

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15
			VERSIÓN	02
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		FECHA	03/04/2017
			PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ		
Jefe División de Biblioteca	Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S) YENIFER ANDREA APELLIDOS: CABALLERO SILVA

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): SERGIO ALEXANDER APELLIDOS: CASTRO CASADIEGO

NOMBRE(S): MATÍAS APELLIDOS: HERRERA CÁCERES

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): MÓDULO DE DESARROLLO CON TECNOLOGÍA ARDUINO E INTERNET DE LAS COSAS PARA EL LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL EN LA CIUDAD DE CÚCUTA

El laboratorio de Fabricación digital (por sus siglas FABLAB) fue un logro obtenido desde la Universidad Francisco de Paula Santander por medio de la convocatoria del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, para promover el desarrollo de la investigación y el emprendimiento. Esto permite fortalecer los procesos de investigación de los diferentes programas académicos de la institución y de la comunidad en general. Está constituido de espacios para impresión en 3D, corte laser y equipos de prensado, aulas para el desarrollo de iniciativas en internet de las cosas (IoT), un área de realidad virtual, otra destinada para el desarrollo de drones, tanto industriales como de prototipado, un espacio de coworking y un área de ensamblado. El presente proyecto realiza el diseño e implementación de un módulo enfocado en tecnología Arduino e internet de las cosas, a través de seis etapas con el fin de abarcar casos de la vida real y plantear soluciones que puedan ser replicadas por terceros. Además, por medio de la divulgación crea capacitaciones certificadas planteadas en educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) que le permiten a la comunidad general acceder a este tipo de conocimientos.

PALABRAS CLAVES:

Arduino UNO, Internet de las Cosas, Metodología STEM, módulo de aprendizaje.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 164

PLANOS: NO

CD ROOM: NO

ILUSTRACIONES: 95

MÓDULO DE DESARROLLO CON TECNOLOGÍA ARDUINO E INTERNET DE LAS
COSAS PARA EL LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL EN LA CIUDAD
DE CÚCUTA

YENIFER ANDREA CABALLERO SILVA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

MÓDULO DE DESARROLLO CON TECNOLOGÍA ARDUINO E INTERNET DE LAS
COSAS PARA EL LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL EN LA CIUDAD
DE CÚCUTA

Trabajo de grado presentado para optar por el título de:
Ingeniero Electrónico

YENIFER ANDREA CABALLERO SILVA

Director:

Msc. SERGIO ALEXANDER CASTRO CASADIEGO
Ingeniero Electrónico

Codirector:

PhD. MATÍAS HERRERA CÁCERES
Ingeniero de Sistemas

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: CÚCUTA, 26 DE ABRIL DE 2023

Hora: 17:00

Lugar: SALA CO-WORKING FABLAB

Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Título del trabajo de grado: "MÓDULO DE DESARROLLO CON TECNOLOGÍA ARDUINO E INTERNET DE LAS COSAS PARA EL LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL EN LA CIUDAD DE CÚCUTA."

Jurados: IE PhD. FRANCISCO MORENO GARCIA
IE MSc. JULIAN TARAZONA ANTELIZ

Director: IE. MSc. SERGIO CASTRO CASADIEGO

Codirector: IE. PhD MATÍAS HERRERA CÁCERES

Nombre del Estudiante:	Código:	Calificación:	
		Número	Letra
YENIFER ANDREA CABALLERO SILVA	1161509	4,4	Cuatro, cuatro

APROBADA


FRANCISCO MORENO GARCIA


JULIAN TARAZONA ANTELIZ


SERGIO SEPÚLVEDA MORA
Coordinador Comité Curricular
Ingeniería Electrónica

Tabla de contenido

	Pág.
Presentación	18
1. Descripción del proyecto	19
1.1. Planteamiento del problema	19
1.2. Justificación del proyecto	21
1.2.1. Beneficios tecnológicos	22
1.2.2. Beneficios sociales	22
1.2.3. Beneficios institucionales	22
1.2.4. Beneficios económicos	22
1.3. Objetivos	23
1.3.1. Objetivo General	23
1.3.2. Objetivos específicos	23
1.4. Limitaciones y Delimitaciones	23
1.4.1. Limitaciones	23
1.4.2. Delimitaciones	24
2. Marco referencial	25
2.1. Antecedentes	25
2.2. Marco Teórico	31
2.2.1. Arduino	31

2.2.2.	Internet de las cosas	32
2.2.3.	Sensores y Actuadores	33
2.2.4.	Identificación por Radio frecuencia	34
2.2.5.	Protocolo <i>I2C</i>	37
2.2.6.	STEM	38
2.3.	Marco legal	39
3.	Metodología	42
3.1.	Recolección de la información, métodos sobre la enseñanza y aplicación de la tecnología.	42
3.2.	Diseño del módulo de desarrollo con tecnología Arduino e Internet de las Cosas.	42
3.3.	Implementación y evaluación de las etapas del módulo mediante pruebas de funcionamiento.	45
3.4.	Divulgación de los resultados.	45
4.	Resultados	46
4.1.	Documentación de la literatura	46
4.2.	Diseño del módulo	64
4.2.1.	Selección de herramientas tecnológicas	64
4.2.2.	Diseño de los diagramas de flujo	74
4.2.3.	Creación del código de programación de cada etapa	80
4.2.4.	Simulación de los diseños electrónicos	81

4.2.5.	Implementación y pruebas	88
4.3.	Divulgación	98
4.3.1.	Diseño del material didáctico	98
4.3.2.	Capacitación del modulo	100
4.3.3.	Encuesta de satisfacción	108
5.	Conclusiones	121
6.	Recomendaciones	123
7.	Trabajos futuros	124
8.	Referencias	125
9.	Anexos.	128

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Tipo de sensores. Fuente propia.	34
Figura 2. Proceso de transmisión de datos [17].	35
Figura 3. Primera pregunta FABLAB.	53
Figura 4. Segunda pregunta FABLAB.	54
Figura 5. Tercera pregunta FABLAB.	54
Figura 6. Cuarta pregunta FABLAB.	55
Figura 7. Quinta pregunta FABLAB.	55
Figura 8. Sexta pregunta FABLAB.	56
Figura 9. Séptima pregunta FABLAB.	56
Figura 10. Octava pregunta FABLAB.	57
Figura 11. Novena pregunta FABLAB.	57
Figura 12. Decima pregunta FABLAB.	58
Figura 13. Primera parte de opinión.	58
Figura 14. Segunda parte de opinión.	58
Figura 15. Primera pregunta COLFRAJOC.	59
Figura 16. Segunda pregunta COLFRAJOC.	59
Figura 17. Tercera pregunta COLFRAJOC.	60
Figura 18. Cuarta pregunta COLFRAJOC.	60
Figura 19. Quinta pregunta COLFRAJOC.	61
Figura 20. Sexta pregunta COLFRAJOC.	61
Figura 21. Séptima pregunta COLFRAJOC.	62

Figura 22. Octava pregunta COLFRAJOC.	62
Figura 23. Novena pregunta COLFRAJOC.	63
Figura 24. Decima pregunta COLFRAJOC	63
Figura 25. Primera parte de aportes COLFRAJOC.	64
Figura 26. Segunda parte de aportes COLFRAJOC.	64
Figura 27. Diagrama de funcionamiento de la etapa 1.	75
Figura 28. Diagrama de funcionamiento de la etapa 2.	76
Figura 29. Diagrama de funcionamiento de la etapa 3.	77
Figura 30. Diagrama de funcionamiento de la etapa 4.	78
Figura 31. Diagrama de funcionamiento de la etapa 5.	79
Figura 32. Diagrama de funcionamiento de la etapa 6.	80
Figura 33. Esquemático de la electroválvula.	82
Figura 34. Esquemático de la etapa 1.	83
Figura 35. Esquemático de la etapa 2.	83
Figura 36. Esquemático de la etapa 3.	84
Figura 37. Esquemático de la etapa 4.	85
Figura 38. Esquemático de la etapa 6.	85
Figura 39. Entorno de la aplicación en My App Inventor 2.	86
Figura 40. Diagrama de bloques de la aplicación móvil.	87
Figura 41. Prototipo de la papelera.	89
Figura 42. Cortes de cartón realizados para el prototipo.	90
Figura 43. Prototipo pintado y marcado.	90
Figura 44. Elementos soldados.	90

Figura 45. Prototipo Final.	91
Figura 46. Tabla cortada, pintada y con bisagras.	92
Figura 47. Impresión 3D de la caja principal.	92
Figura 48. Caja secundaria con botones.	92
Figura 49. Soldadura de los elementos.	93
Figura 50. Prototipo final parte delantera.	93
Figura 51. Prototipo final parte trasera.	93
Figura 52. Cortes de triplay realizado en la CNC.	94
Figura 53. Prototipo final.	94
Figura 54. Conexiones de los elementos.	95
Figura 55. Prototipo final.	95
Figura 56. Montaje de elementos electrónicos.	96
Figura 57. Entorno del programa creado.	97
Figura 58. Prototipo final con mensaje del botón 1.	97
Figura 59. Prototipo final con mensaje del botón 2.	98
Figura 60. Estructura propuesta para las guías.	99
Figura 61. Poster creado para la divulgación del curso en FABLAB.	101
Figura 62. Correo de bienvenida a los participantes.	102
Figura 63. Participación en la primera semana de proyectos de innovación y extensión social.	103
Figura 64. Socialización con estudiantes de 11 del Colegio Carmen Teresiano.	103
Figura 65. Socialización en el STEM YOUNG del FABLAB.	104
Figura 66. Socialización semillero SIINE.	104

Figura 67. Primera sesión del curso de Arduino en FABLAB.	105
Figura 68. Segunda sesión del curso de Arduino en FABLAB.	105
Figura 69. Tercera sesión del curso de Arduino en FABLAB.	106
Figura 70. Última sesión del curso de Arduino en FABLAB.	106
Figura 71. Primera sesión del curso a los estudiantes del Colegio Gonzalo Rivera Laguado en FABLAB.	107
Figura 72. Segunda sesión del curso a los estudiantes del Colegio Gonzalo Rivera Laguado en FABLAB.	107
Figura 73. Socialización con los estudiantes del grado 11-04 del Colegio Francisco José de Caldas.	108
Figura 74. Primera pregunta FABLAB satisfacción.	109
Figura 75. Segunda pregunta FABLAB satisfacción.	109
Figura 76. Tercera pregunta FABLAB satisfacción.	110
Figura 77. Cuarta pregunta FABLAB satisfacción.	110
Figura 78. Quinta pregunta FABLAB satisfacción.	111
Figura 79. Sexta pregunta FABLAB satisfacción.	111
Figura 80. Séptima pregunta FABLAB satisfacción.	112
Figura 81. Octava pregunta FABLAB satisfacción.	112
Figura 82. Novena pregunta FABLAB satisfacción.	113
Figura 83. Décima pregunta FABLAB satisfacción.	113
Figura 84. Opiniones del curso.	114
Figura 85. Primera pregunta COLFRAJOC satisfacción.	115
Figura 86. Segunda pregunta COLFRAJOC satisfacción.	115

Figura 87. Tercera pregunta COLFRAJOC satisfacción.	116
Figura 88. Cuarta pregunta COLFRAJOC satisfacción.	116
Figura 89. Quinta pregunta COLFRAJOC satisfacción.	117
Figura 90. Sexta pregunta COLFRAJOC satisfacción.	117
Figura 91. Séptima pregunta COLFRAJOC satisfacción.	118
Figura 92. Octava pregunta COLFRAJOC satisfacción.	118
Figura 93. Novena pregunta COLFRAJOC satisfacción.	119
Figura 94. Decima pregunta COLFRAJOC satisfacción.	119
Figura 95. Opiniones del curso COLFRAJOC.	120

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Parámetros de comparación para sensor de temperatura y humedad.	43
Tabla 2. Parámetros de comparación para sensor infrarrojo.	43
Tabla 3. Parámetros de comparación para sensor de movimiento.	44
Tabla 4. Parámetros de comparación para modulo bluetooth.	44
Tabla 5. Parámetros de comparación del sensor de nivel de líquido.	44
Tabla 6. Documentación del estado del arte con respecto al proyecto.	46
Tabla 7. Sistema de variables.	51
Tabla 8. Peso de los parámetros a comparar para selección de sensor de temperatura y humedad.	65
Tabla 9. Matriz de comparación de los sensores de temperatura y humedad.	65
Tabla 10. Matriz de decisión.	66
Tabla 11. Peso de los parámetros a comparar para selección de sensor infrarrojo	67
Tabla 12. Matriz de comparación de los sensores infrarrojos.	67
Tabla 13. Matriz de Decisión.	68
Tabla 14. Peso de los parámetros a comparar para selección de sensor de movimiento.	68
Tabla 15. Matriz de comparación de los sensores de movimiento.	69
Tabla 16. Matriz de decisión.	69
Tabla 17. Peso de los parámetros a comparar para selección del módulo bluetooth.	70
Tabla 18. Matriz de comparación de los módulos bluetooth.	70
Tabla 19. Matriz de decisión.	71
Tabla 20. Peso de los parámetros a comparar para selección del sensor de nivel de líquido.	72

Tabla 21. Matriz de comparación de los sensores de nivel de líquido.

72

Tabla 22. Matriz de decisión.

74

Lista de anexos

	Pág.
Anexo 1. Código de programación de la etapa 1.	128
Anexo 2. Código de programación de la etapa 2.	129
Anexo 3. Código de programación de la etapa 3.	132
Anexo 4. Código de programación de la etapa 4	150
Anexo 5. Código de programación de la etapa 5.	152
Anexo 6. Código de programación de la etapa 6.	154
Anexo 7. Manual de usuario del módulo.	156
Anexo 8. Carta de solicitud a la rectora del colegio Francisco José de Caldas.	157
Anexo 9. Certificado de participación en el primer encuentro de proyectos de extensión e innovación social.	158
Anexo 10. Evidencia de la sustentación preparatoria al semillero de investigación SIINE a la comunidad académica.	159
Anexo 11. Evidencia de asistencia a las sesiones de los participantes del curso ofertado en FABLAB.	160
Anexo 12. Evidencia de asistencia a las sesiones de los estudiantes del colegio Gonzalo Rivera Laguado.	162
Anexo 13. Evidencia de asistencia del Colegio Francisco José de Caldas.	163
Anexo 14. Carta de certificación de término de la pasantía.	164

Dedicatoria

Dedico este logro a mi papá que es la persona más importante en mi vida. A mi tía Omaira que ya no se encuentra con nosotros pero que le debo todo lo que soy. A mi nona Victoria por estar siempre para mí y apoyarme durante todos estos años. A mis hermanos, que ven en mí un ejemplo de lucha constante. A mis primos por darme el ánimo y apoyarme en todos los momentos. Y en especial a mi novio Julián, por ser tan incondicional, por su amor y por su comprensión a lo largo de estos años de estudio.

Agradecimientos

Primero darle gracias a Dios por darme sabiduría para llegar hasta la meta. Agradezco a mi papá por estar siempre para mí, ser mi guía en la vida y apoyarme en cada decisión; a toda mi familia, mi mamá, mis nonos, hermanos, tíos, primos que siempre me apoyaron, creyeron en mí y estuvieron a mi lado para animarme en este proceso. A mi novio, por motivarme en todos los momentos que lo necesite, por tanto amor y apoyo. Sin todos ellos nada de esto hubiera sido posible.

Presentación

El laboratorio de Fabricación digital (por sus siglas FABLAB) fue un logro obtenido desde la Universidad Francisco de Paula Santander por medio de la convocatoria del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, para promover el desarrollo de la investigación y el emprendimiento. Esto permite fortalecer los procesos de investigación de los diferentes programas académicos de la institución y de la comunidad en general. Está constituido de espacios para impresión en 3D, corte laser y equipos de prensado, aulas para el desarrollo de iniciativas en internet de las cosas (IoT), un área de realidad virtual, otra destinada para el desarrollo de drones, tanto industriales como de prototipado, un espacio de coworking y un área de ensamblado [1].

El presente proyecto realiza el diseño e implementación de un módulo enfocado en tecnología Arduino e internet de las cosas, a través de seis etapas con el fin de abarcar casos de la vida real y plantear soluciones que puedan ser replicadas por terceros. Además, por medio de la divulgación crea capacitaciones certificadas planteadas en educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) que le permiten a la comunidad general acceder a este tipo de conocimientos.

1. Descripción del proyecto

1.1. Planteamiento del problema

El Laboratorio de Fabricación Digital es un espacio que se encuentra abierto a la comunidad educativa y en general a la población de la región que lo requiera, lo que busca es disminuir la brecha digital y apoyar el fortalecimiento de habilidades asociadas a la fabricación digital. Creando un acercamiento al proceso real de producción de objetos, pruebas y creación de prototipos por medio de la oferta de cursos gratuitos en todas las áreas de desarrollo que allí se encuentran como fresado CNC (Control Numérico Computarizado), realidad virtual, diseño 3D, iniciativas en internet de las cosas, pero debido a la falta de conocimientos por parte de personal capacitado no se logra aprovechar todos los elementos, herramientas y equipos [1].

Contar con un laboratorio que se encuentra equipado y enfocado en iniciativas a través del IoT, es importante ya que es un tema que viene creciendo en la actualidad porque utiliza la conectividad para desarrollar sistemas con protocolos, y así mismo resalta la importancia de la electrónica digital en la interdisciplina como una manera de apoyar el desarrollo de los proyectos para que se realicen con mayor autonomía y se obtengan mejores resultados.

Esta red de laboratorios que se encuentran en el país ha ido creando espacios de capacitaciones a la comunidad por medio de la educación STEM, con el propósito de conectar las disciplinas escolares con el pensamiento lógico y la creatividad, generando interés en el sistema de educación superior. De esta manera, este método de enseñanza integral de los países del primer mundo, resalta las capacidades individuales y promueve actividades colaborativas que mejoran el desempeño académico y permiten hacer frente a uno de los mayores problemas que allí se evidencian como lo es la escasa productividad divulgativa de los proyectos creados por la comunidad del FABLAB, ya que el acceso a la literatura verídica se encuentre principalmente en

publicaciones on-line de libre acceso y no en canales tradicionales de alta calificación como en publicación de revistas y bases de datos [2] [3] [4].

En la actualidad, los circuitos electrónicos se encuentran en nuestro diario vivir, de ahí la importancia de buscar iniciativas que vinculen a la población en el desarrollo de hardware de manera sencilla y práctica, para esto se toma como referencia la placa Arduino que es de costo asequible, posee una programación sencilla y software libre. Por otro lado, se encuentra el concepto que marca tendencia en el momento que es el de IoT ya que cumple la función de conectar de manera alámbrica o inalámbrica objetos a la red de tal forma que haya transmisión de información. Al unir estas dos tecnologías las personas pueden brindar un aporte significativo e impactar el estilo de vida [5].

El interés por aprovechar todos los espacios del laboratorio crece cada día al verse allí materializados proyectos que por su alto costo no se llevaban a cabo, razón por la cual se promueve la realización de talleres y cursos a la comunidad para que conozcan el funcionamiento de las instalaciones, se animen a desarrollar sus ideas y puedan tener conocimientos bases al momento de llegar a implementar sus creaciones como lo requiere el FABLAB [6].

