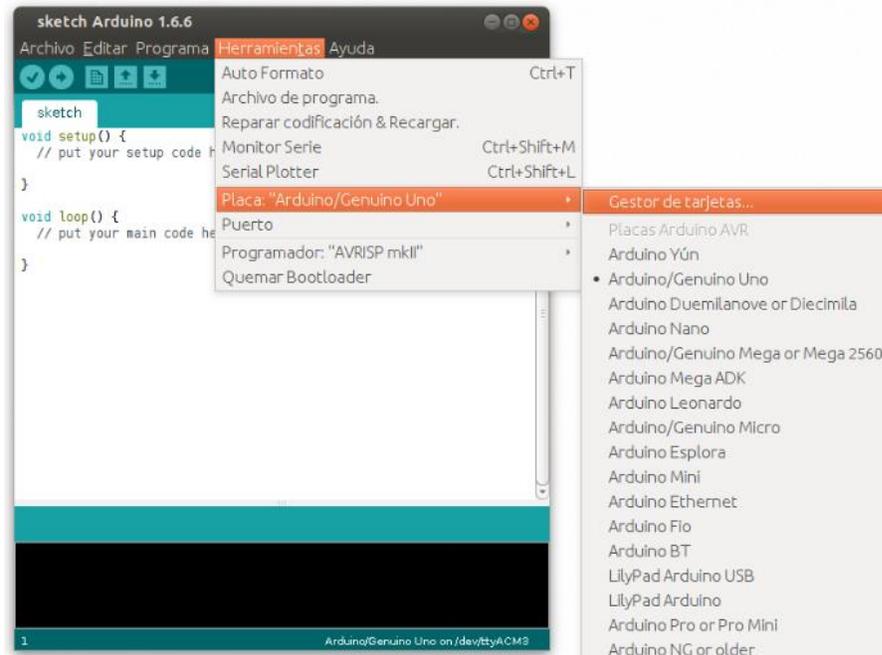


3.-Luego ir a “Gestor de URLs Adicionales de Tarjetas” y añadimos la URL del ESP8266: http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json

Pulsamos OK, cerramos Arduino IDE y volvemos a abrirlo.



4.-Ahora vamos a Herramientas > Placas > Gestor de tarjetas...

