



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“ESTUDIO AUTOMATIZADO DE CONDICIONES AMBIENTALES
DE UN PUESTO DE TRABAJO MEDIANTE UN TRAJE DE
MONITOREO”**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial

Autores:

Caín Daquilema Galo

Efraín

Gutiérrez Moya Kevin

David

Tutor:

Ing. MSc. Ángel Hidalgo

Latacunga – Ecuador

2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Galo Efraín Caín Daquilema con número de cédula 172493327-8, y Kevin David Gutiérrez Moya con número de cédula 180484460-1, declaramos ser autores de la siguiente Propuesta Tecnológica: **“ESTUDIO AUTOMATIZADO DE CONDICIONES AMBIENTALES DE UN PUESTO DE TRABAJO MEDIANTE UN TRAJE DE MONITOREO”**, siendo el Ing. MSc. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate el tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en la siguiente Propuesta Tecnológica, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, agosto 2022

Galo Efraín Caín Daquilema
C.I: 172493327-8

Kevin David Gutiérrez Moya
C.I: 180484460-1



AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de tutor de la Propuesta Tecnológica sobre el título:

“ESTUDIO AUTOMATIZADO DE CONDICIONES AMBIENTALES DE UN PUESTO DE TRABAJO MEDIANTE UN TRAJE DE MONITOREO” de Galo Efraín Caín Daquilema y Kevin David Gutiérrez Moya, estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes Científico - Técnico suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto 2022

Ing. MSc. Ángel Guillermo Hidalgo Oñate

C.I: 050325740-4



APROVACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe Tecnológico de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, a los postulantes: Galo Efraín Caín Daquilema y Kevin David Gutiérrez Moya con el Título de Proyecto de Titulación: **“ESTUDIO AUTOMATIZADO DE CONDICIONES AMBIENTALES DE UN PUESTO DE TRABAJO MEDIANTE UN TRAJE DE MONITOREO”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto 2022

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. MSc. Cristian Eugenio

C.C: 172372747-3

Lector 2

Ing. MSc. Lilia Cervantes

C.C: 171676037-4

Lector 3

Ing. MSc Jaime Acurio

C.C: 050257424-7

AVAL DE IMPLEMENTACION

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer infinitamente a mi madre Nicolasa Daquilema a mi padre José Caín, a mi hermano Edison Peña y a mis tíos Feliciano y María quienes me han dado su apoyo incondicional y desinteresado desde que tengo uso de razón para que pueda lograr este sueño, gracias a su trabajo y sacrificio de toda una vida tengo la oportunidad de cumplir esta meta, a Katty quien me brindó siempre su apoyo y motivación para no rendirme en el trayecto de este difícil camino. También quiero agradecer a mi querido amigo Kevin Gutiérrez con quien formé un equipo de trabajo excepcional. Además, deseo agradecer a mi estimado tutor el Ing. MSc. Ángel Hidalgo cuyos lucidos conocimientos y aportes desempeñaron un papel fundamental en el desarrollo de este trabajo. Por último, pero no menos importante quiero agradecer a mi segunda familia que son todos mis amigos.

Galo Caín

Agradezco a Dios por este logro, a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas y al Ing. Ángel Hidalgo por la confianza y apoyo durante el desarrollo de la tesis para poder lograr con el objetivo.

Kevin Gutiérrez

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mis amados padres Nicolasa y José por su trabajo y sacrificio de todos estos años para brindarme un mejor futuro, a mi querido hermano Edison que es la razón para jamás rendirme, a mi amiga Pao quien ha estado y sé que estará para mí en los días más difíciles. También dedico este trabajo a la memoria de mi querido amigo Santy, a mis abuelitos y a mis cuatro hermanos que desde el cielo me dieron siempre la fuerza necesaria para seguir.

Galo Caín

Dedico este logro a mis padres, a mis hermanos y a toda mi familia por el apoyo constante para poder cumplir con mi objetivo estando para mí en las buenas y en las malas. A mi compañero de tesis Efraín Caín por su amistad y por tomarme en cuenta para el desarrollo de la tesis y a todos mis amigos que han estado en el transcurso de esta etapa.

Kevin Gutiérrez

ÍNDICE GENERAL

1	INFORMACIÓN GENERAL	1
2	INTRODUCCIÓN.....	2
2.1	EL PROBLEMA.....	2
2.1.1	Planteamiento del problema	2
2.1.2	Formulación del problema.....	4
2.2	BENEFICIARIOS	4
2.3	JUSTIFICACIÓN	5
2.4	HIPÓTESIS	6
2.5	OBJETIVOS	6
2.5.1	Objetivo General.....	6
2.5.2	Objetivos Específicos	6
2.6	SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS....	7
3	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
3.1	ANTECEDENTES	8
3.2	MARCO REFERENCIAL / ESTADO DEL ARTE.....	10
3.2.1	Factores ambientales.....	10
3.2.2	Confort en un ambiente de trabajo	10
3.2.3	Variables físicas.....	10
3.2.4	Efectos en la salud debido a las condiciones ambientales deficientes	16
3.2.5	Normativas asociadas	18
3.2.6	Tecnologías asociadas	26
3.2.7	Herramientas IoT.....	32
3.2.8	Reportes de datos.....	34
4	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	35
4.1	METODOLOGÍA	35
4.1.1	Diagrama de funcionamiento del prototipo según la arquitectura IoT	35

4.1.2	Descripción del proyecto	36
4.1.3	Módulos y dispositivos.....	36
4.1.4	Desarrollo de alternativas para el montaje del prototipo.....	37
4.1.5	Selección del microcontrolador o microordenador	38
4.1.6	Selección de sensores	39
4.1.7	Instalación de sensores y microcontroladores en una Protoboard.....	40
4.1.8	Funcionamiento de sensores y microcontroladores.....	41
4.1.9	Verificación de obtención de datos	42
4.1.10	Selección de un servidor en la nube	43
4.1.11	Creación de Dashboards local y en plataforma IoT	43
4.1.12	Diseño del protector y adquisición de PCB.....	44
4.1.13	Integración del prototipo de monitoreo con los sensores	45
4.1.14	Monitoreo de los factores ambientales en un entorno real de trabajo	45
4.1.15	Comparación de instrumentos de medición con sensores del prototipo.....	47
4.1.16	Elección de normativas de SST	48
4.1.17	Tratamiento de datos de CSV a Excel.....	48
4.2	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	50
4.3	EVALUACIÓN TÉCNICO Y ECONÓMICA.....	61
4.3.1	Evaluación Técnica.....	61
4.3.2	Evaluación económica para el primer prototipo.....	62
4.3.3	Evaluación económica para la réplica del prototipo.....	62
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1	CONCLUSIONES	64
5.2	RECOMENDACIONES.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1:Tabla comparativa de enfermedades profesionales receptados entre los años 2015-2022. [3]	3
Tabla 1.2:Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.	7
Tabla 2.1:Efectos a causa del calor. [17].....	17
Tabla 2.2:Riesgos en los lugares de trabajo. [20].....	19
Tabla 2.3:Ruido relacionado con el tiempo de exposición. [22].....	23
Tabla 2.4:Niveles de iluminación según las actividades. [22]	23
Tabla 2.5:Niveles de iluminación lugares de trabajo. [16].....	24
Tabla 2.6:Herramientas IoT.....	32
Tabla 3.1:Módulos y dispositivos.....	36
Tabla 3.2:Alternativas para el prototipo.	37
Tabla 3.3:Características de diferentes microcontroladores.....	38
Tabla 3.4:Características sensores de humedad.	39
Tabla 3.5:Características sensores de temperatura.....	39
Tabla 3.6:Características sensores de luminosidad.	39
Tabla 3.7:Características sensores de sonido.	40
Tabla 3.8:Servidores en la nube.	43
Tabla 3.9:Comparación Instrumento REED vs Sensor DHT11 (Temperatura).....	47
Tabla 3.10:Comparación Instrumento REED vs Sensor DHT11 (Humedad).....	47
Tabla 3.11:Comparación Instrumento EXTECH vs Sensor DFR0034 (Humedad).....	47
Tabla 3.12:Comparación Instrumento REED vs Sensor GY-30.	47
Tabla 3.13:Datos archivo CSV.....	48
Tabla 3.14:Datos en formato texto.	49
Tabla 3.15:Datos transformados a valores numéricos.....	49

Tabla 3.16:Comparación de datos Temperatura.....	53
Tabla 3.17:Comparación de datos Humedad.....	53
Tabla 3.18:Comparación de datos Ruido.	54
Tabla 3.19:Comparación de datos luxes.....	54
Tabla 3.20:Datos de temperatura con limites de control.	56
Tabla 3.21:Datos de humedad con limites de control.	57
Tabla 3.22:Datos de ruido con límites de control.....	58
Tabla 3.23:Datos de iluminación con límites de control.	58
Tabla 3.24:Datos Generales.....	59
Tabla 3.25:Valores Obtenidos y referenciales de las condiciones ambientales	59
Tabla 3.26:Parámetros definidos por normativas y reglamentos.	60
Tabla 3.27: Peligros y riesgos.	60
Tabla 3.28:Medidas preventivas necesarias.	61
Tabla 3.29:Evaluación económica del primer prototipo.	62
Tabla 3.30:Evaluación económica de instrumentos vs prototipo de monitoreo.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1:Enfermedades profesionales receptadas y en trámite IESS. [3].....	2
Figura 1.2:Número de accidentes de trabajo por días de la semana. [3].....	4
Figura 2.1:Presión Acústica. [14].....	12
Figura 2.2:Ponderación de frecuencias A,C y Z. [15].....	13
Figura 2.3:Intensidad luminosa. [16].....	14
Figura 2.4:Curva de distribución luminosa. [16].....	15
Figura 2.5:Nivel de iluminación. [16].....	15
Figura 2.6:Formato de evaluación de riesgos. [20].....	20
Figura 2.7:Circuito de un Microcontrolador. [24].....	26
Figura 2.8:NodeMCU ESP8266.....	27
Figura 2.9:Asignación de Pines NodeMCU ESP8266. [26].....	27
Figura 2.10:Arduino nano.	28
Figura 2.11:Asignacion de pines Arduino nano. [27].....	28
Figura 2.12:Sensor DHT11.	30
Figura 2.13:Sensor GY-30.....	30
Figura 2.14:Sensor DFR0034.....	31
Figura 2.15:IDE Arduino.....	32
Figura 2.16:Comunicación MQTT. [40].....	33
Figura 3.1:Arquitectura IoT del prototipo.	35
Figura 3.2:Diagrama de conexión microcontroladores y sensores.....	40
Figura 3.3:Monitor Serial de IDE Arduino.	42
Figura 3.4:Código QR Ubidots.....	43
Figura 3.5:Diseño de pistas PCB.....	44
Figura 3.6:Diseño 2D del protector en milímetros.....	44

Figura 3.7:Diagrama de flujo sobre el funcionamiento del prototipo de monitoreo.	46
Figura 3.8:Interior de maleta modificada.	50
Figura 3.9:Tapa bordada para maleta modificada.	51
Figura 3.10:Conexión red de sensores en protoboard.	51
Figura 3.11:Impresión 3D del protector.	52
Figura 3.12:Prototipo de monitoreo.	52
Figura 3.13:Prototipo de monitoreo en uso.	53
Figura 3.14:Instrumento de medición y sensor DHT11.	54
Figura 3.15:Instrumento de medición y sensor DFR0034.....	55
Figura 3.16:Instrumento de medición y sensor GY-30.	55
Figura 3.17:Gráfica de Temperatura.	56
Figura 3.18:Gráfica de humedad con límites de control.	57
Figura 3.19:Gráfica de ruido con límites de control.....	58
Figura 3.20:Gráfica de iluminación con límites de control.....	59
Figura 3.21:Gráfica de los valores obtenidos.	60

Resumen

El gran número de casos de enfermedades profesionales refleja la necesidad de la creación de propuestas alternativas para la realización de evaluaciones de riesgos de forma automática. El presente proyecto tecnológico es un prototipo basado en la arquitectura IoT que permite el monitoreo en tiempo real de las condiciones ambientales de un puesto de trabajo a través de tecnologías como MQTT, Node-Red y Ubidots. Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto se ha realizado una investigación exploratoria para la elección del tipo de sensores y microcontroladores adecuados. Con la base teórica suficiente, se diseñó la forma final de la propuesta tecnológica en función a las capas de IoT, luego se puso en funcionamiento para certificar la validación de las mediciones. Por medio de dashboards en una red local y otra en una red global a través de una plataforma IoT (Ubidots) se puede observar el comportamiento de las variables ambientales desde cualquier parte del mundo y en tiempo real. Como resultado se obtuvo un prototipo fácil de manejar y muy versátil para la adaptación en diferentes puestos de trabajo al momento de su ejecución. Se obtuvo la validación del funcionamiento de la propuesta luego de realizar una prueba de concepto en la empresa Insomet de donde se obtuvieron los datos necesarios de las condiciones del entorno laboral para su respectivo análisis comparándolos con valores referenciales de normativas, por último, se generó un reporte final de forma automática mediante una plantilla de Excel creada por los autores del proyecto. En conclusión, se ha constatado la adquisición de los datos de temperatura, humedad, ruido e iluminación de forma automática en un puesto de trabajo por medio del prototipo de monitoreo. Por otro lado, con la realización del caso de estudio en un área de trabajo se validó el correcto funcionamiento. Finalmente se ha planteado las medidas preventivas necesarias en función a los peligros y riesgos existentes.

Palabras clave: dashboards, Node-RED, Ubidots, prototipo de monitoreo.

ABSTRACT

A large number of occupational disease cases reflects the need to establish alternative proposals for automatic risk assessments. This technological project is a prototype based on IoT architecture that allows real-time monitoring of environmental conditions of a workplace through technologies such as MQTT, Node-Red, and Ubidots. To carry out project development, exploratory research has been carried out to choose the appropriate type sensors and microcontrollers. With sufficient theoretical basis, final form technological proposal was designed according to IoT layers, then put it into operation to certify measurements validation. Through dashboards in a local network and another one in a global network through an IoT platform (Ubidots), you can observe the behavior of environmental variables from anywhere in the world and in real-time. As a result, an easy-to-use and very versatile prototype were obtained for adaptation in different workplaces at execution time. The validation of the proposal operation was obtained after a concept proof in the company Insomet where necessary data of working environment conditions were obtained for their respective analysis comparing them with reference values of regulations, Finally, a final report was generated automatically by an Excel template created by the project authors. In conclusion, temperature acquisition, humidity, noise, and lighting data has been verified automatically in a workplace using prototype monitoring. On the other hand, with the realization of the study case in a work area, the correct functioning was validated. Finally, the necessary preventive measures have been considered in fact of existing hazards and risks.

Keywords: dashboards, Node-RED, Ubidots, MQTT, prototype monitoring.

AVAL DE TRADUCCIÓN

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título:

Estudio automatizado de condiciones ambientales de un puesto de trabajo mediante un traje de monitoreo.

Fecha de Inicio:

Abril 2022

Fecha de Finalización:

Agosto 2022

Lugar de ejecución:

Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga.

Facultad que auspicia:

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingeniería Industrial

Equipo de trabajo:**Tutor:**

Nombres: Ángel Guillermo

Apellidos: Hidalgo Oñate

Cedula de identidad: 0503257404

Correo electrónico: angel.hidalgo@utc.edu.ec

Ponentes:

Nombres: Galo Efraín

Apellidos: Caín Daquilema

Cédula de Ciudadanía: 1724933278

Correo electrónico: galo.cain3278@utc.edu.ec

Nombres: Kevin David

Apellidos: Gutiérrez Moya

Cédula de Ciudadanía: 1804844601

Correo electrónico: kevin.gutierrez4601@utc.edu.ec

Área del conocimiento: 33 Ciencias tecnológicas, 3310 Tecnología industrial.

Línea de investigación: Gestión de la calidad y seguridad laboral.

Sub línea de investigación de la Carrera: Calidad, diseño de procesos productivos.

2 INTRODUCCIÓN

2.1 EL PROBLEMA

2.1.1 Planteamiento del problema

Si bien es cierto en la actualidad existen normativas y métodos que aportan en gran medida suficientes herramientas para la evaluación y prevención de riesgos en los puestos de trabajo. Sin embargo, la fiabilidad y la eficiencia de dichos métodos pueden ser cuestionados debido a que; un análisis probabilístico de riesgos se debe considerar todos los aspectos negativos para la seguridad de un sistema, identificando los fallos técnicos, los sucesos ambientales, y los errores humanos que, por separado o de forma conjunta, pueden conducir a sucesos no deseados. [1] Tomando en consideración lo mencionado, con la constante del factor humano en la realización de las evaluaciones de riesgos se puede decir que la probabilidad de que exista imprecisiones en las mediciones es alta. Es posible que en una empresa se hayan desarrollado unos procedimientos de prevención correctos desde el punto de vista técnico, pero que, sin embargo, los índices de siniestralidad se mantengan o no disminuyan en la proporción esperada. [2] Esto se puede ver reflejado en el número de trastornos y enfermedades profesionales según los datos del IESS las cuales se muestran a continuación:



Figura 2.1: Enfermedades profesionales receptadas y en trámite IESS. [3]

El número de casos de enfermedades profesionales receptados en tan solo una provincia en el año 2021 es de 321. Realizando una Tabulación de la misma base de datos de EP receptados a partir del año 2015 de cinco provincias se tiene los siguientes datos:

Tabla 2.1: Tabla comparativa de enfermedades profesionales receptados entre los años 2015-2022. [3]

Enfermedades Profesionales Receptados						
Año/Provincia	Pichincha	Guayas	Chimborazo	Cotopaxi	Azuay	Sumatoria
2015	462	81	19	29	13	604
2016	367	51	8	15	11	452
2017	630	174	9	25	9	847
2018	578	165	15	22	31	811
2019	446	182	7	19	11	665
2020	262	82	8	10	20	382
2021	321	123	12	4	21	481
2022	115	65	5	3	9	197
TOTAL						4439

Según los resultados de la Tabla 2.1, se puede observar que el número de enfermedades profesionales receptados desde el 2015 es de un total de 4439 casos en tan solo 5 provincias, lo que es un indicador suficiente de la necesidad de buscar una herramienta o metodología que ayude a la disminución de los accidentes y enfermedades en el trabajo.

Con la finalidad de ampliar más la perspectiva de este problema, al revisar los datos estadísticos del IESS en función a los días de la semana y al número de accidentes que han ocurrido en cada día de la semana en un intervalo de aproximadamente 11 años las cifras muestran una realidad más detallada de la necesidad de una mejora u optimización de las metodologías de las evaluaciones de las condiciones en un puesto de trabajo.

A continuación, se muestra a detalle los números de accidentes en los puestos de trabajo:

- Lunes 35540 accidentes de trabajo.
- Martes 34871 accidentes de trabajo.
- Miércoles 34760 accidentes de trabajo.
- Jueves 34415 accidentes de trabajo.
- Viernes 31315 accidentes de trabajo.
- Sábado 17689 accidentes de trabajo.

- Domingo 11482 accidentes de trabajo.

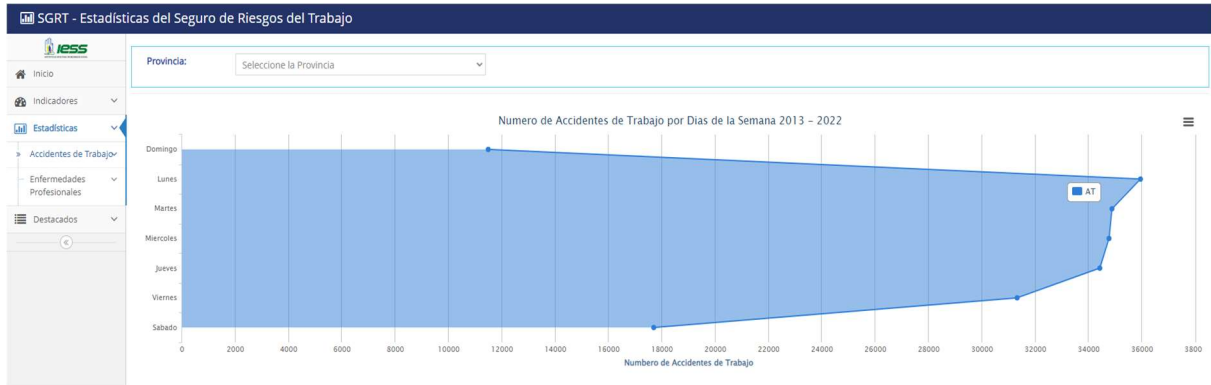


Figura 2.2: Número de accidentes de trabajo por días de la semana. [3]

Aunque los números que se puede visualizar en los datos estadísticos planteados se refieren a enfermedades profesionales, no todos son a raíz de una misma causa, por lo cual, bajo la misma lógica y a pesar de que las estadísticas no especifiquen con mayor detalle la causa principal de dichas enfermedades se puede inferir que las causas de dichas patologías a nivel macro pueden ser debido a problemas netamente ergonómicos como movimientos repetitivos o por cargas posturales, pero también, por factores ambientales con la capacidad de generar patologías a corto, mediano y largo plazo en la salud del trabajador.

2.1.2 Formulación del problema

El número de enfermedades profesionales en los últimos años refleja la necesidad de implementar herramientas alternativas como la automatización de los estudios tradicionales de las condiciones ambientales.

2.2 BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos de la presente propuesta tecnológica serán todos aquellos trabajadores a los que se les pueda brindar medidas de prevención adecuadas, con el objetivo de evitar la aparición de enfermedades laborales a causa de la falta de vigilancia de los factores ambientales en los puestos de trabajo.

Los beneficiarios indirectos serán tanto las empresas que implementen el prototipo como también la comunidad científica.

2.3 JUSTIFICACIÓN

A consecuencia de la evolución de las operaciones industriales y de las técnicas de trabajo los conocimientos avanzan significativamente y la legislación de los diversos países se vuelve más rigurosa. Esto propicia una reducción relativa de la incidencia de los accidentes de trabajo y de los casos de enfermedades ocupacionales, pero los accidentes fortuitos, difícilmente dejaron de existir y han causado, a lo largo de los años, trastornos a la salud de los trabajadores y también de las instituciones. [4]

El costo de los accidentes de trabajo y las enfermedades ocupacionales son de tal magnitud que, aparte de los perjuicios que ocasiona a los trabajadores también afectan, sobre todo, al estado financiero de las empresas y del tesoro público. Por tal motivo, las empresas, los gobernantes, los propios trabajadores y varios segmentos sociales se comprometen cada vez más a definir medios que reduzcan y prevengan estos acontecimientos indeseados contra la seguridad e higiene del trabajo, así como la eliminación de sus efectos. [4]

En el proyecto tecnológico planteado, se propondrá las herramientas necesarias para realizar de forma automatizada el estudio de las condiciones ambientales en un puesto de trabajo con la ayuda de un prototipo de monitoreo, en donde para lograr con éxito dicha tarea se implantará una red de sensores con la capacidad de monitorear los factores ambientales como la temperatura, humedad, iluminación y ruido en tiempo real generando los datos requeridos para un análisis posterior con la finalidad de brindar un entorno laboral más seguro al trabajador y así disminuir el gran número de enfermedades profesionales que existe según las Estadísticas del Seguro de Riesgos del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social en donde se tiene un caso de aproximadamente de 6670 casos de enfermedades profesionales en el Ecuador entre los años 2013 y 2022, tomando en cuenta que los miles de casos mencionados son solamente de cinco provincias (Azuay, Guayas, Manabí, Pichincha y Tungurahua). [5]

Para lograrlo, a más de la red de sensores mencionados anteriormente dispondremos de softwares y microcontroladores que ayuden a la comunicación de los sensores de manera eficiente con el entorno para la medición de las variables físicas, con la capacidad suficiente de procesar el volumen de información captada y enviarlo a una base de datos para el tratamiento adecuado, posterior a ello interpretar en base a los parámetros definidos por normativas y

prácticas de prevención para la toma de decisiones o cambios respectivos por el personal encargado.

Con la presente propuesta tecnológica no solamente se busca lograr de forma satisfactoria la automatización del estudio de las condiciones ambientales en un puesto de trabajo, sino también ayudar a prevenir enfermedades laborales y/o minimizar los factores de riesgo que puedan provocar eventualmente un accidente teniendo siempre presente que los Factores ambientales ejercen fuertes influencias en el desempeño del individuo, tanto a nivel de productividad, cuanto a calidad, pues actúan directamente sobre su estado psíquico alternando, de forma significativa, su comportamiento.[4]

2.4 HIPÓTESIS

Se puede realizar de forma automática el estudio de condiciones ambientales a través de un prototipo de monitoreo para la evaluación de riesgos en un entorno de trabajo.

- **Variable independiente**

Prototipo de monitoreo.

- **Variable Dependiente**

Estudio automatizado de condiciones ambientales

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 Objetivo General

Diagnosticar las condiciones ambientales en un puesto de trabajo de forma automática utilizando un prototipo de monitoreo.

2.5.2 Objetivos Específicos

- Diseñar un prototipo que permita el monitoreo de las condiciones ambientales en un puesto de trabajo.

- Implementar el prototipo de monitoreo para la obtención de datos relacionados con las variables físicas de temperatura, humedad, iluminación y ruido.
- Analizar los datos recolectados y compararlos con los parámetros establecidos por las normativas de SST para la generación de un reporte final.

2.6 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 2.2: Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

Objetivos Específicos	Actividades (tareas)	Resultados de la actividad	Técnicas, Medios e Instrumentos
Diseñar un prototipo que permita el monitoreo de las condiciones ambientales en un puesto de trabajo.	-Investigación bibliográfica acerca del proceso de monitoreo de las variables físicas ambientales. -Desarrollo de alternativas para el montaje del prototipo.	-Elección del medio de montaje que albergará al equipo de monitoreo.	Recolección bibliográfica de artículos, sitios web oficiales.
Implementar el prototipo de monitoreo para la obtención de datos relacionados con las variables físicas de temperatura, humedad, iluminación y ruido.	-Conocer la parametrización de los sensores en tiempo de operación, respuesta y tipo de comunicación. -Comunicación de microcontroladores con plataformas IoT -Validación del funcionamiento de la red de sensores.	-Selección de sensores y microcontroladores. -Obtención de datos de los sensores. -Visualización de datos en dashboards	-Investigación bibliográfica en datasheets. -Comparación entre los datos de los sensores y equipos de medición. -Protocolos de comunicación de los sensores y microcontroladores.
Analizar los datos recolectados y compararlos con los parámetros establecidos por las normativas de SST para la generación de un reporte final.	-Solicitud de permiso para el ingreso a la empresa Insomet. -Búsqueda de normativas relacionadas con los factores ambientales. -Determinar el riesgo a la salud causadas, por no trabajar en condiciones óptimas.	-Aceptación del pedido realizado para el proceso de investigación. -Definir los parámetros óptimos para la prevención de enfermedades profesionales. -Recomendación para el mejoramiento de los puestos de trabajo.	Reglamento 2393 y normativa ISSHT.

3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 ANTECEDENTES

Existen varios trabajos que tienen similitud en su funcionamiento con respecto al proyecto planteado, pero para cubrir otras problemáticas, sin embargo, antes de revisar y citar dichos trabajos es importante profundizar un poco en el origen de toda esta búsqueda de la automatización de los procesos que normalmente son realizadas por las personas.

Durante la historia documentada la humanidad siempre ha estado en busca de encontrar formas de avanzar y mejorar en todos los aspectos posibles. Bajo esta necesidad, desde la primera revolución industrial que se dio gracias a la introducción de la máquina de vapor por James Watt en las industrias trajo un aumento sin precedentes en la capacidad de producción. A partir de ahí cronológicamente parecería que cada 100 años se dio un nuevo cambio profundo y violento a causa de la primera revolución industrial.