Con el objetivo del laboratorio de visibilizar, promover y divulgar el área de elementos electrónicos, se plantea la implementación del módulo basado en tecnología Arduino e IoT como base teórica y práctica para el proceso de divulgación dentro de la comunidad perteneciente a FABLAB con el fin de promover la formación en nuevas tecnologías aprovechando las instalaciones del laboratorio que están al servicio de la comunidad en general.

A partir de esto, surge el siguiente interrogante:

¿De qué manera diseñar un módulo de desarrollo con tecnología Arduino e internet de las cosas para el laboratorio de fabricación digital que promueva el uso de nuevas tecnologías en la población universitaria y en general de la ciudad de Cúcuta?

1.2. Justificación del proyecto

La apuesta del FABLAB por motivar y brindar apoyo a la comunidad para que aprenda haciendo a partir de una metodología activa de manera presencial o virtual, resalta su filosofía que está basada en la creación de artefactos físicos que puedan resolver necesidades llevando de esta manera a la materialización de las ideas. Y así, impulsar la importancia de enseñar a utilizar los recursos de hardware y software por medio de talleres y encuentros que se imparten de manera gratuita a la comunidad.

Debido al aumento de personas interesadas en utilizar las instalaciones, es necesario implementar un método de enseñanza basado en el modelo educativo STEM definido por la red de laboratorios FABLAB con el fin de que se imparta un aprendizaje activo, es decir, aprender haciendo, y se conecte con las experiencias del mundo real, para fortalecer el conocimiento y apoyar a las personas que vean en el FABLAB un espacio para crear y llevar a cabo sus ideas [7]. Este método de instruir basado en la creación de módulos mediante elementos electrónicos, es una apuesta innovadora donde se asiste al estudiante mediante guías explicativas para que de manera específica encuentre una base de conocimiento y una ayuda guiada para sus proyectos. Y de esta manera contribuir en la productividad divulgativa del laboratorio que es uno de los objetivos relevantes.

Lo que aporta beneficios tecnológicos, sociales, institucionales y económicos, que se describirán a continuación.

1.2.1. Beneficios tecnológicos

Trabajar la implementación de cada una de las etapas por medio de software libre, permite que los códigos puedan ser usados y modificados de acuerdo con las necesidades de las personas que lo requieran. Además, usar dispositivos y elementos novedosos de Arduino e Iot, que tengan versatilidad para cumplir con los requerimientos de cada una de las etapas propuestas.

1.2.2. Beneficios sociales

El desarrollo del módulo en el laboratorio FABLAB, que es de acceso al público en general, permite que cualquier persona de la región adquiera nuevos conocimientos sobre las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. Además, promueve el desarrollo del pensamiento computacional para dar solución tecnológica a problemas cotidianos.

1.2.3. Beneficios institucionales

Aportar a las líneas de investigación relacionadas con la tecnología Arduino e IoT, permitiendo de esta manera, impulsar a la comunidad académica y general a poner en práctica sus conocimientos, dando reconocimiento de educación de calidad a la Universidad Francisco de Paula Santander y al programa de Ingeniería Electrónica. Y de esta manera, dar a conocer el FABLAB como un espacio de libre acceso, que cuenta con la tecnología y espacio para llevar a cabo los proyectos que estén en etapa de ejecución, aportando al compromiso institucional.

1.2.4. Beneficios económicos

Implementar un algoritmo que permita el desarrollo del módulo mediante dispositivos de hardware libre, así como la utilización de software libre y gratuito, reduce los costos debido a que es en el valor de las licencias donde se realiza la mayor inversión. Además, utilizar la

placa microcontroladora Arduino UNO de bajo costo, permite realizar una menor inversión respecto a otras placas con las que se pueda implementar el módulo.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar un módulo de desarrollo con tecnología Arduino e Internet de las Cosas para el Laboratorio de Fabricación Digital en la ciudad de Cúcuta.

1.3.2. Objetivos específicos

- Recolectar información y métodos sobre la enseñanza y aplicación de la tecnología Arduino, educación STEM e Internet de las cosas que permita identificar parámetros para el desarrollo del módulo.
- Diseñar el módulo de desarrollo con tecnología Arduino e Internet de las Cosas.
- Implementar y evaluar las etapas del módulo mediante pruebas de funcionamiento.
- Divulgar los resultados obtenidos con el apoyo del Laboratorio de Fabricación Digital a la comunidad académica y personas en general.

1.4. Limitaciones y Delimitaciones

A continuación, se muestran las limitaciones y delimitaciones a las que se rigió la implementación de la pasantía.

1.4.1. Limitaciones

El desarrollo del módulo consta de seis etapas enfocadas en situaciones problemáticas del entorno cotidiano, cada etapa tiene un algoritmo propio basado en software libre, implementación y su guía explicativa orientadas a nuevas tecnologías como Arduino e IoT.

1.4.2. Delimitaciones

Espacial: El proyecto se desarrolló en el aula de electrónica del FABLAB donde se implementó el módulo.

Conceptual: El desarrollo del proyecto se basó en los lineamientos de microcontroladores, instrumentación electrónica, educación STEM, a través de software libre.

Temporal: El proyecto se implementó en un máximo de 4 meses. La divulgación se realizó por medio de capacitaciones, cada etapa contó con el proceso de divulgación, para un máximo de 15 personas, con una duración de 16 horas máximo distribuidas en dos semanas, de las cuales 10 horas serán de trabajo teórico, 2 horas de trabajo en casa y 4 horas de implementación, este tiempo ha sido definido por el FABLAB para que puedan ser generados los certificados a quienes cumplan con la totalidad de las horas.

2. Marco referencial

2.1. Antecedentes

En esta sección, se muestran los trabajos que presentan enfoques similares a la propuesta, así como los aportes más significativos que se puede tomar de cada uno.

TÍTULO: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA SOLUCION IoT PARA EL SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO DE UN CICLOPARQUEADERO INTELIGENTE.

AUTOR: PARADA NICOLAS; MORENO JUAN – 2019

Este proyecto realiza un diseño y prueba a nivel de laboratorio en la Universidad Santo Tomas en la ciudad de Bogotá, el sistema de control de acceso se desarrolla bajo los objetivos de ciudades inteligentes con estándares basados en Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT), aborda la problemática de la congestión vehicular en las principales avenidas de la ciudad de Bogotá, debido al creciente uso de bicicletas lo convierte en un blanco fácil para los ladrones, pero también ha permitido crear un modelo de negocio basado en la creación de ciclo parqueaderos que tengan altos niveles de seguridad y confianza para los usuarios, ya que en la ciudad se cuenta con la infraestructura necesaria para que la movilidad por las ciclorutas tenga un alcance de 500km. La metodología abordada se desarrolla en tres fases, la primera es la fase de diseño donde se define todo lo relación con la solución IoT y se realiza la interfaz web, el diseño de la estructura física y se elígela nube, la segunda fase es de desarrollo donde se pone en práctica cada uno de los componentes del sistema teniendo en cuenta los requerimientos del diseño, y por último en la fase de validación se verifica el funcionamiento de cada componente y el sistema en conjunto mediante pruebas y así validando que se cumplan todos los requerimientos necesarios. Este sistema consta de dos infraestructuras, la primera que es infraestructura física de cuatro cerraduras conectadas a un módulo maestro que controla el

ingreso de las bicicletas, el otro módulo de contraseña para la validación de la clave que se asigna de acuerdo al espacio escogido y el módulo esclavo que se encarga de la seguridad. La otra parte es la nube creada por medio de microservicios AWS, donde por medio de una interfaz web se registran nuevos usuarios, se ingresa una bicicleta ya registrada, o se retira se hace una sola vez el proceso y la nube factura por el tiempo que dura este proceso, y además se observan los reportes en el administrador. Tiene un aspecto importante que es la notificación por medio de correo electrónico al usuario del lugar donde guardó su bicicleta. Al momento de la validación mediante pruebas se presentó falta de puertos digitales en la placa Arduino para la conexión con la pantalla LCD, para dar solución a esto se optó por utilizar el módulo adaptador de LCD a I2C para reducir el uso a solo dos puertos digitales [8].

Realiza el manejo e integración del protocolo I2C para obtener el uso de varios módulos esclavo que permitan obtener información desde varios lugares, también aporta las herramientas para el desarrollo de una solución IoT para que pueda ser elegida la que mejor se ajuste a la necesidad. La identificación se realiza por medio de tarjetas RFID para tomar decisiones de acuerdo al menú que el usuario escoja, y el almacenamiento en la nube aporta la importancia de este proyecto para tener un almacenamiento amplio y conectado a una interfaz web que permita manejar todo el proceso más fácil para el usuario.

TÍTULO: EDUCACIÓN STEM EN Y PARA EL MUNDO DIGITAL. CÓMO Y POR QUÉ LLEVAR LAS HERRAMIENTAS DIGITALES A LAS AULAS DE CIENCIAS, MATEMÁTICAS Y TECNOLOGÍAS

AUTOR: LOPEZ VICTOR; COUSO DIGNA; SIMARRO CRISTINA – 2020

Destaca el uso del modelo educativo STEM como un beneficio que se puede proporcionar a las herramientas digitales con el fin de mejorar competencias escolares para el incentivo del desarrollo personal y profesional en la era digital dotándolo de mayor sentido y significatividad. Se centra en el aporte de las oportunidades de la enseñanza digital por medio de herramientas y en el por qué y cómo usarlas para aprovechar todos los beneficios que brindan en conjunto con el STEM. Además, recalca que su mejora de forma automática depende de los modelos didácticos que implemente el docente para motivar al estudiante no solo a tener todo hecho sino a hacerlo desde su imaginación. Ante las herramientas digitales también se tienen en cuenta potenciales riesgos donde se deben valorar pros y contras de la introducción de herramientas digitales y acceso al mundo digital de niños y jóvenes, así como decidir las formas correctas de guiar esta introducción. Por esta razón destacan tres puntos importantes en su metodología para la práctica de STEM que son: la experimentación mediante la observación para que los estudiantes recolecten y analicen datos de la variable que sea de su interés mediante herramientas digitales que facilitan su comprensión por medio de diagramas y así optimicen su tiempo, la elaboración mediante la solución de problemas para que pueda expresar sus ideas y desarrollen modelos que faciliten su entendimiento, la argumentación y la comunicación para promover un mejor y mayor aprendizaje en las aulas, llevándolos a similitudes con prácticas reales. Se basa en el posicionar el uso crítico, reflexivo y estructurado de las herramientas digitales en el desarrollo de aulas STEM como algo necesario [9].

Muestra el camino y los retos que se presentan al desarrollar un sistema de aula STEM mediante el uso de herramientas digitales, como proceso para mejorar las competencias educativas en los estudiantes y progresar en su desarrollo personal y profesional, enfatizando en la forma más óptima que se debería impartir las clases. Aporta una perspectiva más amplia del

uso de estas herramientas y en las oportunidades que ofrece la enseñanza STEM en el aprendizaje digital. También guía la forma de tratar la brecha escolar por medio de la alfabetización digital, contribuir al desarrollo del pensamiento computacional y de cómo minimizar los riesgos virtuales a los que se enfrentan.

TÍTULO: DOCUMENTACIÓN DE PROYECTOS EN LOS FABLABS: UN MODELO EXPLICATIVO.

AUTOR: LENA FRANCISCO; GARCIA MARIA – 2018

Propone una investigación con metodología mixta, es decir, cuantitativa y cualitativa de la escasa bibliografía científica y modelos teóricos sobre el que se basan los proyectos. Se basan en hipótesis de acuerdo a entrevistas realizadas, sobre los factores que intervienen en la documentación de los trabajos realizados en el FABLAB pues no lo ven como su prioridad, encuentran que la probabilidad de documentar disminuye cuando no hay una persona asignada a este proceso y aumenta cuando existe una creencia de que la divulgación del proyecto aporta al conocimiento, además de involucrar a los usuarios en la creación, lo que le da importancia a los proyectos considerados significativos. Destacan como principal dificultad en la investigación realizada es la rápida expansión de los laboratorios, lo que hace que la información deba ser actualizada constantemente, de igual manera estando enfocados en el ambiente tecnológico los métodos de enseñanza se deben modificar constantemente alterando las actividades básicas de los laboratorios. Su metodología se basa en dos fases: la fase cualitativa donde se revisa y analiza la bibliografía de los grupos de discusión, para elaborar hipótesis de cuales factores se interponen en la documentación de proyectos, creando así un cuestionario de varias etapas para obtener información en la segunda fase; la segunda fase cuantitativa verifica las hipótesis planteadas, y obtienen la información a través del cuestionario dirigido a responsables y directores de

FABLAB, contando con la participación de 124 laboratorios de 445 enlistados. Con los resultados obtenidos concluyen que hay aspectos que disminuyen el desarrollo de la documentación, desde la propia Fab Foundation y la red internacional de FABLABS se realizan esfuerzos para englobar los procesos de documentación para tener un proceso estándar en la réplica de cualquier proyecto en distintas partes del mundo [10].

Este proceso que es aprobado entre los usuarios de esta red de laboratorios constituye el verdadero objetivo del aprendizaje mutuo y el punto inicial para una innovación global que incluya los proyectos similares en entornos empresariales e industriales en cualquier lugar del mundo por medio de replicas en cualquier FABLAB ya que todos comparten los elementos. La difusión de los proyectos requiere de una adecuada documentación ya que su difusión actualmente se realiza a través de las redes sociales.

TÍTULO: DISEÑO Y ELABORACIÓN DE MÓDULOS PARA EL DESARROLLO DE EMPRENDIMIENTOS, PARA LA ETAPA DE INSERCIÓN LABORAL EN EL CENTRO DE CAPACITACIÓN MODULAR DE LA FUNDACIÓN PACES - CUENCA”.

AUTOR: BUENO LORENA; MARIN MARIA – 2010

El proyecto se encuentra enfocado en la colaboración con la fundación PACES que ofrece albergue, alimentación y alfabetización a niños y jóvenes en situación de vulnerabilidad y de riesgo por medio del servicio social de la comunidad, la propuesta se basa en ofrecer una nueva perspectiva de educación formal e integral potenciando sus capacidades para que tengan la oportunidad de progresar desde el acompañamiento y se implemente una propuesta educativo-laboral impulsando su creatividad y conocimientos básicos, evitando así que su trabajo ambulante no les permita estudiar, comprometiéndolos de manera directa a la responsabilidad.

Propone la creación de cinco módulos para la realización de emprendimientos en la fundación, basados en el desarrollo y el aprendizaje para que el alumno construya desde su propio conocimiento, mostrando el aprendizaje como un proceso divertido e interesante para que se integren a la sociedad de una forma productiva. Los módulos están propuestos de la siguiente manera: el primero, se basa en los conocimientos básicos a cerca de la empresa para poder iniciar un emprendimiento, el segundo desarrolla actitudes necesarias para el trabajo en equipo y las herramientas necesarias para alcanzar las metas, el tercero se encuentra información acerca de contabilidad, temas que son de vital importancia para el manejo del dinero, el cuarto se enfoca en la comercialización con el fin de lograr objetivos propuestos para que el emprendimiento crezca y enfocarse en clientes, competencia y publicidad, por último, el quinto modulo es un plan de negocios donde se lleva a la práctica todos las competencias adquiridas en el recorrido. Se crea con la finalidad ayudar al crecimiento personal y profesional. Concluyen que los módulos de aprendizaje serán un apoyo para que el alumno sea parte del medio en el que se desenvuelve su emprendimiento, además que adquieran valores para la vida laboral a pesar de las pocas oportunidades [11].

Este proyecto realiza un apoyo a creación de emprendimientos destacando el elemento fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje como lo es el material didáctico en este caso por medio de módulos para fortalecer la técnica para la aplicación de estos conocimientos, lo que permite una mejor planificación. Se enfatiza en que debe ser lo más interactivo posible para no perder la atención de los estudiantes, recalca la importancia de la lectura en el proceso y la capacitación con cada uno de ellos mediante el acompañamiento.

2.2.Marco Teórico

2.2.1. Arduino

Es una empresa de desarrollo de hardware, donde de manera sencilla se puede realizar programación, su principal objetivo es el diseño y creación de circuitos a partir del microcontrolador, el usuario tiene el alcance de construir sus ideas a través de procesamiento de señales y actuadores. La placa cuenta con varios puertos de comunicación digitales y análogos que permiten que haya comunicación por medio de señales vía bluetooth, wifi o ethernet. El software de código abierto permite expandirse a través de librerías de C++ y hacer uso de la estructura para el diseño innovador a través del internet de las cosas [5].

Arduino uno es la placa más documentada dentro del amplio rango de Arduino, es la primera que apareció en el mercado, lo que resulta ideal para el desarrollo inicial de hardware. Posee un microcontrolador ATmega328P, 14 pines digitales que pueden configurarse de entrada o salida, de esos 6 pueden ser usados como PWM (Pulse-Width Modulation), conector USB, botón de reseteo, un cristal de 16Mhz, 6 salidas analógicas y un Jack para alimentación de la placa. También posee una plataforma de programación que permite el control de los elementos conectados a la placa, se trata de un IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) escrito en Java, que son herramientas que se usan para el desarrollo o programación de aplicaciones [12].

Con la placa Arduino se pueden desarrollar todo tipo de proyectos entre las cuales se encuentra: la automatización industrial ya que funciona como controlador lógico programable, entrenamiento electrónico usado en educación y en proyectos iniciales, domótica como sistemas accesibles, arte para poder darle movimiento y animación, prototipado en proyectos [12].

2.2.2. Internet de las cosas

Este término fue descrito por Kevin Ashton para hablar de un sistema en el cual objetos se podían conectar por medio de sensores a internet, hoy en día se habla de este término como un concepto donde la conectividad a internet amplia la capacidad de utilidad de dispositivos uso diario. Esta tecnología impulsa nuevas tendencias como no lo son la conectividad de bajo costo y de gran velocidad con conexión inalámbrica, también es estándar el protocolo IP para incorporar los dispositivos de manera sencilla al software, la miniaturización como objetivo de ahorro de espacio y precio para las diferentes aplicaciones, y en el más importante se encuentra la computación en la nube para aprovechar la red en el almacenamiento de datos y tengan capacidades analíticas y de control [13].

En las aplicaciones más destacadas de la tecnología IoT destacan las del cuerpo humano como dispositivos para monitoreo y manejo de enfermedades, en el hogar sistemas de seguridad, en ciudades para espacios públicos e infraestructura y entre otras que incluyan la automatización de procesos a través de la conectividad [13].

Dentro de los diferentes conceptos que se han adoptado al internet de las cosas, resaltan el de una edición de la IEEE Communications Magazine donde muestra la IoT como una representación con presencia en internet, es decir, que comuniquen el mundo físico con el virtual por medio de aplicaciones para que se interactúe entre las cosas y la nube. En el Oxford Dictionaries se dice que es una interconexión desde la internet de elementos en dispositivos cotidianos que permiten el envío y la recepción de datos [13].