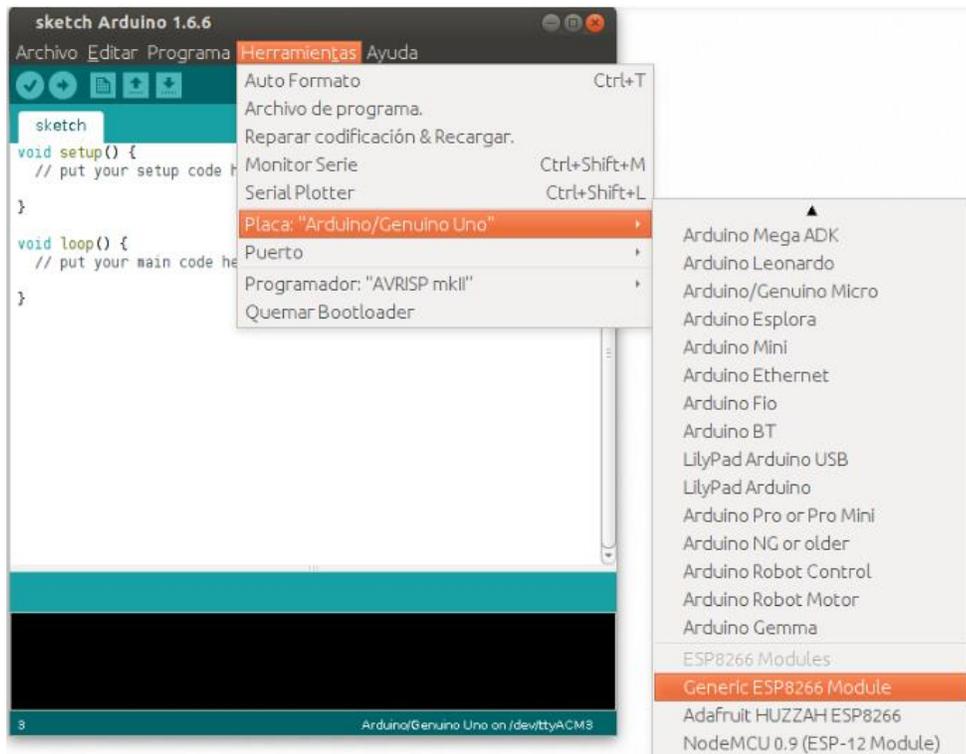


5.- Se nos abre una ventana con muchas tarjetas compatibles con Arduino que podemos usar con Arduino IDE. Si navegamos un poco hacia abajo encontraremos el SDK del ESP8266. También podemos teclear su nombre en el filtro para agilizar la búsqueda.



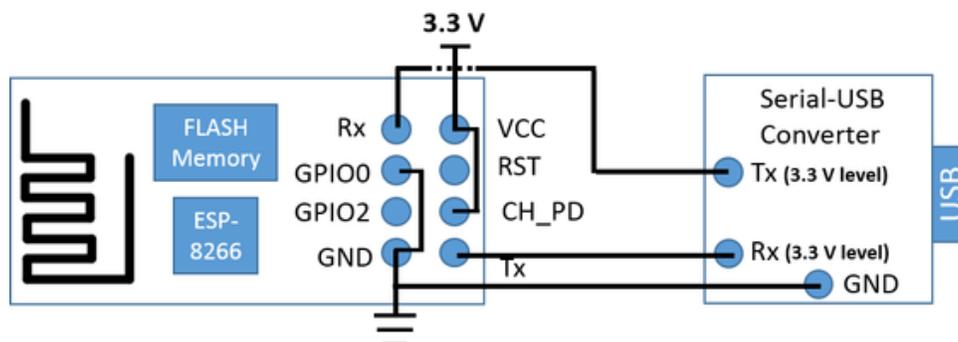
Pulsamos instalar, y esperamos un poquito a que descargue los archivos y los instale. Cuando termine, tendremos que cerrar todas las ventanas de Arduino IDE y volver a abrirlo.

6.- Ahora podemos seleccionar nuestro ESP8266. Para ello vamos a Herramientas > Placas y seleccionamos “Generic ESP8266”.



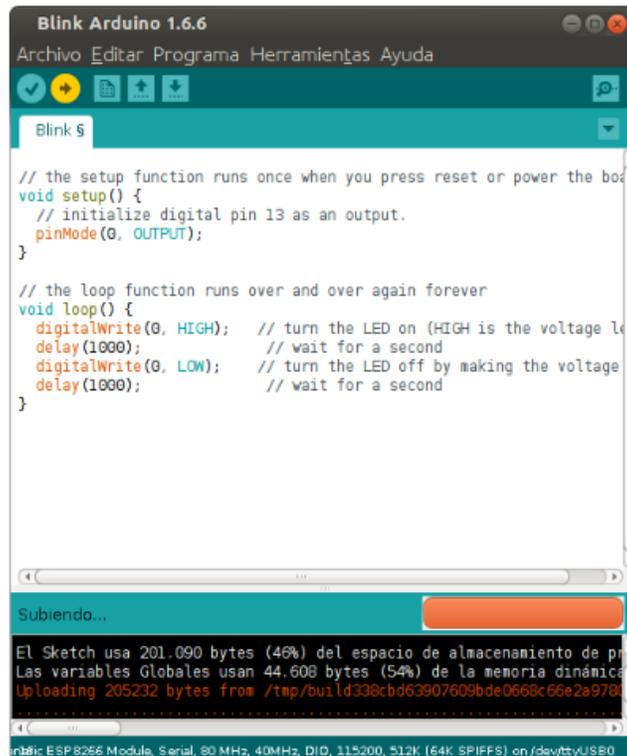
7.- Luego seleccionar en Herramientas > Puerto serial (correspondiente al puerto del cable de Comunicación Serial).

8.- Diagrama de Conexión



Para programarlo, necesitas desconectar un momento GPIO0 del circuito y conectarlo a GND. Después desconecta VCC y vuelve a conectarlo para resetear el ESP8266. Ahora puedes subir tu sketch a la placa. No olvidar conectar tanto el PIN del ESP como del cable de comunicación serial a tierra.