A partir de 1760, se usó el poder del agua y el vapor para mecanizar la producción, en 1860 se utilizó el de poder de la electricidad y combustibles fósiles y en 1960 la electrónica y la tecnología de la información han sido la base de la automatización de la producción.[6]

Considerando el avance lineal de las tres revoluciones industriales se podría pensar que la cuarta revolución estaría por llegar en el 2060 sin embargo la cuarta revolución en el año 2020 ya empieza a tener un papel protagónico avanzando a un paso exponencial. [6]

La llegada de la cuarta revolución industrial se debe a la computación y digitalización, la simbiosis entre los métodos de producción y las TIC en un entorno configurado por la Inteligencia Artificial. También por la hiper-conectividad que tiene la sociedad en todo lugar y momento. [7]

Frente a este hecho existen proyectos en desarrollo con la capacidad de captar información a través de sensores y enviar a una base de datos o ser monitoreado de forma remota, siendo esto los pasos pioneros para el cambio de los procesos y métodos de la tercera revolución hacia la cuarta revolución.

A continuación, se habla de proyectos con las características que se considera que son antecesores del presente proyecto:

- **Traje monitoreador inalámbrico de condiciones laborales, ambientales y ergonómicas.**

El proyecto del traje monitoreador inalámbrico tiene como objetivo principal disminuir enfermedades, accidentes profesionales y la demora en las líneas de producción tomando también en cuenta que los procesos convencionales son demorados y se realizan con equipos costosos. [8] El proyecto del traje monitoreador a grandes rasgos también brinda las pautas para convertir un proceso convencional a un proceso de la industria 4.0. y fue realizado en la misma facultad de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Por otro lado, el proyecto que se presenta en el presente documento es el antecesor directo al estudio de condiciones ambientales automatizado en donde como se lo indica en el título, se ha tomado mayor énfasis en perfeccionar la parte del análisis de medios ambientales hasta llegar al punto de generar un reporte para la toma de decisiones necesarias.

- **Diseño e implementación de una red de sensores inalámbricos para el monitoreo de factores ambientales abióticos.**

El proyecto desarrollado en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca se enfoca en la creación de una red sensores para vigilar los cambios en los factores ambientales abióticos que pueden afectar al cultivo de papas como la humedad relativa, temperatura ambiente, humedad del suelo y Ph del suelo en la provincia de Azuay. Los datos recopilados se los envía y almacena en una base de datos a través de un módulo Wifi conectado a una red de área local con acceso a internet. [9]

La incorporación cada vez mayor de sensores electrónicos en la industria ha determinado la necesidad de proponer métodos para lograr dicho objetivo. Debido a los beneficios que brinda este tipo de sistemas se ha abierto un nuevo abanico de oportunidades para diseñar y crear todo tipo de aplicaciones. Si se desea ampliar la información aún más se puede buscar temas relacionados con el desarrollo de aplicaciones basadas en redes inalámbrica de sensores (WSN por sus siglas en Ingles).[10]

3.2 MARCO REFERENCIAL / ESTADO DEL ARTE

3.2.1 Factores ambientales

Es aquella parte de la ergonomía especializada en el estudio de las condiciones físicas y ambientales en el lugar de trabajo, estas condiciones influyen en el desempeño de las actividades a realizar. La ergonomía ambiental se centraría en análisis del ambiente térmico, acústico y vibratorio, lumínico y referido a la calidad del ambiente interior fundamentalmente.[11]

De este grupo de agentes físico, son solo tres aquellos que pueden provocar enfermedades musculo esqueléticas, estos son; vibraciones, frío, y calor, los cuales además los relacionamos directamente con los factores de riesgos Ergonómicos. Es fundamental la existencia de condiciones ambientales de trabajo “adecuadas”, es decir, que no representen riesgo para la salud de los trabajadores. Si están presentes en los lugares de trabajo, deben ser evaluados utilizando los equipos de mediciones pertinentes. [11]

3.2.2 Confort en un ambiente de trabajo

Es aquello que produce bienestar y comodidad en el cuerpo humano. Por lo anterior, “confort” apunta a un estado placentero de armonía fisiológica, psicológica y física entre el ser humano y su ambiente. Es la condición de la mente que expresa la satisfacción con el entorno. [11]

3.2.3 Variables físicas

3.2.3.1 Temperatura

La temperatura, es la propiedad de los sistemas que determina si están en equilibrio térmico. El concepto de temperatura se deriva de la idea de medir el grado de caliente o frío relativo y de la observación de que las variaciones de calor sobre un cuerpo producen una variación de su temperatura, mientras no se produzca la fusión o ebullición. La sensación de calor o frío al tocar una sustancia depende de su temperatura, de la capacidad de la sustancia para conducir el calor y de otros factores. Cuando se aporta calor a una sustancia, se eleva su temperatura, así los conceptos de temperatura y calor, aunque están relacionados, son diferentes: la temperatura es

una propiedad de un cuerpo y el calor es un flujo de energía producido por las diferencias de temperatura. [12]

3.2.3.2 Humedad

La humedad es una propiedad que describe el contenido de vapor de agua presente en un gas, el cual se puede expresar en términos de varias magnitudes. Algunas de ellas se pueden medir directamente y otras se pueden calcular a partir de magnitudes medidas. [13]

3.2.3.3 Ruido y Sonido

El sonido es un fenómeno vibratorio que, a partir de una perturbación inicial medio elástico donde se produce se propaga en ese medio, bajo la forma de una variación periódica de presión sobre la presión atmosférica y que se puede ser percibido por el oído. En un entorno laboral, los sonidos proceden de distintas fuentes emisoras por tanto los sonidos no van a ser puros y tampoco van a seguir una armonía. Este sonido se va a denominar ruido.

Se puede considerar que el ruido es un sonido molesto o indeseada. Esta definición tiene una componente de apreciación subjetiva por parte del oyente respecto a un fenómeno físicamente cuantificable. Simplificando se podría decir que el sonido es una vibración que el oído humano puede percibir. Si esta percepción tiene connotaciones negativas, el sonido se convierte en ruido. [14]

- a. Diferencias del ruido con respecto a otros contaminantes
 - Es un contaminante que se produce con facilidad. Necesita muy poca energía para ser emitido.
 - Es complejo de medir y cuantificar.
 - No deja residuos, no tiene efecto acumulativo en el medio, pero si en el hombre.
 - Su radio de acción es mucho menor que otros contaminantes: se encuentra localizado.
 - Solo se percibe por un solo sentido: el oído, lo cual hace subestimar su efecto.

b. Propiedades físicas del sonido

- Presión acústica (volumen o intensidad)

Es la variación de presión, en relación con la presión atmosférica que se produce cuando una onda sonora se propaga en un medio elástico como el aire. Es un parámetro muy útil por ser fácil de medir. Está relacionada con la amplitud de onda. Se puede clasificar los sonidos en fuertes y débiles en función de la presión acústica. [14]

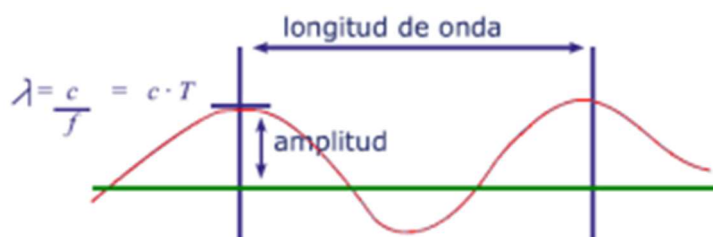


Figura 3.1: Presión Acústica. [14]

c. Frecuencia (tono)

Es el número de variaciones de presión en un segundo o bien el número de oscilaciones completas en una unidad de tiempo (es por tanto la inversa de la longitud de onda). Su unidad de medida es el Hercio (Hz) que equivale a ciclos/segundo. El oído humano solo es capaz de percibir sonidos cuyas frecuencias se sitúen entre 20 y 20000 Hz y va a ser perceptivo a unas frecuencias que a otras. [14]

d. Tipos de ruido

Atendiendo a la forma de presentación temporal, el ruido se clasifica en:

- Continuo: Si su nivel es prácticamente constante a lo largo del tiempo.
- Intermitente: Si el nivel sonoro varia de forma escalonada y bien definido.
- Variable: Si su nivel sonoro varia de forma continua en el tiempo, pero sin ningún patrón definido.

- De impacto o de impulso: El nivel sonoro presenta picos de alta intensidad y muy corta duración.

e. Ruido Industrial

El ruido industrial existe en todas las industrias a consecuencia del funcionamiento de máquinas de los más variados tipos, pudiendo llegar hasta el punto de ser intolerables. Este tipo de ruido está en conflicto con las condiciones de vida humana y se contrapone al aumento de la productividad del trabajo y a la calidad de salud del trabajador, o sea, si el empleado es obligado a trabajar en ambientes ruidosos disminuye su productividad por efectos psicofisiológicos, que van desde la simple irritación hasta la pérdida de la audición. [4]

f. Ponderaciones de frecuencia A, C y Z

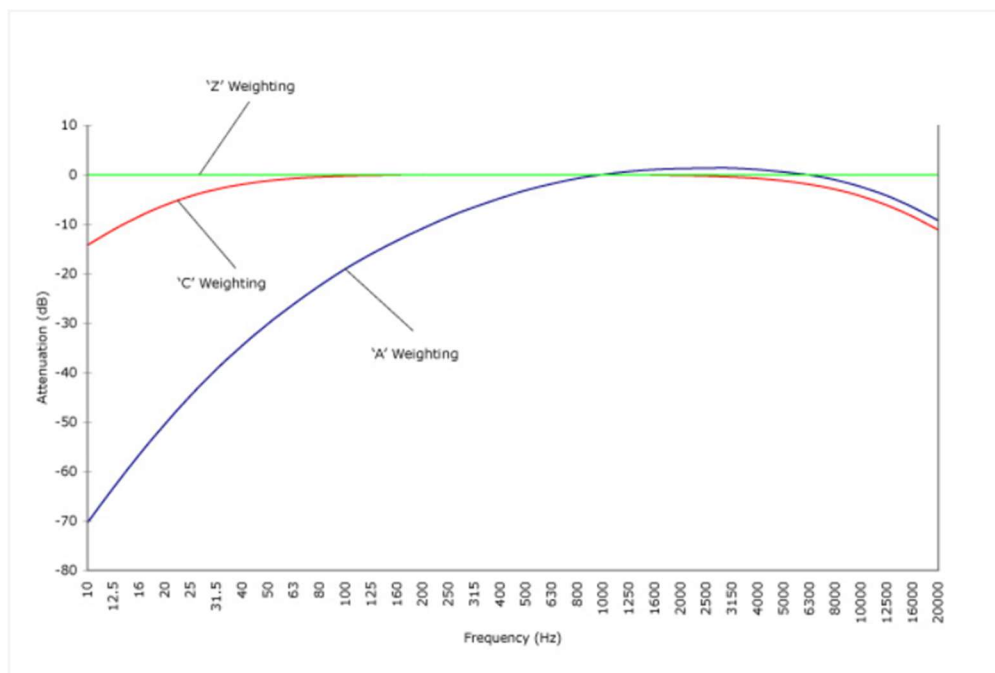


Figura 3.2: Ponderación de frecuencias A, C y Z. [15]

Como se indica en la figura la ponderación de frecuencia se refiere al conjunto de frecuencias audibles diseñadas para reflejar la respuesta al ruido del oído humano. [15] Es decir de entre los tres tipos de ponderaciones existentes la que se utilizará para la evaluación mencionada es el “A” debido a que es la que está diseñada para el oído humano.

3.2.3.4 Iluminación

La iluminación es una parte fundamental en el acondicionamiento ergonómico de los puestos de trabajo. Si bien, el ser humano tiene una gran capacidad para adaptarse a las diferentes calidades lumínicas, una deficiencia en la misma puede producir un aumento de la fatiga visual, una reducción en el rendimiento, un incremento en los errores y en ocasiones incluso accidentes. Un adecuado análisis de las características que deben disponer los sistemas de iluminación, la adaptación a las tareas a realizar y las características individuales, son aspectos fundamentales que se deben considerar. [16]

a. Magnitudes Lumínicas

- Flujo Luminoso

Es la cantidad de energía, en forma luminosa, emitida por una fuente. Su unidad es el lumen (Lm) y su símbolo es ϕ . [16]

- Intensidad luminosa

Es el flujo luminoso por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y la unidad en el sistema internacional es la candela (Cd). [16]

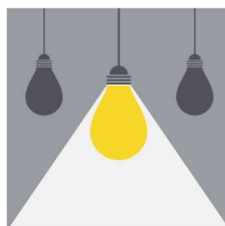


Figura 3.3: Intensidad luminosa. [16]

- Nivel de Iluminación

Se conoce también como iluminancia. Es el cociente del flujo luminoso incidente sobre un elemento de la superficie que contiene el punto por el área de ese elemento. Se representa con el símbolo E y su unidad es el lux ($Lx=Lm.m^2$). [16]

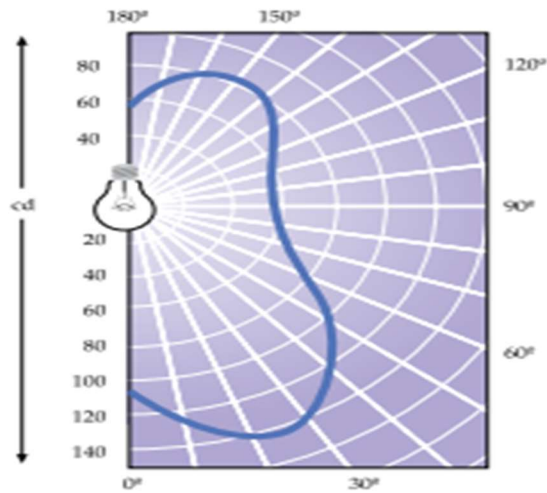


Figura 3.4: Curva de distribución luminosa. [16]

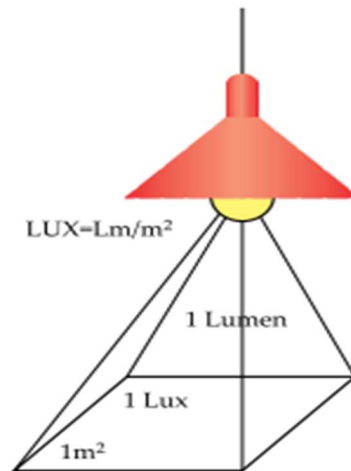


Figura 3.5: Nivel de iluminación. [16]

b. Iluminación Natural e Iluminación Artificial

Cuando se hace referencia a la iluminación se debe considerar tanto la iluminación natural como la iluminación artificial. A la hora de diseñar un área de trabajo siempre se deben considerar ambas. La luz natural causa menor fatiga visual que la iluminación artificial. Por eso, en la actualidad se han desarrollado técnicas que maximizan el aprovechamiento de la luz natural. Muchos proyectos de centros de trabajo tienen en consideración tragaluces, ventanales, etc. La iluminación artificial se debe usar cuando no se puede emplear la luz natural o, como ocurre en la mayoría de los casos, para complementar la luz natural. La calidad de la luz artificial será mejor cuanto más próximo esté el espectro de esa luz al que produce el sol. [16]

A la hora de evaluar o adecuar una iluminación artificial en un puesto de trabajo se deben considerar aspectos relacionados con el trabajador, con el tipo de tarea que vaya a desempeñar y los propiamente relacionados con la iluminación.

Por un lado, la iluminación se produce gracias a unas lámparas, que son las que van a emitir la luz; esas lámparas se encontrarán colocadas en unas luminarias concretas que modificarán las características de la luz y formarán parte de todo un sistema de iluminación que también modificará las características de la luz conseguida en el local. Todos estos aspectos se deberán considerar, pues un fallo en uno solo hará que la iluminación no sea la adecuada. Si las lámparas no emiten suficiente flujo luminoso, si hay zonas donde no se dispone de luminarias, si la luz no es la adecuada para la tarea del trabajador, sólo uno de estos aspectos será suficiente para que la luz no sea adecuada y se deba rectificar. [16]

3.2.4 Efectos en la salud debido a las condiciones ambientales deficientes

3.2.4.1 Efectos por Temperatura en un trabajador

a. Efectos a causa del calor

Cuando nuestro organismo pone en marcha todos los mecanismos de los que dispone para intentar mantener el equilibrio térmico corporal (si la exposición no se interrumpe), y estos mecanismos no resultan suficientes, nuestro organismo realiza ajustes adicionales para intentar mantener la temperatura interna en el rango adecuado. Entonces se incrementa el calor acumulado en el cuerpo.

Activar mecanismos adicionales tiene un coste para la salud. Y si aun así no se logra detener el incremento de temperatura, y la temperatura corporal central sigue incrementándose, el cuerpo se vuelve cada vez menos capaz de realizar las funciones fisiológicas normales, desencadenando mecanismos inflamatorios con efectos graves o letales en la salud.[17]

Tabla 3.1: Efectos a causa del calor. [17]

Enfermedades	Signos, síntomas y mecanismos
Sarpullido por el calor	Aparecen pequeñas pápulas (manchitas rojas) y picor, generalmente en zonas como la cara, el cuello, la parte superior del pecho, debajo del pecho, la ingle y el escroto. Se asocia a la sudoración intensa, muy habitual en climas cálidos y húmedos.
Edema por el calor	La hinchazón de las extremidades inferiores, generalmente en los tobillos, aparece al comienzo de la estación calurosa.
Desmayo o síncope por calor	Pérdida de la consciencia o mareo, de corta duración. Suele afectar a personas que han permanecido de pie durante largos períodos de tiempo sin moverse o cuando se han levantado repentinamente de una posición sentada o acostada, generalmente durante los primeros días de exposición al calor.
Calambres por el calor	Son espasmos musculares dolorosos que suelen darse en piernas, brazos o abdomen, generalmente al final de un ejercicio prolongado. Puede estar relacionado con deshidratación, pérdida de electrolitos y fatiga muscular.
Agotamiento por el calor	Enfermedad leve a moderada caracterizada por la incapacidad de mantener el ritmo cardíaco, sed intensa, debilidad, incomodidad, ansiedad, mareos, desmayos y dolor de cabeza. La temperatura central puede ser normal, no normal o ligeramente elevada (menor a 39 °C). El pulso es irregular, con hipotensión postural y respiración rápida y superficial. No hay alteración del estado mental.
Golpe de calor	Problema grave: el cuerpo es incapaz de controlar la temperatura, y esta se va incrementando, pudiendo rápidamente alcanzar los 40,6 °C. Los síntomas principales: calor, sequedad y piel roja, pulso rápido, dolor intenso de cabeza, confusión y pérdida de conciencia. Puede haber náuseas, hipotensión y aumento de la frecuencia respiratoria. El cuerpo sufre una inflamación interna, con resultado de lesiones en órganos (como el hígado, riñón, etc.) y en tejidos (por ejemplo, intestinos y músculos).

b. Efectos a causa del frío

Los efectos en las personas a temperaturas que están por debajo de 10°C pueden ir desde síntomas relacionados con el frío hasta el estado de hipotermia. Por lo que el rendimiento de los/las trabajadoras/trabajadores, pueden estar afectados por: discomfort térmico, actuación de tareas manuales, deterioro de la capacidad física derivada del enfriamiento corporal y muscular, adaptación de movilidad de la capacidad operacional e incremento del esfuerzo físico y del consumo metabólico derivado del peso y lo absoluto de la vestimenta protectora. [11]

3.2.4.2 Efectos por Humedad en un trabajador

Una humedad relativa inferior al 30 % puede provocar sequedad de las mucosas y de la piel. Por otra parte, cuanto mayor es la humedad, más difícil resulta la evaporación del sudor y, por tanto, se elimina menos calor corporal en situaciones de calor intenso. [18]

3.2.4.3 Efectos por falta de iluminación en un puesto de trabajo

Una iluminación inadecuada en el trabajo puede originar fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, estrés y accidentes. Además, puede ser causa de posturas inadecuadas que generan, a la larga, alteraciones músculo-esqueléticas. [19]

Unas condiciones inadecuadas de iluminación en los lugares de trabajo pueden tener consecuencias negativas para la seguridad y la salud de los trabajadores; la disminución de la eficacia visual puede aumentar el número de errores y accidentes, así como la carga visual y la fatiga durante la ejecución de las tareas; también se pueden producir accidentes como consecuencia de una iluminación deficiente en las vías de circulación, escaleras y otros lugares de paso. [18]

3.2.4.4 Efectos de la exposición al ruido sobre el trabajador

La exposición al ruido puede provocar a los trabajadores diferentes respuestas de orden auditivo y extra-auditivo, esto va a depender de las características del riesgo y de la exposición del individuo. Son defectos auditivos conocidos: el zumbido de pitch agudo, el desplazamiento temporal del umbral de audición (TTS: Temporary threshold Shift) y el desplazamiento permanente del umbral de audición (PTS: Permanent threshold Shift) trauma acústico agudo y crónico. Son efectos extra-auditivos: disturbios en el cerebro y en el sistema nervioso, circulatorio, digestivo, endocrino, inmunológico, vestíbulo coclear, muscular, en las funciones sexuales y reproductivas, en el psiquismo, en el sueño, la comunicación y en el desempeño de tareas físicas y mentales. [4]

3.2.5 Normativas asociadas

3.2.5.1 Plan general de Actividades Preventivas de la Seguridad Social

El plan general de Actividades Preventivas de la Seguridad Social del Ministerio de Empleo y Seguridad Social de España es un instructivo óptimo para la realización de la evaluación de riesgos de los factores ambientales ya que brinda todos los pasos necesarios a seguir para una correcta evaluación de riesgos. Cuando se habla de factores de riesgo se habla de un listado

muy amplio sin embargo en este documento de entre todas las gamas de factores existentes se estudiará solamente los factores ambientales como es la temperatura, humedad, iluminación y ruido los cuales según el listado de los factores de riesgo se lo clasifica como factores de riesgo con la capacidad de ocasionar enfermedades profesionales. [20]

Tabla 3.2: Riesgos en los lugares de trabajo. [20]

RIESGOS EN LOS LUGARES DE TRABAJO, CÓDIGO DE FORMA	
RIESGO DE ACCIDENTE	RIESGO DE ENFERMEDAD PROFESIONAL
010 Caída de personas a distinto nivel	310 Exposición a contaminantes químicos
020 Caída de personas al mismo nivel	320 Exposición a contaminantes biológicos
030 Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	330 Ruido
040 Caída de objetos en manipulación	340 Vibraciones
050 Caída de objetos desprendidos	350 Estrés térmico
060 Pisadas sobre objetos	360 Radiaciones ionizantes
070 Choques contra objetos inmóviles	370 Radiaciones no ionizantes
080 Choques contra objetos móviles	380 Iluminación
090 Golpes/cortes por objetos o herramientas	

Respecto a la evaluación de riesgos se debe conocer que: [20]

- La evaluación de riesgos es una herramienta que nos permite identificar y valorar los riesgos para establecer medidas preventivas.
- Para realizar la evaluación se debe realizar cuatro pasos:
 - Describir los ámbitos de evaluación de riesgos
 - Identificar los riesgos o deficiencias respecto a la seguridad, la higiene, la ergonomía y la psicología.
 - Valorar los riesgos. Para ello se debe identificarlos, valorar su probabilidad y consecuencias, y establecer una valoración final.
 - Planificar y realizar un seguimiento de las medidas preventivas y correctoras resultantes.

Según el plan general también brinda con un formato de evaluación de riesgos general la cual se lo puede utilizar para los fines de evaluación deseado y modificarlo en función a los parámetros de evaluación de riesgos.

EMPRESA:		FECHA:		
PUESTO DE TRABAJO:		DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO:		
LUGAR DE TRABAJO:				
Condición anómala detectada	Riesgo	Valoración Probabilidad/Consecuencias	Medida Preventiva / Correctora	Planificación
				Fecha prev. inicio: Fecha fin: Responsable:
				Fecha prev. inicio: Fecha fin: Responsable:
				Fecha prev. inicio: Fecha fin: Responsable:
				Fecha prev. inicio: Fecha fin: Responsable:

Figura 3.6:Formato de evaluación de riesgos. [20]

3.2.5.2 Norma ISO:45001

Una organización es responsable de la seguridad y salud en el trabajo (SST) de sus trabajadores y de la de otras personas que puedan verse afectadas por sus actividades. Esta responsabilidad incluye la promoción y protección de su salud física y mental. La adopción de un sistema de gestión de la SST tiene como objetivo permitir a una organización proporcionar lugares de trabajo seguros y saludables, prevenir lesiones y deterioro de la salud, relacionados con el trabajo y mejorar continuamente su desempeño de la SST. [21]

3.2.5.3 Temperatura y Humedad reglamento 2393 (Ecuador)

En los locales de trabajo y sus anexos se procurará mantener, por medios naturales o artificiales, condiciones atmosféricas que aseguren un ambiente cómodo y saludable para los trabajadores. Se fijan como límites normales de temperatura 0C de bulbo seco y húmedo aquellas que en el gráfico de confort térmico indiquen una sensación confortable; se deberá condicionar los locales de trabajo dentro de tales límites, siempre que el proceso de fabricación y demás condiciones lo permitan. [22]

3.2.5.4 Condiciones ambientales de los lugares de trabajo Real Decreto 486 (España)

1. La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores. [16]
2. Asimismo, y en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores. A tal efecto, deberán evitarse las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura, las corrientes de aire molestas, los olores desagradables, la irradiación excesiva y, en particular, la radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados. [16]
3. En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse, en particular, las siguientes condiciones:
 - La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
 - La humedad relativa estará comprendida entre el 30% y el 70%, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50%.

3.2.5.5 NTP 270: Evaluación de la exposición al ruido (España)

La guía NTP 270 da los parámetros y directrices necesarios para la realización de la evaluación de la exposición al ruido en un puesto de trabajo, determinando los niveles representativos. Uno de los parámetros a tener en cuenta según NTP 270 es el estudio previo en donde se debe incluir los siguientes puntos: [23]

- Identificación de todos los puestos de trabajo susceptibles de ser evaluados, exceptuando aquellos cuyo nivel diario equivalente y nivel de pico sean manifiestamente inferiores a 80 Decibeles.

- Localización de todas las fuentes generadoras de ruido y estimación de los puestos de trabajo a los que afectan.
- Descripción del ciclo de trabajo, esto es, el mínimo conjunto ordenado de tareas que se repite cíclica y sucesivamente a lo largo de la jornada de trabajo, constituyendo el quehacer habitual del individuo que ocupa dicho puesto.
- El conocimiento de las fuentes generadoras de ruido y de los ciclos de trabajo permitirá, en ocasiones, establecer grupos homogéneos de puestos cuya exposición sea equivalente. Esto puede simplificar el número de mediciones a realizar, extrapolar los datos obtenidos para un puesto de trabajo a todo el grupo homogéneo.

[23] Según la NTP 270 también especifica los tipos de ruidos, conceptos que son necesarios conocerlos:

- **Ruido Estable:** Es aquel cuyo nivel de presión acústica la cual permanece esencialmente constante.
- **Ruido periódico:** Cuya cadencia es cíclica, es decir en un intervalo de tiempo igual o muy parecidos.
- **Ruido aleatorio:** La cual no tiene ningún patrón identificable a lo largo del tiempo.
- **Ruido de Impacto:** Aquél cuyo nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo y tiene una duración inferior a un segundo.

3.2.5.6 Ruidos y Vibraciones decreto 2393 (Ecuador)

Se fija como límite máximo de presión sonora el de 85 decibeles escala A del sonómetro, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 70 decibeles de ruido.

Para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles con el filtro "A" en posición lenta, que se permitirán, estarán relacionados con el tiempo de exposición según la siguiente tabla [22]:

Tabla 3.3:Ruido relacionado con el tiempo de exposición. [22]

Nivel Sonoro / dB (A-lento)	Tiempo de Exposición por jornada / hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0.25
115	0.125

[22] En ningún caso se permitirá sobrepasar el nivel de 115 dB (A) cualquiera que sea el tipo de trabajo

3.2.5.7 Iluminación con reglamentos 2393 (Ecuador)

Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos. Los niveles mínimos de iluminación se calcularán en base a la siguiente tabla [22]:

Tabla 3.4:Niveles de iluminación según las actividades. [22]

Iluminación Mínima	Actividades
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso.
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.
100 luxes	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, ascensores.
200 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.
500 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.
1000 luxes	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería.