Se muestran cuatro modelos básicos de comunicación del internet de las cosas, en el primer caso el modelo “dispositivos a dispositivo” se conectan y se comunican directamente sin intermediarios, se usa generalmente en aplicaciones en los hogares ya que envían poca

cantidad de información. El segundo caso es el de “comunicaciones dispositivo a nube” para aprovechar los mecanismos de comunicación existentes para que se haga una conexión entre el dispositivo y la red IP, una aplicación muy conocida es el Smart TV de Samsung. El tercer caso es el modelo “dispositivo a puerta de enlace” donde hay un intermediario entre el dispositivo y la nube que da seguridad y traducción de datos, un claro ejemplo es el de un teléfono inteligente que por medio de una aplicación se comunica con otro dispositivo y envía datos a la nube. Por último, el modelo de intercambio de datos a través del “back-end” permite a los usuarios exportar y analizar datos de la nube combinadas con otras fuentes desde la que se conectan los elementos [13].

2.2.3. Sensores y Actuadores

Los sensores son dispositivos que responden a estímulos externos cuando detectan acciones que permiten obtener información del alrededor, el objetivo que cumplen es medir magnitudes físicas o químicas y transformarlas a señales eléctricas para que sean analizadas con un microcontrolador y se ejecute de manera automática las tareas programadas. Captan señales analógicas y binarias y son prácticos de usar, por eso en la actualidad las necesidades se cubren con sensores como lo son de movimiento, de temperatura, eléctricos, entre otros. La mayoría de sensores, se conectan al sistema de control mediante cableado, pero se pueden presentar casos de que ya incorporan las comunicaciones inalámbricas [14].

En la Figura 1 se muestra la clasificación de los sensores de acuerdo con la naturaleza de funcionamiento y a su función.

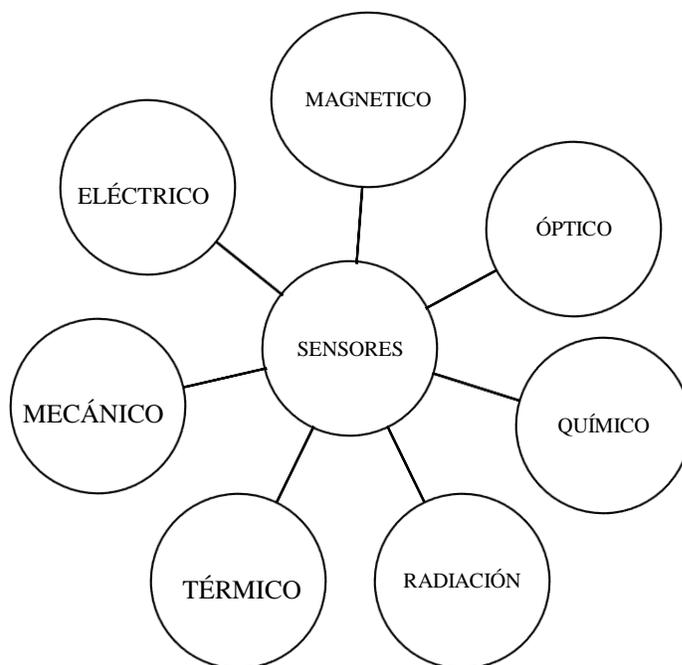


Figura 1. Tipo de sensores. Fuente propia.

Los actuadores, se encuentran como un dispositivo integrado a un sensor, mide la entrada física y desde un estímulo mecánico la convierte en salida de señales eléctricas, estos dispositivos funcionan desde un controlador y tienen la capacidad de medir variables controladas como lo son temperatura, presión, caudal, humedad, entre otros. La mayoría solo cuenta con dos estados marcha/paro, Abrir/cerrar, encender/apagar y son manejados mediante señales digitales como 0/1. Otra forma de controlarlos es mediante la modulación de ancho de impulsos (P.W.M.) que es muy común en la iluminación LED ya que controla los niveles de la luz. Los dispositivos más comunes son los relés y los contactores [15].

2.2.4. Identificación por Radio frecuencia

La identificación por radiofrecuencia (RFID), es una de las tecnologías más novedosas en la actualidad, está basada en el uso de etiquetas para controlar automáticamente datos e identificar elementos a través de un número único de identificación (ID), estas envían los datos a través de ondas de radiofrecuencia, donde las dos partes (tags y ordenador) deben

estar sintonizados a la misma frecuencia. En la Figura 2 se muestra el proceso que se realiza para el envío de los datos desde el tag pasando por la decodificación hasta llegar al computador que lo almacena [16].

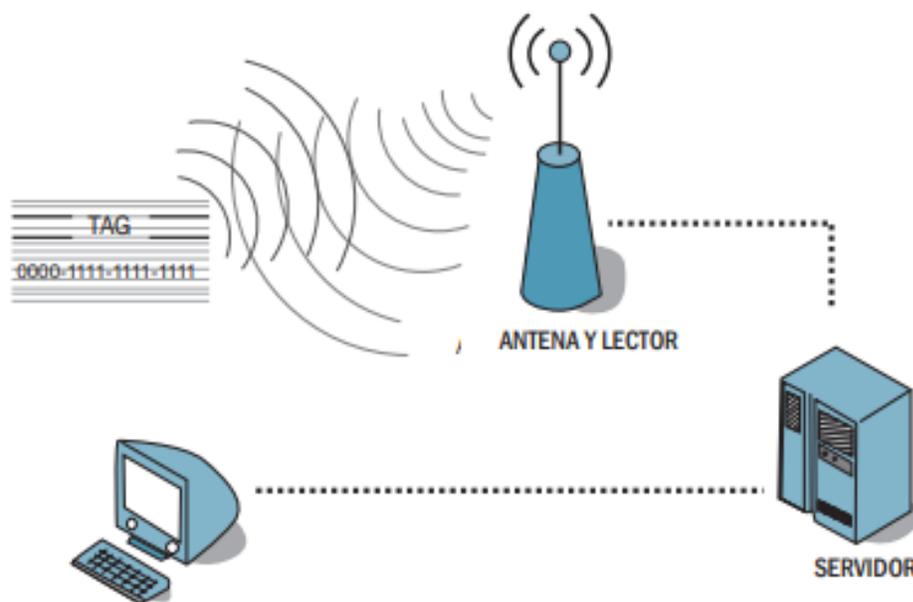


Figura 2. Proceso de transmisión de datos [17].

Uno de los problemas que se están visualizando es la incompatibilidad de las frecuencias en distintos países ya que no se cuenta con estandarización, el tamaño de la información almacenada en el tag y la promoción de mecanismos de seguridad de la información ante amenazas de privacidad. El auge de esta tecnología radica en el desarrollo de nuevos sistemas y soluciones para distintos ámbitos de implementación, dentro del más significativo se encuentra el control y seguimiento de artículos para optimizar procesos de contabilidad y monitorizar los productos, también se puede observar este proceso en los métodos de pago en autobuses donde se almacena el saldo del propietario [17].

2.2.4.1. Componentes. El sistema este compuesto de cuatro elementos principales:

- **Etiquetas:** también conocidos como tags, pueden clasificarse de acuerdo a su forma o características, pero la forma más común es pasivas y activas, las etiquetas pasivas no poseen sistema de energía solo trabajan con el campo generado por los lectores, tiene un corto alcance de lectura; las etiquetas activas tiene su propio sistema de alimentación, lo que incrementa los rangos de lectura siendo más eficiente en los lugares donde se presente mayor interferencia, permite la integración de diferentes sensores, aunque su costo y tamaño dependen de la capacidad de almacenamiento y del ancho de banda que se esté usando. Constan de una antena, un chip de silicio que contiene receptor y transmisor de ondas de radio, un modulador que envía la respuesta en forma de señales, memoria interna [16].
- **Lectores:** son los que reciben la señal de respuesta enviada por las etiquetas cuando estas se encuentran con la energía, esta energía es transmitida de manera continua por ondas de radio. La señal de respuesta es quien abarca toda la información que el chip tiene almacenada [16].
- **Antenas y radios:** son el medio de transmisión de información entre las etiquetas y los lectores, se conocen como la capa física del sistema y pueden afectar el rendimiento de la tecnología RFID [16].
- **Hardware de procesamiento:** es el almacenamiento de los datos utilizados para procesar toda la información que los lectores hayan obtenido [16].

2.2.4.2. Usos, ventajas y desventajas. Estas tarjetas están siendo empleadas en identificación de animales, en empresas automovilísticas que incluyen en las llaves un sistema antirrobo, en identificaciones medicas para alergias o en vigilancia [17].

Dentro de las ventajas llamativas, es que no hay necesidad de hacer contacto de forma directa con el escáner, y se puede leer a través de diferentes materiales desde cierta distancia. También de acuerdo con la capacidad de la etiqueta, se puede almacenar datos únicos de cada elemento o producto para hacer un seguimiento minucioso. Tiene identificación instantánea, con gran velocidad y resistencia a distintos factores [17].

Con este sistema, se considera que el retorno de la inversión se alcanzaría en dos o tres años ya que las diferencias totales son pequeñas y se ofrecerán día a día servicios más innovadores que generaran mayores ingresos. Hay que resaltar que, al ser una tecnología de red abierta, se pueden ver beneficios cuando haya una gran cantidad de usuarios utilizándolo [17].

2.2.5. Protocolo I2C

Es un puerto de comunicación serial, significa Inter Integrated Circuit, es decir, un bus donde su aplicación se basa en la comunicación entre circuitos integrados, define la trama de datos y las conexiones físicas para la transferencia entre dispositivos digitales 2 bits. El protocolo permite la conexión de 127 dispositivos esclavos, pues tiene diferentes elementos básicos entre el maestro y el esclavo. En otras palabras, se puede decir que se encarga de asignar las direcciones a cada tipo de circuito, para que circuitos que realicen la misma tarea posean la misma dirección sin importar quien sea su fabricante [18].

Es un bus que se usa básicamente para la comunicación entre el microcontrolador y sus periféricos en sistemas embebidos.

2.2.5.1. Elementos básicos.

- Maestro: es el encargado de la comunicación ya sea para iniciarla o finalizarla, y es quien controla el reloj, la información serial representada de manera binaria solo se envía por la línea de datos serial llamada SDA. Dos maestros no pueden usar un mismo puesto 12C [18].
- Esclavo: suele ser un sensor, y es quien el aporta la información valiosa al maestro, puede ser esclavo-transmisor o esclavo-receptor [18].

2.2.5.2. Tipos de señales. Todos los dispositivos están conectados a estas líneas en topología estrella, ya que es necesaria la conexión común a tierra para que haya un punto de referencia entre todos los dispositivos [19].

- SDA: Es la línea de datos seria (SERIAL DATA), es una señal a drenador abierto y está inmersa por el emisor independientemente si es maestro o esclavo [19].
- SCL: Es la señal síncrona (Serial Clock), se puede observar en forma de esclavo como una entrada y en forma de maestro como una salida además que posee la capacidad de evaluar su estado. Está inmersa únicamente en el maestro. Se utiliza para sincronizar la transferencia de datos a través del bus [19].

2.2.6. STEM

La intención de la educación STEM es combinar las cuatro disciplinas que la componen en una clase basados en problemas reales, enfatizando en el concepto dinámico de la educación científica para el desarrollo de ciudadanos integrales. Centrándose en la necesidad de llevar la investigación hacia este modelo educativo para desarrollar habilidades necesarias que enriquezcan el éxito educativo [20].

Para profundizar un poco más el acrónimo de STEM fue propuesto por la Fundación Nacional de Ciencias en los Estados Unidos, durante la década de 1990 por profesionales de cada una de las ramas que componen este modelo educativo, con el propósito de integrarlas a la educación escolar para llevar a cabo procesos de resolución de problemas, desarrollo de pensamiento crítico y afianzar la innovación por medio de la creatividad para la puesta en práctica de las habilidades interdisciplinarias. Por otra parte, Downes y Leonard aseguran que esta educación prepara a las personas para el futuro porque adquieren conocimientos fundamentales para identificar problemas cotidianos y resolverlos con estrategias propias que incluyan la participación del docente [21].

Para este método se toman tres pilares bases, el primero es inculcar en los estudiantes el interés por la ciencia, tecnología y las matemáticas para que puedan dar soluciones a problemas por medio de su pensamiento crítico. El segundo busca que los estudiantes desarrollen habilidades del siglo XXI y el tercero es que encuentren una ruta para crear su emprendimiento y se motiven a hacerlo [21].

2.3.Marco legal

- **Decreto 2076 de 1992:** “por el cual se reglamenta parcialmente el estatuto tributario y se dictan otras disposiciones”, que manifiesta:

Artículo 6. Definición de investigaciones científicas y tecnológicas. Se entiende por investigaciones de carácter científico y tecnológico todas aquellas destinadas a crear conocimiento, desarrollar invenciones, desarrollar o mejorar nuevos productos o procesos, o mejorar los existentes, o aumentar la productividad mejorando la eficiencia y la eficacia de los procesos productivos [22].

- **Proyecto de ley 270 del 2021:** “por medio de la cual se promueve la educación superior en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas”

Artículo 1. Objeto. El objeto de la presente Ley es promover el desarrollo económico del País y en especial la competitividad, la productividad y el emprendimiento, mediante el fomento de la educación superior en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas [23].

Artículo 2. Fondo para la Educación Superior en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Créase un Fondo Especial para el fomento de la Educación Superior en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas que asumirá los costos de las matrículas, así como los gastos de sostenimiento de los estudiantes que adelanten los programas de educación superior que señale la Comisión Académica establecida en el artículo tercero de la presente ley, según los lineamientos que se establecen a continuación [23].

- **Ley 1978 del 2019:**” Por la cual se moderniza el Sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC, se distribuyen competencias, se crea un Regulador Único y se dictan otras disposiciones”

Artículo 1. Objeto. La presente Ley tiene por objeto alinear los incentivos de los agentes y autoridades del sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), aumentar su certidumbre jurídica, simplificar y modernizar el marco institucional del sector, focalizar las inversiones para el cierre efectivo de la brecha digital y potenciar la vinculación del sector privado en el desarrollo de los proyectos asociados, así como aumentar la eficiencia en el pago de las contraprestaciones y cargas económicas de los agentes del sector [24].

- **Ley 1341 de 2009:** “por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC–, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones.”

Artículo 5. Las entidades del orden nacional y territorial y las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, TIC. Las entidades del orden nacional y territorial promoverán, coordinarán y ejecutarán planes, programas y proyectos tendientes a garantizar el acceso y uso de la población, las empresas y las entidades públicas a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Para tal efecto, dichas autoridades incentivarán el desarrollo de infraestructura, contenidos y aplicaciones, así como la ubicación estratégica de terminales y equipos que permitan realmente a los ciudadanos acceder a las aplicaciones tecnológicas que beneficien a los ciudadanos, en especial a los vulnerables y de zonas marginadas del país [25].

Artículo 25. Creación, naturaleza y objeto de la agencia nacional del espectro. Créase la Agencia Nacional del Espectro –ANE– como una Unidad Administrativa Especial del orden nacional, adscrita al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, sin personería jurídica, con autonomía técnica, administrativa y financiera. El objeto de la Agencia Nacional del Espectro es brindar el soporte técnico para la gestión y la planeación, la vigilancia y control del espectro radioeléctrico, en coordinación con las diferentes autoridades que tengan funciones o actividades relacionadas con el mismo [25].

3. Metodología

El trabajo de pasantía se realizó de forma secuencial de acuerdo a lo planteado en cada uno de los objetivos.

3.1. Recolección de la información, métodos sobre la enseñanza y aplicación de la tecnología.

La literatura consultada está asociada a las aplicaciones y usos de la tecnología Arduino e IoT, así como aspectos importantes a la hora de crear una solución a un problema cotidiano. En la revisión se priorizaron los trabajos de grados y artículos de investigación redactados principalmente en los idiomas de inglés y español disponibles en repositorios y bases de datos especializadas. En el capítulo 2, específicamente en los antecedentes, se muestran trabajos y artículos relacionados con el desarrollo del proyecto y se presenta el aporte para el desarrollo de este trabajo.

3.2. Diseño del módulo de desarrollo con tecnología Arduino e Internet de las Cosas.

Las temáticas elegidas para el desarrollo del módulo fueron: la primera etapa electrónica básica, la segunda etapa protocolo I2C, la tercera etapa RFID, la cuarta etapa sensores, la quinta etapa automatización y por último la etapa de IoT. Ya definidas las etapas se hace la selección de los elementos electrónicos que se van a utilizar.

Con la información recolectada para el desarrollo de la pasantía, se procede a la selección de las herramientas tecnológicas que se van a utilizar. La selección se realiza por medio de la comparación de parámetros a los cuales se les da un valor específico para poderse comparar entre ellos.

La matriz de priorización es la técnica que se utilizó para llevar a cabo la comparación entre los elementos y se distribuye de la siguiente manera: el valor de 10 es asignado si la opción

es mucho más eficiente que la comparada, 5 si es más eficiente, 1 si es igual, 1/5 si es menos eficiente y 1/10 si es mucho menos eficiente. Al final los valores obtenidos se suman y se obtiene el valor específico del parámetro.

La herramienta de hardware con la que cuenta el FABLAB y la cual se especificó en el título es el Arduino, de esta manera el software utilizado será el IDE que este proporciona. A continuación, se detalla cada una de las tablas con los parámetros elegidos para la selección de los sensores.

Los sensores de humedad y temperatura que fueron comparados son el DHT11, DHT22 y el HTU21D. La Tabla 1 presenta los parámetros comparados para la elección del sensor con la denotación de la matriz de priorización.

Tabla 1. Parámetros de comparación para sensor de temperatura y humedad.

Parámetro	Denotación
Precisión de temperatura	A
Precisión de humedad	B
Rango de medición	C
Disponibilidad en FABLAB	D

Los sensores infrarrojos que fueron comparados son el HC-SR501, FC-51 y el US-016. La Tabla 2 presenta los parámetros comparados para la elección del sensor con la denotación de la matriz de priorización.

Tabla 2. Parámetros de comparación para sensor infrarrojo.

Parámetro	Denotación
Corta distancia de detección	A
Menor ángulo de detección	B
Disponibilidad en FABLAB	C

Los sensores de movimiento que fueron comparados son el HC-SR04, KS0052 y el MH-SR602. La Tabla 3 presenta los parámetros comparados para la elección del sensor con la denotación de la matriz de priorización.

Tabla 3. Parámetros de comparación para sensor de movimiento.

Parámetro	Denotación
Detección de objetos	A
Menor rango de distancia	B
Tiempo de disparo	C

Los módulos bluetooth que se compararon fueron el BT HC-05, BT HC-06 y el NRF51822.

La tabla 4 presenta los parámetros comparados para la elección del sensor con la denotación de la matriz de priorización.

Tabla 4. Parámetros de comparación para modulo bluetooth.

Parámetro	Denotación
Menor voltaje de operación	A
Modo de operación	B
Disponibilidad en FABLAB	C

Los sensores de nivel de líquido que se compararon fueron el optomax LLC200D35H-LLPK1, corto ES7510-1 y el Flotador interruptor Arduino. La tabla 5 presenta los parámetros comparados para la elección del sensor con la denotación de la matriz de priorización.

Tabla 5. Parámetros de comparación del sensor de nivel de líquido.