9.- Para subir el primer programa se va emplear l siguiente código.



```
Blink Arduino 1.6.6
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Blink $
// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin 13 as an output.
  pinMode(13, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}

Subiendo...
El Sketch usa 201.090 bytes (46%) del espacio de almacenamiento de programa.
Las variables Globales usan 44.608 bytes (54%) de la memoria dinámica.
Uploading 205232 bytes from /tmp/build338cbd63907609bde0668c66e2a970e to /dev/ttyUSB0
Arduino: ESP8266 Module, Serial, 80 MHz, 40MHz, DIO, 115200, 512K (64K SPIFFS) on /dev/ttyUSB0
```

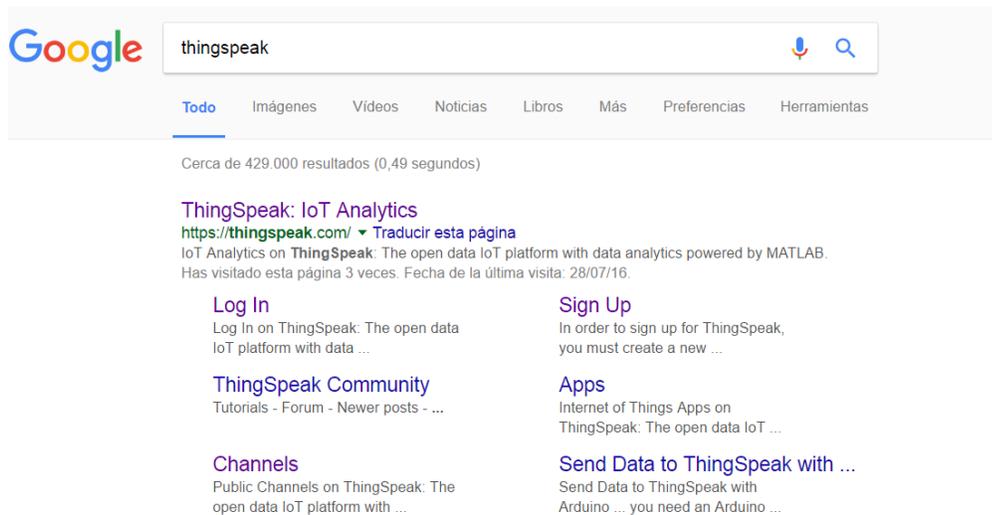
Cabe Indicar que la compilación y subida del programa tarde más tiempo de lo que sucede en arduino.

Cuando haya terminado de subir, vuelve a conectar GPIO0 y ya has subido tu primer sketch de Arduino al ESP8266 en la placa ESP-01.

5.7 Anexo 7 (Manual Plataforma Thing Speak)

MANUAL PLATAFORMA THING SPEAK

1.- Se digita thingspeak en el buscador de google y se abre el primer link.



2.- Luego se mostrará una pantalla como la de la figura y nos ubicamos en el extremo de la parte derecha en “SingUp” para el registro.



3.- Con el fin de inscribirse para ThingSpeak, debe crear una nueva cuenta de MathWorks o inicia sesión en tu cuenta de MathWorks. El servicio ThingSpeak es operado por The MathWorks, Inc.

Como se ingresa por primera vez se presiona en CREATE ACCOUNT

Log in to your MathWorks Account

Email Address or User ID

Password

[Forgot your password?](#)

Create Account Log In

4.- Se llena los datos solicitados y se pone a continuar

Create MathWorks Account

santiagoazul78@yahoo.com ✓

santiagoazul7888 ✓ ?