3.2.5.8 Criterios de Iluminación interior: Real Decreto 486/1997

1. La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta: [16]
 - Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.
 - Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.
2. Siempre que sea posible, los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por sí sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados. [16]
3. Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 3.5:Niveles de iluminación lugares de trabajo. [16]

ZONA O PARTE DEL LUGAR DE TRABAJO	NIVEL MÍNIMO DE ILUMINACIÓN (Lux)
Zonas donde se ejecutan tareas con:	
• Bajas exigencias visuales	100
• Exigencias visuales moderadas	200
• Exigencias visuales altas	500
• Exigencias visuales muy altas	1000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

4. Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:[16]

- En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.
 - En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.
5. La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir, además, en cuanto a su distribución y otras características, las siguientes condiciones: [16]
- La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible.
 - Se procurará mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de la tarea, evitando variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y entre ésta y sus alrededores.
 - Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia. En ningún caso éstas se colocarán sin protección en el campo visual del trabajador.
 - Se evitarán, asimismo, los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o sus proximidades.
 - No se utilizarán sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, de la profundidad o de la distancia entre objetos en la zona de trabajo, que produzcan una impresión visual de intermitencia o que puedan dar lugar a efectos estroboscópicos.
6. Los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad. [16]
7. [16] Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.

3.2.6 Tecnologías asociadas

3.2.6.1 Microcontroladores

El microcontrolador es un computador dedicado a diversas aplicaciones. En su memoria sólo reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada; sus líneas de entrada/salida soportan el conexionado de los sensores y actuadores del dispositivo a controlar, y todos los recursos complementarios disponibles tienen como única finalidad atender sus requerimientos. Una vez programado y configurado el microcontrolador solamente sirve para gobernar la tarea asignada. [24]

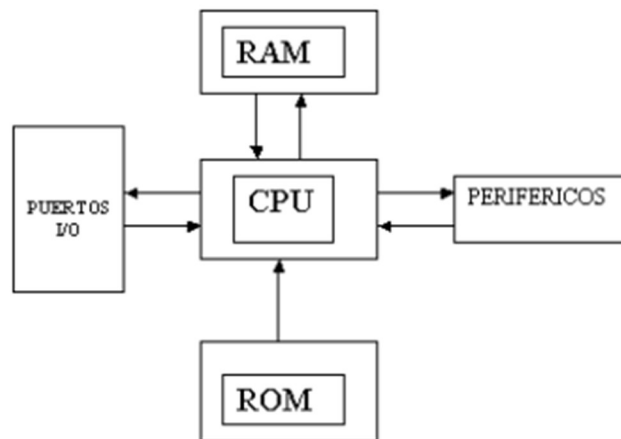


Figura 3.7: Circuito de un Microcontrolador. [24]

Toda microcomputadora requiere de un programa para que realice una función específica. Este se almacena normalmente en la memoria ROM. No está de más mencionar que sin un programa, los microcontroladores carecen de utilidad. [24]

3.2.6.2 NodeMCU ESP8266

[25] NodeMCU ESP8266 es una plataforma de desarrollo similar a Arduino especialmente orientada al Internet de las cosas (IoT). Se trata de un chip integrado con conexión Wifi y compatible con el protocolo TCP/IP. El objetivo principal es dar acceso a cualquier microcontrolador a una red.



Figura 3.8:NodeMCU ESP8266.

a. Compatibilidad NodeMCU ESP8266

La plataforma ESP8266 permite el desarrollo de aplicaciones en diferentes lenguajes como:

- Arduino (IDE Arduino)
- Lua
- MicroPython
- C/C++
- Scratch

b. Asignación de Pines NodeMCU ESP8266

En la Figura 3.9 se observa la función y compatibilidad de cada Pin según los protocolos de comunicación.

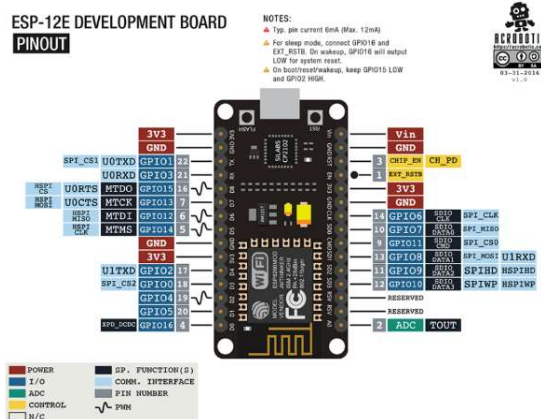


Figura 3.9:Asignación de Pines NodeMCU ESP8266. [26]

Para más información sobre el microcontrolador ESP8266 ver Anexo II.

3.2.6.3 Arduino Nano

El Arduino Nano es el clásico tablero de diseño amigable con la placa de pruebas de Arduino con las dimensiones más pequeñas. El Arduino Nano viene con cabezales de pines que permiten una fácil conexión a una placa de pruebas y cuenta con un conector USB Mini-B. [27]

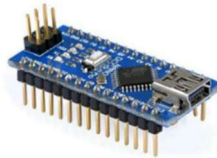


Figura 3.10:Arduino nano.

a. Compatibilidad de Arduino NANO

Software y Nube las siguientes herramientas de software le permiten programar su tablero tanto en línea como fuera de línea.

- IDE de Arduino
- CLI de Arduino
- Editor Web

b. Asignación de Pines Arduino NANO

En la Figura 3.11 se observa la función y compatibilidad de cada Pin según los protocolos de comunicación. Para más información acerca del microcontrolador revisar Anexo III.

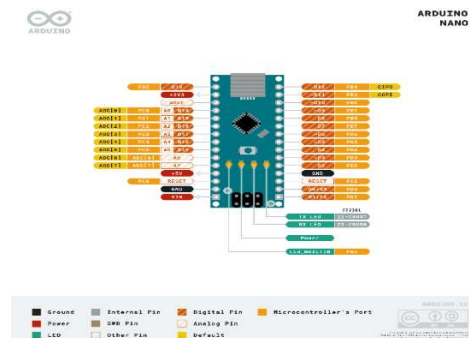


Figura 3.11:Asignación de pines Arduino nano. [27]

3.2.6.4 Sensores

Es un dispositivo capaz de detectar diferentes tipos de materiales, con el objetivo de mandar una señal y permitir que continúe un proceso, o bien detectar un cambio; dependiendo del caso que éste sea. Es un dispositivo que, a partir de la energía del medio, proporciona una señal de salida que es función de la magnitud que se pretende medir. Dentro de la selección de un sensor, se deben considerar diferentes factores, tales como: la forma de la carcasa, distancia operativa, datos eléctricos y conexiones. [28]

3.2.6.5 Sensor de temperatura

Un sensor de temperatura es un sistema que detecta variaciones en la temperatura del aire o del agua y las transforma en una señal eléctrica que llega hasta un sistema electrónico. Esta señal conlleva determinados cambios en ese sistema electrónico para la regulación de la temperatura. Un sensor de temperatura por sí solo no sirve de nada, es necesario a que algo determine y mida la información entregada para tomar decisiones. [29]

3.2.6.6 Sensor de Humedad

Un sensor de humedad es un aparato que permite detectar y controlar el porcentaje de agua del aire o de cualquier material o superficie. Su nombre técnico es higrómetro y resulta un elemento indispensable en meteorología. Sin embargo, cada vez es incluido con mayor asiduidad en los sistemas de climatización domésticos y comerciales. Suele medir también la temperatura ya que son dos valores necesarios para calcular la sensación térmica. [30]

3.2.6.7 Sensor de Temperatura y Humedad (DHT11)

[31] El DHT11 es un sensor digital de temperatura y humedad relativa de bajo costo y fácil uso. Integra un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante, y muestra los datos mediante una señal digital en el pin de datos (no posee salida analógica). Utilizado en aplicaciones académicas relacionadas al control automático de temperatura, aire acondicionado, monitoreo ambiental en agricultura y más. Para más información acerca del sensor ver Anexo IV.



Figura 3.12:Sensor DHT11.

a. Protocolo de comunicación DHT11

[32] El BUS 1-Wire, permite realizar una comunicación serial asincrónica entre un dispositivo maestro y uno o varios dispositivos esclavos, utilizando un único pin de E/S del microcontrolador. Podemos describir al protocolo 1-Wire como una secuencia de transacciones de información, la cual, se desarrolla según los siguientes pasos: la Inicialización, comandos y funciones de ROM, comandos y funciones de control y memoria, transferencia de bytes o datos.

3.2.6.8 Sensor de Luminosidad

Un sensor de luminosidad es un dispositivo que permite conocer el grado de iluminación de un entorno concreto. Los sensores de luminosidad suelen estar conectados a otros dispositivos, que son los receptores de esta información respecto a la luminosidad ambiental detectada y, a partir de esta información, actúan de un modo u otro. [33]

a. Sensor de Luminosidad GY-30 (BH1750)

[34] Este es un módulo de sensor de intensidad de luz BH1750FVI con un convertidor AD de 16 bits incorporado generando señal digital. Los datos de este módulo son la intensidad de la luz en lx (luxómetro). Puede comunicarse con la placa del microcontrolador a través del bus I2C. Para más información acerca del sensor ver Anexo V.

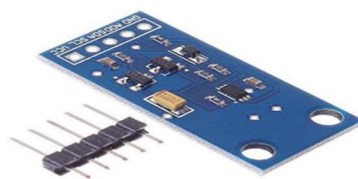


Figura 3.13:Sensor GY-30.

b. Protocolo de comunicación GY-30 (BH1750)

Las siglas I2C en español significan Circuito Inter-Integrado. El I2C es un bus con múltiples maestros, lo que significa que se pueden conectar varios chips al mismo bus y que todos ellos pueden actuar como maestro, sólo con iniciar la transferencia de datos. La metodología de comunicación de datos del bus I2C es en serie y sincrónica. Una de las señales del bus marca el tiempo (pulsos de reloj) y la otra se utiliza para intercambiar datos. [35]

3.2.6.9 Sensor de Sonido

El sensor de sonido es un módulo que convierte las ondas acústicas en señales eléctricas. En términos muy sencillos, los detectores de sonido funcionan en base a los cambios de capacitancia causados por la vibración de las ondas sonoras. La vibración del aire mueve el diafragma del micrófono causando un cambio de capacitancia en el condensador acoplado. [36]

a. Sensor de sonido KY-037, KY-038 y DFR0034

Entre los sensores mencionados no hay mayor diferencia ya que todos tienen la misma funcionalidad. El sensor tiene 3 componentes principales en su placa de circuito. Primero, la unidad del sensor en la parte delantera del módulo, que mide el área físicamente y envía una señal analógica a la segunda unidad, el amplificador. El amplificador se encarga de aumentar la señal detectada, de acuerdo con el valor resistente del potenciómetro, y envía la señal a la salida analógica del módulo. [37]

Una pequeña diferencia de los sensores KY con respecto al sensor DFR0034 es que tiene un potenciómetro con el cual se puede realizar el ajuste requerido de la sensibilidad de la membrana del micrófono. Para revisar más características acerca del sensor revisar Anexo VI.



Figura 3.14: Sensor DFR0034.

3.2.7 Herramientas IoT

Tabla 3.6:Herramientas IoT.

Nombre	Tipo
IDE Arduino	Programa
MQTT	Protocolo de comunicación
Node-Red	Plataforma IoT
Ubidots	Plataforma IoT
Dashboard	Herramienta de gestión

3.2.7.1 IDE Arduino

El software Arduino de código abierto (IDE) facilita la escritura de código y la carga en la placa. Este software se puede utilizar con cualquier placa Arduino.

[38] Un IDE es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación; es decir, que consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica (GUI). Además, en el caso de Arduino incorpora las herramientas para cargar el programa ya compilado en la memoria flash del hardware. El IDE de Arduino va a ser la herramienta de trabajo con Arduino y habrá que conocer su funcionamiento. Los programas de Arduino están compuestos por un solo fichero con extensión “ino”, aunque es posible organizarlo en varios ficheros. El fichero principal siempre debe estar en una carpeta con el mismo nombre que el fichero.

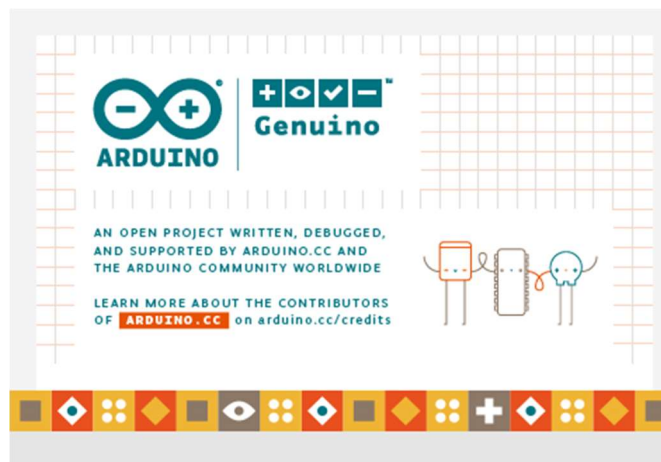


Figura 3.15:IDE Arduino.

3.2.7.2 Protocolo de comunicación MQTT

MQTT (Transporte de telemetría de cola de mensajes) es un protocolo de mensajería estándar de OASIS para Internet de las cosas (IoT). Está diseñado como un transporte de mensajería de publicación/suscripción extremadamente liviana que es ideal para conectar dispositivos remotos con un espacio de código pequeño y un ancho de banda de red mínimo. [39]

a. Ventajas MQTT

- Liviano y Eficiente
- Comunicaciones bidireccionales
- Escala a millones de cosas
- Entrega de mensajes confiable
- Soporte para redes no confiables
- Seguridad habilitada

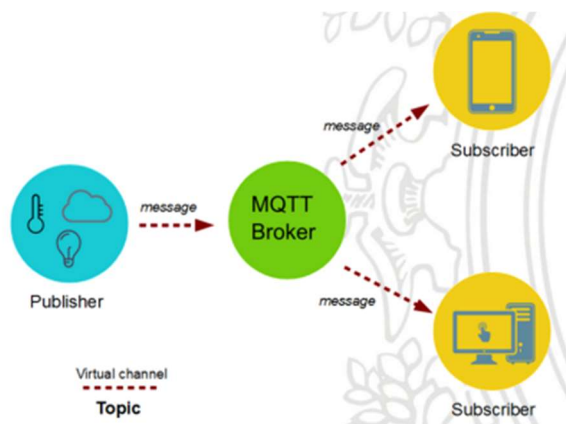


Figura 3.16:Comunicación MQTT. [40]

3.2.7.3 Node-RED

Node-RED es una herramienta de programación para conectar dispositivos de hardware, API y servicios en línea de formas nuevas e interesantes. Proporciona un editor basado en navegador que facilita la conexión de flujos mediante la amplia gama de nodos de la paleta que se pueden implementar en su tiempo de ejecución con un solo clic. [41]

3.2.7.4 Ubidots

Ubidots es una plataforma de Internet de las cosas (IoT) que permite a las empresas crear aplicaciones IoT que convierten los datos de los sensores en conocimiento práctico y aplicable. Contratar a un equipo de ingeniería para desarrollar una aplicación IoT que funcione y se vea bien es costoso tanto en tiempo como en dinero, así que lo hicimos por usted. Ubidots es un recurso eficiente y económico para integrar el poder de IoT en su negocio o proyecto de investigación. [42]

3.2.7.5 Dashboard

Es una herramienta de gestión de la información que monitoriza, analiza y muestra de manera visual los indicadores clave de desempeño (KPI), métricas y datos fundamentales para hacer un seguimiento del estado de una empresa, un departamento, una campaña o un proceso específico. Podemos pensar en el dashboard como una especie de "resumen" que recopila datos de diferentes fuentes en un solo sitio y los presenta de manera digerible para que lo más importante salte a la vista. [43]

3.2.8 Reportes de datos

3.2.8.1 Archivo CSV

Las siglas CSV vienen del inglés “Comma Separated Values” y significan valores separados por comas. Un archivo CSV es cualquier archivo de texto en el cual los caracteres están separados por comas, haciendo una especie de tabla en filas y columnas. De esta manera, se pueden crear archivos CSV con gran facilidad. Lo más común es leer archivos CSV desde Excel. [44]

4 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 METODOLOGÍA

4.1.1 Diagrama de funcionamiento del prototipo según la arquitectura IoT

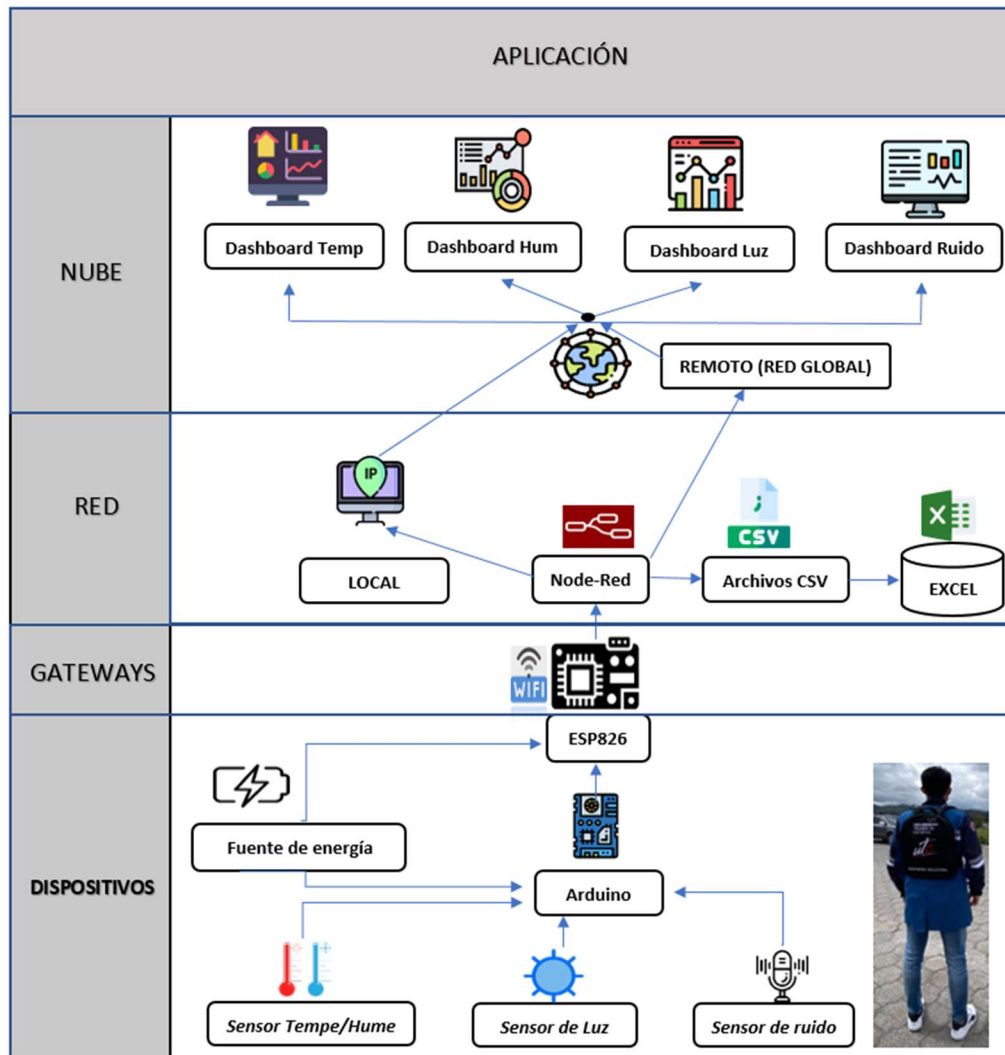


Figura 4.1:Arquitectura IoT del prototipo.

En la Figura 4.1 se puede observar el esquema de funcionamiento del prototipo de acuerdo a la arquitectura del internet de las cosas separados por sus respectivas capas. El detalle que se requiere aclarar es que el prototipo como tal funciona hasta la penúltima capa de la arquitectura IoT debido a que la capa de la aplicación es un tema mucho más extenso y complicado y compete a otras ramas de la ingeniería.

4.1.2 Descripción del proyecto

El presente proyecto que se plantea es el desarrollo e implementación de una red de sensores incorporadas en un prototipo con la capacidad de medir automáticamente las variaciones físicas de los factores ambientales como temperatura, humedad, iluminación y ruido en el Área de Hilas.

Mediante el diseño y la implementación de protocolos de comunicación entre los sensores y microcontroladores, que permita la recopilación de datos obtenidos de la medición de las variables físicas, y exportados a un archivo CSV (Valores Separados por Coma) las cuales se almacenan en una carpeta en el disco local del computador portátil que esté vinculado con el prototipo de monitoreo, aumentando la precisión y disminuyendo tiempos en este tipo de estudios que en la actualidad se lo realiza de forma manual con instrumentos de medición individuales.

Se busca facilitar el acceso a la información necesaria de las condiciones ambientales en la evaluación de riesgos y toma de decisiones correspondientes al área de trabajo. El sistema también permite el monitoreo en tiempo real, facilitando la interpretación mediante el uso de dashboards las cuales se pueden observar de forma local o remota.

4.1.3 Módulos y dispositivos

Los dispositivos y módulos indispensables para el funcionamiento del prototipo de monitoreo son los siguientes:

Tabla 4.1: Módulos y dispositivos.

ELEMENTO	Temperatura	Humedad	Luz	Ruido
Sensor de temperatura y humedad DHT11	X	X		
Sensor de Luz GY-30			X	
Sensor de Ruido DFR0034				X
ESP8266	X	X	X	X
Arduino Nano	X	X	X	X
Batería Lipo				

4.1.4 Desarrollo de alternativas para el montaje del prototipo

El prototipo de monitoreo se lo puede incorporar en dos tipos de prendas como es el overol (traje) y una maleta modificada para la instalación de todo el sistema de forma estratégica. De las dos opciones se escogió el segundo debido a que la empresa en donde se tuvo acceso para realizar las mediciones se tiene altas temperaturas y se necesita rapidez al momento de ponerse o quitarse el prototipo razón por la cual el traje para realizar el estudio de las condiciones ambientales no es el adecuado, por otro lado se escogió la maleta modificada debido a que este permite la versatilidad al momento de su colocación y movilidad por las diferentes áreas de trabajo, además de que no influye en nada en peso ni en el estrés térmico que podría generar el uso del traje al momento de realizar las pruebas.

Considerando de manera general los diferentes ambientes de trabajos en las que se puede utilizar el prototipo se desarrolla dos tipos de prendas para la incorporación de la red de sensores para que en función a la necesidad y al tipo de empresa en el que se utilice el prototipo se pueda elegir. A continuación, se expone una tabla comparativa de las dos opciones desarrolladas en donde se puede agregar el prototipo.

Tabla 4.2: Alternativas para el prototipo.

FACTORES/PROTOTIPO	Traje (Overol)	Maleta
Altas temperaturas		X
Nº puestos de trabajo	X	X
Tiempo de colocación		X
Multifuncional	X	
Tiempo de extracción		X
Uso compartido		X
Comodidad	X	X

Se tenía planteado implementar la red de sensores en el traje de monitoreo (proyecto precedente al actual) el cual se enfocaba más al entorno ergonómico, sin embargo el presente proyecto se centra de lleno en el estudio de las variables físicas en un entorno de trabajo razón por el cual se propone opciones alternas de prendas o accesorios que brinden la facilidad de intercambio

del prototipo de trabajador a trabajador en diferentes puestos o áreas y también que garantice la comodidad del personal durante la realización de sus actividades.

Debido a que se tuvo acceso a las instalaciones de la empresa Insomet para la realización de pruebas con el prototipo y tomando en cuenta las altas temperaturas que van desde los 25 °C hasta los 32 °C se determinó la utilización de una maleta modificada en vez del traje para la incorporación de la red de sensores. En la Tabla 4.2 se muestra las ventajas y desventajas que existe entre las dos alternativas y por qué la elección final.

4.1.5 Selección del microcontrolador o microordenador

4.1.5.1 Características microcontroladores y microordenadores

Tabla 4.3:Características de diferentes microcontroladores.

Nombre	Voltaje (V)	Pines	Protocolos de comunicación	Soporte de red	Procesador Integrado	Tamaño (mm)	Precio (\$)
Raspberry Pi3	5	0 analógicos/40 digitales	SPI I2C UART	Wifi integrado 802.11 b/g/n	ARMv8 Cortex-A53 64-bit Quad-Core @ 1.2GHz	85.6x56.5	130
NodeMCU ESP8266	3,3	1 analógico/16 digitales	GPIO, PWM, IIC, 1-Wire y ADC	WiFi 802.11 b/g/n	ESP8266 @ 80MHz (3.3V) (ESP-12E)	24x13x48	8
Arduino Nano	3,3 – 5	8 analógicos/14 digitales	SPI I2C UART		MCU Atmel ATmega328p	18x45	10

En la Tabla 4.3 se visualiza los detalles técnicos más importantes de cada microcontrolador y microordenador con el fin de tener una tabla comparativa del cual se escogió microcontroladores debido a su bajo costo y su tamaño óptimo para realizar un modelo de red de sensores compacto.

Una vez analizado las características tanto de los dos microcontroladores se toma la decisión de adquirir los dos ya que el uno es del tamaño ideal para el proyecto que se planea realizar y el microcontrolador ESP8266 se lo escoge por su bajo costo de adquisición, pero sobre todo porque tiene integrado una antena Wifi necesario para enviar los datos captados por el Arduino Nano.

4.1.6 Selección de sensores

4.1.6.1 Características sensores de humedad

Tabla 4.4: Características sensores de humedad.

Nombre	Rango de Humedad	Tipo de sensor	Comunicación	Voltaje de Operación	Precio	Variable que mide
DHT22	0 a 100% RH	Digital	1-Wire	3V - 6V DC	6 \$	Humedad (%)
DHT11	20% a 90% RH	Digital	1-Wire	3V - 5V DC	2,50 \$	Humedad (%)
FC-28 Higrómetro	0 a 5V	Analógico		3.3V - 5V	5 \$	Voltios (V)

En la Tabla 4.4 se muestra los detalles técnicos más importantes de cada sensor donde se eligió el sensor DHT11 por su bajo costo y fácil accesibilidad en tiendas de componentes electrónicos.

4.1.6.2 Características sensores de temperatura

Tabla 4.5: Características sensores de temperatura.

Nombre	Rango	Tipo de sensor	Comunicación	Voltaje de Operación	Exactitud	Precio	Variable que mide
DHT11	0 a 50 °C	Digital	1-Wire	3V - 5V DC	±2.0 °C	6 \$	Temperatura (°C)
Módulo LM35DZ	+2°C - +100°C	Analógico		4V - 30V	±1/4°C	4 \$	Temperatura (°C)
MCP9808	-40°C - +125°C	Digital	I2C	2.7V - 5.5V	0.25°C	13,50 \$	Temperatura (°C)

En la Tabla 4.5 se especifica los detalles más importantes donde la mejor opción es el sensor DHT11 ya que al ser elegido para medir humedad en la tabla anterior también sirve para medir la temperatura y usar un solo sensor para las dos variables.

4.1.6.3 Características sensores de luminosidad

Tabla 4.6: Características sensores de luminosidad.

Nombre	Rango	Tipo de sensor	Comunicación	Voltaje	Precio	Variable que mide
GY-30 (BH1750)	1-65535 luxes	Digital	I2C	3V - 5V	5 \$	Luxes (Lx)
LDR	0 a 5V	Analógico /Digital		5V DC	2,40 \$	Voltios (V)
Sensor fotodiodo	0 a 5V	Analógico /Digital		3.3V-5V	1,50 \$	Voltios (V)

En la Tabla 4.6 se escogió el sensor GY-30 por su información a detalle en datasheets y al ser un sensor digital su manejo es más fácil y se logra realizar las mediciones de mejor manera.

4.1.6.4 Características sensores de Sonido

Tabla 4.7: Características sensores de sonido.

Nombre	Rango de medición	Tipo de sensor	Voltaje de Operación	Precio	Variable que mide
KY-037	0 a 5V	Analógico / Digital	5V DC	4\$	Decibeles
DFR0034	0 a 5V	Analógico / Digital	3.3V – 5V	8\$	Decibeles
KY-038	0 a 5V	Analógico / Digital	5V DC	4\$	Decibeles

En base a la Tabla 4.7 luego de haber analizado y estudiado todos los sensores se escoge el sensor de Sonido DFR0034 debido a que tiene una mayor sensibilidad de su micrófono y también tiene la capacidad de trabajar entre voltajes de 3,3 hasta los 5 voltios.