Parámetro	Denotación
Menor consumo de voltaje	A
Tiempo de respuesta	B
Disponibilidad en FABLAB	C

Seguidamente se realizó el diseño del diagrama de flujo de cada una de las etapas donde se muestra el funcionamiento para que se tenga una mejor comprensión de cómo se abordó el problema. Cada etapa tiene su código de programación en el software libre, donde se analiza cada una de las acciones que se deben ejecutar sucesivamente. A continuación, se procedió a realizar la simulación y la arquitectura de cada etapa, así como el código para verificar que el funcionamiento del sistema en conjunto fuera óptimo y en caso de que se observe algún error o falla en el sistema cuando se realice la simulación, se proceda a buscar una nueva alternativa hasta que mediante simulación se pueda comprobar que el prototipo funciona adecuadamente.

3.3. Implementación y evaluación de las etapas del módulo mediante pruebas de funcionamiento.

Una vez culminada la fase de simulación donde se observó el correcto manejo de cada una de las etapas, se procedió a realizar la implementación física donde se ensamblaron las partes y se le dio un aspecto llamativo con el fin de que se asocie a la problemática tratada de cada etapa propuesta, se realizaron las pruebas de funcionamiento donde se verificó el correcto funcionamiento y se realizaron los ajustes necesarios a los diseños.

3.4. Divulgación de los resultados.

Mediante el FABLAB se realizó la convocatoria a la comunidad educativa y general de la región para divulgar mediante capacitaciones los resultados que se obtuvieron en cada etapa del módulo, estas capacitaciones tienen guías que se usan como base, creadas bajo el modelo educativo STEM donde se explica de forma detallada el proceso de elaboración y funcionamiento de cada una de las etapas, están enfocadas en hechos reales cotidianos para hacer la interacción más consciente y que puedan ser replicadas. Se establecieron los horarios y cupos máximos de participantes para brindar un mejor acompañamiento y al finalizar el proceso cada persona inscrita obtuvo su certificación otorgada por el FABLAB.

4. Resultados

En esta sección, se muestran los resultados obtenidos en el desarrollo del módulo, el cual se dividió en cuatro etapas: documentación de la literatura, diseño del módulo, implementación y pruebas, y divulgación.

4.1. Documentación de la literatura

Para la recolección de información sobre métodos y aplicaciones de la tecnología Arduino e IoT, en la Tabla 6 se presenta la búsqueda sintetizada de proyectos que sirvan como base para conocer cuáles son los más adecuados para el desarrollo de esta pasantía, obteniendo de esta manera un total de 10 proyectos en repositorios de literatura científica.

Tabla 6. Documentación del estado del arte con respecto al proyecto.

Referencia	Título del artículo	Metodología y/o plataformas	Aplicación
[26]	Uso de las plataformas LEGO y Arduino en la enseñanza de la programación.	Se desarrolla un conjunto de recursos docentes para la enseñanza de programación en ciencias e ingeniería, incluyendo demostraciones y módulos para los laboratorios, estas experiencias prácticas son apoyadas en la plataforma Arduino y LEGO una plataforma robótica educativa. Cada sesión contó con una duración de 2 horas donde se animaba al estudiante a experimentar.	Está diseñado para apoyar la docencia clásica al enseñar demostraciones en las clases teóricas y actividades en el laboratorio. Este material se divide en lo teórico y en un guion de prácticas para una o dos sesiones de laboratorio. El objetivo es estimular la curiosidad que se despierta en el estudiante al momento de desarrollar en la parte práctica lo visto en la clase. El sistema lego es utilizado para conectarlo con el Arduino y realizar la enseñanza de C++, mediante el diseño de un robot creado por Dave Parker. Se impulsa el trabajo en equipo y se reparten los roles para que

[27] Proyectos ARDUINO con estrategias de enseñanzas soportadas en blended learning.

Se uso el blended learning mediante un aula virtual en Moodle, allí están los recursos educativos abiertos que el docente les proporciona a los estudiantes. La estrategia utilizada es la de clase invertida para disminuir la presencialidad en lo teórico.

[28] Desarrollo de un robot sumo como material educativo orientado a la enseñanza de programación en Arduino.

Elaboración de un robot tipo sumo con piezas desmontables, como material didáctico para estimular el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos de electrónica y programación de Arduino. Cuenta con guías didácticas para el ensamble y para la programación lo

cada uno de los participantes cumpla con una función específica.

El objetivo de este trabajo es crear propuestas didácticas mediante el uso de software y hardware libre, con recursos educativos abiertos que permitan aprender de forma flexible de acuerdo a sus propios intereses, fue dictado a los estudiantes de las materias de Programación, Programación I y Electrónica Programable de las carreras: Ingeniería Electrónica con Orientación en Sistemas Digitales, Tecnicatura Universitaria en Redes de Computadoras y Tecnicatura Universitaria en Electrónica. Para la parte de implementación se basan en el principio de investigación – acción. Por último, se concluye que esta estrategia desarrolla competencias en aprendizajes para el futuro profesional acercándolos a un escenario real.

Se realiza una investigación exploratoria para analizar el impacto del prototipo dentro de un ambiente educativo, está dirigido a estudiantes de educación media. Debido a que es un prototipo desmontable y de fácil uso se implementa en el aprendizaje de programación de Arduino

		que permita su correcto funcionamiento.	y se complementa con las guías para que los estudiantes puedan interactuar y así experimentar con su creatividad. La educación está orientada a un ambiente educativo rural para que se tenga acceso a información complementaria. Está centrado en un prototipo móvil, basado en Arduino que censa los niveles de glucosa de cualquier persona y registrarlo en un sistema alojado en la web. Es un proyecto multidisciplinario, lo que activa la motivación por mejorar la atención en la salud. Al final se concluye que aplicar esta metodología eleva el nivel de entendimiento y desarrollo en un entorno donde es relevante la colaboración y la retroalimentación entre los estudiantes para que así puedan ir desarrollando competencias investigadoras. Esta tecnología se utiliza con el finde presentar alternativas ya existentes en las placas de desarrollo y se pusieron en comparación los dos microcontroladores para analizar su ventaja y desventaja. De igual manera a modo de ejemplo se muestran proyectos con este tipo de
[29]	ABP para la enseñanza y desarrollo de proyectos tecnológicos interdisciplinares en Arduino.	El proyecto aplica la metodología de aprendizaje basado en problemas para el proceso de enseñanza-aprendizaje, la importancia se basa en la formación integral y didáctica de los estudiantes en las áreas de programación y robótica. Se aplica esta metodología para que se puedan tomar problemas sacados de un contexto social y se construyan productos tecnológicos e impulsar el trabajo colaborativo.	
[30]	Plataformas para aplicaciones basadas en Tecnologías Open Source.	El artículo analiza la necesidad de implementar plataformas con tecnología Open Source como Arduino y Raspberry Pi para buscar soluciones en IoT y brindar información teórica al respecto.	

-
- [31] Módulo de entrenamiento para el desarrollo de aplicaciones electrónicas orientadas a la industria basado en microcontrolador Arduino.
- Su metodología se basa en hacer un paso a paso desde la programación, realizando el montaje, conexiones y prácticas. Además, crean el manual de manera interactiva ya que se encuentra dirigido a estudiantes de poco conocimiento en la herramienta.
- tecnología donde se destaca el mejoramiento del conocimiento mediante grupos creados interinstitucionalmente que permita mejorar el conocimiento táctico y explícito. Se diseña el módulo de entrenamiento con microcontrolador Arduino desde cero, imprimiendo cada una de las piezas con el fin de que se ensamble una caja para que tome forma de maletín con el objetivo que se use para el desarrollo de aplicaciones electrónicas orientadas a la industria. Concluyendo que el uso de material interactivo estimula el conocimiento y se torna más sencillo para el usuario inexperto pues con el uso de imágenes e ilustraciones proporciona una idea clara de lo que se va a lograr. Se aplica en el desarrollo de 3 fases para sintetizar la construcción del módulo que buscar impartir la enseñanza y el aprendizaje de la inteligencia artificial por medio de un módulo de circuitos electrónicos programables y así poder compartirlo con los estudiantes que realicen las practicas, cuenta con 8 practicas guiadas que complementa el aprendizaje. Actualmente, la formación superior incentiva el uso de nuevas
- [32] Diseño de un módulo de circuitos electrónicos programables como herramienta didáctica para la enseñanza – aprendizaje de inteligencia artificial de la carrera de ingeniería en computación y redes.
- Utiliza metodología cualitativa-cuantitativa con el objetivo de realizar encuestas y entrevistas para obtener información acerca del conocimiento que se tiene sobre la inteligencia artificial
-

[33]	<p>App móvil desarrollada con metodología Ágil para IoT controlada desde una red LAN/WAN con placa de desarrollo de hardware libre (Arduino).</p>	<p>Se desarrolla una aplicación móvil llamada Ardumonitor, tomando como metodología de desarrollo de aplicaciones móviles Dr. Móvil que basa su estructura en cinco fases.</p>	<p>estrategias para fortalecer la enseñanza. Es un proyecto educativo, que cambia el esquema rutinario al desarrollar aplicaciones y lo lleva a un entorno didáctico que despierta el interés en la creación de aplicaciones. El objetivo es monitorear aspectos de un Datacenter por medio de IoT en una red LAN/WAN donde su IP se obtiene para dejarlo fijo.</p>
[34]	<p>El uso del software de código abierto en el IoT.</p>	<p>Se basa en investigar la tendencia del uso de software libre y analizan cual es el más usado para el IoT, además se diseña un sistema de control de luces usando Arduino a través de internet como aplicación para la comprensión de la investigación.</p>	<p>El uso de código abierto permite unir distintas tecnologías, teniendo como base las comunidades en línea donde se encuentra un código fuente para poder probar o reconstruir. Según la investigación, se concluyó que la tendencia es usar software y hardware open Source para el desarrollo de soluciones IoT y los lenguajes más utilizados son C/C++, encontrados generalmente en placas Arduino, Esp32 y Raspberry y en segundo lugar el uso de Python. El hardware más usado para IoT es el Arduino y de segundo se encuentra Raspberry. Finalmente se resalta que el uso de tecnologías open Source evoluciona de una manera más rápida las tecnologías y ayuda con las soluciones.</p>
[35]	<p>Aplicación de la tecnología de Internet de</p>	<p>El proyecto introduce el IoT en la enseñanza secundaria, mediante el</p>	<p>El trabajo es realizado en colaboración con el proyecto educativo</p>

las Cosas en el ámbito educativo	desarrollo de aplicaciones móviles orientados a guías para que se pueda orientar al docente en su práctica y motivar a los estudiantes al tiempo que se divierten.	europeo “eS Garden – School Gardens for Future Citizens”. La necesidad de preparar estudiantes competentes digitalmente lleva a que se creen nuevas demandas para los educadores, por eso se proponen tres prototipos con el objetivo final de que el alumno lleve una interacción con la tecnología, basado en el uso de placas Arduino. La aplicación móvil se basa en la descarga de datos de Firebase.
----------------------------------	--	--

De la misma manera, para cumplir con el objetivo de divulgación, como punto de partida para el proceso de enseñanza y aprendizaje, se propone un sistema de variables como fundamento de investigación cualitativa para realizar un diagnóstico que permita establecer el diseño educativo del módulo que se propone con enfoque STEM. En la Tabla 7 se presenta el sistema realizado.

Tabla 7. Sistema de variables.

Objetivo	Variable	Dimensiones	Indicadores	Pregunta prueba diagnóstica.
Recolectar información y métodos sobre la enseñanza y aplicación de la tecnología Arduino, educación STEM e Internet de las cosas que permita identificar parámetros para el	Enseñanza y aplicación de Arduino e IoT con STEM.	Tecnológica.	Uso de la tecnología. Aplicaciones de IoT en el entorno.	En su aprendizaje, ¿Qué tan importante cree usted que sea el uso de la tecnología? El término IoT (Internet de las cosas), se refiere la conexión a internet de forma inalámbrica (sin cables), de objetos físicos cotidianos como electrodomésticos (nevera, licuadora, luces, TV) ¿El grado de importancia de aprender

desarrollo del módulo.	sobre aplicaciones con IoT es?
Aplicaciones con Arduino.	<p>Arduino es una plataforma de código abierto que permite crear y configurar sistemas electrónicos a partir de un hardware y software libre. Normalmente se usa con una tarjeta para programar, ¿Qué tan importante cree usted que sea aprender sobre Arduino?</p>
Inclusión de género.	<p>¿Qué nivel de importancia tiene para usted que tanto niñas como niños aprendan sobre las nuevas tecnologías?</p>
Trabajo en equipo.	<p>¿Qué tan importante cree usted que sea el trabajo en equipo para aprender?</p>
Social.	Soluciones al mundo real.
Uso de sensores para la vida diaria.	<p>Plantear soluciones en el aula de clase a problemas del mundo real es para usted:</p>
<p>Los sensores en la actualidad se encuentran en diferentes ámbitos de nuestra vida, ¿Qué nivel de importancia tiene para usted que sea aprender sobre el uso de sensores?</p>	
Formativa.	Aprendizaje practico.
<p>El aprendizaje por medio del desarrollo práctico, es para usted en un nivel de importancia:</p>	

Conocimiento interdisciplinario.	La educación STEM, integra la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y las Matemáticas para enseñar conocimientos mediante la práctica, para usted ¿Qué tan importante es aprender con este tipo de educación?
Manejo de programación.	Para usted, el aprender sobre programación lo considera:

Los resultados obtenidos en la aplicación de la encuesta diagnostican la cual contó con 10 preguntas, se dividen en los 2 grupos a los cuales se les aplicó.

En primer lugar, están los estudiantes que asistieron al curso realizado directamente en FABLAB de los cuales se obtuvieron 12 respuestas, los resultados arrojaron los siguientes porcentajes que se pueden observar de la Figura 3 a la Figura 14.

En su aprendizaje, ¿Qué tan importante cree usted que sea el uso de la tecnología?

12 respuestas

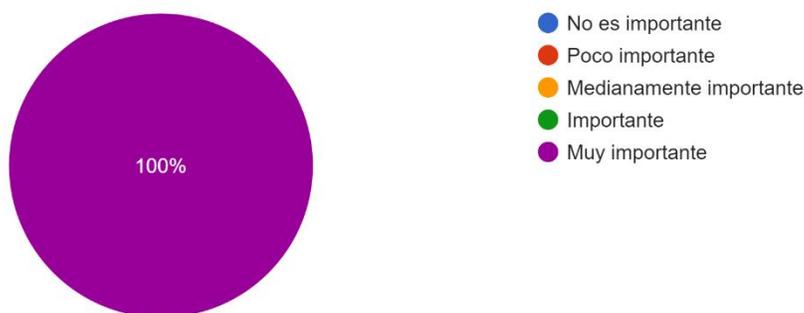


Figura 3. Primera pregunta FABLAB.

¿Qué nivel de importancia tiene para usted que tanto niñas como niños aprendan sobre las nuevas tecnologías?

12 respuestas

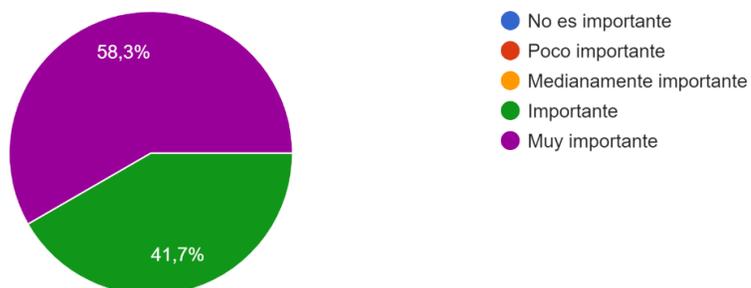


Figura 4. Segunda pregunta FABLAB.

El aprendizaje por medio del desarrollo práctico, es para usted en un nivel de importancia:

12 respuestas

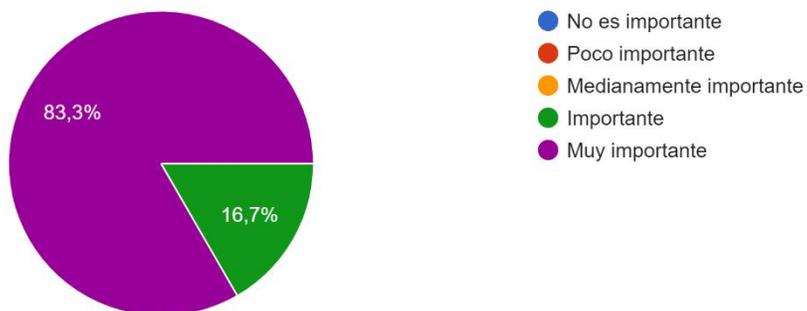


Figura 5. Tercera pregunta FABLAB.

¿Qué tan importante cree usted que sea el trabajo en equipo para aprender?

12 respuestas

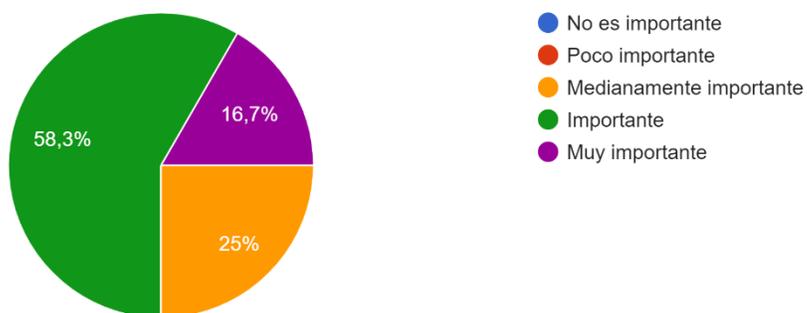


Figura 6. Cuarta pregunta FABLAB.

Plantear soluciones en el aula de clase a problemas del mundo real es para usted:

12 respuestas

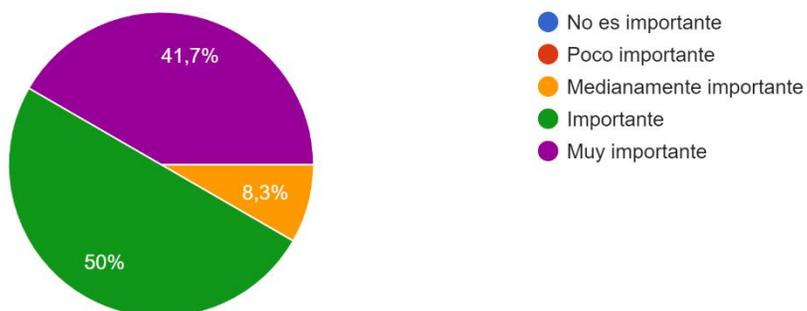


Figura 7. Quinta pregunta FABLAB.

Los sensores en la actualidad se encuentran en diferentes ámbitos de nuestra vida, ¿Qué nivel de importancia tiene para usted que sea aprender sobre el uso de sensores?

12 respuestas

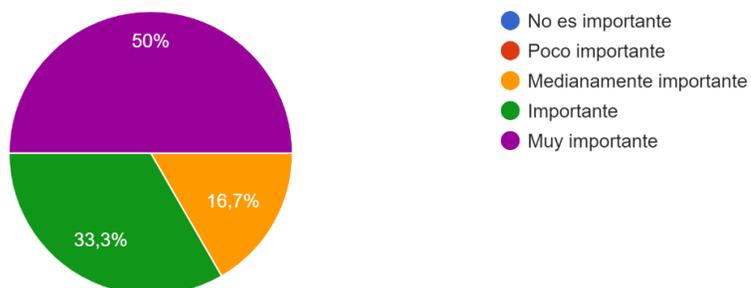


Figura 8. Sexta pregunta FABLAB.