..... ✓ 👁

Ecuador ▾

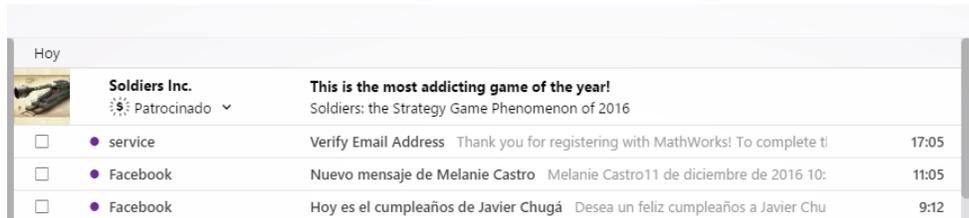
Santiago | ✓

Núñez ✓

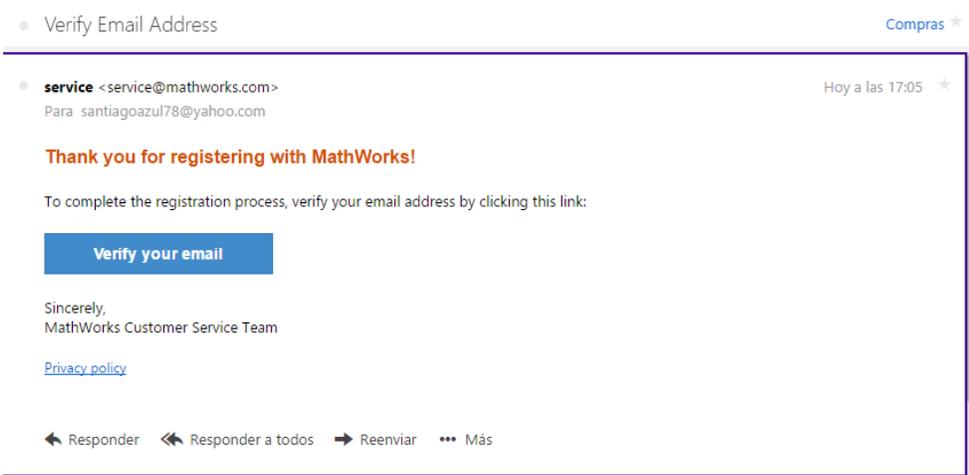
By clicking continue, you agree to our [privacy policy](#)

Cancel Continue

5.- Se accede al correo electrónico para confirmar la suscripción



Y luego se da clic en verificar tu email.



6.- Volvemos a la página oficial y se presiona en **sing in**.



7.- Para ingresar se llena los datos tanto del Email ID como de Password y se presiona Sign In.

ThingSpeak™ Channels Apps Community Support ▾

Log in to ThingSpeak

Email ID

Password

[Forgot your password?](#)

[Sign In](#)

New user?
[Sign up for the first time](#)

Se presiona Ok

ThingSpeak™ Channels ▾ Apps Community Support ▾

Sign-up successful

Congratulations, you have successfully linked your MathWorks account to ThingSpeak. | subsequent logins to ThingSpeak.

Email ID: **santiagoazul78@yahoo.com**

Welcome to ThingSpeak!

[OK](#)

Se da clic en Agree Terms , que indica que se está de acuerdo con la privacidad y políticas de uso.

ThingSpeak Terms of Use

ThingSpeak Terms of Use have changed. We require that you agree to the [Terms of Use](#) and [Privacy Policy](#) before continuing.

[Agree to Terms](#) [Decline and Sign Out](#)

8.- Luego se ingresa a la cuenta creada y se selecciona New Channel.

My Channels

[New Channel](#)

Se añade un nuevo canal

New Channel

Name	<input type="text" value="Posturas"/>
Description	<input type="text" value="Sensor de 4 posturas humanas"/>
Field 1	<input type="text" value="Field Label 1"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Field 2	<input type="text" value="Field Label 2"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Field 3	<input type="text"/> <input type="checkbox"/>
Field 4	<input type="text"/> <input type="checkbox"/>
Field 5	<input type="text"/> <input type="checkbox"/>
Field 6	<input type="text"/> <input type="checkbox"/>
Field 7	<input type="text"/> <input type="checkbox"/>

Se llena el campo para que sea Público seleccionando el visto en Make Public y Show Status. Luego se guarda el canal

9.- La siguiente imagen describe la interfaz del canal creado, se puede observar las dos etiquetas creadas.