4.1.7 Instalación de sensores y microcontroladores en una Protoboard

Utilizando el software Fritzing se determinó la conexión de los microcontroladores con los sensores donde se estableció los pines a utilizarse como se visualiza en la siguiente figura:

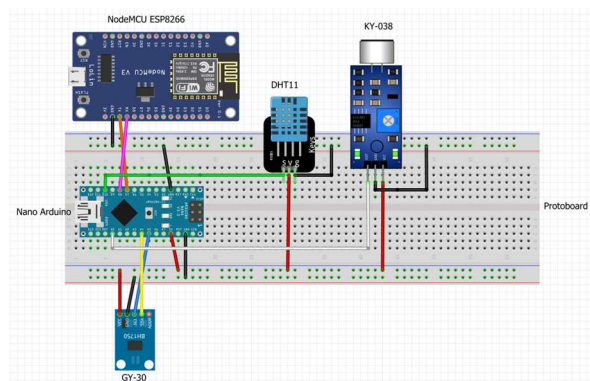


Figura 4.2: Diagrama de conexión microcontroladores y sensores.

A continuación, se detalla la conexión de manera textual con los pines correspondientes de los sensores y los microcontroladores.

Conexión de Pines Nano Arduino con Sensor DHT11

- Pin GND Nano Arduino conexión con Pin GND del Sensor
- Pin 5V Nano Arduino conexión con Pin VCC del Sensor
- Pin D10 Nano Arduino conexión con Pin DATA del Sensor

Conexión de Pines Nano Arduino con Sensor de GY-30

- Pin GND Nano Arduino conexión con Pin GND del Sensor
- Pin 5V Nano Arduino conexión con Pin VCC del Sensor
- Pin A4 Nano Arduino conexión con Pin SCL del Sensor
- Pin A5 Nano Arduino conexión con Pin SDA del sensor

Conexión de Pines Nano Arduino con Sensor DFR0034

- Pin GND Nano Arduino conexión con Pin GND del Sensor
- Pin 5V Nano Arduino conexión con Pin VCC del Sensor
- Pin A0 Nano Arduino conexión con Pin A0 del sensor

Conexión de Pines Nano Arduino con NodeMCU ESP8266

- Pin D7 Nano Arduino conexión con Pin Tx del ESP8266
- Pin D8 Nano Arduino conexión con Pin Rx del ESP8266
- Pin GND Nano Arduino conexión con Pin GND del ESP8266

4.1.8 Funcionamiento de sensores y microcontroladores

4.1.8.1 Arduino Nano y Sensores

Para el funcionamiento de este microcontrolador se determinó las variables a medir y los sensores a utilizarse, en este dispositivo se obtendrá la lectura de los datos de temperatura, humedad, ruido e iluminación los que son enviados a través de comunicación serial al NodeMU ESP8266.

4.1.8.2 NodeMCU ESP8266 y PC

La PC y este microcontrolador deben conectarse a la misma red Wifi para la asignación de la IP, la comunicación MQTT se da a través de la PC al tener creado el localhost el cual tiene por nombre en específico, donde el NodeMCU ESP8266 termina su proceso al conectarse con Node-Red.

4.1.8.3 Node-Red

La comunicación de cada sensor es mediante MQTT, que recibe los datos en la plataforma donde se crea un archivo en formato CSV, la que cumple la función de una base de almacenamiento que guarda de manera automática los datos en el disco local de la PC, y también los conecta con la plataforma IoT llamada Ubidots. El diagrama de flujo realizado en Node-Red se lo puede visualizar en el Anexo VII.

4.1.9 Verificación de obtención de datos

Una vez determinado el algoritmo para el funcionamiento de los sensores se verifica el estado de generación de datos deseados permitiendo visualizar por medio del monitor serial en el entorno de desarrollo de Arduino en el orden de temperatura, humedad, luminosidad y ruido como se muestra en la siguiente figura:

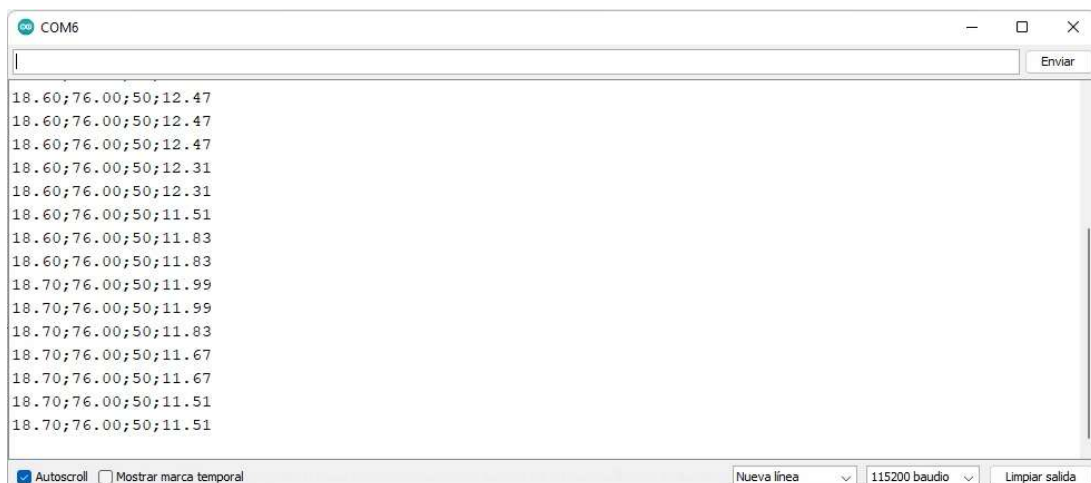


Figura 4.3:Monitor Serial de IDE Arduino.

4.1.10 Selección de un servidor en la nube

Para determinar el servidor en la nube se investigó anteriormente la información necesaria y la compatibilidad de cada servidor con Node-RED para mayor facilidad de comunicación en la siguiente tabla se detalla los servidores en la nube:

Tabla 4.8: Servidores en la nube.

Plataforma IoT	Precio (Mes)	Compatibilidad con Node-Red	Prueba Gratuita	Numero de dispositivos disponibles
Ubidots	49 \$	Si	Si	25
Blynk	49 \$	Si	Si	5
FRED	0 \$	Si	Si	1

El servidor en la nube seleccionado fue Ubidots por su compatibilidad con Node red y su interfaz que tiene un manejo fácil para la creación de dashboards para cada variable física, pero se debe tener en cuenta que toda plataforma IoT de manera remota tiene una latencia al momento de recibir los datos y por la protección de datos que solo pueden ser descargados por la persona que tiene creada la cuenta en la aplicación mientras que el código Qr solo sirve para que las personas visualicen las dashboard mas no accedan a la información.

4.1.11 Creación de Dashboards local y en plataforma IoT

Para la creación de las Dashboards primero se utilizó Node-Red para el monitoreo de manera local el cual se puede visualizar desde el computador personal, para el monitoreo remoto se utiliza la plataforma IoT Ubidots la cual permite visualizar las dashboards desde cualquier parte del mundo a través del código QR que se presenta a continuación:



Figura 4.4: Código QR Ubidots.

Para ver las respectivas dashboards de cada plataforma ver Anexo VIII y Anexo XIX.

4.1.12 Diseño del protector y adquisición de PCB.

4.1.12.1 Adquisición de placa

Luego de comprobar el correcto funcionamiento de la comunicación de la red de sensores con los microcontroladores implementados en la protoboard, se procede al diseño de la PCB con la finalidad de reducir el tamaño del prototipo de monitoreo.

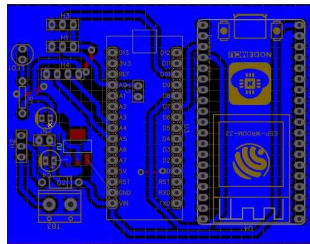


Figura 4.5:Diseño de pistas PCB.

4.1.12.2 Diseño del protector

Empleando el software de modelado 3D SolidWorks se realiza el diseño del protector con la finalidad de que pueda albergar en su interior la PCB, para evitar daños por factores externos. Para ver las vistas de la tapa del protector ver Anexo X.

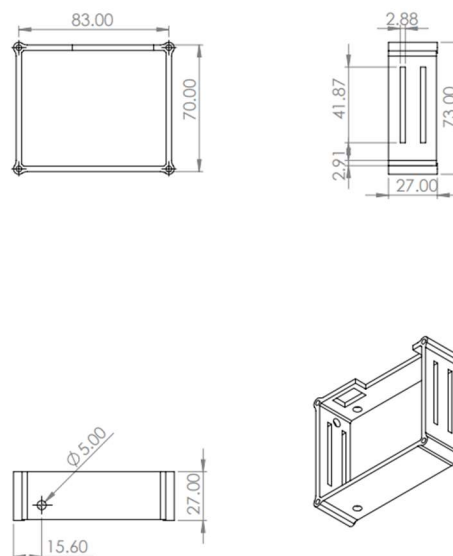


Figura 4.6:Diseño 2D del protector en milímetros.

4.1.13 Integración del prototipo de monitoreo con los sensores

Se implementó la red de sensores en una mochila modificada en donde se colocó estratégicamente para lograr las mediciones de forma adecuada y a la vez los cables estuvieran camuflados y a la vez protegidos de factores externos. Se escogió la opción de realizar de este modo por la facilidad de colocación y la versatilidad que esta permite para el estudio de condiciones ambientales en un puesto de trabajo.

4.1.14 Monitoreo de los factores ambientales en un entorno real de trabajo

Para la implementación del prototipo de monitoreo con la finalidad principal de obtener mediciones reales de un entorno de trabajo se realizó una solicitud a la empresa Insomet dedicada a la fabricación de tejidos, hilados sintéticos o artificiales con sede principal en la provincia de Azuay y con algunas sucursales en otras provincias del Ecuador, siendo una de ellas la que se encuentra ubicada en la parroquia de Pastocalle, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

Se obtuvo acceso gracias al Ing. Mario Vargas encargado de Seguridad Laboral y Jefe de planta de la empresa se pudo realizar el estudio automatizado de las condiciones ambientales en un puesto de trabajo ubicado en la Planta 2 en el Área 5 de Hilas.

4.1.14.1 Procedimiento para realizar el estudio de las condiciones ambientales utilizando el prototipo de monitoreo.

Una vez que se tiene definido el área en donde se va a realizar el estudio se toma las muestras con los siguientes pasos:

- Ingresar el nombre y contraseña de la red de internet en el microcontrolador ESP8266.
- Conectar la computadora a la misma red del microcontrolador.
- Encender el sistema de red de sensores a través del interruptor.
- Iniciar Node-Red en el computador.
- Ubicarse en el puesto de trabajo para el monitoreo de los factores ambientales.

- Monitorear en tiempo real las Dashboards para verificar el funcionamiento y captación de valores en todo momento.

4.1.14.2 Monitoreo de Condiciones Ambientales Planta 2

a. Área de Hilas

Entre las diferentes áreas existentes dentro de la empresa Insomet se eligió realizar el estudio de las condiciones ambientales en el área de Hilatura debido a la petición del jefe seguridad de la empresa. Con las pruebas de funcionamiento del prototipo de monitoreo se logró realizar las mediciones de las condiciones ambientales de forma automática. Por el mismo motivo de que se realizó de forma automática las mediciones de los factores ambientales no se realizó de forma manual ninguna medición como tal, sin embargo, a continuación, se detalla el algoritmo de funcionamiento del sistema de la red de sensores.

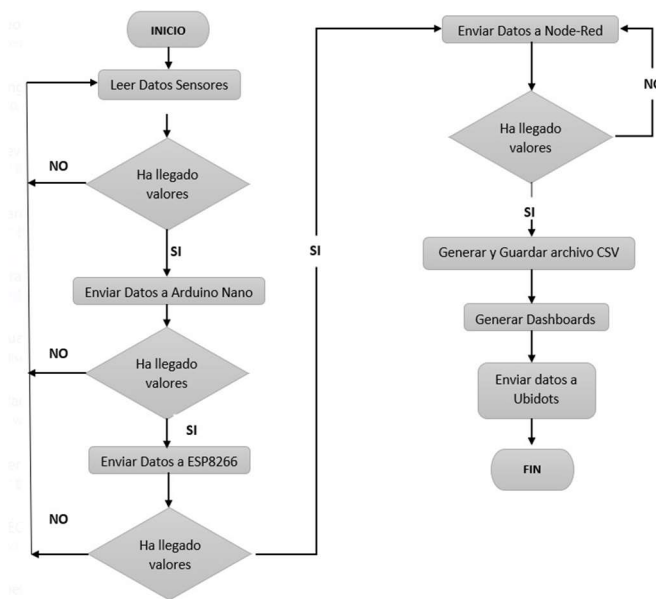


Figura 4.7: Diagrama de flujo sobre el funcionamiento del prototipo de monitoreo.

En la Figura 4.7 la parte inicial es donde los sensores comienzan a captar los valores de temperatura, humedad, iluminación y ruido. Una vez captado los valores se lo envía al microcontrolador Arduino Nano en donde se tiene dos posibilidades; en donde si el microcontrolador recibe los datos procede a enviar los mismos datos al ESP8266 caso contrario esperará a que los sensores vuelvan a monitorear la variación de los factores ambientales. Si el

ESP8266 recibe los datos del Arduino Nano realiza el envío de datos a la plataforma Node-Red para que se genera un archivo CSV en el disco local del computador.

4.1.15 Comparación de instrumentos de medición con sensores del prototipo.

Tabla 4.9: Comparación Instrumento REED vs Sensor DHT11 (Temperatura)

	Instrumento	Sensor
Características	REED SD2010	DHT11
Rangos de medida	0 a 50 °C	0 a 50 °C
Precisión	± 0.8 °C	± 2 °C
Tiempo de respuesta	1 segundo	10 segundos
Precio	200 \$	2.50 \$
Vigente	Discontinuado	Si

Tabla 4.10: Comparación Instrumento REED vs Sensor DHT11 (Humedad)

	Instrumento	Sensor
Características	REED SD2010	DHT11
Rangos de medida	5 a 95 % RH	20 a 90 % RH
Precisión	≥70% RH: ± (3% reading + 1% RH); <70% RH: ± 3% RH.	± 5 % RH
Tiempo de respuesta	1 segundo	6 segundos
Precio	200 \$	2.50 \$
Vigente	Discontinuado	Si

Tabla 4.11: Comparación Instrumento EXTECH vs Sensor DFR0034 (Humedad)

	Instrumento	Sensor
Características	EXTECH 407730	DFR0034
Rangos de medida	40 a 130 dB	45 A 115 Db
Precisión	± 2dB	± 3 Db
Tiempo de respuesta	Rápida / Lenta	Lenta
Precio	\$ 100	\$ 9.40
Vigente	Si	Si

Tabla 4.12: Comparación Instrumento REED vs Sensor GY-30.

	Instrumento	Sensor
Características	REED R8150	GY-30
Rangos de medida	0 a 50000 lx	1 a 65535 lx
Precisión	<10,000 Lux/Fc: ± (5% lec. +10 dígitos) >10.000 lux/pie: ± (10% lect. + 10 dígitos)	±(20%)
Tiempo de respuesta	<1s	Respuesta del ojo humano
Precio	60 \$	5 \$
Vigente	Discontinuado	Si

En las tablas comparativas de los instrumentos con los sensores utilizados en el prototipo de monitoreo se especifica las características principales de cada uno para tener en cuenta las variaciones que pueden existir al momento de tomar los datos.

4.1.16 Elección de normativas de SST

Para la elección de parámetros de las variables físicas se escogió el reglamento 2393 vigente en Ecuador y la normativa ISNHT vigente en España las cuales tienen similitud en los temas relacionados con los factores ambientales en un puesto de trabajo.

4.1.17 Tratamiento de datos de CSV a Excel

4.1.17.1 Evaluación de riesgos de factores ambientales según normativas

Para la evaluación de riesgos debido a factores ambientales se realizó una plantilla en Excel con la finalidad de procesar los datos del archivo CSV para ser interpretados y en función a esto realizar la respectiva evaluación de riesgos. En la plantilla se realiza las siguientes acciones:

a. Datos del archivo CSV

Como primer paso se copia y pega los valores generados por el prototipo en el archivo CSV hacia la matriz en Excel.

Tabla 4.13: Datos archivo CSV.

DATOS ARCHIVO CSV	
Temperatura, Humedad, Ruido, Iluminación, Fecha y Hora	
28.60,38.50,85.2,5.42,16.08.2022, 15:17:21	
28.80,37.50,83.2,5.42,16.08.2022, 15:17:51	
28.70,37.50,80.7,20.83,16.08.2022, 15:18:21	
28.60,37.50,85.2,26.67,16.08.2022, 15:18:51	
28.30,38.50,84.3,24.17,16.08.2022, 15:19:21	
28.40,37.50,84.2,4.17,16.08.2022, 15:19:51	
28.40,38.50,83.3,5.42,16.08.2022, 15:20:21	

b. Tratamiento de datos CSV

Luego de obtener los datos del archivo CSV dentro de la matriz creado en Excel se tabula en columnas individuales todos los valores separados por comas a través de la herramienta “Texto en columnas”.

Tabla 4.14: Datos en formato texto.

DATOS FORMATO TEXTO					
Temp	Hum	Ruido	Ilum	Fecha	Hora
28.60	38.50	85.2	5.42	16.08.2022	15:17:21
28.80	37.50	83.2	5.42	16.08.2022	15:17:51
28.70	37.50	80.7	20.83	16.08.2022	15:18:21
28.60	37.50	85.2	26.67	16.08.2022	15:18:51
28.30	38.50	84.3	24.17	16.08.2022	15:19:21
28.40	37.50	84.2	4.17	16.08.2022	15:19:51
28.40	38.50	83.3	5.42	16.08.2022	15:20:21

Toda esta acción se lo graba en una Macro para que de ese modo se realice el tratamiento de todos los datos provenientes del archivo CSV de forma automática. El formato del Excel adaptado se puede ver en el Anexo XIII.

Tabla 4.15: Datos transformados a valores numéricos.

DATOS TRATADOS INSOMET					
Fecha	Hora	Temp	Hum	Ruido	Ilum
16/08/2022	15:17:21	28,60	38,5	85,2	5,42
16/08/2022	15:17:51	28,80	37,5	83,2	5,42
16/08/2022	15:18:21	28,70	37,5	80,7	20,83
16/08/2022	15:18:51	28,60	37,5	85,2	26,67
16/08/2022	15:19:21	28,30	38,5	84,3	24,17
16/08/2022	15:19:51	28,40	37,5	84,2	4,17
16/08/2022	15:20:21	28,40	38,5	83,3	5,42

c. Definición de límites de control basados en normativas

En la plantilla de Excel se crea hojas individuales para cada variable física en donde se introducirá los valores correspondientes de la matriz principal y también se definirá los límites de control con los valores mínimos (LCI), máximos (LCS) y promediados (LC) que permitan realizar una gráfica en donde se pueda interpretar de forma visual si las condiciones ambientales dentro del área donde se realiza el estudio representa algún riesgo para la salud de los trabajadores.

4.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Diseñar un prototipo que permita el monitoreo de las condiciones ambientales en un puesto de trabajo.

Debido a la aprobación de la solicitud realizada para el ingreso a las instalaciones de la empresa Insomet se pudo realizar una primera evaluación de las condiciones laborales de las áreas de la empresa. Para ver el documento de aprobación ver Anexo XII.

El traje de monitoreo fue sustituido por una mochila modificada para la incorporación de la red de sensores, el cambio mencionado se dio en función a los factores de las condiciones de trabajo en el Área de Hilas como la temperatura, comodidad, adaptabilidad y montaje. El prototipo final que se obtuvo es la maleta modificada la cual en su interior tiene un bolsillo con pequeños ductos que direccionan los cables que permiten la comunicación entre los microcontroladores y los sensores, en la parte frontal de la mochila donde se encuentran los tirantes se implementaron 3 ductos, 2 en la izquierda y 1 en la parte derecha de los tirantes dando espacio suficiente a cada sensor. Se integró dos reguladores para una mejor sujeción del prototipo al trabajador, uno a la altura del pecho y otro a la altura del abdomen. Finalmente se realizó el bordado en la tapa de la mochila el cual tiene el sello de la Universidad Técnica de Cotopaxi y de la Carrera de Ingeniería Industrial. una vez que se integró la red de sensores a la mochila modificada tomó el nombre de “Prototipo de monitoreo” para una mejor visualización de la maleta modificada ver Anexo XI.



Figura 4.8:Interior de maleta modificada.



Figura 4.9:Tapa bordada para maleta modificada.

Luego de una búsqueda exhaustiva se determinó los equipos más óptimos para el monitoreo de las condiciones ambientales obteniendo de esa forma la primera conexión de todos los elementos en una Protoboard.

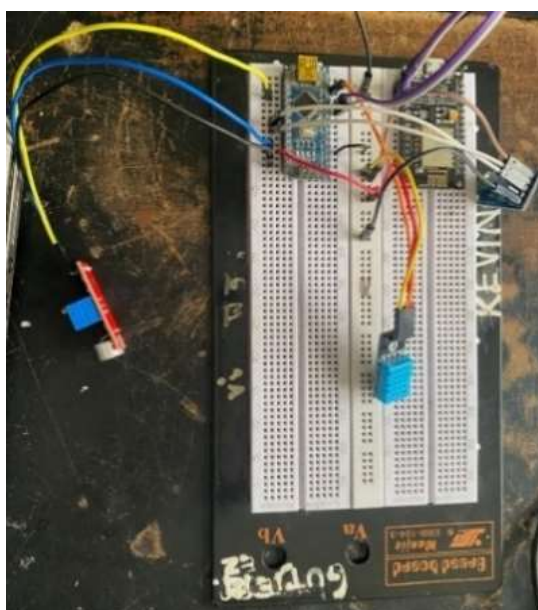


Figura 4.10:Conexión red de sensores en protoboard.

El diseño de la red de sensores permitió de forma satisfactoria adquirir los datos de temperatura, humedad, ruido e iluminación en sus primeras pruebas.

Luego de realizar las primeras pruebas y comprobar su correcto funcionamiento se integró todos los circuitos en la caja impresa en 3D.



Figura 4.11:Impresión 3D del protector.

Una vez modificada la maleta se integró la red de sensores en la misma logrando el Prototipo de monitoreo de condiciones ambientales en la parte interior se encuentran los microcontroladores dentro de su protector y la batería siendo la parte principal del sistema. El sensor de temperatura está a la altura del hombro izquierdo y el sensor de sonido esta 5cm debajo, el sensor de luz está a la altura del hombro derecho para la libre captación de luz del fotodiodo una vez implementado todo el sistema se puede obtener los datos de las variables físicas que se van analizar.



Figura 4.12:Prototipo de monitoreo.

Finalmente, luego de integrar toda la red sensores y tener listo el prototipo de monitoreo para la observación de los datos en las dashboards se observó una cierta latencia en la plataforma IoT con respecto a las de la red local por lo cual se pudo constatar que el monitoreo entiempo

real en una red global tiene un retraso de aproximadamente 3 a 5 segundos. El prototipo se puso en funcionamiento en la empresa Insomet en el área de hilas ver Anexo XII.

Implementar el prototipo de monitoreo para la obtención de datos relacionados con las variables físicas de temperatura, humedad, iluminación y ruido.



Figura 4.13:Prototipo de monitoreo en uso.

Luego se realizó una comparación de mediciones de los instrumentos de campo con el prototipo de monitoreo en la empresa Insomet en el área de Hilas se obtuvo las siguientes mediciones:

Tabla 4.16:Comparación de datos Temperatura.

Planta 2: Área 5 Hilas (Temperatura °C)									
Hila 11		Hila 12		Hila 13		Hila 14		Hila 15	
E. Térmico	DHT11	E. Térmico	DHT11	E. Térmico	DHT11	E. Térmico	DHT11	E. Térmico	DHT11
29.2	28.7	29.7	29.4	30.4	30.7	31.5	32	30	30.2

Tabla 4.17:Comparación de datos Humedad.

Planta 2: Área 5 Hilas (Humedad %)									
Hila 11		Hila 12		Hila 13		Hila 14		Hila 15	
E. Térmico	DHT11	E. Térmico	DHT11	E. Térmico	DHT11	E. Térmico	DHT11	E. Térmico	DHT11
38.5	38.5	38	37.9	37	37.5	36.8	36.5	37	36.5

Tabla 4.18: Comparación de datos Ruido.

Planta 2: Área 5 Hilas (Ruido dB)									
Hila 11		Hila 12		Hila 13		Hila 14		Hila 15	
Sonómetro	DFR0034	Sonómetro	DFR0034	Sonómetro	DFR0034	Sonómetro	DFR0034	Sonómetro	DFR0034
84	83	84.7	84	85	83	85.2	84	84.6	84

Tabla 4.19: Comparación de datos luxes.

Planta 2: Área 5 Hilas (Iluminación Lx)										
Ubicación	Hila 11		Hila 12		Hila 13		Hila 14		Hila 15	
	Luxómetro	GY-30	Luxómetro	GY-30	Luxómetro	GY-30	Luxómetro	GY-30	Luxómetro	GY-30
Lámpara 1	17	17.5	42.5	48.33	10.8	11.67	21.7	27.5	23	21.2
Lámpara 2	15	16.67	18.7	19.17	12.5	12.7	29.6	36.6	17.4	21.6
Lámpara 3	13.7	13.33	46	57	20.5	22.5	48.1	57.2	32.8	35
Lámpara 4	7.8	7.9	18	21.67	17.3	18.33	67.6	76.67	28.6	29.17
Lámpara 5	10.2	10.83	52.9	70	18.7	22.15	26.7	31.4	28.4	31.6
Lámpara 6	10.5	11.67	18.4	19.17	9.6	9.58	42.8	44.7	28.5	36.5
Lámpara 7	28.7	29.17	62.6	70	29.5	28.3	69.8	70.8	38.4	40

Como se observa en las tablas los valores tienen una variación entre los instrumentos y los sensores debido a las características que tiene cada uno que fueron especificadas anteriormente en las comparativas de Instrumento vs Sensores. También a través de la implementación se pudo verificar la confiabilidad y el correcto funcionamiento del prototipo en comparación a los instrumentos de medición lo cual se evidenció mediante las siguientes fotografías:

- a. Medidor Estrés Térmico y Sensor de Temperatura y Humedad DHT11



Figura 4.14: Instrumento de medición y sensor DHT11.

Como se muestra en la Figura 4.14 el instrumento de estrés térmico mide 29,2 °C y 38,5% de humedad relativa mientras que el sensor DHT11 del prototipo mide 28,7 °C y 38,5% de humedad relativa la pequeña diferencia que se da en la temperatura es por la precisión del sensor

que es de (+2°C) pero se debe tener en cuenta la diferencia que hay entre ambos dispositivos en sus especificaciones y sus mediciones llegan a ser similares.

b. Sonómetro Extech 407730 y Sensor de sonido DFR0034



Figura 4.15: Instrumento de medición y sensor DFR0034.

En la Figura 4.15 se puede observar que el valor medido por el sonómetro es de 85,2 decibeles mientras que el sensor DFR0034 del prototipo mide 85 decibeles se debe tener en cuenta que el sensor de sonido es el más complicado de comparar al tener una unidad de medida adimensional y por las grandes diferencias tanto en micrófono como en su arquitectura al ser un sensor de tipo analógico pero sus valores son similares variando con decimales.

c. Luxómetro Reed R8150 vs. Sensor de Luz GY-30

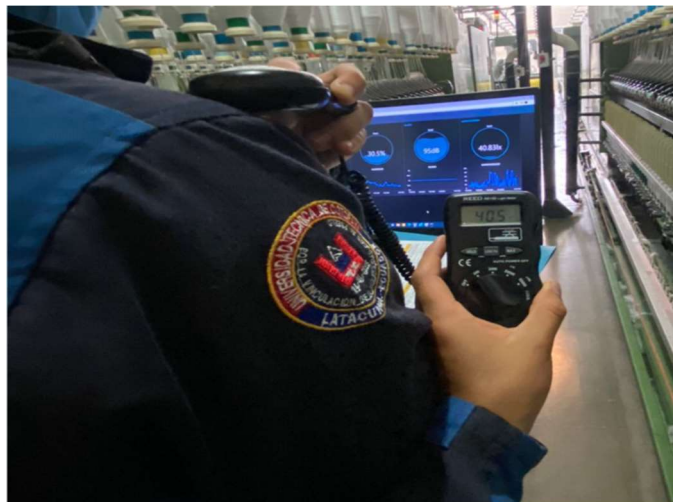


Figura 4.16: Instrumento de medición y sensor GY-30.