La educación STEM, integra la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y las Matemáticas para enseñar conocimientos mediante la práctica, para usted ¿Q...portante es aprender con este tipo de educación?

12 respuestas

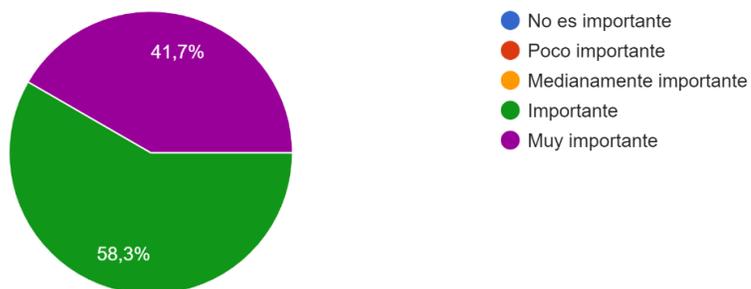


Figura 9. Séptima pregunta FABLAB.

El término IoT (Internet de las cosas), se refiere la conexión a internet de forma inalámbrica (sin cables), de objetos físicos cotidianos como electr...rtancia de aprender sobre aplicaciones con IoT es?
12 respuestas

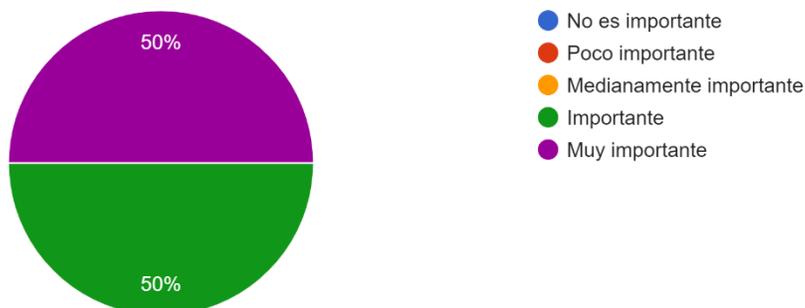


Figura 10. Octava pregunta FABLAB.

Para usted, el aprender sobre programación lo considera:
12 respuestas

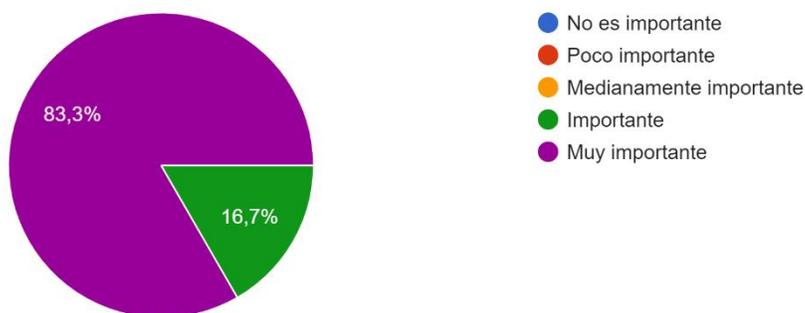


Figura 11. Novena pregunta FABLAB.

Arduino es una plataforma de código abierto que permite crear y configurar sistemas electrónicos a partir de un hardware y software libre. Normalmen...rtante cree usted que sea aprender sobre Arduino?

12 respuestas

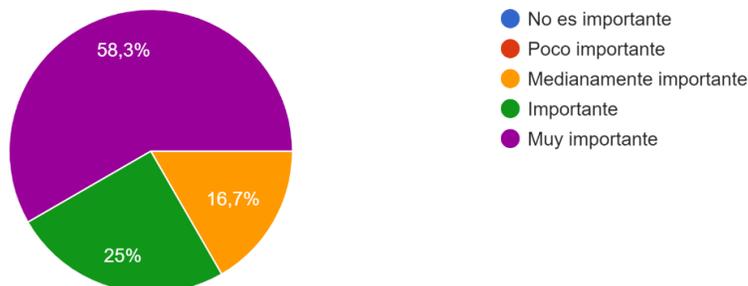


Figura 12. Decima pregunta FABLAB.

Describe sus expectativas y/o aportes sobre la formación que inicia

12 respuestas

Aprender un poco mas sobre las diferentes librerias y sensores que se trabajan en arduino
Espero aprender los fundamentos de arduino y robótica
Aprender a manejar una placa de arduino y diferentes circuitos electrónicos
Aprender y mejorar más mis conocimientos
Aprender lo máximo que se pueda sobre Arduino
Conocer sobre electrónica básica y también sobre la programación de arduino, para poder abarcar conocimientos más amplios
Tengo buenos pensamientos y espero buen recurso en este curso
Mis expectativas es aprender mucho sobre este curso

Figura 13. Primera parte de opinión.

Aprender nuevos fundamentos referentes a la electrónica, y aprender a manejar de forma básica el arduino para tener unas bases, futuramente me gustaría tener más información sobre el tema
Aprender mucho sobre Arduino, IoT y lograr llevar a la práctica ese conocimiento
Aprender y validar conocimiento en Arduino
Aprender a diseñar diferentes proyectos con arduino, como se programa y los diferentes usos en electrónica.

Figura 14. Segunda parte de opinión.

En segundo lugar, los estudiantes del grado 11-04 del Colegio Francisco José de Caldas de los cuales se obtuvieron 33 respuestas, se pueden observar los siguientes porcentajes desde la Figura 15 hasta la Figura 26.

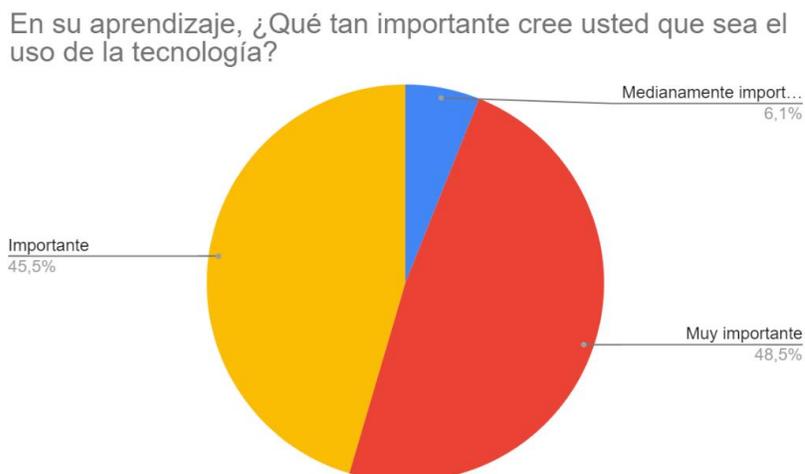


Figura 15. Primera pregunta COLFRAJOC.

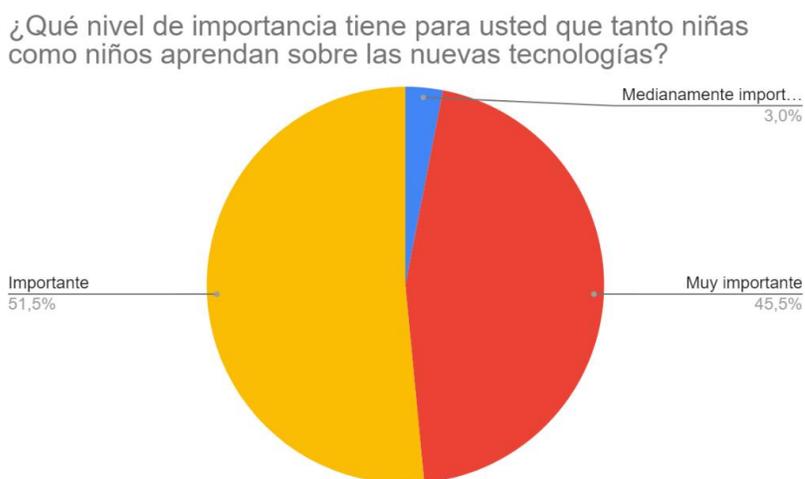


Figura 16. Segunda pregunta COLFRAJOC.

El aprendizaje por medio del desarrollo práctico, es para usted en un nivel de importancia:

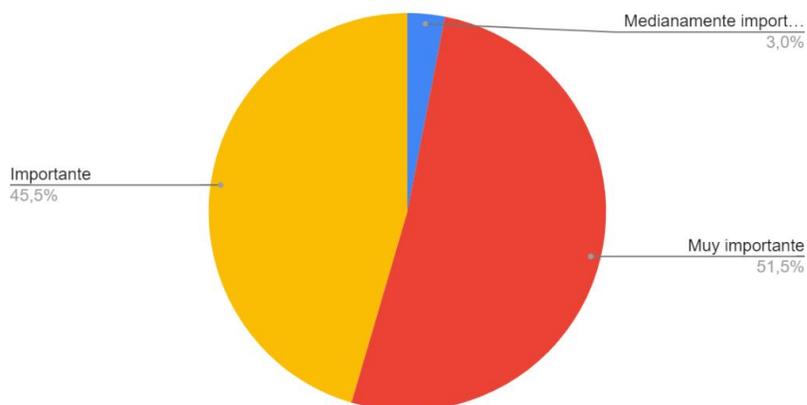


Figura 17. Tercera pregunta COLFRAJOC.

¿Qué tan importante cree usted que sea el trabajo en equipo para aprender?

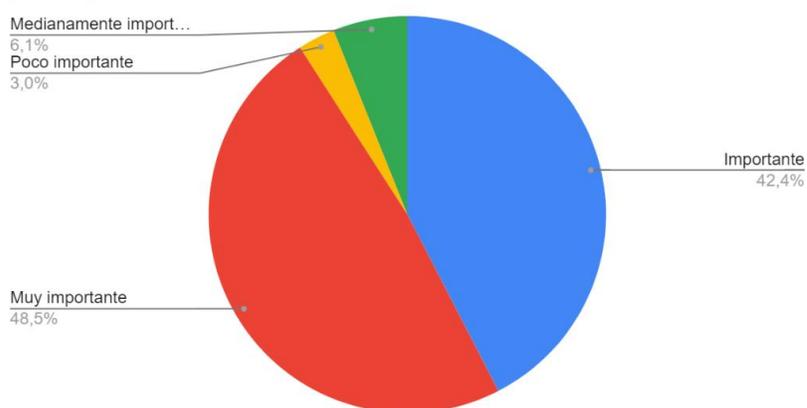


Figura 18. Cuarta pregunta COLFRAJOC.

Plantear soluciones en el aula de clase a problemas del mundo real es para usted:

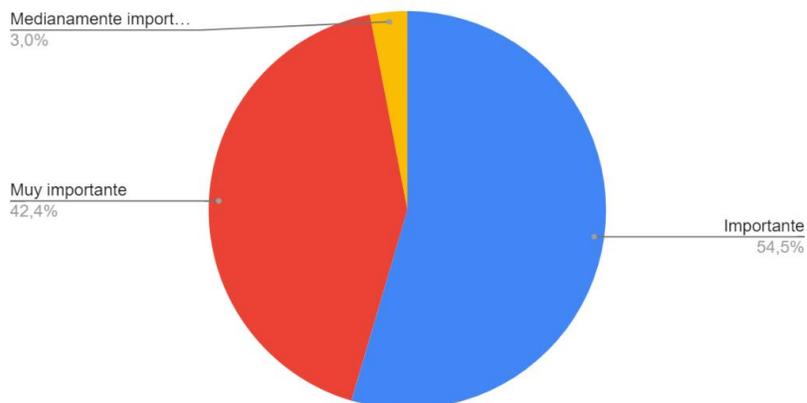


Figura 19. Quinta pregunta COLFRAJOC.

Los sensores en la actualidad se encuentran en diferentes ámbitos de nuestra vida, ¿Qué nivel de importancia tiene para usted que sea aprender sobre el uso de sensores?

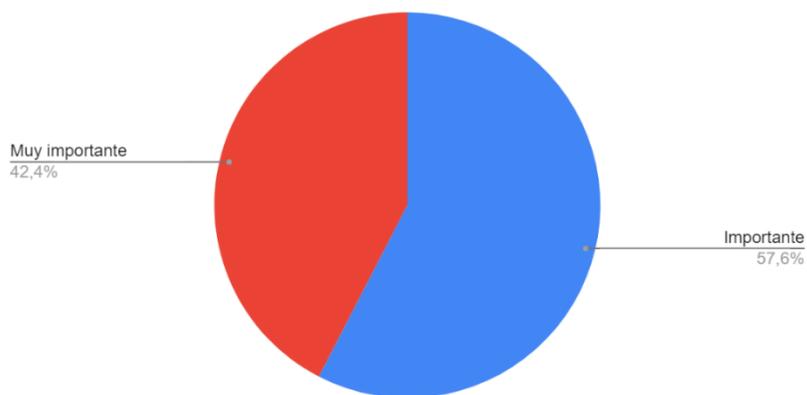


Figura 20. Sexta pregunta COLFRAJOC.

La educación STEM, integra la Ciencia, Tecnología, Ingeniería y las Matemáticas para enseñar conocimientos mediante la práctica, para usted ¿Qué tan importante es aprender con este tipo de educación?

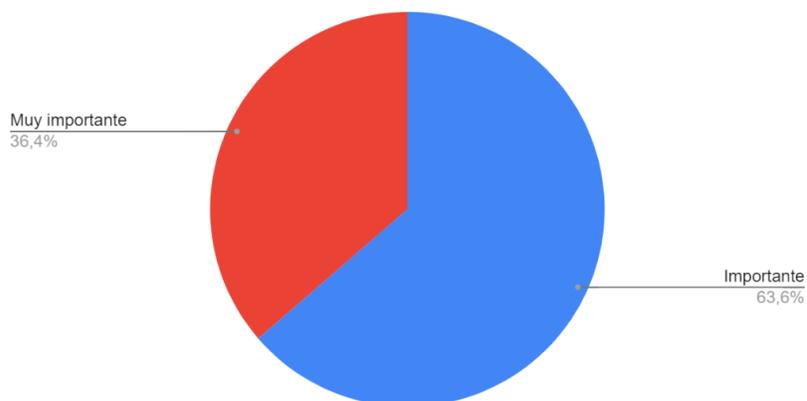


Figura 21. Séptima pregunta COLFRAJOC.

El término IoT (Internet de las cosas), se refiere la conexión a internet de forma inalámbrica (sin cables), de objetos físicos cotidianos como electrodomésticos (nevera, licuadora, luces, TV) ¿El grado de importancia de aprender sobre aplicaciones con IoT es?

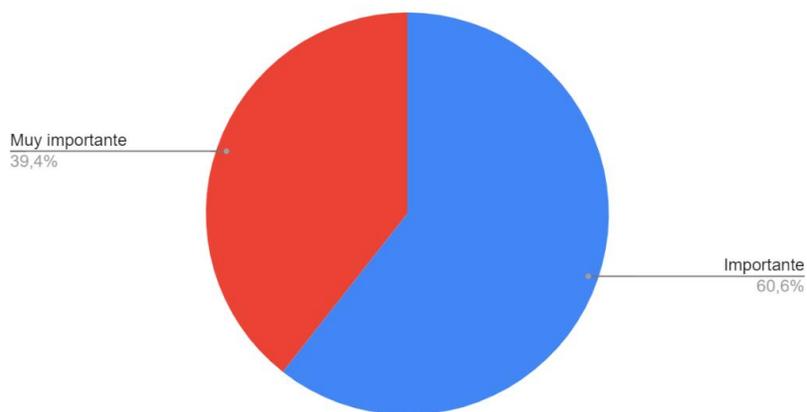


Figura 22. Octava pregunta COLFRAJOC.

Para usted, el aprender sobre programación lo considera:

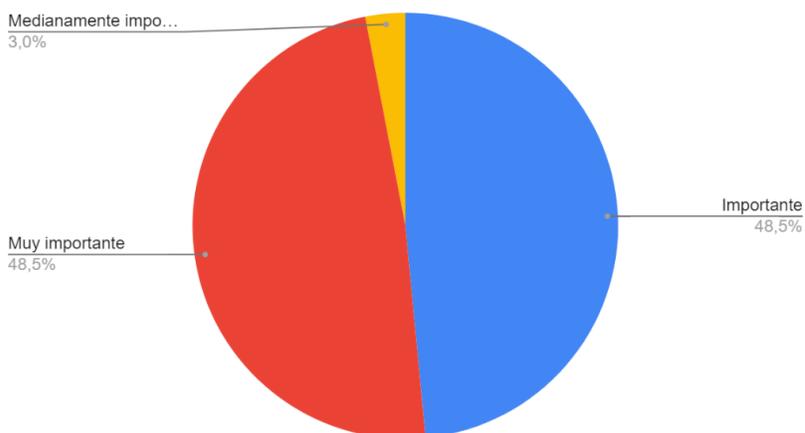


Figura 23. Novena pregunta COLFRAJOC.

Arduino es una plataforma de código abierto que permite crear y configurar sistemas electrónicos a partir de un hardware y software libre. Normalmente se usa con una tarjeta para programar, ¿Qué tan importante cree usted que sea aprender sobre Arduino?

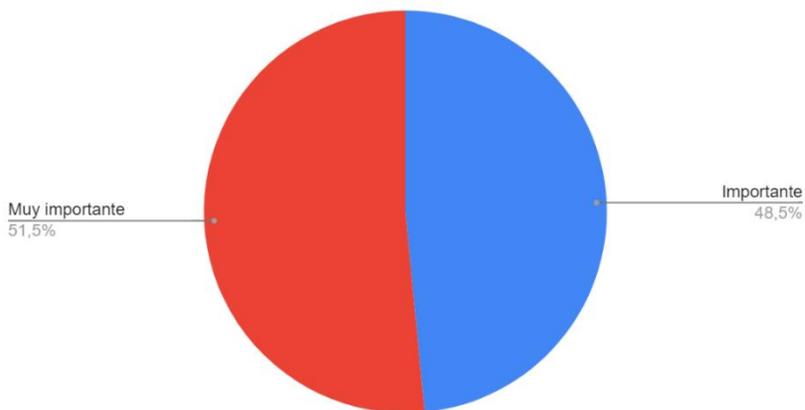


Figura 24. Decima pregunta COLFRAJOC

Describa sus expectativas y/o aportes sobre la formación que inicia	D
Ojalá sea bastante interactivo	
.	
Ojalá sea bastante entretenido	
Tener más conocimiento de Arduino y sus funciones e instalaciones	
Aprender	
Aprender sobre arduinos	
Es bastante interesante poder aprender más sobre las tecnologías y acerca de ellos que basen de ellas	
Por qué aprendo más	
Ninguna.	
Aprender a programar	
Aprender nuevas cosas sobre el tema y d es una forma más didáctica	
Aprender más sobre temas no tanto vistos	
Mejorar mis conocimientos sobre Arduino y aprender más de las posibles cosas que puedo hacer con él	
Aprender más	
Q esta bien pero les hace falta mucho nos dicen q hacer lo hacemos y nos dejan ahi y despues no trabajamos !!!!!	
Que debo aprender y conocer nuevas cosas que me ayudarán en el transcurso de mi vida	
Es bueno aún ya teniendo un poco conocimiento aprender más sobre Eso es un tema de mucho fondo , y importante para aprender	
Aprender sobre el tema	
Para aprender un poco más de lo que tengo entendido para seguir la carrera	

Figura 25. Primera parte de aportes COLFRAJOC.