10.- Para que los módulos Wi-Fi se vinculen a una etiqueta de la plataforma es necesario conocer las API KEY, por eso que se selecciona en API Keys

ThingSpeak Channels Apps Community Support How to Buy Account Sign Out

Posturas

Channel ID: 202305 Author: santiagoazul7888 Access: Public Sensor de 4 posturas humanas

Private View Public View Channel Settings API Keys Data Import / Export

Write API Key

Key: KZ23LTD03ZLQ52FF

Generate New Write API Key

Read API Keys

Key: BZU5C4FYW4WMSZX

Note:

Save Note Delete API Key

Generate New Read API Key

Help

API keys enable you to write data to a channel or read data from a private channel. API keys are auto-generated when you create a new channel.

API Keys Settings

- Write API Key:** Use this key to write data to a channel. If you feel your key has been compromised, click **Generate New Write API Key**.
- Read API Keys:** Use this key to allow other people to view your private channel feeds and charts. Click **Generate New Read API Key** to generate an additional read key for the channel.
- Note:** Use this field to enter information about channel read keys. For example, add notes to keep track of users with access to your channel.

Create a Channel

```
POST https://api.thingspeak.com/channels.json
api_key=20618U42AR83P1BR
name=My New Channel
```

Update a Channel

```
PUT https://api.thingspeak.com/channels/202305
api_key=20618U42AR83P1BR
name=Updated Channel
```

Clear a Channel

```
DELETE https://api.thingspeak.com/channels/202305/feeds.json
api_key=20618U42AR83P1BR
```

El código que se debe copiar es el siguiente y se lo debe pegar en el código de programación de Arduino.

Write API Key

Key: KZ23LTD03ZLQ52FF

Generate New Write API Key

```
#include <ESP8266WiFi.h>

String apiKey = "M5LKMPPELV8I2C7G";
const char* ssid = "IEEE";
const char* password = "IEEE@2016";
const char* server = "api.thingspeak.com";
```

5.8 Anexo 8 (Pruebas para determinar la Eficiencia del Sistema)

Persona 1		Persona 2		Persona 3		Persona 4		Persona 4	
Postura Impuesta	Respuesta del Sistema								
A	1	A	1	A	1	A	1	A	1
A	1	A	1	A	1	A	1	A	0
A	0	A	1	A	1	A	1	A	0
A	1	A	1	A	1	A	1	A	1
A	1	A	0	A	1	A	1	A	1
A	1	A	1	A	1	A	1	A	1
A	1	A	1	A	1	A	0	A	1
A	1	A	1	A	1	A	1	A	1
A	1	A	1	A	1	A	1	A	1
A	0	A	1	A	0	A	1	A	1
A	1	A	1	B	1	A	1	A	1
B	1	B	1	B	1	B	1	B	1
B	1	B	1	B	1	B	1	B	1
B	1	B	1	B	1	B	1	B	1
B	1	B	0	B	0	B	1	B	1
B	1	B	1	B	0	B	1	B	1
B	1	B	1	B	0	B	1	B	1
B	1	B	1	C	0	B	0	B	1
B	1	B	1	C	1	B	1	B	1
C	1	C	1	C	1	C	1	C	1
C	1	C	1	C	1	C	1	C	1
C	1	C	1	C	0	C	1	C	0
C	1	C	1	C	1	C	1	C	0
C	1	C	1	C	1	C	1	C	1
C	1	C	1	C	1	C	0	C	1
C	1	C	1	C	0	C	1	C	1
C	1	C	1	C	1	C	1	C	1
C	0	C	0	C	0	C	1	C	1
C	0	C	0	D	1	C	1	C	1
C	1	C	0	D	1	C	1	C	1
C	0	C	1	D	1	C	1	C	1
D	1	D	1	D	1	D	1	D	1
D	1	D	1	D	1	D	1	D	1
D	1	D	1	D	1	D	1	D	0
D	1	D	1	D	1	D	1	D	0

D	1	D	1	D	1	D	0	D	1
D	1	D	1	D	1	D	1	D	1
D	1	D	0	D	1	D	1	D	1
D	1	D	1	D	0	D	1	D	1
D	1	D	1	D	0	D	1	D	1
Total	35	Total	34	Total	30	Total	36	Total	34
				169	84,5			200	100
				Aciertos	Eficiencia			162	