Finalmente en la Figura 4.16 se observa el valor medido por el luxómetro que es de 40,5 luxes y el valor medido por el sensor GY-30 es de 40,8 luxes sabiendo que los dos fotodiodos se encuentran en el mismo punto de medición y la precisión del sensor es de (+-20%) por eso se da las variaciones en los datos.

Analizar los datos obtenidos y compararlos con los parámetros establecidos por las normativas de SST para la generación de un reporte final.

Utilizando el Excel automatizado con macros se analiza las medidas de las condiciones ambientales en el área de trabajo de la empresa Insomet, una vez procesado los valores obtenidos del archivo CSV del Área de Hilas se determina los límites de control en función a los parámetros establecidos basados en los reglamentos 2393 y a la INSHT donde se establecen los valores referenciales para un ambiente óptimo de trabajo según las variables físicas para realizar su respectivo análisis.

4.2.1.2 Temperatura

Tabla 4.20: Datos de temperatura con limites de control.

Muestras	Fecha	Hora	Temperatura (°C)	LC (°C)	LCS max (°C)	LCI min (°C)																											
1	16/08/2022	15:17:21	28.60	29.71	25	14																											
2	16/08/2022	15:17:51	28.80	29.71	25	14																											
3	16/08/2022	15:18:21	28.70	29.71	25	14																											
4	16/08/2022	15:18:51	28.60	29.71	25	14																											
5	16/08/2022	15:19:21	28.30	29.71	25	14																											
6	16/08/2022	15:19:51	28.40	29.71	25 </tr <tr> <td>7</td> <td>16/08/2022</td> <td>15:20:21</td> <td>28.40</td> <td>29.71</td> <td>25</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>16/08/2022</td> <td>15:20:51</td> <td>28.50</td> <td>29.71</td> <td>25</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>16/08/2022</td> <td>15:21:21</td> <td>28.50</td> <td>29.71</td> <td>25</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>16/08/2022</td> <td>15:21:51</td> <td>28.50</td> <td>29.71</td> <td>25</td> <td>14</td> </tr>	7	16/08/2022	15:20:21	28.40	29.71	25	14	8	16/08/2022	15:20:51	28.50	29.71	25	14	9	16/08/2022	15:21:21	28.50	29.71	25	14	10	16/08/2022	15:21:51	28.50	29.71	25	14
7	16/08/2022	15:20:21	28.40	29.71	25	14																											
8	16/08/2022	15:20:51	28.50	29.71	25	14																											
9	16/08/2022	15:21:21	28.50	29.71	25	14																											
10	16/08/2022	15:21:51	28.50	29.71	25	14																											

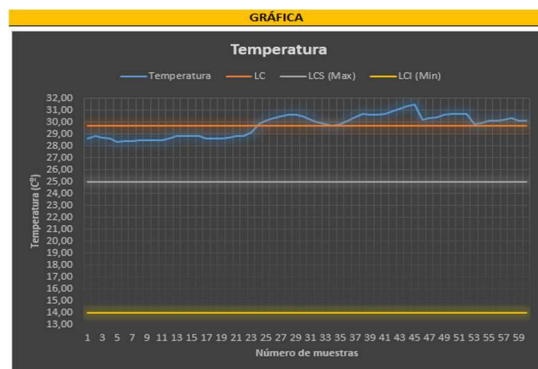


Figura 4.17: Gráfica de Temperatura.

La temperatura promedio de la muestra de 60 datos tomados el día 16 de agosto del 2022 fue de 29,71 °C teniendo en cuenta que los trabajos ligeros van de 14 a 25 °C la temperatura se pasa del límite máximo para desarrollar las actividades lo cual representa riesgos a considerar y a su vez necesitando medidas de prevención que serán indicadas en el reporte final.

4.2.1.3 Humedad

Tabla 4.21: Datos de humedad con limites de control.

Muestras	Fecha	Hora	Humedad (%)	LC (%)	LCS max (%)	LCI min (%)
1	16/08/2022	15:17:21	38.5	36.55	50	30
2	16/08/2022	15:17:51	37.5	36.55	50	30
3	16/08/2022	15:18:21	37.5	36.55	50	30
4	16/08/2022	15:18:51	37.5	36.55	50	30
5	16/08/2022	15:19:21	38.5	36.55	50	30
6	16/08/2022	15:19:51	37.5	36.55	50	30
7	16/08/2022	15:20:21	38.5	36.55	50	30
8	16/08/2022	15:20:51	37.5	36.55	50	30
9	16/08/2022	15:21:21	37.5	36.55	50	30
10	16/08/2022	15:21:51	37.5	36.55	50	30

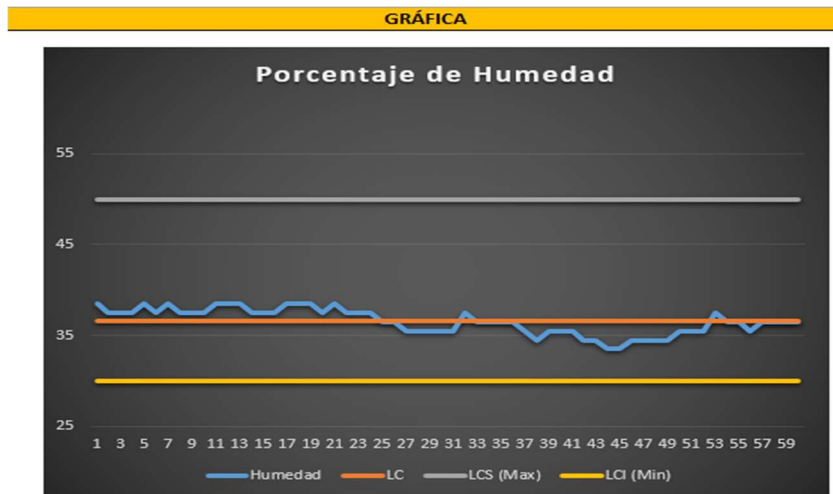


Figura 4.18: Gráfica de humedad con límites de control.

Analizado los datos de la Figura 4.18 se determina que se cumple con lo establecido por las normativas al estar dentro de los parámetros de la normativa ISNHT donde la humedad va desde 30% hasta 50%, teniendo en el área de hilas una humedad relativa de 36.55% esto debido al calor que existe en el puesto de trabajo ya que normalmente la empresa trabaja en las demás áreas con una humedad de 45% que es necesaria para evitar que el poliéster se pegue en el proceso.

4.2.1.4 Ruido

Tabla 4.22: Datos de ruido con límites de control.

Muestras	Fecha	Hora	Ruido (dB)	LC (dB)	LCS max (dB)	LCI min (dB)
1	16/08/2022	15:17:21	85	85.27	85	40
2	16/08/2022	15:17:51	83	85.27	85	40
3	16/08/2022	15:18:21	80	85.27	85	40
4	16/08/2022	15:18:51	85	85.27	85	40
5	16/08/2022	15:19:21	84	85.27	85	40
6	16/08/2022	15:19:51	84	85.27	85	40
7	16/08/2022	15:20:21	83	85.27	85	40
8	16/08/2022	15:20:51	85	85.27	85	40
9	16/08/2022	15:21:21	88	85.27	85	40
10	16/08/2022	15:21:51	85	85.27	85	40

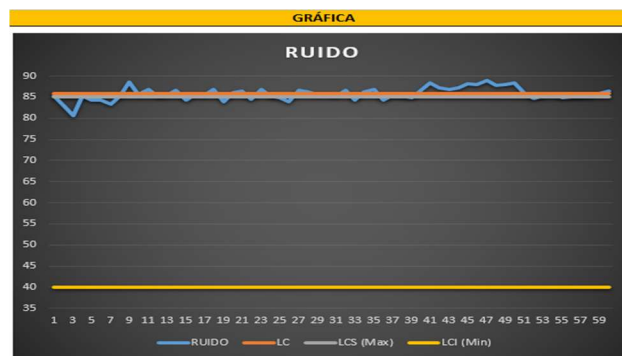


Figura 4.19: Gráfica de ruido con límites de control.

En el área de Hilas el ruido es constante y se trabaja 8 horas diarias por lo tanto los trabajadores en su mayor parte no ocupan orejeras y teniendo un promedio general de ruido de 85.78 decibeles es necesario el uso de equipos de protección donde el pico más alto de ruido fue 88.90 decibeles y el pico más bajo fue de 80.70 decibeles. Sabiendo que lo óptimo dado por el reglamento 2393 es de 85 decibeles en una jornada de 8 horas de trabajo y las medidas preventivas a tomar se dan en el reporte final.

4.2.1.5 Iluminación

Tabla 4.23: Datos de iluminación con límites de control.

Muestras	Fecha	Hora	Iluminación (Lux)	LC (Lux)	LCS max (Lux)	LCI min (Lux)
1	16/08/2022	15:17:21	5.42	26.94	200	100
2	16/08/2022	15:17:51	5.42	26.94	200	100
3	16/08/2022	15:18:21	20.83	26.94	200	100
4	16/08/2022	15:18:51	26.67	26.94	200	100
5	16/08/2022	15:19:21	24.17	26.94	200	100
6	16/08/2022	15:19:51	4.17	26.94	200	100
7	16/08/2022	15:20:21	5.42	26.94	200	100
8	16/08/2022	15:20:51	5.83	26.94	200	100
9	16/08/2022	15:21:21	10.83	26.94	200	100
10	16/08/2022	15:21:51	6.25	26.94	200	100

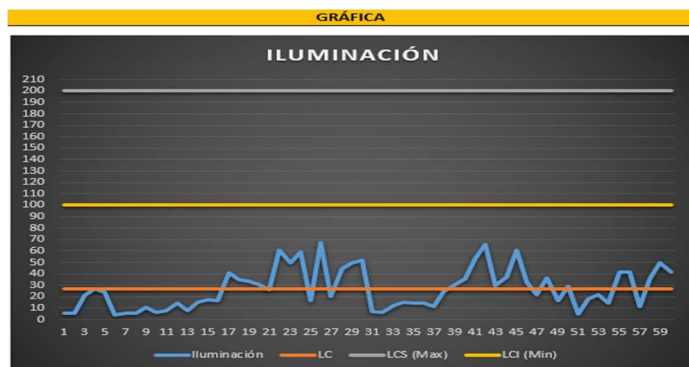


Figura 4.20: Gráfica de iluminación con límites de control.

En el área de Hilas la iluminación no es la adecuada para el tipo de actividad que se realiza al tener una iluminación promedio de 60 muestras tomadas es de 26.95 luxes, donde la mayor iluminación es de 67.50 luxes y la menor parte de iluminación es de 4.17 luxes esto debido a lámparas: quemadas, sin protección, faltantes y en malas condiciones que hacen que el área sea muy baja de iluminación siendo lo requerido por el reglamento 100 luxes para una ligera distinción de detalles y que aplica a empresas de textiles. Es la variable física que mayor atención requiere debido a que no llega a cubrir ni siquiera el 25% de lo requerido. Lo cual se traduce a un conjunto de riesgos que pueden generar accidentes o enfermedades profesionales. Finalmente, luego del análisis de cada factor ambiental por separado por medio del Excel se genera reportes de cada variable física la cual tiene el siguiente formato:

- Datos Generales

Tabla 4.24: Datos Generales

Reporte de evaluación de riesgos debido a condiciones ambientales en el puesto de trabajo				
Empresa:	Empresa de textiles Insomet – Pastocalle			Fecha:
Área de trabajo:	Área 5 – Hilas	Variable Física:	Temperatura	16/08/2022

Este apartado se detalla los datos de la empresa, el área que fue analizada, la fecha que se realizó el reporte y el nombre de la variable física.

- Valores Obtenidos y referenciales de las condiciones ambientales

Tabla 4.25: Valores Obtenidos y referenciales de las condiciones ambientales

Valores condiciones ambientales en el puesto de trabajo			
Temperatura máxima	31.50	Nro. de muestras superiores al óptimo	60
Temperatura promedio	29.71		
Temperatura mínima	28.30	Nro. de muestras inferiores al óptimo	0
Temperatura óptima	14 – 25		

- Gráfica de los valores obtenidos

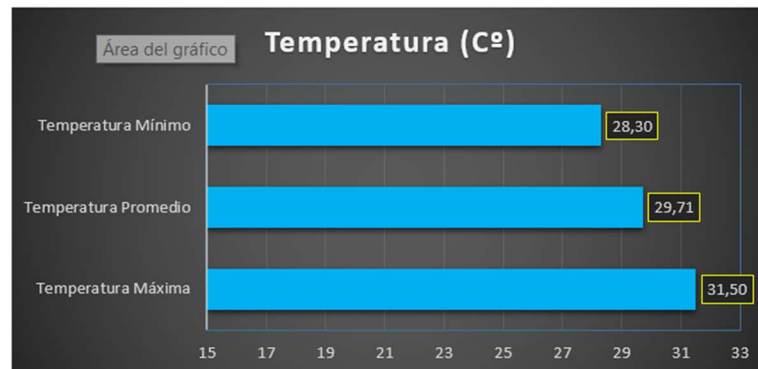


Figura 4.21:Gráfica de los valores obtenidos.

- Glosario de los parámetros definidos por Normativas de cada factor ambiental

Tabla 4.26:Parámetros definidos por normativas y reglamentos.

Parámetros definidos por normativas y reglamentos
1) La temperatura de los lugares de trabajo donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25°C
2) Las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la SST.
3) En la medida de lo posible, deberán evitarse las temperaturas extremas, los cambios bruscos de temperatura.

En la Tabla 4.26 se detalla lo establecido por las normativas y reglamentos de seguridad y salud en el trabajo que está relacionado con la gráfica de los valores obtenidos para saber si cumple o no cumple con lo establecido.

- Matriz de Peligros y riesgos en función a los valores obtenidos y referenciales

Tabla 4.27: Peligros y riesgos.

Peligros	Riesgos
Temperaturas altas (calor)	Sarpullidos
	Edemas
	Desmayo o síncope
	Calambres
	Agotamiento
	Golpes de calor

Como se muestra en la Tabla 4.27 se indica los peligros y riesgos que existen por no trabajar en un ambiente laboral óptimo.

- Medidas Preventivas

Tabla 4.28: Medidas preventivas necesarias.

Medidas Preventivas Necesarias
Establecer puntos de hidratación y proporcionar agua fresca de forma segura y de fácil acceso.
Implementar sistemas de acondicionamiento térmico en el área de trabajo que disminuya las altas temperaturas.
Habilitar un rincón de descanso con buena ventilación natural o ventiladores.
Comprobar si el calor excesivo causa problemas a la calidad de los productos o a la salud de los trabajadores.
Vestir con ropas claras y de tejido ligero.

Finalmente, en la Tabla 4.28 se especifica las medidas preventivas a tomar en caso de no cumplir con los parámetros establecidos por los reglamento y normativas para evitar enfermedades profesionales a corto o largo plazo y cuidar a los trabajadores. Debido a que en la plantilla de Excel se manejará datos de una empresa es necesario un grado de protección, por lo cual se ha protegido el archivo con una clave de acceso tanto para su apertura como también para su edición.

- Clave de apertura: 123456
- Clave de Edición: 123456

Para la visualización de los reportes generados automáticamente en la plantilla de Excel diseñado de las variables físicas de temperatura, humedad, iluminación y ruido dirigirse al Anexo XV.

Como resultado del correcto funcionamiento del prototipo de monitoreo en la empresa Insomet se recibió una certificación de parte del Jefe de planta para más información ver Anexo XVI.

4.3 EVALUACIÓN TÉCNICO Y ECONÓMICA

4.3.1 Evaluación Técnica

El número de instrumentos a utilizar como también la necesidad de contratar personal capacitado para la realización del estudio de condiciones ambientales es sin duda una constante si se realiza dicho estudio de manera tradicional, sin embargo, al utilizar el prototipo de monitoreo se puede minimizar de manera significativa tanto la cantidad de personal

especializado como también de instrumentos de medición debido al algoritmo del funcionamiento de la red de sensores como también la automatización de la toma de datos.

4.3.2 Evaluación económica para el primer prototipo

El coste económico para la realización del primer prototipo es alto debido a que su desarrollo tomó un tiempo aproximado de 5 meses, tiempo en el cuál también se generó gastos extras por motivos de pruebas se quemaron sensores y se buscaron más alternativas para solucionar inconvenientes que se dieron los cuales se detallan a continuación:

Tabla 4.29:Evaluación económica del primer prototipo.

Ítem	Costo Individual	Cantidad	Costo Total
Sensores DHT11	\$ 2,50	4	\$ 10,00
Sensor DFR0034	\$ 9,40	2	\$ 18,80
Sensor KY-038	\$ 2,50	1	\$ 2,50
Sensor GY-30	\$ 5,60	2	\$ 11,20
Convertidor ADS115	\$ 12,00	1	\$ 12,00
Protector 3D	\$ 5,00	1	\$ 5,00
ESP8266	\$ 8,00	2	\$ 16,00
Arduino Nano	\$ 10,00	1	\$ 10,00
Accesorios prototipo	\$ 55,00	1	\$ 55,00
Batería lipo	\$ 25,00	1	\$ 25,00
TOTAL			\$ 165,50

4.3.3 Evaluación económica para la réplica del prototipo

El costo del prototipo es 73,45 % menos en comparación al costo de los instrumentos de medición de los factores ambientales por tanto se puede afirmar que económicamente se podría realizar la implementación del prototipo siendo una mejor alternativa para realizar el estudio de condiciones ambientales.

Tabla 4.30:Evaluación económica de instrumentos vs prototipo de monitoreo.

Característica	INSTRUMENTOS	COSTOS	PROTOTIPO	COSTOS
Temperatura	REED SD-2010	\$200,00	DHT11	\$2,50
Humedad				
Ruido	Extech 407730	\$100,95	DFR0034	\$9,40
Iluminación	REED R8150	\$60,00	GY-30	\$5,60
Protector	No utilizan	\$0,00	Impreso en 3D	\$5,00
Accesorios	Trípode	\$24,00	Mochila modificada	\$30,00
	Baterías AA	\$3,00	Batería Lipo	\$25,00
	Baterías AAA	\$2,00	PCB	\$25,00
	Micro SD	\$15,00	Cables Dupont	\$5,00
TOTAL		\$404,95		\$107,50

La diferencia de costos entre los instrumentos de medición y el prototipo de monitoreo se da por la integración de la red de sensores que utiliza una sola batería para abastecer a todo el prototipo y tiene una duración de 10 horas además que es recargable, cada instrumento necesita sus propios accesorios y baterías que deben ser cambiadas cada cierto tiempo lo cual genera un gasto más grande. La calibración de los instrumentos muchas veces llega a costar más que el propio equipo mientras que en los sensores en caso de ser necesario pueden ser calibrados mediante el código de funcionamiento.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Con la implementación del prototipo de monitoreo se logró automatizar el estudio de las condiciones ambientales la cual sirvió para la evaluación de riesgos por medio de un reporte final.
- Se logró diseñar y dar funcionamiento de forma exitosa la red de sensores la cual cumplió y pasó con éxito las pruebas de adquisición de datos.
- Finalmente, con los datos adquiridos por medio del prototipo de monitoreo se analizó y comparó los valores en función a los parámetros definidos en normativas lo cual permitió obtener un reporte final donde se pudo plasmar los riesgos existentes y dar las medidas preventivas correspondientes.

5.2 RECOMENDACIONES

- Si se desea ampliar las funciones del prototipo de monitoreo se recomienda incorporarlo junto al traje de monitoreo, proyecto antecesor al presente.
- Se recomienda realizar más mediciones en entornos de trabajos con diferentes características con el fin de demostrar la confiabilidad del prototipo y conseguir la certificación para las mediciones de los sensores.
- Para el análisis y generación del reporte final en función a los datos obtenidos del prototipo de monitoreo se puede desarrollar una aplicación basándose en las funciones que realiza la plantilla de Excel.
- Para lograr el monitoreo de las mediciones con menor latencia se puede buscar alternativas de plataformas IoT.
- Con el fin de lograr una mayor confiabilidad se puede buscar patentar el prototipo y también utilizar normativas ecuatorianas para la definición de los parámetros de las mediciones.
- Finalmente como siguiente paso en el desarrollo del prototipo, se puede patentar a través de SENADI (Servicio Nacional de Derechos Intelectuales).

BIBLIOGRAFÍA



















- [1] M. I. De Arquer, “NTP 360 : Fiabilidad humana : conceptos básicos,” *Guías de Buenas Prácticas*, no. 4, pp. 1–8, 1992.
- [2] J. L. E. Trenc, “Ntp 405,” p. 7, 1994.
- [3] IEES, “SGRT - Estadísticas del Seguro de Riesgos del Trabajo,” *IEES*, 2022. https://sart.iess.gob.ec/SRGP/indicadores_ecuador.php (accessed Jul. 05, 2022).
- [4] J. F. Ganime, L. Almeida da Silva, M. do C. C. Robazzi, S. Valenzuela Sauzo, and S. A. Faleiro, “El ruido como riesgo laboral: una revisión de la literatura,” *Enfermería Glob.*, no. 19, pp. 1–15, 2010, doi: 10.4321/s1695-61412010000200020.
- [5] IEES, “SGRT IEES,” 2022. https://sart.iess.gob.ec/SRGP/cal_neg_prov_ep.php?MjliZGlkPWRLc3Rh
- [6] G. B. Sanchez, “Las primeras cinco revoluciones industriales,” *Cienciorama*, pp. 1–6, 2017, [Online]. Available: http://cienciorama.unam.mx/a/pdf/585_cienciorama.pdf
- [7] Antoni Garrell, “La industria 4.0 en la sociedad,” *Fundit*, 2018.
- [8] F. Casa and H. Clavijo, “Universidad técnica de cotopaxi,” *Univ. Técnica Cotopaxi Fac.*, vol. 1, p. 101, 2018, [Online]. Available: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- [9] L. Sumba Quito and D. Torres Simancas, “Diseño e implementación de una red de sensores inalámbricos para el monitoreo de factores ambientales abióticos que afectan al cultivo de Solanum Phureja (papa chaucha amarilla),” p. 68, 2019, [Online]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17547>
- [10] Á. C. Juan Pérez, Elizabeth Urdaneta, “Metodología Para El Diseño De Una Red De Sensores Inalámbricos,” *Universidad, Cienc. y Tecnol.*, vol. 18, no. 70, pp. 12–22, 2014.
- [11] ISL, “Factores de riesgo ergonómicos,” *Ministerio del Trabajo y Prevención Social.*, 2016. <https://pt.slideshare.net/ledyspaolaalarconort/factores-de-riesgo-ergonomicos/8>
- [12] V. N. Baidin, A. N. Belov, and M. M. Timoshenko, “Temperature.,” *Ind Lab*, vol. 42, no. 10, pp. 1540–1542, 1976, doi: 10.4324/9780203042632-5.
- [13] E. Martines, “Definiciones de humedad y su equivalencia,” *Cent. Nac. Metrol. Div. Termom.*, pp. 1–5, 2007, [Online]. Available: <http://www.cenam.mx/dme/pdf/TM02.pdf>
- [14] T. Álvarez-Bayona, “Aspectos Ergonómicos del Ruido: Evaluación,” *Minist. Empl. y Segur. Soc.*, pp. 1–36, 2012, [Online]. Available: <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Ruido y Vibraciones/ficheros/DTE-AspectosErgonomicosRUIDOVIBRACIONES.pdf>

- [15] Cirrus Research plc, “Ponderaciones de Frecuencia A, C y Z,” 2022. <https://www.cirrusresearch.es/blog/2012/09/que-son-las-ponderaciones-de-frecuencia-a-c-y-z/#:~:text=El filtro de ponderación 'A,a cómo percibimos el ruido.>
- [16] INSHT and A. Teresa, “Iluminación en el Puesto de Trabajo,” *Iluminación en el puesto Trab.*, p. 43, 2013, [Online]. Available: <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Iluminacion+en+el+puesto+de+trabajo/9f9299b8-ec3c-449e-81af-2f178848fd0a>
- [17] ISTAS, “¡Peligro! Altas temperaturas en el trabajo, ¿Qué hay que saber?,” 2019. [Online]. Available: <https://istas.net/sites/default/files/2019-04/Folleto estres termico por exposición a calor.pdf>
- [18] ISNHT, “Para la Evaluación y Prevención de los Riesgos Relativos a la Utilización de los lugares de Trabajo.,” *Syria Studies*, vol. 7, no. 1, pp. 1–89, 2015. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civilwars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625
- [19] istas, “Iluminación,” *istas*. <https://istas.net/salud-laboral/peligros-y-riesgos-laborales/iluminacion#:~:text=Una iluminación inadecuada en el,larga%2C alteraciones músculo-esqueléticas.>
- [20] Castejón E, “Evaluación de riesgos.,” *Salud Labor. Conceptos y técnicas para la prevención riesgos laborales*, pp. 223–233, 2007.
- [21] ISO 45001:2018, “Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. ISO 45001:2018,” *Secretaría Cent. del ISO*, vol. 1, pp. 1–60, 2018, [Online]. Available: <https://ergosourcing.com.co/wp-content/uploads/2018/05/iso-45001-norma-Internacional.pdf>
- [22] Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores, “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores,” *El Grad. Boletín Inf. del Ilus. Col. Of. Grad. Soc. Madrid*, vol. 41, pp. 1–717, 1986, [Online]. Available: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/DECRETO-EJECUTIVO-2393.-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf>
- [23] Ministerio de Trabajo y Empleo, “Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores,” *El Grad. Boletín Inf. del Ilus. Col. Of. Grad. Soc. Madrid*, vol. 41, pp. 72–73, 2003.
- [24] D. N. Peña, “Microcontroladores: Arquitectura, programación y aplicación,” pp. 1–31, 2008, [Online]. Available:

- [https://www.aiu.edu/applications/DocumentLibraryManager/upload/Despradel Novas Peña.pdf](https://www.aiu.edu/applications/DocumentLibraryManager/upload/Despradel_NovasPeña.pdf)
- [25] Espressif Systems, “Data Sheet Espressif Smart Connectivity Platform: Esp8266,” *WiFi Alliance*, p. 23, 2013, [Online]. Available: https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/ESP8266_Specifications_English.pdf
- [26] ACROBATIC, “ESP-12E DEVELOPMENT BOARD PINOUT,” *Acrobatic*, 2016. https://naylampmechatronics.com/img/cms/ESP8266/esp8266_devkit_horizontal-01.png
- [27] Arduino, “NANO,” *Arduino*. <https://docs.arduino.cc/hardware/nano?queryID=undefined>
- [28] M. Ruiz, “3. Sensores y Transductores. 3.1. Sensores y Transductores. Un,” *Univ. Tarapacá*, p. 34, 2014.
- [29] M. Luis, “¿Qué es un sensor de temperatura y para qué se utiliza?,” *Siber Vent.*, pp. 1–6, 2016, [Online]. Available: <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/que-es-un-sensor-de-temperatura-y-para-que-se-utiliza/>
- [30] El Confidencial, “Qué es el sensor de humedad, qué utilidad tiene y aplicaciones,” *EC*, 2021. https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2021-08-17/que-es-sensor-de-humedad-utilidad-aplicaciones_3220448/ (accessed Aug. 16, 2022).
- [31] Datasheet, “Digital-output relative humidity & temperature sensor / module – DHT11 Specification : Front view Side view,” pp. 1–3, 2014.
- [32] F. D. S. P, “Protocolo 1-wire,” *UTEM*, pp. 1–12, 2009, [Online]. Available: file:///C:/Users/usuario/Downloads/cupdf.com_protocolo-1-wire.pdf
- [33] Simon, “¿Qué es un sensor de luminosidad y para qué se utiliza?,” *Simon Electric*, 2021. <https://www.simonelectric.com/blog/que-es-un-sensor-de-luminosidad-y-para-que-se-utiliza> (accessed Aug. 10, 2022).
- [34] D. This *et al.*, “GY-30 Bh1750 Intensity Digital Light Sensor Module,” p. 2, [Online]. Available: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/gy-30-bh1750-intensity-digital-light-sensor-module.pdf>
- [35] E. Carletti, “Comunicación Bus I2C Descripción y funcionamiento,” pp. 1–5, 2007, [Online]. Available: <https://www.bolanosdj.com.ar/MOVIL/ARDUINO2/ComunicacionBusI2C.pdf>
- [36] Solectroshop.com, “Sensores de sonido,” 2022. <https://solectroshop.com/es/142514-sensores-de-sonido#:~:text=El sensor de sonido es,vibración de las ondas sonoras.>
- [37] P. Technical, “KY-037 Microphone sensor module (high sensitivity),” 2017.