Me gustaría llegar a ser un buen programador	
quisiera poder aprender mas sobre como utilizar correctamente esta herramienta	
Es necesario para nuestro desarrollo	
Nada	
quiero seguir mejorando y aprendiendo mas sobre arduino	
mejorar con los cursos	
Aprender más sobre la electrónica para si solucionar problemas que se me presenten aplicando lo aprendido	
Todo está bien	

Figura 26. Segunda parte de aportes COLFRAJOC.

Estos resultados de la encuesta de divulgación realizada a los dos grupos proporcionan un panorama de los conocimientos que tienen los participantes en el tema antes de iniciar el curso del módulo, y al finalizar el mismo. También permite comparar cual es el tema de los propuestos a tratar más importante para cada uno de los grupos, ya que en el grupo del FABLAB su totalidad son estudiantes universitarios y el otro grupo son todos estudiantes de colegio.

4.2. Diseño del módulo

4.2.1. Selección de herramientas tecnológicas

Para la selección de parámetros comparativos de sensores de temperatura y humedad se obtuvo el peso de cada uno, que se describen en la Tabla 8.

Tabla 8. Peso de los parámetros a comparar para selección de sensor de temperatura y humedad.

	A	B	C	D	Suma	Factor
A	X	1	5	1/5	6.2	0.221
B	1	X	5	1/5	6.2	0.221
C	1/5	1/5	X	1/5	0.6	0.021
D	5	5	5	X	15	0.536

Según la tabla 8, el parámetro de mayor dominio en la selección fue la disponibilidad en FABLAB con un 53.6%, seguido por la igualdad del 22.1% entre la precisión de temperatura, precisión de humedad y rango de medición.

Seguidamente, con la obtención del peso de los parámetros se hace la referencia para la comparación entre las opciones de sensores. En la Tabla 9, se muestra la comparación respecto a cada uno de los parámetros.

Tabla 9. Matriz de comparación de los sensores de temperatura y humedad.

Precisión de temperatura (A)					
	DHT11	DHT22	HTU21D	SUMA	PO
DHT11	x	1/5	1/5	0,4	0,026
DHT22	5	x	5	10	0,641
HTU21D	5	1/5	x	5,2	0,333
TOTAL				15,6	
Precisión de humedad (B)					
	DHT11	DHT22	HTU21D	SUMA	PO
DHT11	x	1	1/5	1,2	0,130
DHT22	1	x	1	2	0,217
HTU21D	5	1	x	6	0,652
TOTAL				9,2	
Rango de medición (C)					
	DHT11	DHT22	HTU21D	SUMA	PO
DHT11	x	1/5	1/5	0,4	0,026

DHT22	5	x	5	10	0,641
HTU21D	5	1/5	x	5,2	0,333
TOTAL				15,6	
Disponibilidad en FABLAB (D)					
	DHT11	DHT22	HTU21D	SUMA	PO
DHT11	x	5	5	10	0,806
DHT22	1/5	x	1	1,2	0,097
HTU21D	1/5	1	x	1,2	0,097
TOTAL				12,4	

Realizadas todas las comparaciones de los sensores de temperatura y humedad con respecto a cada parámetro, se elabora la matriz final de selección, donde se multiplica el factor obtenido en cada comparación, con el peso de cada parámetro descrito en la tabla 8. A continuación, en la tabla 10 se muestra la matriz de decisión.

Tabla 10. Matriz de decisión.

	A	B	C	D	PF
	FP*PO	FP*PO	FP*PO	FP*PO	
DHT11	0,006	0,029	0,001	0,432	0,468
DHT22	0,142	0,048	0,013	0,052	0,255
HTU21D	0,074	0,144	0,007	0,052	0,277

Como se observa en la tabla 10, con el 46.8%, el sensor DHT11 fue seleccionado como la herramienta utilizada para la implementación del módulo. Además, en el segundo lugar se encuentra el sensor HTU21D con el 27.7% y por último está el sensor DHT22 con un 25.5% respectivamente.

Para la elección del sensor infrarrojo a utilizar, se obtuvo el peso de los parámetros definidos y se pueden ver en la tabla 11.

Tabla 11. Peso de los parámetros a comparar para selección de sensor infrarrojo

	A	B	C	Suma	Factor
A	X	5	5	10	0.641
B	1/5	X	5	5.2	0.333
C	1/5	1/5	X	0.4	0.026

Con el 64.1%, la corta distancia de detección representó el parámetro de mayor relevancia, en segundo lugar, con el 33.3% se encuentra el menor ángulo de detección y en el último lugar con el 2.6% se encuentra la disponibilidad en FABLAB. En la tabla 12, se muestra la comparación según los parámetros en cada uno de los sensores.

Tabla 12. Matriz de comparación de los sensores infrarrojos.

Corta distancia de detección (A)					
	HC-SR501	FC-51	US-016	SUMA	PO
HC-SR501	x	1/5	1/5	0,4	0,026
FC-51	5	x	5	10	0,641
US-016	5	1/5	x	5,2	0,333
TOTAL				15,6	
Menos ángulo de detección (B)					
	HC-SR501	FC-51	US-016	SUMA	PO
HC-SR501	x	1/5	1/5	0,4	0,026
FC-51	5	x	1/5	5,2	0,33
US-016	5	5	x	10	0,641
TOTAL				15,6	
Disponibilidad en FABLAB (C)					
	HC-SR501	FC-51	US-016	SUMA	PO
HC-SR501	x	1/5	1	1,2	0,097
FC-51	5	X	5	10	0,806
US-016	1	1/5	x	1,2	0,097
TOTAL				12,4	

Después de la comparación de los sensores de infrarrojo respecto a cada parámetro, se procedió a realizar la matriz final de selección, donde se multiplica el factor obtenido en cada comparación, con el peso de cada parámetro descrito en la tabla 11. A continuación, en la tabla 13 se muestra la matriz de decisión.

Tabla 13. Matriz de Decisión.

	A	B	C	PF
	FP*PO	FP*PO	FP*PO	
HC-SR501	0,017	0,009	0,002	0,028
FC-51	0,411	0,111	0,018	0,54
US-016	0,213	0,213	0,002	0,428

Se observa, con un porcentaje del 54% el sensor FC-51 fue seleccionado como la herramienta para utilizar. En segundo lugar, el sensor US-016 obtuvo un 42.8% con respecto a la tabla y por último el sensor HC-SR501 con un 2.8% ocupó el último lugar.

Para la elección del sensor de movimiento, se obtuvo el peso de los parámetros definidos y se pueden ver en la tabla 14.

Tabla 14. Peso de los parámetros a comparar para selección de sensor de movimiento.

	A	B	C	Suma	Factor
A	X	1/5	5	5.2	0.333
B	5	X	5	10	0.641
C	1/5	1/5	X	0.4	0.026

Con el 64.1%, el menor rango de distancia fue el parámetro de mayor relevancia, en segundo lugar, con el 33.3% se encuentra la detección de objetos y en el último lugar con el 2.6% se encuentra el tiempo de disparo. En la tabla 15, se muestra la comparación de los parámetros según cada uno de los sensores.

Tabla 15. Matriz de comparación de los sensores de movimiento.

Detección de objetos (A)					
	HC-SR504	KS0052	MH-SR602	SUMA	PO
HC-SR504	x	1/5	1	1,2	0,097
KS0052	5	x	5	10	0,806
MH-SR602	1	1/5	x	1,2	0,097
TOTAL				12,4	
Menor rango de distancia (B)					
	HC-SR504	KS0052	MH-SR602	SUMA	PO
HC-SR504	x	5	5	10	0,026
KS0052	1/5	X	1/5	0,4	0,33
MH-SR602	1/5	5	x	5,2	0,641
TOTAL				15,6	
Tiempo de disparo (C)					
	HC-SR504	KS0052	MH-SR602	SUMA	PO
HC-SR504	X	1/5	5	5,2	0,333
KS0052	5	X	5	10	0,641
MH-SR602	1/5	1/5	X	0,4	0,026
TOTAL				15,6	

Posterior a la comparación de los sensores respecto a cada parámetro, se procedió a la obtención de la matriz final de selección donde se multiplica el factor obtenido en cada comparación, con el peso de cada parámetro descrito en la tabla 14. A continuación, en la tabla 15 se muestra la matriz de decisión.

Tabla 16. Matriz de decisión.

	A	B	C	PF
	FP*PO	FP*PO	FP*PO	
HC-SR504	0,032	0,412	0,009	0,453

KS0052	0,268	0,017	0,017	0,302
MH-SR602	0,032	0,213	0,001	0,246

Como se observa, con un porcentaje de 45.3% el sensor HC-SR04 fue seleccionado como el sensor a utilizar, en segundo lugar, se ubica con un porcentaje de 30.2% el sensor TCRT 5000 y por último se tiene, según las necesidades de la propuesta el sensor MH-SR602.

Para la elección del módulo bluetooth, se obtuvo el peso de los parámetros a comparar definidos y mostrados en la tabla 17.

Tabla 17. Peso de los parámetros a comparar para selección del módulo bluetooth.

	A	B	C	Suma	Factor
A	X	5	10	15	0.591
B	1/5	X	10	10.2	0.401
C	1/10	1/10	X	0.2	0.008

Como se muestra, con 59.1% el menor voltaje de operación fue el parámetro más importante en la selección, seguido por el 40.1% del modo de operación del módulo y por último con 0.008% la disponibilidad en FABLAB es el aspecto con menos relevancia en la comparación.

En la tabla 18, se muestra la comparación de los parámetros según cada uno de los módulos.

Tabla 18. Matriz de comparación de los módulos bluetooth.

Menor voltaje de operación (A)					
	BT HC-05	BT HC-06	NRF51822	SUMA	PO
BT HC-05	X	1/5	5	5,2	0,333
BT HC-06	5	x	5	10	0,641

NRF51822	1/5	1/5	x	0,4	0,026
TOTAL				15,6	
Modo de operación (B)					
	BT HC-05	BT HC-06	NRF51822	SUMA	PO
BT HC-05	x	1/5	5	5,2	0,333
BT HC-06	5	x	5	10	0,641
NRF51822	1/5	1/5	x	0,4	0,026
TOTAL				15,6	
Disponibilidad en FABLAB (C)					
	BT HC-05	BT HC-06	NRF51822	SUMA	PO
BT HC-05	x	1	10	11	0,495
BT HC-06	1	X	10	11	0,495
NRF51822	1/10	1/10	x	0,2	0,009
TOTAL				22,2	

Una vez realizada la comparación con cada parámetro, se procedió a la obtención de la matriz final de selección donde se multiplica el factor obtenido en cada comparación, con el peso de cada parámetro descrito en la tabla 17. A continuación, en la tabla 19 se muestra la matriz de decisión.

Tabla 19. Matriz de decisión.

	A	B	C	PF
	FP*PO	FP*PO	FP*PO	
BT HC-05	0,197	0,133	0,004	0,334
BT HC-06	0,379	0,257	0,004	0,64
US-016	0,015	0,010	0	0,025

Como puede observarse, con el 64% el módulo elegido de acuerdo a la selección es el BT HC-06, además, el sensor BT HC-05 y el NRF51822 con 33.4% y 0.25% ocuparon el segundo y tercer lugar respectivamente según las necesidades del proyecto.

Para la elección del sensor de nivel de líquido a utilizar, se obtuvo el peso de los parámetros definidos y se pueden ver en la tabla 20.

Tabla 20. Peso de los parámetros a comparar para selección del sensor de nivel de líquido.

	A	B	C	Suma	Factor
A	X	5	10	15	0.590
B	1/5	X	10	10.2	0.402
C	1/10	1/10	X	0.2	0.008

Como se muestra, con 59% el menor consumo de voltaje fue el parámetro más importante en la selección, seguido por el 40.2% del tiempo de respuesta y por último con 0.008% la disponibilidad en FABLAB es el aspecto con menos relevancia en la comparación.

En la tabla 21, se muestra la comparación de los parámetros según cada uno de los sensores.

Tabla 21. Matriz de comparación de los sensores de nivel de líquido.

Menor consumo de voltaje (A)					
	Optomax LLC200D35H- LLPK1	Corto ES7510-1	Flotador interruptor Arduino	SUMA	PO
Optomax LLC200D35H- LLPK1	x	5	5	10	0,641
Corto ES7510-1	1/5	x	1/5	0,4	0,026

Flotador interruptor Arduino	1/55	5	x	5,2	0,333
TOTAL				15,6	
Tiempo de respuesta (B)					
	Optomax LLC200D35H- LLPK1	Corto ES7510-1	Flotador interruptor Arduino	SUMA	PO
Optomax LLC200D35H- LLPK1	x	10	5	15	0,732
Corto ES7510-1	1/10	x	1/5	5,1	0,249
Flotador interruptor Arduino	1/5	1/5	x	0,4	0,019
TOTAL				15,6	
Disponibilidad en FABLAB (C)					
	Optomax LLC200D35H- LLPK1	Corto ES7510-1	Flotador interruptor Arduino	SUMA	PO
Optomax LLC200D35H- LLPK1	x	1	6	6	0,484
Corto ES7510-1	1	x	5	6	0,484
Flotador interruptor Arduino	1/5	1/5	x	0,4	0,031
TOTAL				12,4	

Una vez realizada la comparación con cada parámetro, se procedió a la obtención de la matriz final de selección donde se multiplica el factor obtenido en cada comparación, con el peso de cada parámetro descrito en la tabla 20. A continuación, en la tabla 22 se muestra la matriz de decisión.

Tabla 22. Matriz de decisión.

	A	B	C	PF
	FP*PO	FP*PO	FP*PO	
Optomax LLC200D35H-LLPK1	0,378	0,294	0,004	0,676
Corto ES7510-1	0,015	0,1	0,004	0,119
Flotador interruptor Arduino	0,196	0,007	0	0,203

Como puede observarse, con el 67.6% el sensor elegido de acuerdo a la selección es el Optomax LLC200D35H-LLPK1, además, el Flotador interruptor Arduino y el sensor Corto ES7510-1 con 20.3% y 11.9% ocuparon el segundo y tercer lugar respectivamente según las necesidades del proyecto.

4.2.2. Diseño de los diagramas de flujo

Cada una de las etapas del módulo cuenta con su respectivo diagrama de flujo que permite tener una mayor comprensión y de esta manera, poder observar de forma gráfica el paso a paso del funcionamiento del prototipo, se crearon en la herramienta web Lucidchart la cual permite crear diagramas en línea editables y que pueden ser exportados.

En la Figura 3 se muestra el diagrama de funcionamiento de la papelera automática que corresponde a la etapa 1 de electrónica básica.

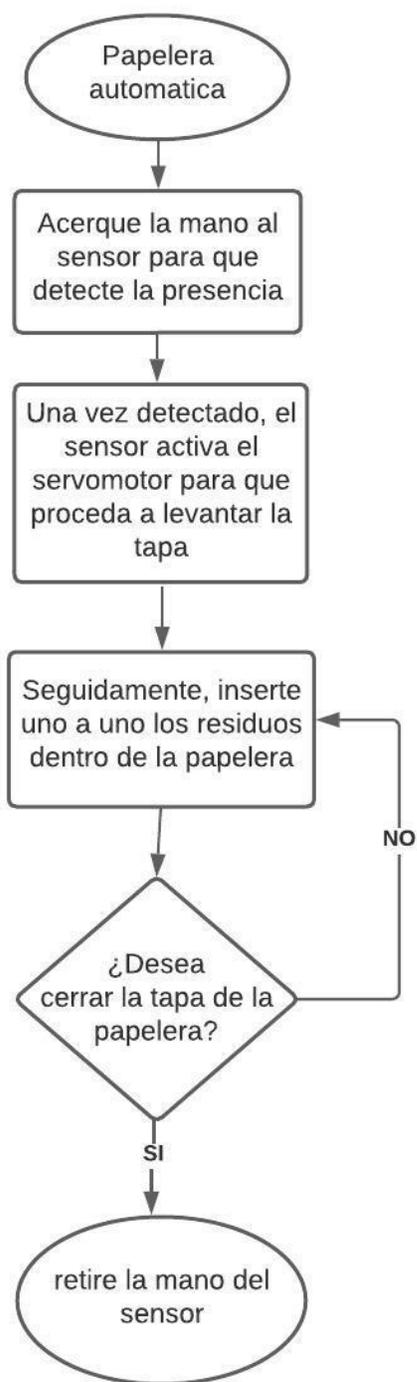


Figura 27. Diagrama de funcionamiento de la etapa 1.

En la Figura 4 se muestra el diagrama de funcionamiento de cuenta monedas que corresponde a la etapa 2 de protocolo I2C.

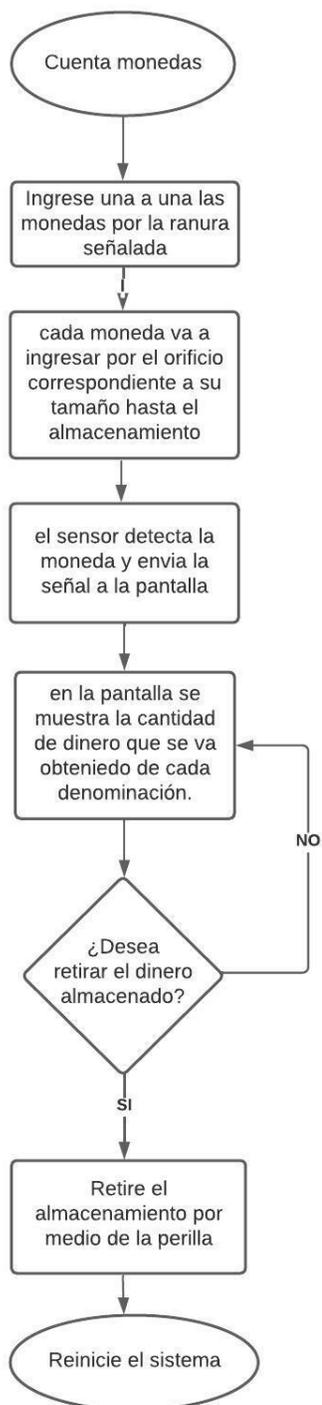


Figura 28. Diagrama de funcionamiento de la etapa 2.

En la Figura 5 se muestra el diagrama de funcionamiento del sistema de control de acceso que corresponde a la etapa 3 de Identificación por Radio Frecuencia.

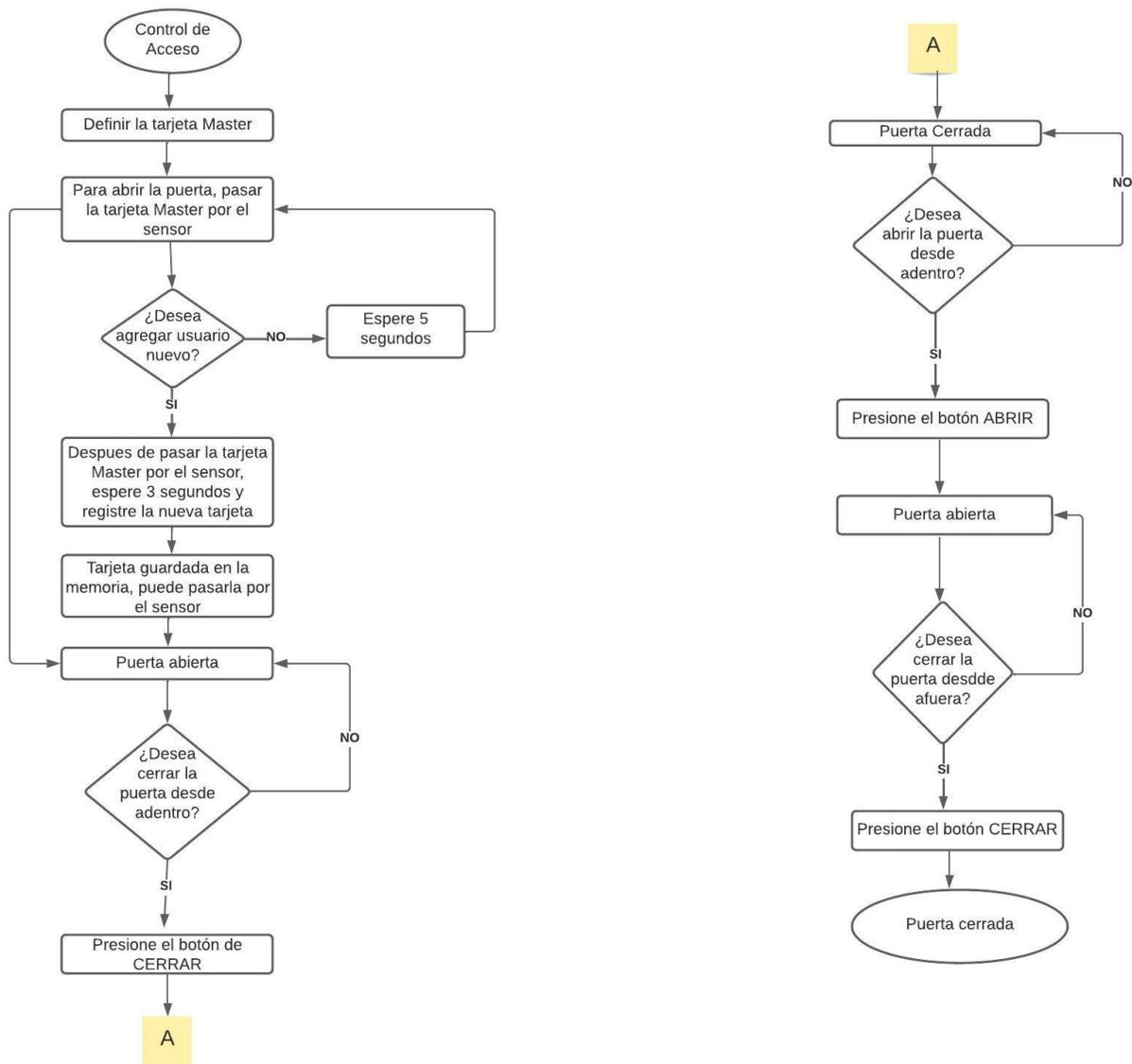


Figura 29. Diagrama de funcionamiento de la etapa 3.

En la Figura 6 se muestra el diagrama de funcionamiento del riego automatizado de plantas que corresponde a la etapa 4 de sensores.

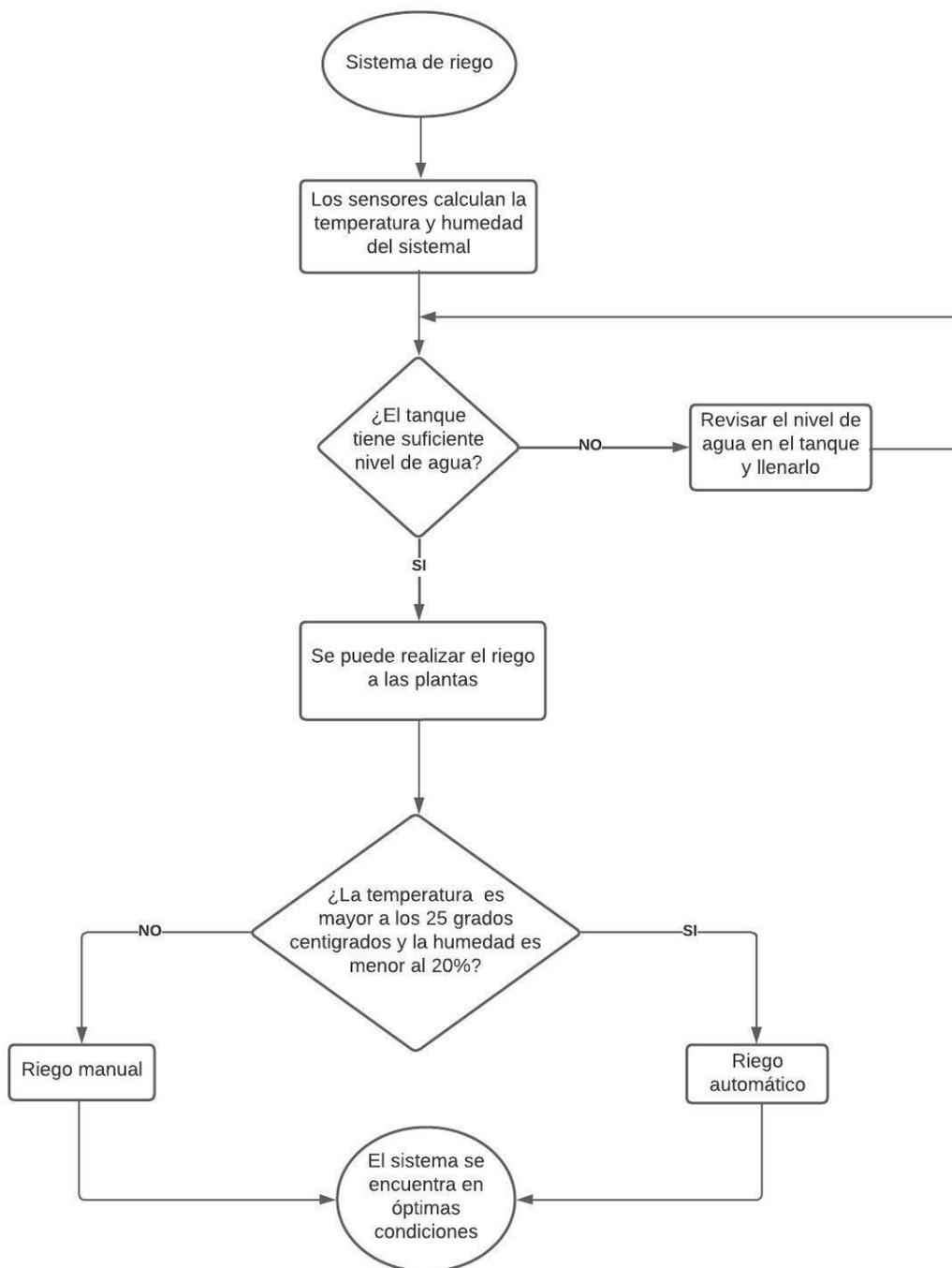


Figura 30. Diagrama de funcionamiento de la etapa 4.

En la Figura 7 se muestra el diagrama de funcionamiento del nivel de llenado de tanques que corresponde a la etapa 5 de automatización.

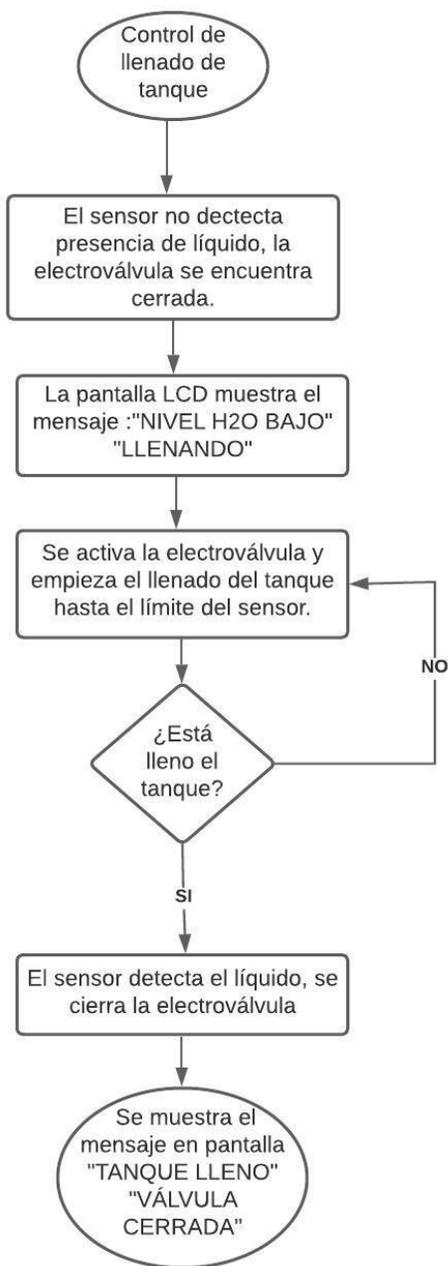


Figura 31. Diagrama de funcionamiento de la etapa 5.

En la Figura 8 se muestra el diagrama de funcionamiento de la etapa 6 que corresponde a IoT.

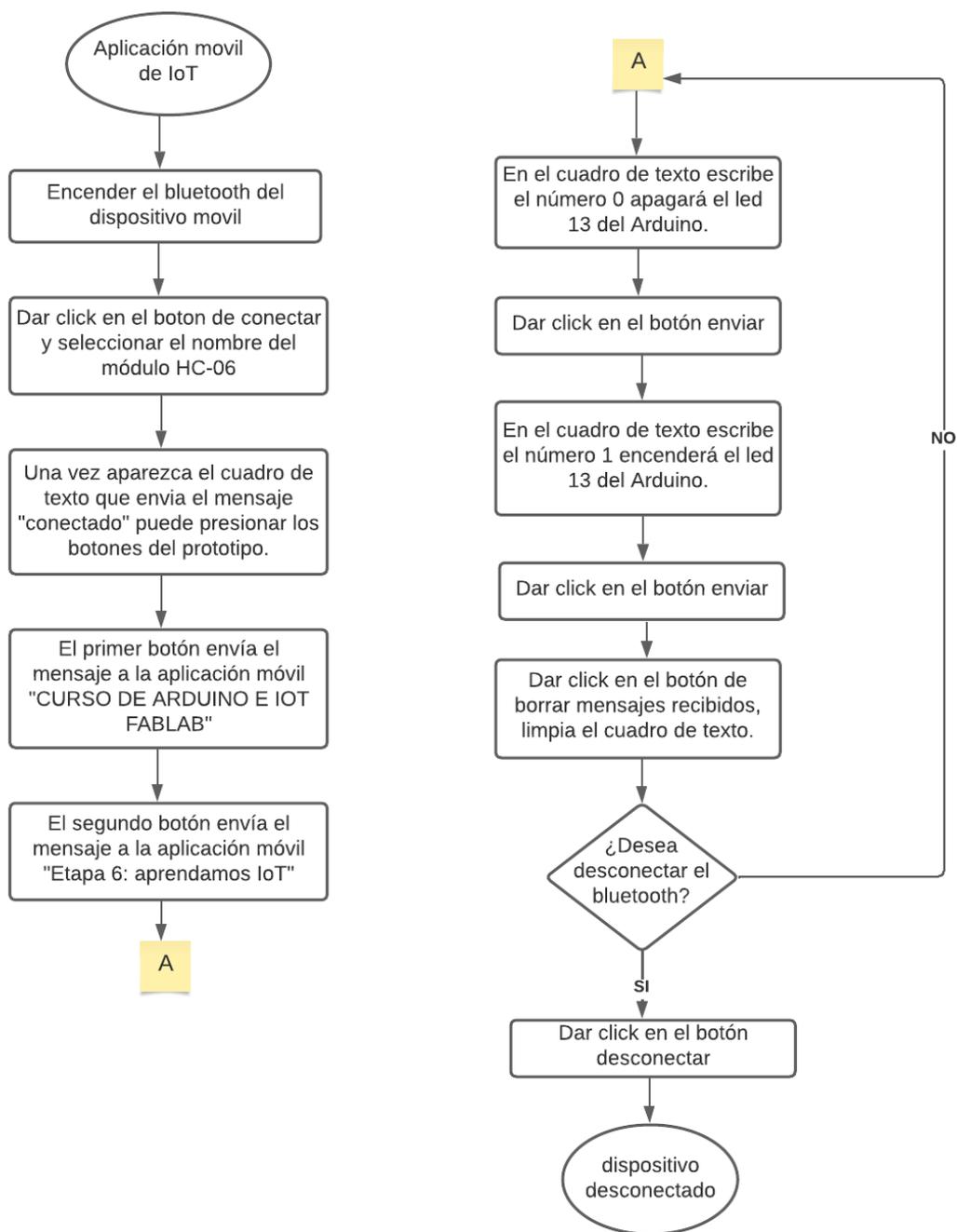


Figura 32. Diagrama de funcionamiento de la etapa 6.

4.2.3. Creación del código de programación de cada etapa

Cada etapa del módulo cuenta con su respectivo código de programación creado en el software de Arduino IDE, el lenguaje de programación de este entorno es el lenguaje C.

Estos programas se encuentran explicados línea a línea para una mayor comprensión y para que la persona que realice trabajos en el FABLAB desee utilizarlo como apoyo, pueda hacerle modificaciones de acuerdo a su necesidad.

Estos códigos de programación se crearon en el lenguaje de programación C++, de manera práctica y básica, especificando cada una de las librerías que se usaron en el desarrollo, para quien lo use tenga en cuenta si las debe instalar para que el programa funcione correctamente, además de llevar un orden de programación de acuerdo a los diagramas realizados en la síntesis del programa.

A continuación, se presentan los códigos de programación de cada una de las etapas:

Etapa 1, electrónica básica, papelera automática se puede observar en el anexo 1.

Etapa 2, protocolo I2C, cuenta monedas se puede observar en el anexo 2.

Etapa 3, RFID, control de acceso se puede observar en el anexo 3.

Etapa 4, sensores, riego automatizado de plantas se puede observar en el anexo 4.

Etapa 5, automatización, control de llenado de tanque se puede observar en el anexo 5.

Etapa 6, IoT, aprendamos sobre el IoT se puede observar en el anexo 6.

4.2.4. Simulación de los diseños electrónicos

Para cada una de las etapas se realizó la simulación de los diseños electrónicos en los tres diferentes software libres que son Tinkercad, proteus y Fritzing debido a la variedad de elementos electrónicos se optó por usar el que mejor se acomodara a la etapa, con el fin de verificar el funcionamiento del prototipo y así se evitaron errores al momento de realizar la

implementación, se realizaron los cambios pertinentes en los códigos de programación para que en conjunto realizara la acción deseada y a su vez observar con exactitud las conexiones.

En la etapa 5 no se puede simular ni realizar su esquemático de conexión completo debido a que los elementos electrónicos que se usan no se encuentran disponibles en ninguno de los softwares utilizados, en fritzing se realiza la conexión de la electroválvula con el conversor de voltaje, como se muestra en la Figura 9.

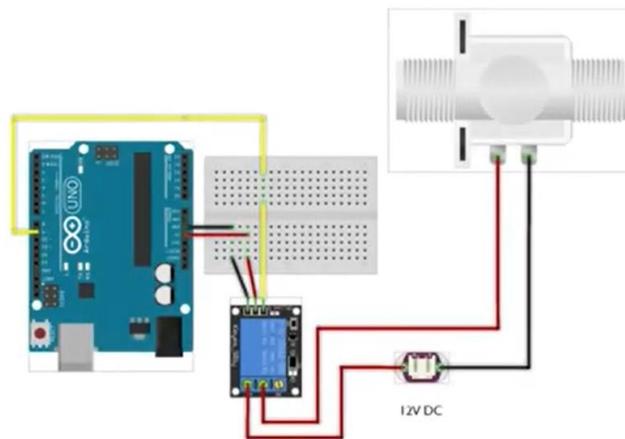


Figura 33. Esquemático de la electroválvula.

A continuación, se presentan los esquemáticos realizados para cada una de las etapas:

En la Figura 10 se muestra el esquemático de funcionamiento para la etapa 1 realizado en el software Tinkercad.

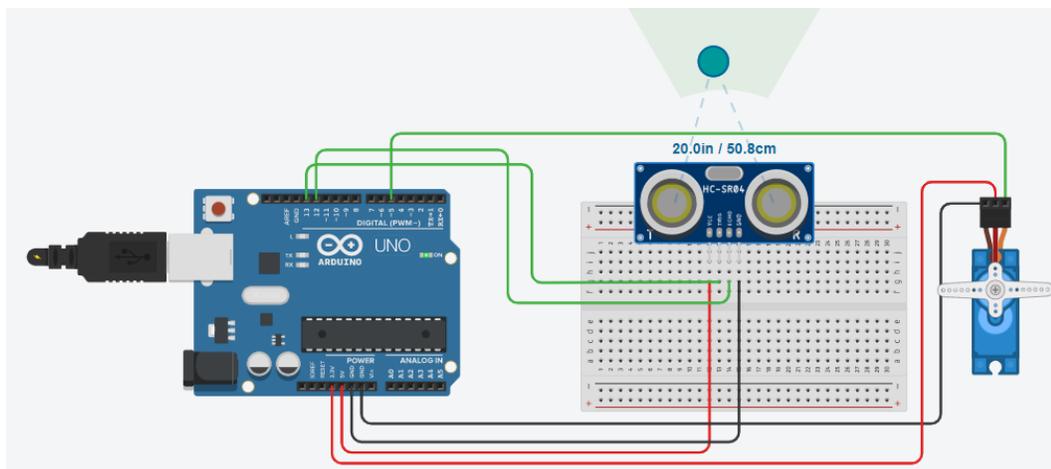


Figura 34. Esquemático de la etapa 1.

Con la simulación de la etapa 1, se logra corroborar que la distancia elegida para el sensor que es de 10cm sea con la cual funcione el servomotor, así como observar las conexiones para poder encontrar un punto común de las fuentes y evitar el uso de la Protoboard para reducir espacios.

En la Figura 11 se muestra el esquemático de funcionamiento para la etapa 2 realizado en el software Fritzing.

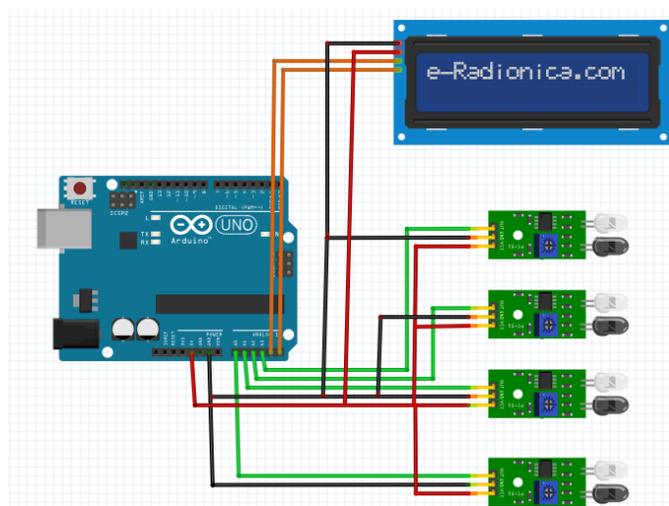


Figura 35. Esquemático de la etapa 2.