- [38] Arduino, “ARDUINO,” *Arduino*, 2022. <https://www.arduino.cc/en/software>
- [39] MQTT, “MQTT: el estándar para mensajería IoT,” *MQTT*, 2022. <https://mqtt.org/>
- [40] L. S. Fabian Duque, “SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA UNA HUERTA ESCOLAR, BASADO EN UNA RED INALÁMBRICA DE SENSORES,” Universidad de Antioquia, 2020. [Online]. Available: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/15941/1/DuqueFabian_2020_SistemaRiegoAutomatizado.pdf
- [41] Node-RED, “Nodo-RED,” *Node-RED*. <https://nodered.org/>
- [42] Ubidots, “Ubidots y NxtIoT se asocian para darle vida a los objetos,” *Ubidots*, 2017. <https://ubidots.com/blog/ubidots-y-nxtiot-se-asocian-para-darle-vida-a-los-objetos/>
- [43] D. Ortiz, “¿Qué es un dashboard y para qué se usa?,” *Cyberclick*, 2021. <https://www.cyberclick.es/numerical-blog/que-es-un-dashboard>
- [44] geeknetic.es, “Archivos CSV,” 2022. <https://www.geeknetic.es/Archivo-CSV/que-es-y-para-que-sirve>

ANEXOS

ANEXO I	ANÁLISIS URKUND																													
<div style="text-align: center;">  </div> <hr/> <p>Document Information</p> <table border="0"> <tr> <td>Analyzed document</td> <td>Thesis_loT_VFinal.pdf (D143341650)</td> </tr> <tr> <td>Submitted</td> <td>2022-08-29 07:27:00</td> </tr> <tr> <td>Submitted by</td> <td>Angel Guillermo Hidalgo Oñate</td> </tr> <tr> <td>Submitter email</td> <td>angel.hidalgo@utc.edu.ec</td> </tr> <tr> <td>Similarity</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>Analysis address</td> <td>angel.hidalgo.utc@analysis.orkund.com</td> </tr> </table> <hr/> <p>Sources included in the report</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;">SA</td> <td>TLL_05_GRUPO_03.pdf Document TLL_05_GRUPO_03.pdf (D112955257)</td> <td style="text-align: right; vertical-align: middle;">  2 </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">SA</td> <td>TESIS FINAL CRISTIAN ESCOBAR.pdf Document TESIS FINAL CRISTIAN ESCOBAR.pdf (D10443962)</td> <td style="text-align: right; vertical-align: middle;">  14 </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">SA</td> <td>MAR?_P?REZ_DP47499_20210308_1402_c033.pdf Document MAR?_P?REZ_DP47499_20210308_1402_c033.pdf (D97584304)</td> <td style="text-align: right; vertical-align: middle;">  1 </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">SA</td> <td>TT Fidel llivicura.docx Document TT Fidel llivicura.docx (D129476959)</td> <td style="text-align: right; vertical-align: middle;">  1 </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">SA</td> <td>Tesis.docx Document Tesis.docx (D54779155)</td> <td style="text-align: right; vertical-align: middle;">  1 </td> </tr> </table> <hr/> <p>Entire Document</p> <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL PROPUESTA TECNOLÓGICA Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial Autores: Cain Daquilema Galo Efraín Gutiérrez Moya Kevin David Tutor: Ing. MSC. Ángel Hidalgo Latacunga – Ecuador 2022 "ESTUDIO AUTOMATIZADO DE CONDICIONES AMBIENTALES DE UN PUESTO DE TRABAJO MEDIANTE UN TRAJE DE MONITOREO"</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> https://secure.orkund.com/view/136728172-304302-652204#/ 1/29 </div>				Analyzed document	Thesis_loT_VFinal.pdf (D143341650)	Submitted	2022-08-29 07:27:00	Submitted by	Angel Guillermo Hidalgo Oñate	Submitter email	angel.hidalgo@utc.edu.ec	Similarity	3%	Analysis address	angel.hidalgo.utc@analysis.orkund.com	SA	TLL_05_GRUPO_03.pdf Document TLL_05_GRUPO_03.pdf (D112955257)	 2	SA	TESIS FINAL CRISTIAN ESCOBAR.pdf Document TESIS FINAL CRISTIAN ESCOBAR.pdf (D10443962)	 14	SA	MAR?_P?REZ_DP47499_20210308_1402_c033.pdf Document MAR?_P?REZ_DP47499_20210308_1402_c033.pdf (D97584304)	 1	SA	TT Fidel llivicura.docx Document TT Fidel llivicura.docx (D129476959)	 1	SA	Tesis.docx Document Tesis.docx (D54779155)	 1
Analyzed document	Thesis_loT_VFinal.pdf (D143341650)																													
Submitted	2022-08-29 07:27:00																													
Submitted by	Angel Guillermo Hidalgo Oñate																													
Submitter email	angel.hidalgo@utc.edu.ec																													
Similarity	3%																													
Analysis address	angel.hidalgo.utc@analysis.orkund.com																													
SA	TLL_05_GRUPO_03.pdf Document TLL_05_GRUPO_03.pdf (D112955257)	 2																												
SA	TESIS FINAL CRISTIAN ESCOBAR.pdf Document TESIS FINAL CRISTIAN ESCOBAR.pdf (D10443962)	 14																												
SA	MAR?_P?REZ_DP47499_20210308_1402_c033.pdf Document MAR?_P?REZ_DP47499_20210308_1402_c033.pdf (D97584304)	 1																												
SA	TT Fidel llivicura.docx Document TT Fidel llivicura.docx (D129476959)	 1																												
SA	Tesis.docx Document Tesis.docx (D54779155)	 1																												
 <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</p>	<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI ABRIL 2022 – AGOSTO 2022</p>																													



ESP8266EX

Datasheet



Version 6.7
Espressif Systems
Copyright © 2022



www.espressif.com



1.

Overview

Espressif's ESP8266EX delivers highly integrated Wi-Fi SoC solution to meet users' continuous demands for efficient power usage, compact design and reliable performance in the Internet of Things industry.

With the complete and self-contained Wi-Fi networking capabilities, ESP8266EX can perform either as a standalone application or as the slave to a host MCU. When ESP8266EX hosts the application, it promptly boots up from the flash. The integrated high-speed cache helps to increase the system performance and optimize the system memory. Also, ESP8266EX can be applied to any microcontroller design as a Wi-Fi adaptor through SPI/SDIO or UART interfaces.

ESP8266EX integrates antenna switches, RF balun, power amplifier, low noise receive amplifier, filters and power management modules. The compact design minimizes the PCB size and requires minimal external circuitries.

Besides the Wi-Fi functionalities, ESP8266EX also integrates an enhanced version of Tensilica's L106 Diamond series 32-bit processor and on-chip SRAM. It can be interfaced with external sensors and other devices through the GPIOs. Software Development Kit (SDK) provides sample codes for various applications.

Espressif Systems' Smart Connectivity Platform (ESCP) enables sophisticated features including:

- Fast switch between sleep and wakeup mode for energy-efficient purpose;
- Adaptive radio biasing for low-power operation
- Advance signal processing
- Spur cancellation and RF co-existence mechanisms for common cellular, Bluetooth, DDR, LVDS, LCD interference mitigation

1.1. Wi-Fi Key Features

- 802.11 b/g/n support
- 802.11 n support (2.4 GHz), up to 72.2 Mbps
- Defragmentation
- 2 x virtual Wi-Fi interface
- Automatic beacon monitoring (hardware TSF)
- Support Infrastructure BSS Station mode/SoftAP mode/Promiscuous mode



1.2. Specifications

Table 1-1. Specifications

Categories	Items	Parameters
Wi-Fi	Certification	Wi-Fi Alliance
	Protocols	802.11 b/g/n (HT20)
	Frequency Range	2.4 GHz – 2.5 GHz (2400 MHz – 2483.5 MHz)
	TX Power	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	Rx Sensitivity	802.11 b: -91 dbm (11 Mbps)
802.11 g: -75 dbm (54 Mbps)		
802.11 n: -72 dbm (MCS7)		
Antenna	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip	
Hardware	CPU	Tensilica L106 32-bit processor
	Peripheral Interface	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
		GPIO/ADC/PWM/LED Light & Button
	Operating Voltage	2.5 V – 3.6 V
	Operating Current	Average value: 80 mA
	Operating Temperature Range	-40 °C – 125 °C
	Package Size	QFN32-pin (5 mm x 5 mm)
External Interface	-	
Software	Wi-Fi Mode	Station/SoftAP/SoftAP+Station
	Security	WPA/WPA2
	Encryption	WEP/TKIP/AES
	Firmware Upgrade	UART Download / OTA (via network)
	Software Development	Supports Cloud Server Development / Firmware and SDK for fast on-chip programming
	Network Protocols	IPv4, TCP/UDP/HTTP
	User Configuration	AT Instruction Set, Cloud Server, Android/iOS App

Note:

The TX power can be configured based on the actual user scenarios.



1.3. Applications

- Home appliances
- Home automation
- Smart plugs and lights
- Industrial wireless control
- Baby monitors
- IP cameras
- Sensor networks
- Wearable electronics
- Wi-Fi location-aware devices
- Security ID tags
- Wi-Fi position system beacons



2. Pin Definitions

Figure 2-1 shows the pin layout for 32-pin QFN package.

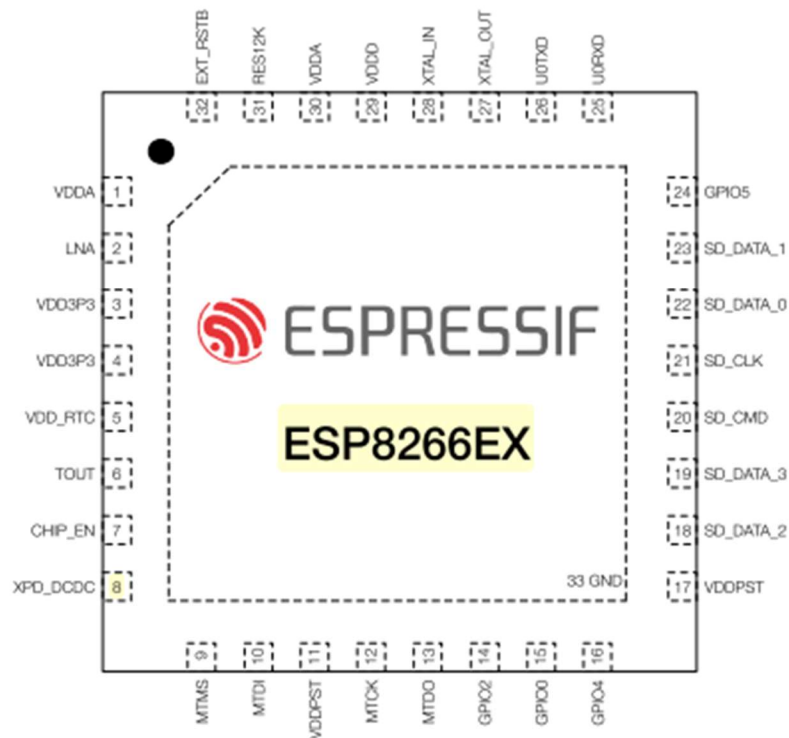


Figure 2-1. Pin Layout (Top View)

Table 2-1 lists the definitions and functions of each pin.

Table 2-1. ESP8266EX Pin Definitions

Pin	Name	Type	Function
1	VDDA	P	Analog Power 2.5 V – 3.6 V
2	LNA	VO	RF antenna interface Chip output impedance = $39 + j6 \Omega$. It is suggested to retain the π -type matching network to match the antenna.
3	VDD3P3	P	Amplifier Power 2.5 V – 3.6 V



Pin	Name	Type	Function
4	VDD3P3	P	Amplifier Power 2.5 V ~ 3.6 V
5	VDD_RTC	P	NC (1.1 V)
6	TOUT	I	ADC pin. It can be used to test the power-supply voltage of VDD3P3 (Pin3 and Pin4) and the input power voltage of TOUT (Pin 6). However, these two functions cannot be used simultaneously.
7	CHIP_EN	I	Chip Enable High: On, chip works properly Low: Off, small current consumed
8	XPD_DCDC	I/O	Deep-sleep wakeup (need to be connected to EXT_RSTB); GPIO16
9	MTMS	I/O	GPIO 14; HSPI_CLK
10	MTDI	I/O	GPIO 12; HSPI_MISO
11	VDDPST	P	Digital/I/O Power Supply (1.8 V ~ 3.6 V)
12	MTCK	I/O	GPIO 13; HSPI_MOSI; UART0_CTS
13	MTDO	I/O	GPIO 15; HSPI_CS; UART0_RTS
14	GPIO2	I/O	UART TX during flash programming; GPIO2
15	GPIO0	I/O	GPIO0; SPI_CS2
16	GPIO4	I/O	GPIO4
17	VDDPST	P	Digital/I/O Power Supply (1.8 V ~ 3.6 V)
18	SDIO_DATA_2	I/O	Connect to SD_D2 (Series R: 20 Ω); SPIHD; HSPiHD; GPIO9
19	SDIO_DATA_3	I/O	Connect to SD_D3 (Series R: 200 Ω); SPWP; HSPiWP; GPIO10
20	SDIO_CMD	I/O	Connect to SD_CMD (Series R: 200 Ω); SPI_CS0; GPIO11
21	SDIO_CLK	I/O	Connect to SD_CLK (Series R: 200 Ω); SPI_CLK; GPIO6
22	SDIO_DATA_0	I/O	Connect to SD_D0 (Series R: 200 Ω); SPI_MISO; GPIO7
23	SDIO_DATA_1	I/O	Connect to SD_D1 (Series R: 200 Ω); SPI_MOSI; GPIO8
24	GPIO5	I/O	GPIO5
25	U0FXD	I/O	UART Rx during flash programming; GPIO3
26	U0TXD	I/O	UART TX during flash programming; GPIO1; SPI_CS1
27	XTAL_OUT	I/O	Connect to crystal oscillator output, can be used to provide BT clock input
28	XTAL_IN	I/O	Connect to crystal oscillator input
29	VDDD	P	Analog Power 2.5 V ~ 3.6 V
30	VDDA	P	Analog Power 2.5 V ~ 3.6 V



Pin	Name	Type	Function
31	RES12K	I	Serial connection with a 12 k Ω resistor and connect to the ground
32	EXT_RSTB	I	External reset signal (Low voltage level: active)

Note:

1. *GPIO2, GPIO0, and MTDO are used to select booting mode and the SDIO mode;*
2. *U0TXD should not be pulled externally to a low logic level during the powering-up.*



3. Functional Description

The functional diagram of ESP8266EX is shown as in Figure 3-1.

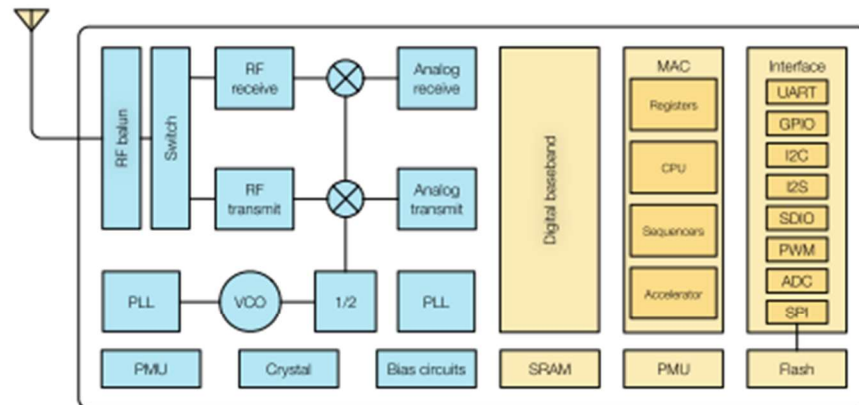


Figure 3-1. Functional Block Diagram

3.1. CPU, Memory, and Flash

3.1.1. CPU

The ESP8266EX integrates a Tensilica L106 32-bit RISC processor, which achieves extra-low power consumption and reaches a maximum clock speed of 160 MHz. The Real-Time Operating System (RTOS) and Wi-Fi stack allow 80% of the processing power to be available for user application programming and development. The CPU includes the interfaces as below:

- Programmable RAM/ROM interfaces (iBus), which can be connected with memory controller, and can also be used to visit flash.
- Data RAM interface (dBus), which can be connected with memory controller.
- AHB interface which can be used to visit the register.

3.1.2. Memory

ESP8266EX Wi-Fi SoC integrates memory controller and memory units including SRAM and ROM. MCU can access the memory units through iBus, dBus, and AHB interfaces. All memory units can be accessed upon request, while a memory arbiter will decide the running sequence according to the time when these requests are received by the processor.



3. Functional Description

The functional diagram of ESP8266EX is shown as in Figure 3-1.

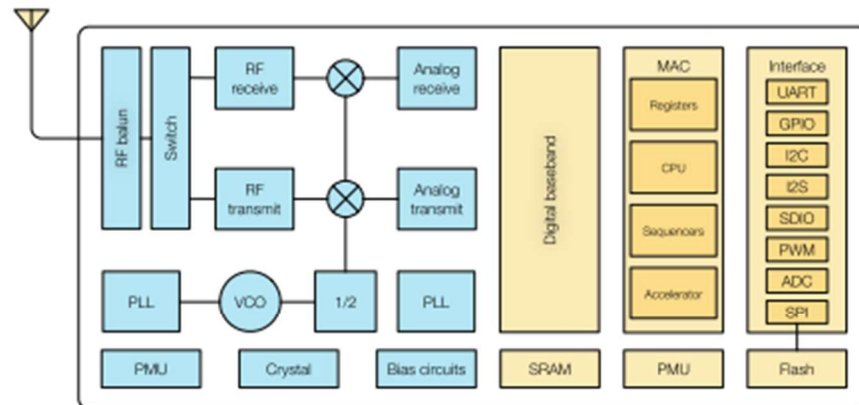


Figure 3-1. Functional Block Diagram

3.1. CPU, Memory, and Flash

3.1.1. CPU

The ESP8266EX integrates a Tensilica L106 32-bit RISC processor, which achieves extra-low power consumption and reaches a maximum clock speed of 160 MHz. The Real-Time Operating System (RTOS) and Wi-Fi stack allow 80% of the processing power to be available for user application programming and development. The CPU includes the interfaces as below:

- Programmable RAM/ROM interfaces (iBus), which can be connected with memory controller, and can also be used to visit flash.
- Data RAM interface (dBus), which can be connected with memory controller.
- AHB interface which can be used to visit the register.

3.1.2. Memory

ESP8266EX Wi-Fi SoC integrates memory controller and memory units including SRAM and ROM. MCU can access the memory units through iBus, dBus, and AHB interfaces. All memory units can be accessed upon request, while a memory arbiter will decide the running sequence according to the time when these requests are received by the processor.



According to our current version of SDK, SRAM space available to users is assigned as below.

- RAM size < 50 kB, that is, when ESP8266EX is working under the Station mode and connects to the router, the maximum programmable space accessible in Heap + Data section is around 50 kB.
- There is no programmable ROM in the SoC. Therefore, user program must be stored in an external SPI flash.

3.1.3. External Flash

ESP8266EX uses external SPI flash to store user programs, and supports up to 16 MB memory capacity theoretically.

The minimum flash memory of ESP8266EX is shown below:

- OTA disabled: 512 kB at least
- OTA enabled: 1 MB at least

▲ Notice:

SPI mode supported: Standard SPI, Dual SPI and Quad SPI. The correct SPI mode should be selected when flashing bin files to ESP8266. Otherwise, the downloaded firmware/program may not be working properly.

3.2. Clock

3.2.1. High Frequency Clock

The high frequency clock on ESP8266EX is used to drive both transmit and receive mixers. This clock is generated from internal crystal oscillator and external crystal. The crystal frequency ranges from 24 MHz to 52 MHz.

The internal calibration inside the crystal oscillator ensures that a wide range of crystals can be used, nevertheless the quality of the crystal is still a factor to consider to have reasonable phase noise and good Wi-Fi sensitivity. Refer to Table 3-1 to measure the frequency offset.

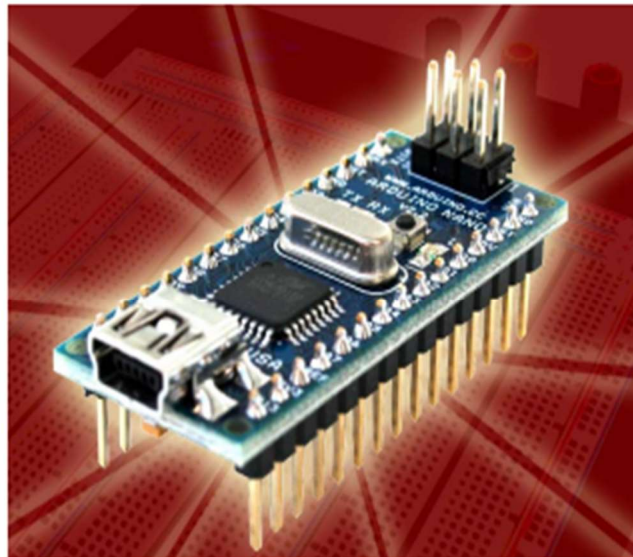
Table 3-1. High Frequency Clock Specifications

Parameter	Symbol	Min	Max	Unit
Frequency	FXO	24	52	MHz
Loading capacitance	CL	-	32	pF
Motional capacitance	CM	2	5	pF
Series resistance	RS	0	65	Ω
Frequency tolerance	ΔFXO	-15	15	ppm



Arduino Nano (V2.3)

User Manual



Released under the Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 License

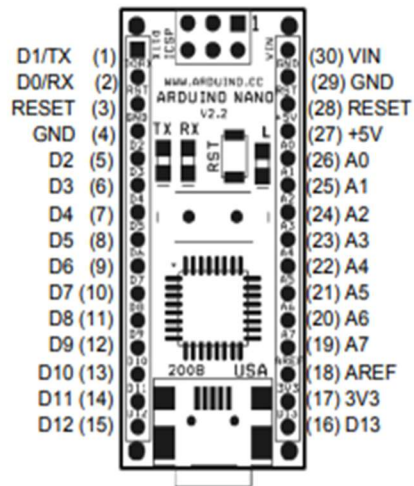
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>

More information:

www.arduino.cc

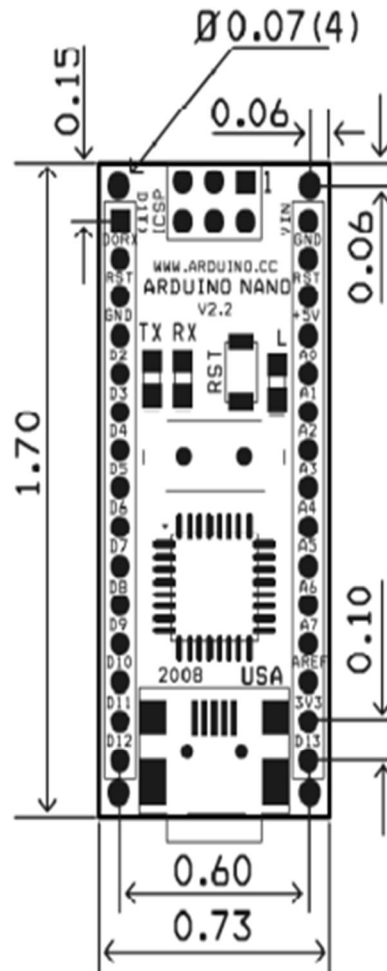
Rev. 2.3

Arduino Nano Pin Layout



Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A7-A0	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

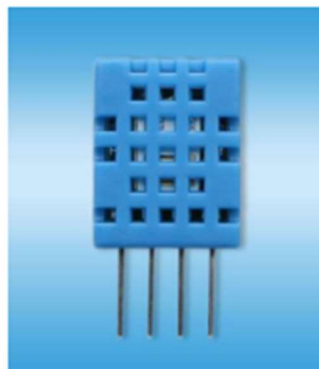
Arduino Nano Mechanical Drawing



ALL DIMENTIONS ARE IN INCHES

AOSONG

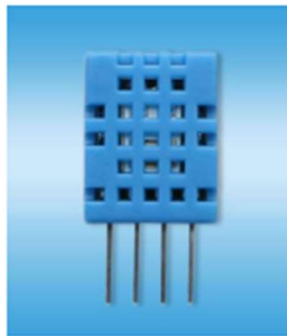
**Temperature and Humidity Module
DHT11 Product Manual**



For more information, please visit : www.aosong.com

1. Product Overview

DHT11 digital temperature and humidity sensor is a calibrated digital signal output of the temperature and humidity combined sensor. It uses a dedicated digital modules capture technology and the temperature and humidity sensor technology to ensure that products with high reliability and excellent long-term stability. Sensor includes a resistive element and a sense of wet NTC temperature measurement devices, and with a high-performance 8-bit microcontroller connected .



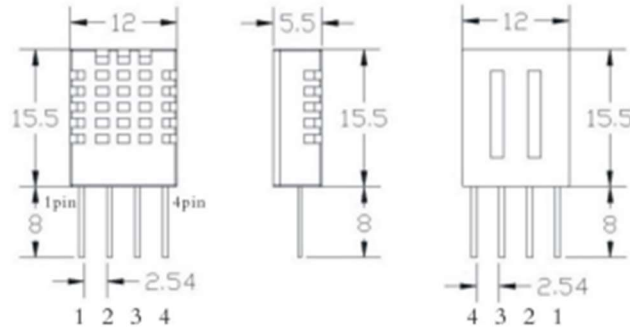
2. Applications

HVAC, dehumidifiers, testing and inspection equipment, consumer goods, automotive, automation, data loggers, weather stations, home appliances, humidity regulator, medical and other relevant humidity measurement and control.

3. Product Highlights

Low-cost, long-term stability, relative humidity and temperature measurement, excellent quality, fast response, anti-interference ability, long distance signal transmission, the digital signal output, precise calibration.

4. Dimensions (Unit : mm)



5. Parameters

Relative Humidity

Resolution : 16Bit

Repeatability : $\pm 1\%RH$

Accuracy : 25°C $\pm 5\%RH$

Interchangeability : Fully interchangeable

Response time : 1/e (63%) 25°C 6s
1m/s Air 6s

Hysteresis : $< \pm 0.3\%RH$

Long-term stability : $< \pm 0.5\%RH/yr$

Temperature

Resolution : 16Bit

Repeatability : $\pm 1^\circ C$

Accuracy : 25°C $\pm 2^\circ C$

Response time : 1/e (63%) 10S

Electrical Characteristics

Power supply : DC 3.3 ~ 5.5V

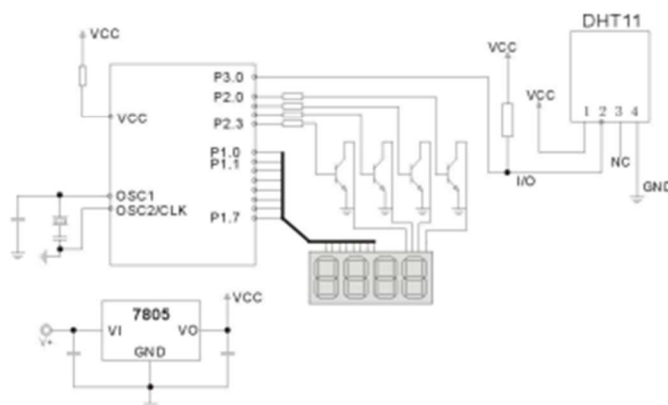
Supply current : Measure 0.3mA Standby 60μA

Sampling period : Secondary Greater than 2 seconds

Pin Description

1. VDD supply 3.3 ~ 5.5V DC
2. DATA serial data, single-bus
3. NC NC
4. GND grounding, power negative

6. Typical circuit



Connecting the typical application circuit shown above the microprocessor and DHT11, DATA pull-up and microprocessor I/O port.

1. A typical application circuit recommended cable length shorter than 20 meters with a 5.1K pull-up resistor when greater than 20 meters when the pull-up resistor to reduce the actual situation.
2. When using a 3.3V voltage supply cable length must not be greater than 100cm. Otherwise it will lead to lack of line drop sensor supply, causing measurement bias.
3. Temperature and humidity values are read out every last measurement result, want to get real-time data, to be read twice in a row, but not recommended repeatedly read sensors, each sensor reading interval of more than 5 seconds to obtain accurate data.

7. Serial Communications Description (single-wire bidirectional)

Single Bus Description

DHT11 device uses a simplified single-bus communication. Single bus that only one data line, the data exchange system, are controlled by a single bus is complete. Device (master or slave) through an open-drain or tri-state port is connected to the data line to allow the device to send data when not able to release the bus, and let other devices use the bus; single bus usually requires an

external approximately 5.1kΩ pull up resistor, so that when the bus is idle, the state is high. Because they are master-slave structure, only the host calls a slave, a slave to answer, so the host access devices must strictly follow the sequence of a single bus, if there is a sequence of confusion, the device will not respond to the host.

•Single bus transfer data bit definition

DATA is used for communication between the microprocessor and DHT11 and synchronization, single-bus data format, a 40-bit data transfer, high first-out.

Data formats:

8bit humidity integer data + 8bit decimal data +8 bit temperature and humidity data + 8bit temperature decimal integer data +8 bit parity bit.

Note: The fractional portion wherein the temperature and humidity of 0.

•Parity bit data definition

"8bit humidity decimal integer data + 8bit humidity temperature data +8 bit decimal integer data + 8bit temperature data" 8bit parity bit is equal to the result of the end of eight.

Example One : 40 receives the data to:

<u>0011 0101</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0001 1000</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0100 1101</u>
High humidity 8	Low humidity 8	High temperature 8	Low temperature 8	Parity bit

Calculated as follows:

0011 0101+0000 0000+0001 1000+0000 0000= 0100 1101

Receive data is correct:

Humidity: 0011 0101=35H=53%RH

Temperature:0001 1000=18H=24°C

Example Two: The received data is 40:

<u>0011 0101</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0001 1000</u>	<u>0000 0000</u>	<u>0100 1001</u>
High humidity 8	High humidity 8	High temperature 8	High temperature 8	Parity bit

Calculated as follows:

0011 0101+0000 0000+0001 1000+0000 0000 = 0100 1101

01001001 is not equal to 01001101

The received data is not correct, give up, again receiving data.

•Data Timing Diagram

Hosts (MCU) after sending a start signal, DHT11 transition from a low-power mode to high-speed mode, the host until after the end of the start signal, DHT11 send a response signal, send 40bit data acquisition and trigger a letter. Signal transmission shown in fig.



Ambient Light Sensor IC Series

Digital 16bit Serial Output Type Ambient Light Sensor IC



BH1750FVI

No.11046EDT01

● Descriptions

BH1750FVI is a digital Ambient Light Sensor IC for I²C bus interface. This IC is the most suitable to obtain the ambient light data for adjusting LCD and Keypad backlight power of Mobile phone. It is possible to detect wide range at High resolution. (1 - 65535 lx).

● Features

- 1) I²C bus Interface (f / s Mode Support)
- 2) Spectral responsibility is approximately human eye response
- 3) Illuminance to Digital Converter
- 4) Wide range and High resolution. (1 - 65535 lx)
- 5) Low Current by power down function
- 6) 50Hz / 60Hz Light noise reject-function
- 7) 1.8V Logic input interface
- 8) No need any external parts
- 9) Light source dependency is little. (ex. Incandescent Lamp, Fluorescent Lamp, Halogen Lamp, White LED, Sun Light)
- 10) It is possible to select 2 type of I²C slave-address.
- 11) Adjustable measurement result for influence of optical window
(It is possible to detect min. 0.11 lx, max. 100000 lx by using this function.)
- 12) Small measurement variation (+/- 20%)
- 13) The influence of infrared is very small.

● Applications

Mobile phone, LCD TV, NOTE PC, Portable game machine, Digital camera, Digital video camera, PDA, LCD display

● Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Ratings	Units
Supply Voltage	Vmax	4.5	V
Operating Temperature	Topr	-40~85	°C
Storage Temperature	Tstg	-40~100	°C
SDA Sink Current	I _{max}	7	mA
Power Dissipation	Pd	260 [※]	mW

※ 70mm × 70mm × 1.6mm glass epoxy board. Derating is done at 3.47mW/°C for operating above Ta=25°C.

● Operating Conditions

Parameter	Symbol	Ratings			Units
		Min.	Typ.	Max.	
Vcc Voltage	Vcc	2.4	3.0	3.6	V
I ² C Reference Voltage	V _{DVI}	1.65	-	Vcc	V

● Electrical Characteristics (Vcc = 3.0V, DVI = 3.0V, Ta = 25°C, unless otherwise noted)

Parameter	Symbol	Limits			Units	Conditions
		Min.	Typ.	Max.		
Supply Current	Icc1	—	120	190	μA	Ev = 100 lx ^{※1}
Powerdown Current	Icc2	—	0.01	1.0	μA	No input Light
Peak Wave Length	λp	—	560	—	nm	
Measurement Accuracy	S/A	0.96	1.2	1.44	times	Sensor out / Actual lx EV = 1000 lx ^{※1, ※2}
Dark (0 lx) Sensor out	SO	0	0	3	count	H-Resolution Mode ^{※3}
H-Resolution Mode Resolution	nHR	—	1	—	lx	
L-Resolution Mode Resolution	nLR	—	4	—	lx	
H-Resolution Mode Measurement Time	tHR	—	120	180	ms	
L-Resolution Mode Measurement Time	tLR	—	16	24	ms	
Incandescent / Fluorescent Sensor out ratio	rIF	—	1	—	times	EV = 1000 lx
ADDR Input 'H' Voltage	VAH	0.7 * VCC	—	—	V	
ADDR Input 'L' Voltage	VAL	—	—	0.3 * VCC	V	
DVI Input 'L' Voltage	VDVL	—	—	0.4	V	
SCL, SDA Input 'H' Voltage 1	VIH1	0.7 * DVI	—	—	V	DVI ≥ 1.8V
SCL, SDA Input 'H' Voltage 2	VIH2	1.26	—	—	V	1.65V ≤ DVI < 1.8V
SCL, SDA Input 'L' Voltage 1	VIL1	—	—	0.3 * DVI	V	DVI ≥ 1.8V
SCL, SDA Input 'L' Voltage 2	VIL2	—	—	DVI - 1.26	V	1.65V ≤ DVI < 1.8V
SCL, SDA, ADDR Input 'H' Current	IiH	—	—	10	μA	
SCL, SDA, ADDR Input 'L' Current	IiL	—	—	10	μA	
I ² C SCL Clock Frequency	fSCL	—	—	400	kHz	
I ² C Bus Free Time	tBUF	1.3	—	—	μs	
I ² C Hold Time (repeated) START Condition	tHDSTA	0.6	—	—	μs	
I ² C Set up time for a Repeated START Condition	tsUSTA	0.6	—	—	μs	
I ² C Set up time for a Repeated STOP Condition	tsUSTD	0.6	—	—	μs	
I ² C Data Hold Time	tHDDAT	0	—	0.9	μs	
I ² C Data Setup Time	tsUDAT	100	—	—	ns	
I ² C 'L' Period of the SCL Clock	tLOW	1.3	—	—	μs	
I ² C 'H' Period of the SCL Clock	tHIGH	0.6	—	—	μs	
I ² C SDA Output 'L' Voltage	Vol	0	—	0.4	V	IOL = 3 mA

※1 White LED is used as optical source.

※2 Measurement Accuracy typical value is possible to change '1' by "Measurement result adjustment function".

※3 Use H-resolution mode or H-resolution mode2 if dark data (less than 10 lx) is need.

●Reference Data

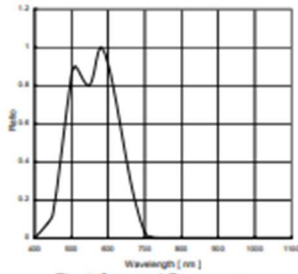


Fig.1 Spectral Response

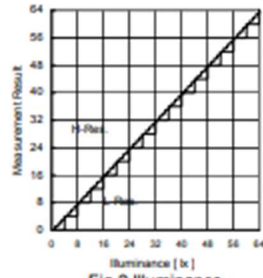


Fig.2 Illuminance - Measurement Result 1

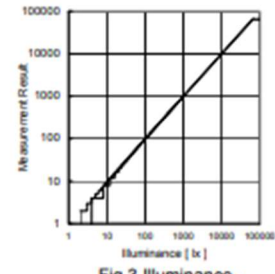


Fig.3 Illuminance - Measurement Result 2

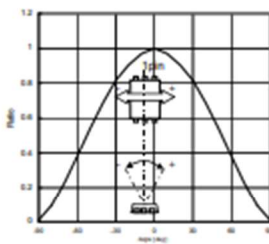


Fig.4 Directional Characteristics 1

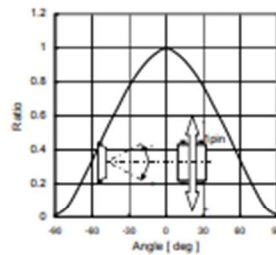


Fig.5 Directional Characteristics 2

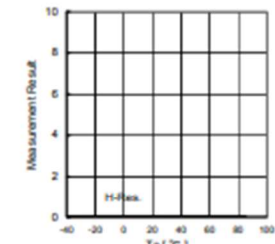


Fig.6 Dark Response

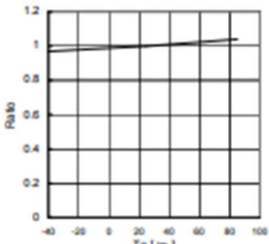


Fig.7 Measurement Accuracy Temperature Dependency

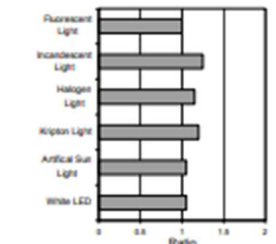


Fig.8 Light Source Dependency (Fluorescent Light is set to '1')

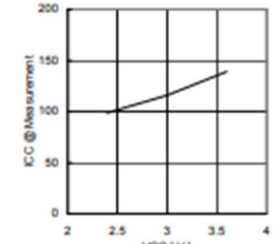


Fig.9 VCC - ICC (During measurement)

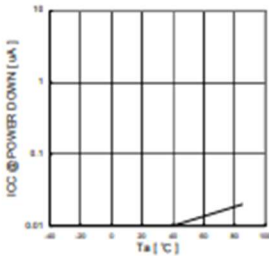


Fig.10 VCC - ICC@0 Lx (POWER DOWN)

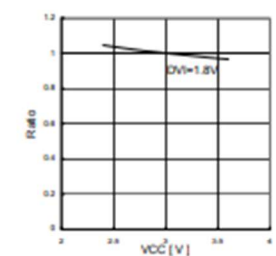


Fig.11 Measurement Result VCC Dependency

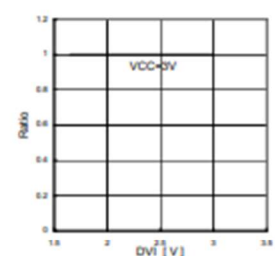
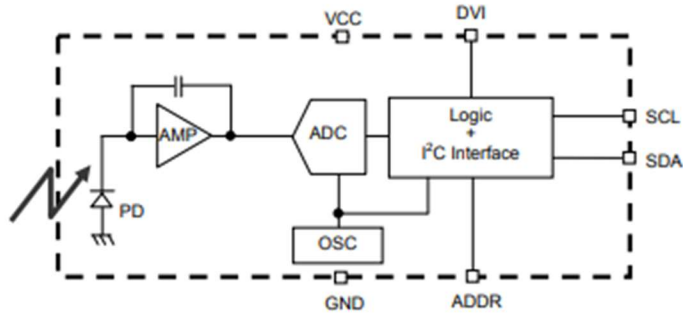


Fig.12 Measurement Result DVI Dependency

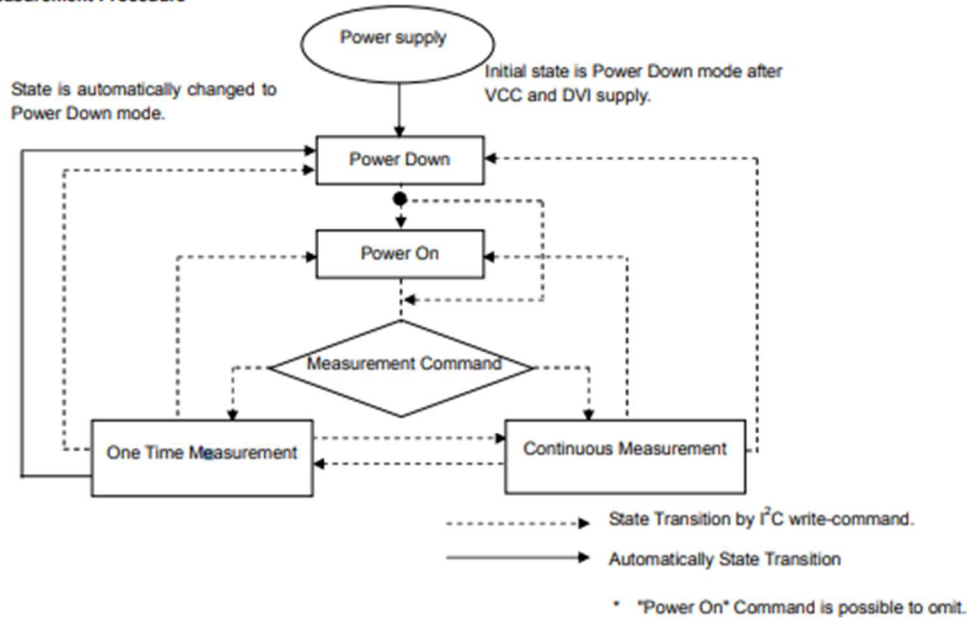
●Block Diagram



●Block Diagram Descriptions

- PD
Photo diode with approximately human eye response.
- AMP
Integration-OPAMP for converting from PD current to Voltage.
- ADC
AD converter for obtainment Digital 16bit data.
- Logic + I²C Interface
Ambient Light Calculation and I²C BUS Interface. It is including below register.
Data Register → This is for registration of Ambient Light Data. Initial Value is "0000_0000_0000_0000".
Measurement Time Register → This is for registration of measurement time. Initial Value is "0100_0101".
- OSC
Internal Oscillator (typ. 320kHz). It is CLK for internal logic.

●Measurement Procedure



● Instruction Set Architecture

Instruction	Opecode	Comments
Power Down	0000_0000	No active state.
Power On	0000_0001	Waiting for measurement command.
Reset	0000_0111	Reset Data register value. Reset command is not acceptable in Power Down mode.
Continuously H-Resolution Mode	0001_0000	Start measurement at 1lx resolution. Measurement Time is typically 120ms.
Continuously H-Resolution Mode2	0001_0001	Start measurement at 0.5lx resolution. Measurement Time is typically 120ms.
Continuously L-Resolution Mode	0001_0011	Start measurement at 4lx resolution. Measurement Time is typically 16ms.
One Time H-Resolution Mode	0010_0000	Start measurement at 1lx resolution. Measurement Time is typically 120ms. It is automatically set to Power Down mode after measurement.
One Time H-Resolution Mode2	0010_0001	Start measurement at 0.5lx resolution. Measurement Time is typically 120ms. It is automatically set to Power Down mode after measurement.
One Time L-Resolution Mode	0010_0011	Start measurement at 4lx resolution. Measurement Time is typically 16ms. It is automatically set to Power Down mode after measurement.
Change Measurement time (High bit)	01000_MT[7,6,5]	Change measurement time. ※ Please refer "adjust measurement result for influence of optical window."
Change Measurement time (Low bit)	011_MT[4,3,2,1,0]	Change measurement time. ※ Please refer "adjust measurement result for influence of optical window."

※ Don't input the other opecode.

● Measurement mode explanation

Measurement Mode	Measurement Time.	Resolution
H-resolution Mode2	Typ. 120ms.	0.5 lx
H-Resolution Mode	Typ. 120ms.	1 lx.
L-Resolution Mode	Typ. 16ms.	4 lx.

We recommend to use H-Resolution Mode.

Measurement time (integration time) of H-Resolution Mode is so long that some kind of noise(including in 50Hz / 60Hz noise) is rejected. And H-Resolution Mode is 1 lx resolution so that it is suitable for darkness (less than 10 lx)
H-resolution mode2 is also suitable to detect for darkness.

● Explanation of Asynchronous reset and Reset command "0000_0111"

1) Asynchronous reset

All registers are reset. It is necessary on power supply sequence. Please refer "Timing chart for VCC and DVI power supply sequence" in this page. It is power down mode during DVI = 'L'.

2) Reset command

Reset command is for only reset Illuminance data register. (reset value is '0') It is not necessary even power supply sequence. It is used for removing previous measurement result. This command is not working in power down mode, so that please set the power on mode before input this command.



**SPECIFICATIONS
FOR
APPROVAL**

Part name : electret condenser microphone
Co Model(pssz) : HYLD9767
Model(customer):
Doc.number :
Submit date :

PREPARED	CHECKED	APPROVED

Please be informed to return to us with your
Signature within 14 days.

DATE	
PREPARED BY	
AUTHORIZED BY	

1、Scope

The specifications should be applied to electret condenser microphone of DG09767CD

2、Storage And Judgement Conditions

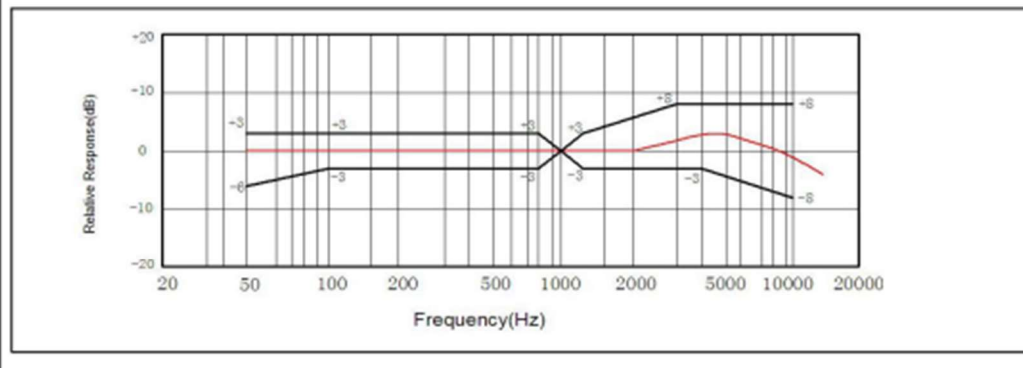
	Temperature Range(° C)	Rel. Humidity (%)	Static Pressure (kPa)
Judgement	19~21	60~70	86~106
Storage	-30~70		
Operating	-20~60		

3、Specifications

Test Conditions: Vs=4.5V, Rt=2.2KΩ, Temp=20±2° C, R.H=60±5%

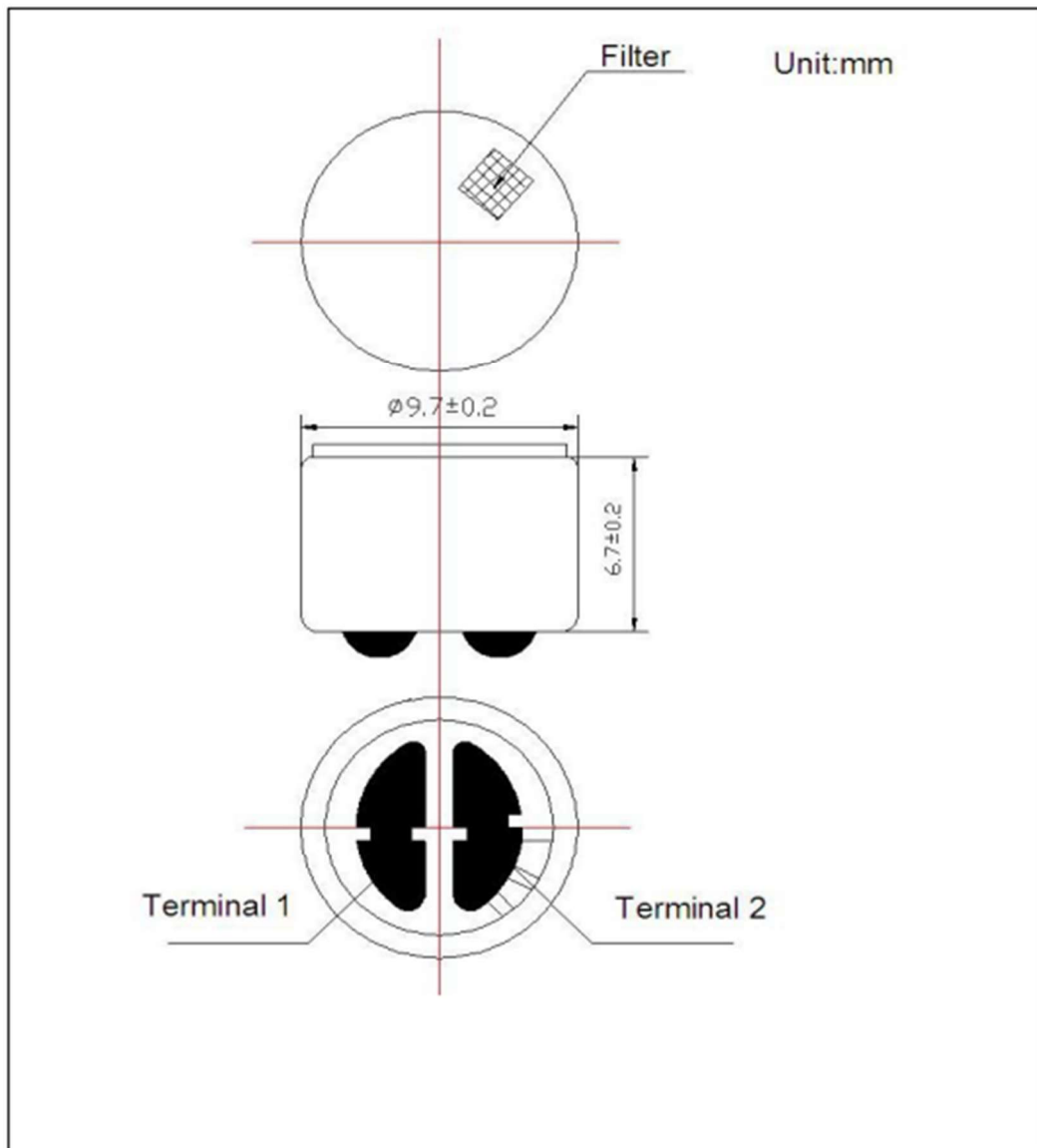
ITEM	Symbol	Test Conditions	Min	Standard	Max	Unit
Sensitivity	S	f=1KHz, S. P. L=1μBar	-59	-56	-53	dB 0dB=1V/μBar
Impedance	Z	f=1KHz, S. P. L=1μBar			2.2	KΩ
Directivity	Omni-directional					
Current Consumption	I				500	μA
Operation Voltage Range	Vs		1.1	4.5	10	V
S/N Ratio	S/N (A)	f=1KHz, S. P. L=1Pa A Curve	55			dB
Decreasing Voltage Characteristic	ΔS	f=1KHz, S. P. L=1Pa Vs=4.5-3.0V			-3	dB
Max. Input Sound Level	MISPL	f=1KHz, Distortion≤3%			115	dB

4、Frequency Response



PRODUCT SPECIFICATION

5、APPEARANCE & DIMENSIONS



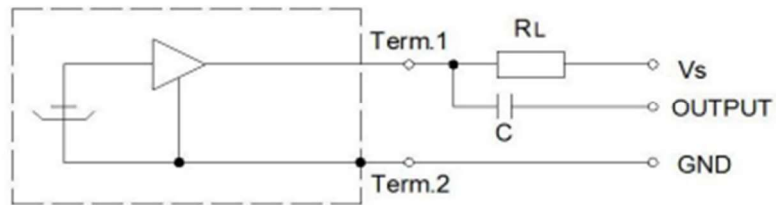
PRODUCT SPECIFICATION

TYPE: ECM	PART No: HYLD9767	PAGE: 4/8
------------------	--------------------------	------------------

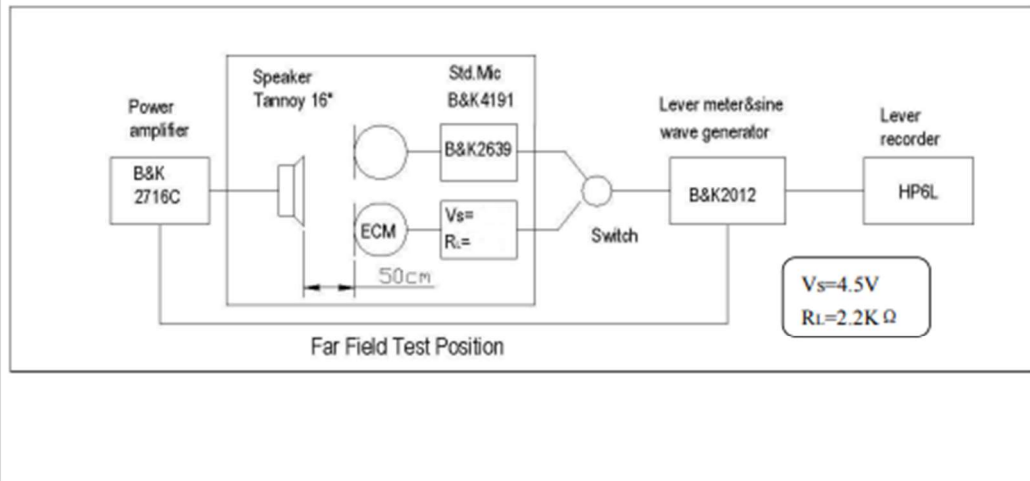
6. Test Circuit

Measurement Circuit

V_s : Source Voltage 4.5V R_L : Load Resistance 2.2K Ω



7. Test Setup Drawing



8.5 Vibration Test

Amplitude :	1.52mm
Duration:	1minutes /plane
Freq.range:	10~55 Hz
Total time:	2 hours

8.6 Dropping Test

Drop a unit unpacked onto a board of 20mm thick.

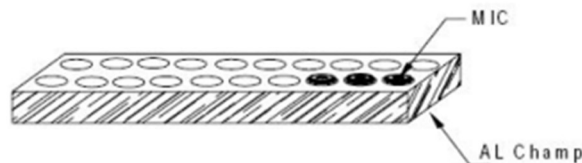
Height:	1.0 m
Cycle:	6

8.7 ESD Test

The microphone under test must be discharged between each ESD exposure without ground.
(contact: $\pm 6KV$, air: $\pm 8KV$) There is no interference in operation after 10 times exposure.

9. Regarding the Soldering operation

- Use 15~ 20W soldering iron and maintain 290°C~310°C in operation.
- Operators who work in the solder fixture and the soldering iron must be statically grounded under each soldering process.
- Soldering should be accomplished within two seconds at each terminal so as not to be overheated.
- Optimal design for heat sink pad is same as below.

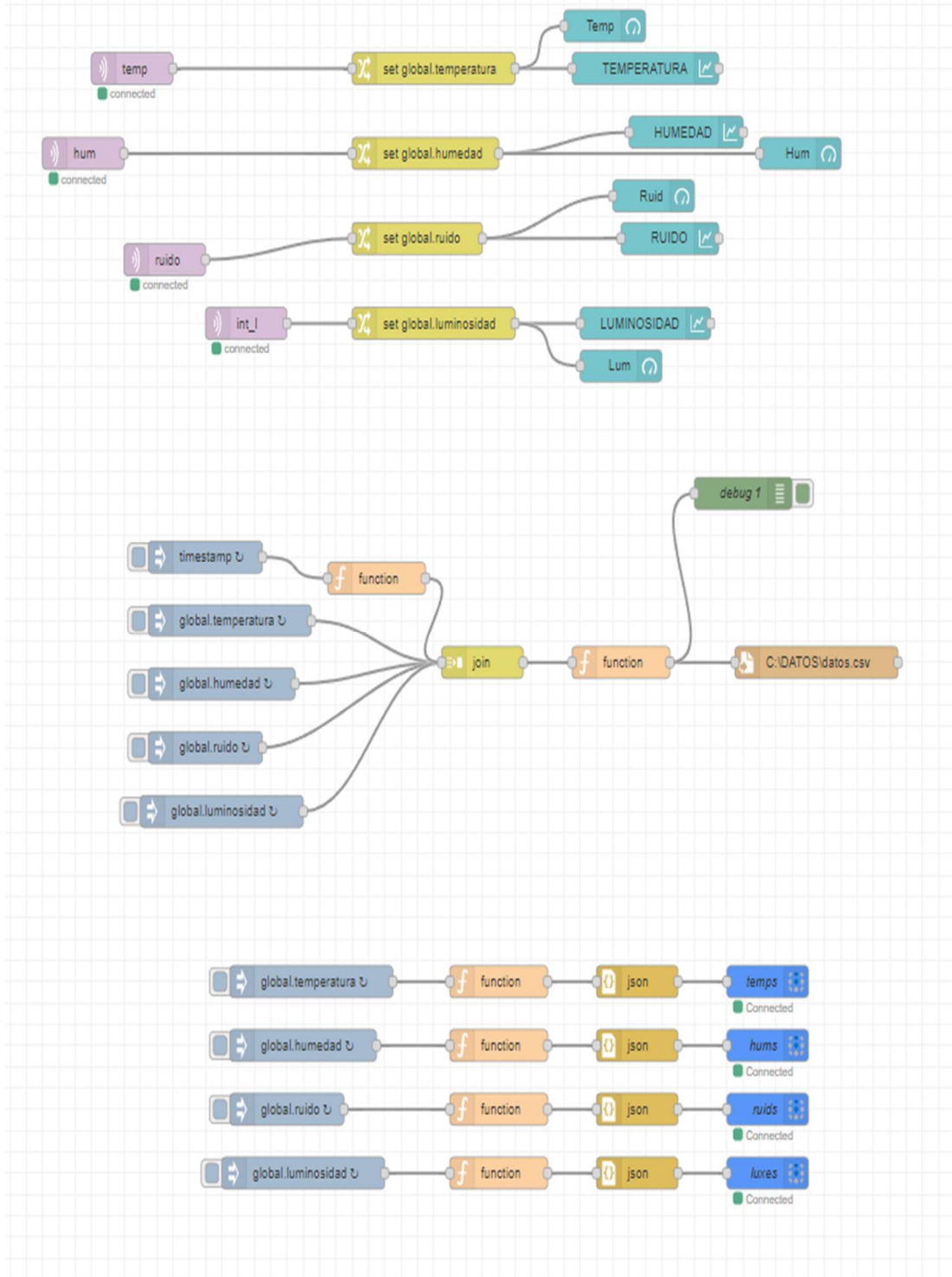


PRODUCT SPECIFICATION

www.dfrobot.com

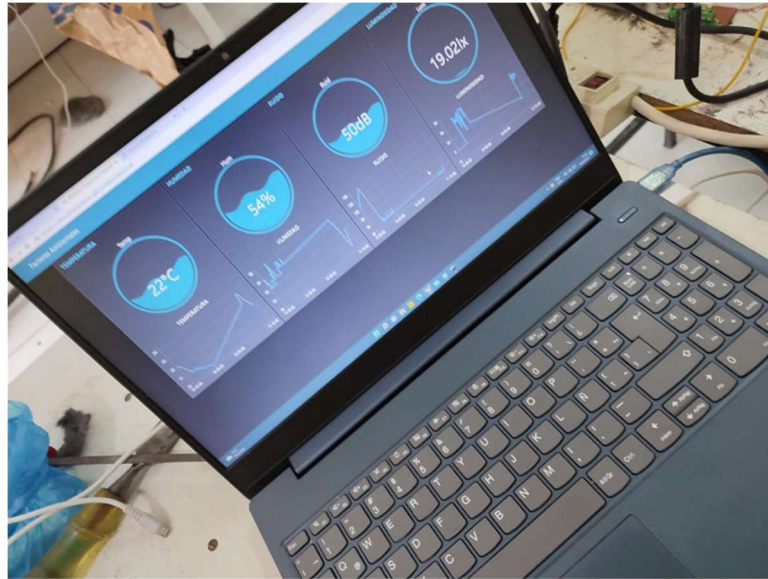
ANEXO VII

FLUJO NODE-RED



ANEXO VIII

DASHBOARD NODE-RED



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
ABRIL 2022 – AGOSTO 2022



ANEXO IX

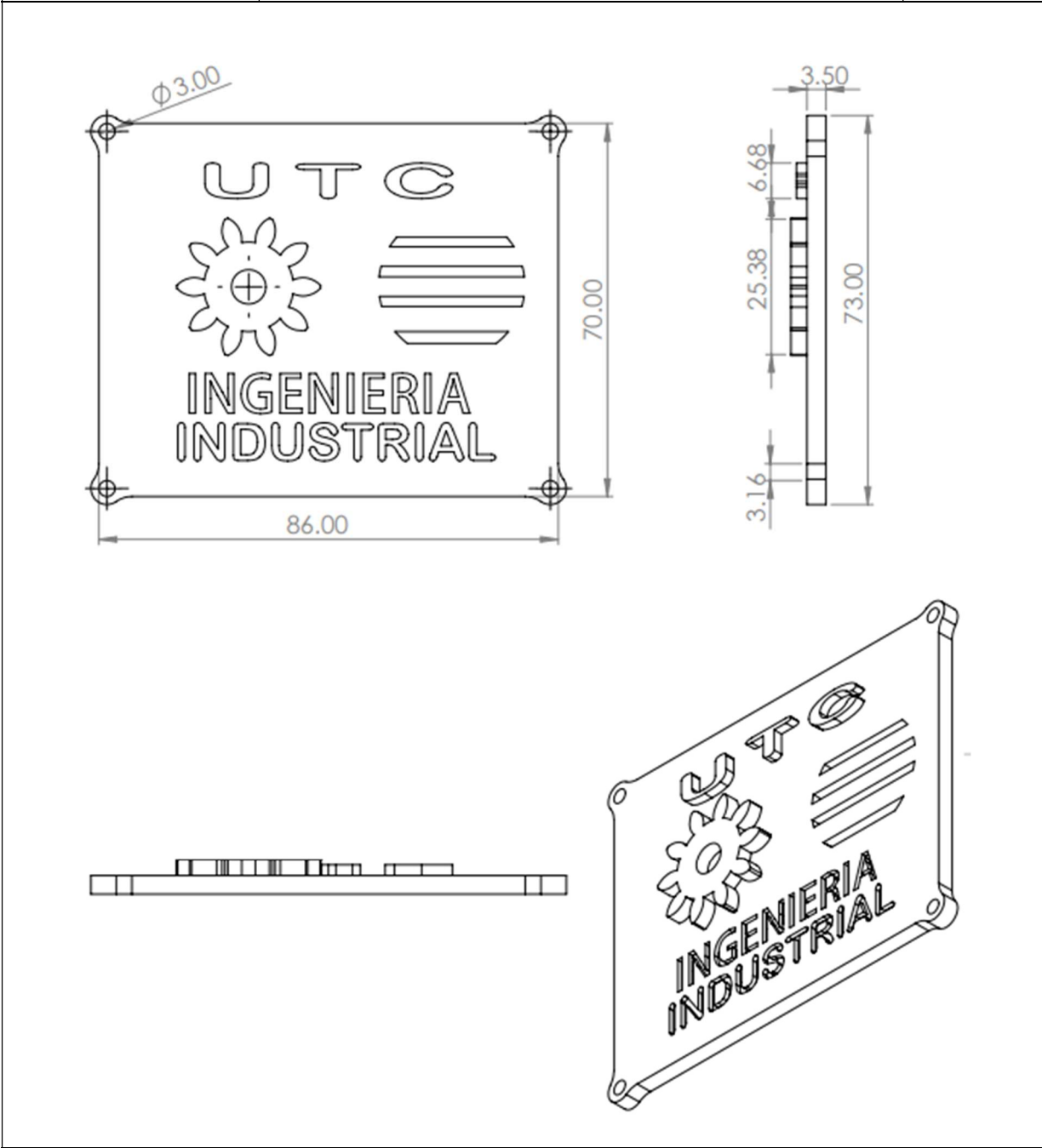
DASHBOARD UBIDOTS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
ABRIL 2022 – AGOSTO 2022



ANEXO X	VISTAS 2D DISEÑO DE TAPA DEL PROTECTOR	
---------	--	--



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
ABRIL 2022 – AGOSTO 2022





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
ABRIL 2022 – AGOSTO 2022





UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



Ingeniería
Industrial

Latacunga, 01 de agosto del 2022

Estimado.

DIRECTOR DE PLANTA INSOMET

Ing. Hugo Jiménez,

Yo Galo Efraín Caín Daquilema con ID: 1724933278 y Kevin David Gutierrez Moya con ID: 180484460, alumnos de la Universidad Técnica de Cotopaxi y del ING. Ángel Marcelo Tello Condor con ID: 0501518559, docente de la carrera de Ingeniería Industrial, nos es grato dirigirnos a Ud. Para saludarlo cordialmente y manifestarle:

Que solicitamos la autorización para realizar análisis y pruebas de temperatura, humedad, ruido e iluminación utilizando un traje de monitoreo de condiciones ambientales los días viernes 05 de agosto del 2022, lunes 08 de agosto del 2022 y martes 09 de agosto del 2022. Pruebas que nos ayudaran a certificar la confiabilidad del traje.

Sin más que decir nos despedimos de usted, esperando que nuestra petición sea aceptada favorablemente gracias.

Atentamente;


GALO EFRAÍN CAIN DAQUILEMA
Ci: 1724933278
Telf: 0981930451


KEVIN DAVID GUTIERREZ MOYA
Ci: 1804844601
Telf: 0992666468


ING. ANGEL MARCELO TELLO CONDOR
Ci: 0501518559
Telf: 0993394177

04/08/2022
Ing. Hugo Jiménez
Caína



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
ABRIL 2022 – AGOSTO 2022





ANEXO XIV

PANTALLA DE INICIO DE LA PLANTILLA DE EXCEL

Tratamiento Datos

Limpiar Tabla

IR A REPORTE

DATOS ARCHIVO CSV
Variables Físicas, Fecha y Hora

28.60,38.50,85.2,5.42,16.08.2022,15:17:21
 28.80,37.50,83.2,5.42,16.08.2022,15:17:51
 28.70,37.50,80.7,20.83,16.08.2022,15:18:21
 28.60,37.50,85.2,26.67,16.08.2022,15:18:51
 28.30,38.50,84.3,24.17,16.08.2022,15:19:21
 28.40,37.50,84.2,4.17,16.08.2022,15:19:51
 28.40,38.50,83.3,5.42,16.08.2022,15:20:21
 28.50,37.50,85.2,5.83,16.08.2022,15:20:51
 28.50,37.50,88.6,10.83,16.08.2022,15:21:21
 28.50,37.50,85.7,6.25,16.08.2022,15:21:51
 28.50,38.50,86.9,7.92,16.08.2022,15:22:21
 28.60,38.50,85.3,14.17,16.08.2022,15:22:51
 28.80,38.50,85.4,7.92,16.08.2022,15:23:21
 28.80,37.50,86.7,15.00,16.08.2022,15:23:51
 28.80,37.50,84.3,17.50,16.08.2022,15:24:21
 28.80,37.50,85.6,16.25,16.08.2022,15:24:51
 28.60,38.50,85.4,40.83,16.08.2022,15:25:21
 28.60,38.50,86.9,35.00,16.08.2022,15:25:51
 28.60,38.50,83.9,33.33,16.08.2022,15:26:21
 28.70,37.50,86.1,30.83,16.08.2022,15:26:51
 28.80,38.50,86.5,25.83,16.08.2022,15:27:21
 28.80,37.50,84.4,60.83,16.08.2022,15:27:51
 29.10,37.50,86.8,50.00,16.08.2022,15:28:21
 29.80,37.50,85.2,59.17,16.08.2022,15:28:51
 30.10,36.50,84.9,16.67,16.08.2022,15:29:21
 30.30,36.50,83.9,67.50,16.08.2022,15:29:51
 30.50,35.50,86.7,20.00,16.08.2022,15:30:21
 30.60,35.50,86.2,44.17,16.08.2022,15:30:51
 30.60,35.50,85.7,50.00,16.08.2022,15:31:21
 30.50,35.50,85.9,51.67,16.08.2022,15:31:51
 30.20,35.50,85.2,7.08,16.08.2022,15:32:21
 30.00,37.50,86.6,6.25,16.08.2022,15:32:51
 29.80,36.50,84.2,12.08,16.08.2022,15:33:21
 29.70,36.50,86.3,15.00,16.08.2022,15:33:51

DATOS FORMATO TEXO

Temp	Hum	Ruido	Ilum	Fecha	Hora
28.60	38.50	85.2	5.42	16.08.2022	15:17:21
28.80	37.50	83.2	5.42	16.08.2022	15:17:51
28.70	37.50	80.7	20.83	16.08.2022	15:18:21
28.60	37.50	85.2	26.67	16.08.2022	15:18:51
28.30	38.50	84.3	24.17	16.08.2022	15:19:21
28.40	37.50	84.2	4.17	16.08.2022	15:19:51
28.40	38.50	83.3	5.42	16.08.2022	15:20:21
28.50	37.50	85.2	5.83	16.08.2022	15:20:51
28.50	37.50	88.6	10.83	16.08.2022	15:21:21
28.50	37.50	85.7	6.25	16.08.2022	15:21:51
28.50	38.50	86.9	7.92	16.08.2022	15:22:21
28.60	38.50	85.3	14.17	16.08.2022	15:22:51
28.80	38.50	85.4	7.92	16.08.2022	15:23:21
28.80	37.50	86.7	15.00	16.08.2022	15:23:51
28.80	37.50	84.3	17.50	16.08.2022	15:24:21
28.80	37.50	85.6	16.25	16.08.2022	15:24:51
28.60	38.50	85.4	40.83	16.08.2022	15:25:21
28.60	38.50	86.9	35.00	16.08.2022	15:25:51
28.60	38.50	83.9	33.33	16.08.2022	15:26:21
28.70	37.50	86.1	30.83	16.08.2022	15:26:51
28.80	38.50	86.5	25.83	16.08.2022	15:27:21
28.80	37.50	84.4	60.83	16.08.2022	15:27:51
29.10	37.50	86.8	50.00	16.08.2022	15:28:21
29.80	37.50	85.2	59.17	16.08.2022	15:28:51
30.10	36.50	84.9	16.67	16.08.2022	15:29:21
30.30	36.50	83.9	67.50	16.08.2022	15:29:51
30.50	35.50	86.7	20.00	16.08.2022	15:30:21
30.60	35.50	86.2	44.17	16.08.2022	15:30:51
30.60	35.50	85.7	50.00	16.08.2022	15:31:21
30.50	35.50	85.9	51.67	16.08.2022	15:31:51
30.20	35.50	85.2	7.08	16.08.2022	15:32:21
30.00	37.50	86.6	6.25	16.08.2022	15:32:51
29.80	36.50	84.2	12.08	16.08.2022	15:33:21
29.70	36.50	86.3	15.00	16.08.2022	15:33:51

DATOS TRATADOS

DATOS TRATADOS		Insomet			
Fecha	Hora	Temp	Hum	Ruido	Ilum
16/08/2022	15:17:21	28,60	38,5	85,2	5,42
16/08/2022	15:17:51	28,80	37,5	83,2	5,42
16/08/2022	15:18:21	28,70	37,5	80,7	20,83
16/08/2022	15:18:51	28,60	37,5	85,2	26,67
16/08/2022	15:19:21	28,30	38,5	84,3	24,17
16/08/2022	15:19:51	28,40	37,5	84,2	4,17
16/08/2022	15:20:21	28,40	38,5	83,3	5,42
16/08/2022	15:20:51	28,50	37,5	85,2	5,83
16/08/2022	15:21:21	28,50	37,5	88,6	10,83
16/08/2022	15:21:51	28,50	37,5	85,7	6,25
16/08/2022	15:22:21	28,50	38,5	86,9	7,92
16/08/2022	15:22:51	28,60	38,5	85,3	14,17
16/08/2022	15:23:21	28,80	38,5	85,4	7,92
16/08/2022	15:23:51	28,80	37,5	86,7	15
16/08/2022	15:24:21	28,80	37,5	84,3	17,5
16/08/2022	15:24:51	28,80	37,5	85,6	16,25
16/08/2022	15:25:21	28,60	38,5	85,4	40,83
16/08/2022	15:25:51	28,60	38,5	86,9	35
16/08/2022	15:26:21	28,60	38,5	83,9	33,33
16/08/2022	15:26:51	28,70	37,5	86,1	30,83
16/08/2022	15:27:21	28,80	38,5	86,5	25,83
16/08/2022	15:27:51	28,80	37,5	84,4	60,83
16/08/2022	15:28:21	29,10	37,5	86,8	50
16/08/2022	15:28:51	29,80	37,5	85,2	59,17
16/08/2022	15:29:21	30,10	36,5	84,9	16,67
16/08/2022	15:29:51	30,30	36,5	83,9	67,5
16/08/2022	15:30:21	30,50	35,5	86,7	20
16/08/2022	15:30:51	30,60	35,5	86,2	44,17
16/08/2022	15:31:21	30,60	35,5	85,7	50
16/08/2022	15:31:51	30,50	35,5	85,9	51,67
16/08/2022	15:32:21	30,20	35,5	85,2	7,08
16/08/2022	15:32:51	30,00	37,5	86,6	6,25
16/08/2022	15:33:21	29,80	36,5	84,2	12,08
16/08/2022	15:33:51	29,70	36,5	86,3	15

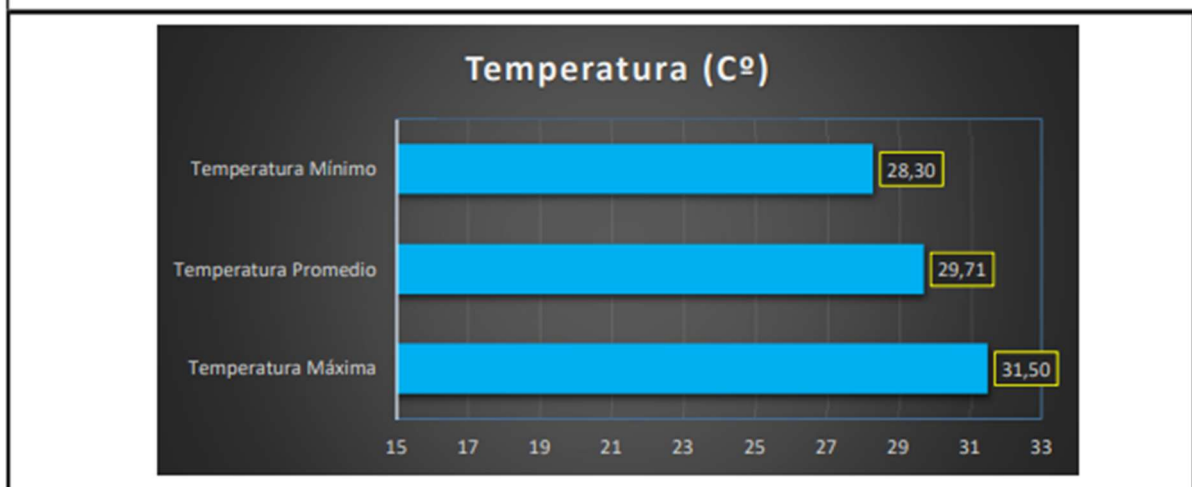
INICIO | TEMPERATURA | HUMEDAD | RUIDO | ILUMINACIÓN | REPORTE



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
ABRIL 2022 – AGOSTO 2022



Reporte de Evaluación de Riesgos debido a Factores Ambientales			
Empresa:	Empresa de Textiles Insomet - Panzaleo		FECHA
Area de Trabajo:	Area 5 - Hilas	Factor Ambiental:	Temperatura
			16/08/2022
Valores Condiciones Ambientales en puesto de trabajo			
Temperatura Máxima	31,50	N° muestras superior al óptimo	60
Temperatura Promedio	29,71		
Temperatura Mínimo	28,30	N° muestras inferior al óptimo	0
Temperatura Óptima	14		


Parámetros definidos por Normativas

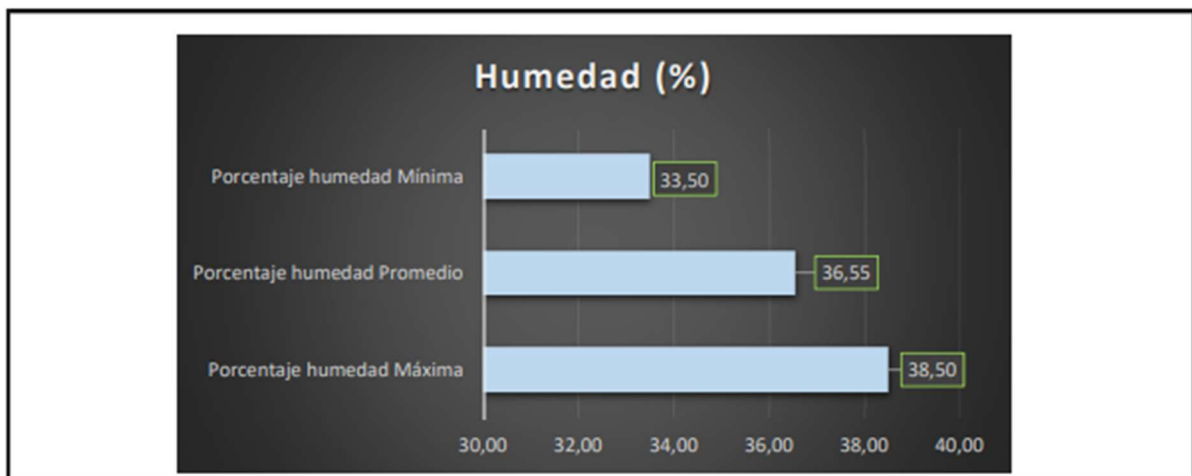
- 1) La temperatura de los lugares de trabajo donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25°C
- 2) Las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la SST.
- 3) En la medida de lo posible, deberán evitarse las temperaturas extremas, los cambios bruscos de temperatura.

PELIGROS	RIESGOS
Temperaturas altas (Calor)	Sarpullido por Calor
	Edema por calor
	Desmayo o síncope por calor
	Calambres por calor
	Agotamiento por calor
	Golpe de calor

Medidas Preventivas Necesarias

- Establecer puntos de hidratación y proporcionar agua fresca de forma segura y de fácil acceso.*
- Implementar sistemas de acondicionamiento térmico en el area de trabajo que disminuya las altas temperaturas.*
- Habilitar un rincón de descanso con buena ventilación natural o ventiladores.*
- Comprobar si el calor excesivo causa problemas a la calidad de los productos o a la salud de los trabajadores.*
- Vestir con ropas claras y de tejido ligero.*

Reporte de Evaluación de Riesgos debido a Factores Ambientales				
Empresa:	Empresa de Textiles Insomet - Panzaleo			FECHA
Area de Trabajo:	Area 5 - Hilas	Factor Ambiental:	Humedad	16/08/2022
Valores Condiciones Ambientales en puesto de trabajo				
Porcentaje humedad Máxima	38,50	N° muestras superior al máximo	0	
Porcentaje humedad Promedio	36,55			
Porcentaje humedad Mínima	33,50	N° muestras inferior al mínimo	0	
Porcentaje humedad max Óptima	75			
Porcentaje humedad min Óptima	30			



<i>Parámetros definidos por Normativas</i>
1) La humedad estará comprendida entre el 30% y 50%
2) En los locales o puestos de trabajo donde existan riesgos por electricidad estática el límite inferior de humedad será del 50%.
3) Las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la SST.
4) En la medida de lo posible, deberán evitarse las humedades extremas.

PELIGROS	RIESGOS
Humedad baja	Piel seca agrietada
	Susceptibilidad a rinovirus
	Hemorragias nasales
	Problemas respiratorios
	Agravar alergias

Medidas Preventivas Necesarias
<i>Implementar sistemas de humidificación que ayuden a elevar o mantener el porcentaje de humedad adecuados</i>
<i>Incorporar sistemas de ventilación para la correcta circulación del aire</i>
<i>Pausas de recuperación</i>

Reporte de Evaluación de Riesgos debido a Factores Ambientales			
Empresa:	Empresa de Textiles Insomet - Panzaleo	FECHA	
Area de Trabajo:	Area 5 - Hilas	Factor Ambiental:	Iluminación
			0
Valores Condiciones Ambientales en puesto de trabajo			
Nivel de iluminación Máximo	0,00	N° muestras superior al adecuado	0
Nivel de iluminación Promedio	0,00		
Nivel de iluminación Mínimo	0,00	N° muestras inferior al recomendado	60
Nivel de iluminación adecuado	100		



Parámetros definidos por Normativas
1) Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos.
2) Para pasillos, patios y lugares de paso la iluminación mínima será de 20 luxes.
3) Para operaciones como manejos de materias, desechos de mercancías, embalaje será necesario 50 luxes.
4) Taller de textiles, industria manufacturera, salas de máquinas y calderos necesitarán mínimo 100 luxes.
5) Para talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva e imprentas necesitará 200 luxes.
6) Trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía necesitará 300 luxes.
7) Trabajos en las que sea necesario una fina distinción como fresado y torneado necesitará 500 luxes.
8) Cuando se exija una distinción extremadamente fina la iluminación mínima será de 1000 luxes.

PELIGROS	RIESGOS
Nivel de iluminación bajo	Fatiga ocular
	Cansancio y Dolor de Cabeza
	Estrés
	Accidentes
	Alteraciones musculoesqueléticas por posturas incómodas

Medidas Preventivas Necesarias
Iluminar el área de trabajo y minimizar los cambios de luminosidad
Proporcionar suficiente iluminación a los trabajadores, de forma que puedan trabajar en todo momento de manera eficiente y confortable
Usar colores claros para las paredes y techos cuando se requieran mayores niveles de iluminación
Reubicar las fuentes de luz o dotarlas de una con mayor capacidad de iluminación

Firma Responsable



INSOMET-HILANSUR LATACUNGA

Pastocalle, 23 de Agosto de 2022

AVAL DE CERTIFICACIÓN

Con el presente Documento, en calidad de Jefe de Planta de la empresa Textilera INSOMET-HILANSUR Latacunga a nombre de la empresa, se pone en constancia que los estudiantes; **Caín Daquilema Galo Efraín** con ID: **1724933278** y **Gutiérrez Moya Kevin David** con ID: **1804844601**, de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, han desarrollado el proyecto tecnológico **"Estudio Automatizado de Condiciones Ambientales de un Puesto de trabajo Mediante un Traje de Monitoreo"**, y realizaron la entrega del informe final del estudio validando así el correcto funcionamiento del proyecto.

Sin otro particular autorizo para que usen el presente documento para cualquier fin legal pertinente de la Universidad.



INSOMET Cia. Ltda.
Industria Ecuatoriana de Textiles
Ing. Mario Vargas
CI: 050380387-6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
ABRIL 2022 – AGOSTO 2022