En la simulación de la etapa 2, es importante observar la cantidad de sensores que se tienen para que se puedan conectar de manera correcta evitando un intercambio de pines, destacando que cada sensor tiene un valor específico por lo cual se debe conectar en el pin que indique el código de programación, también se observa que se debe ajustar con el potenciómetro que trae incrustado la sensibilidad del sensor.

En la Figura 12 se muestra el esquemático de funcionamiento para la etapa 3 realizado en el software Fritzing.

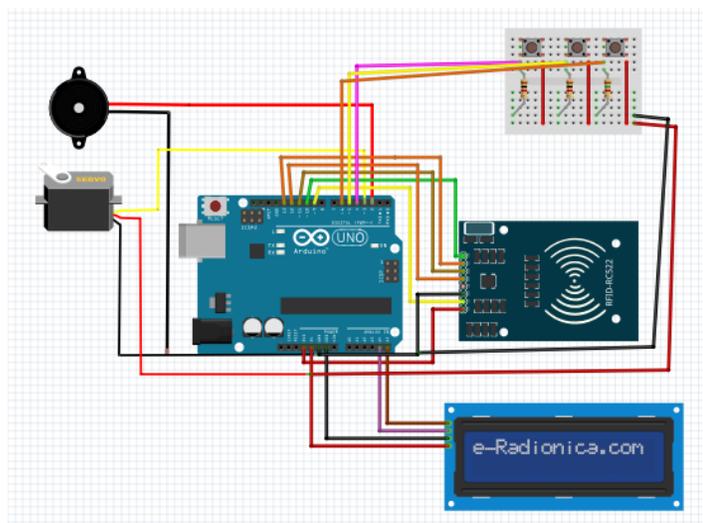


Figura 36. Esquemático de la etapa 3.

Para la etapa 3, es importante observar las conexiones de los botones ya que dos de ellos deben ir juntos y uno debe ir separado para poder distinguir cuales son los de la parte trasera y cual es de la parte delantera, se logra establecer las conexiones en punto común con el objetivo de ahorrar espacio dentro de la construcción física y conocer el uso del buzzer dentro de la implementación.

En la Figura 13 se muestra el esquemático de funcionamiento para la etapa 4 realizado en el software Fritzing.

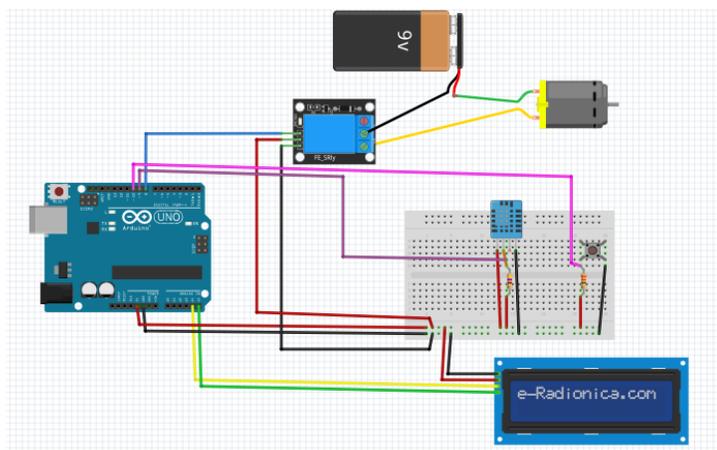


Figura 37. Esquemático de la etapa 4.

Para la simulación de la etapa 4, se observa la importancia de las resistencias en el sensor y en el botón que funcionan como resistencias de pull-up para el correcto funcionamiento, también se logra establecer la conexión independiente y no directamente al relé que la mini bomba debe tener para que pueda funcionar correctamente.

En la figura 14 se muestra el esquemático de funcionamiento para la etapa 6 realizado en el software Fritzing.

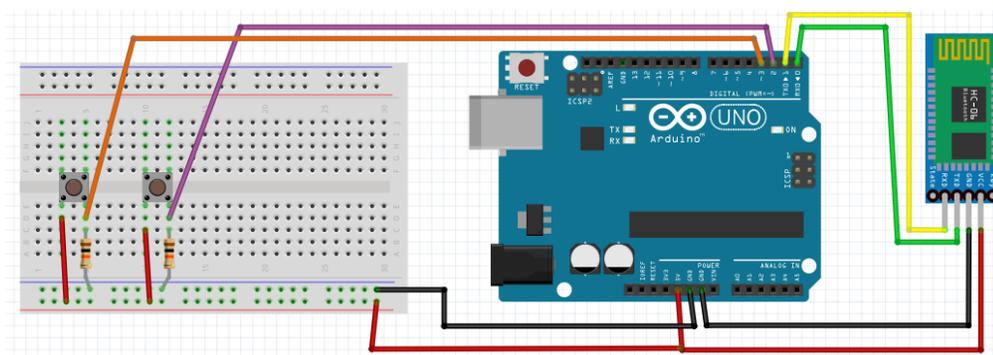


Figura 38. Esquemático de la etapa 6.

En la simulación de la etapa 6, se logran conexiones sencillas, pero se destaca la importancia de no conectar el módulo bluetooth cuando se está cargando el código a la placa ya que genera un error y la inactiva. Estas conexiones se realizan posteriormente, pero en conjunto no se puede simular el prototipo hasta que la aplicación móvil esté terminada.

En la etapa 6 se realiza una aplicación móvil para el sistema operativo Android, creada en el entorno de desarrollo de software de Ay app inventor 2, que se trabaja en línea y se obtiene la descarga por medio de un archivo .apk o por escaneo de un código QR la aplicación desarrollada.

En la Figura 15 se muestra el entorno desarrollado para la aplicación móvil por medio del diseñador de my app inventor2.

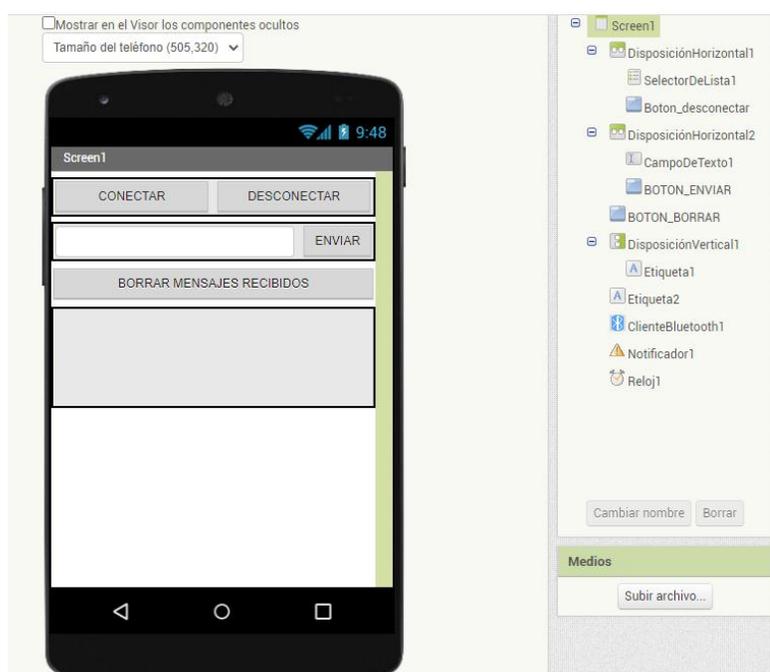


Figura 39. Entorno de la aplicación en My App Inventor 2.

En la Figura 16 se muestra el sistema de diagrama de bloques creado el funcionamiento de la aplicación móvil de la etapa 6.

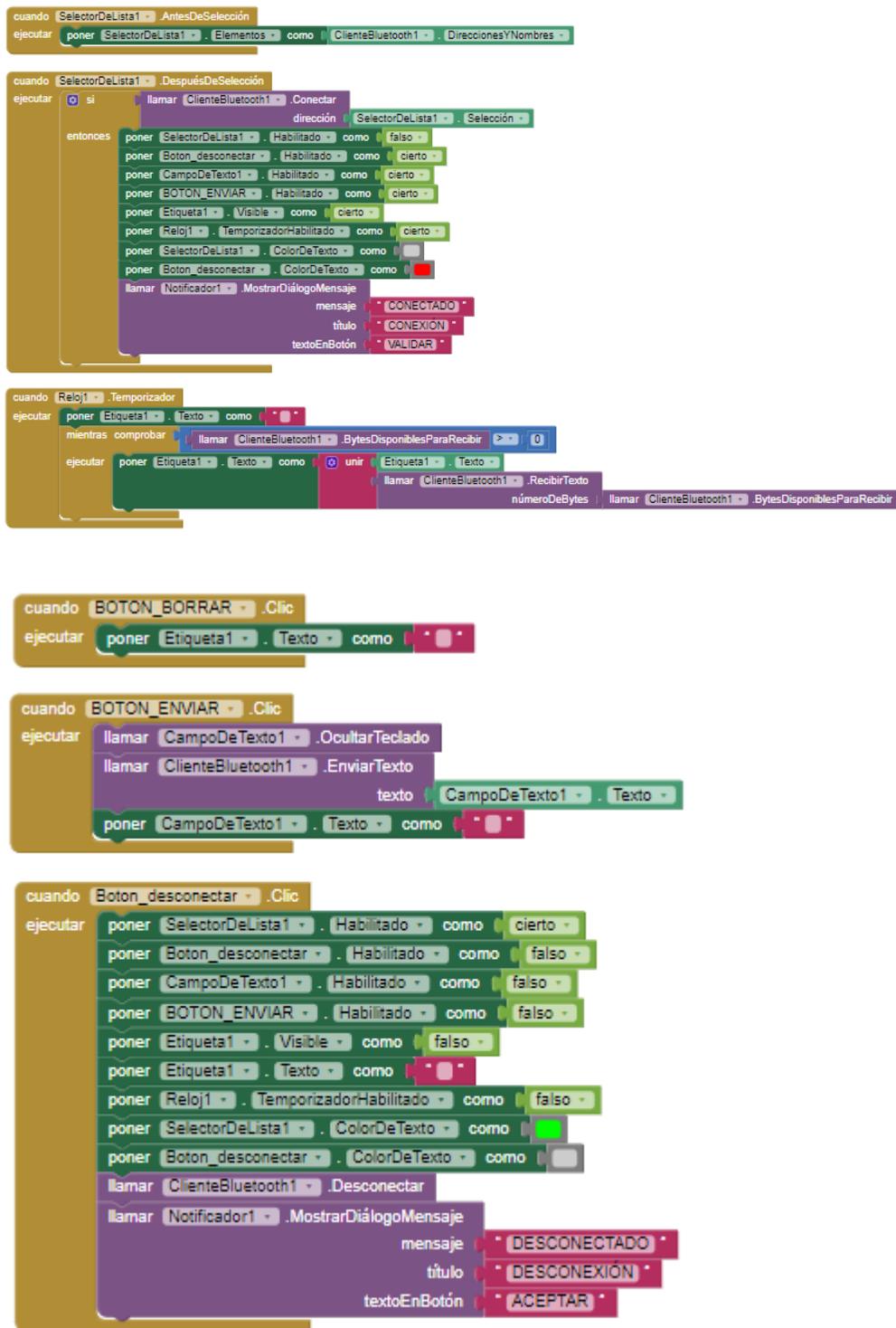


Figura 40. Diagrama de bloques de la aplicación móvil.

El diagrama de bloques se divide en cada uno de los elementos que componen la aplicación móvil. En la primera parte se encuentra el selector de lista que se usa para la elección del

bluetooth que se va a conectar, en el segundo bloque, este mismo selector busca los bluetooth que se encuentran activos, deshabilita unas opciones y cuando ya se haya seleccionado cambia el color del texto de selector de lista a gris y el del botón desconectar a rojo, seguidamente muestra un mensaje en pantalla. Para el tercer bloque, el reloj que se usa como temporizador se usa para establecer un intervalo de tiempo entre comprueba que se haya realizado la conexión y el mensaje pueda ser mostrado en la etiqueta 1. En el cuarto bloque se habilita el botón borrar, usado para limpiar la etiqueta a donde llegan los mensajes. En el quinto bloque, cuando se presiona el botón de enviar se envía el mensaje a la placa microcontroladora que se desea realizar. Y, por último, cuando se da click en el botón desconectar se inhabilitan unos botones y se cambia el selector de lista a verde y el botón de desconectar en gris como muestra de que se encuentra desconectado, igualmente muestra un mensaje en pantalla donde avisa que se desconectó y se da en el botón aceptar.

4.2.5. Implementación y pruebas

Una vez se verificó mediante simulación que los prototipos funcionaran correctamente, se procedió a realizar el montaje físico de cada una de las etapas. Para la creación se contó con la ayuda de los estudiantes pertenecientes al programa universitario beca trabajo del FABLAB los cuales están encargados del manejo de las maquinas que allí se encuentran.

En la etapa 1 se trabajó con una papelera de oficina de 11 litros de capacidad, a la cual se le instaló internamente el sistema de funcionamiento incluyendo el sensor y la tarjeta Arduino, verificando que no impidiera el ingreso de los residuos. En la Figura 17, se muestra el prototipo ya culminado.



Figura 41. Prototipo de la papelera.

Para la construcción de la etapa 2 se reutilizó el cartón que se encontraba en FABLAB en almacenamiento, con el fin de aprovechar este material, en la Figura 18 se pueden observar los cortes que se realizaron para la creación del prototipo. Una vez conseguidos los cortes precisos se procede a pegar las partes que lo componen y a pintarlo debido a que el cartón utilizado tenía manchas en algunos lugares, en la Figura 19 se puede observar el montaje realizado sin conexiones. Seguidamente se realiza la soldadura con estaño y cable de Par Trenzado sin Blindaje (sus siglas en inglés UTP) de los elementos que se va a utilizar como se observa en la Figura 20. Y finalmente en la Figura 21 se observa el prototipo final funcionando.



Figura 42. Cortes de cartón realizados para el prototipo.



Figura 43. Prototipo pintado y marcado.

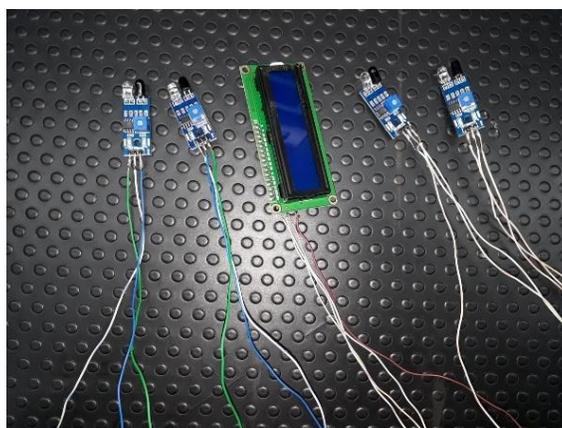


Figura 44. Elementos soldados.



Figura 45. Prototipo Final.

Para la construcción del prototipo de la etapa 3, lo primero que se realizó en la CNC es un corte laser de tabla de triplay para separar lo que va a ser la puerta de la pared y se procedió a pintar para ocultar las imperfecciones de la tabla, seguidamente se insertaron las bisagras para darle movimiento a la puerta como se observa en la Figura 22. A continuación por medio de la impresora 3D se imprimen las cajas donde se van a organizar los elementos electrónicos para una mejor apariencia física, en la Figura 23 se puede observar la impresión de la caja principal donde va incrustada la pantalla LCD, el módulo RFID y el pulsador principal además de la placa Arduino Uno. En la Figura 24 se muestra la caja secundaria con los botones ya pegados. Seguidamente se realiza la soldadura de los elementos a utilizar como se observa en la Figura 25 y se procede a su montaje final, en la Figura 26 se puede ver la parte delantera del prototipo y en la Figura 27 se puede ver la parte trasera.



Figura 46. Tabla cortada, pintada y con bisagras.



Figura 47. Impresión 3D de la caja principal.



Figura 48. Caja secundaria con botones.

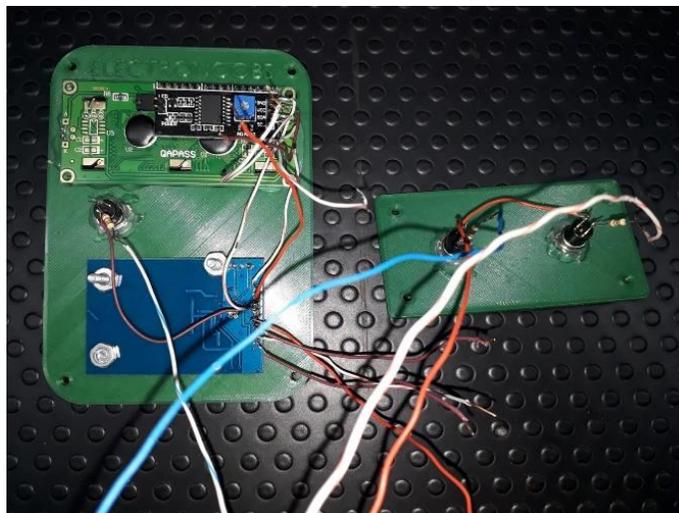


Figura 49. Soldadura de los elementos.



Figura 50. Prototipo final parte delantera.

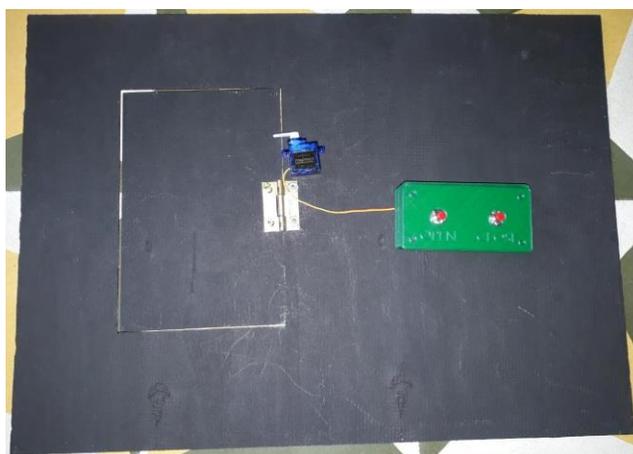


Figura 51. Prototipo final parte trasera.

En la construcción del prototipo de la etapa 4, se reutilizó una caja de madera de 25 cm de largo, 15 cm de ancho y 7 cm de alto, así como 4 palos de madera de 20 cm que serán las columnas que sostienen el techo, para el techo se realizaron los cortes en material triplay con la CNC con el fin de hacerlos simétricos, en la Figura 28 se observan los cortes realizados de los cuales dos tienen medidas de x cm por x cm y el otro tiene x cm por x cm, en la tabla más grande de triplay se incrusta la manguera, se abre un orificio para el sensor y se le realizan pequeños agujeros por donde saldrá el agua, finalmente por la parte de arriba se conectan todos los elementos electrónicos y a una de las piezas de triplay más pequeñas se les realiza agujeros para el botón y la pantalla LCD, se pega el techo y se conecta la mini bomba dentro del tanque de suministro de agua como se ve en la Figura 29.



Figura 52. Cortes de triplay realizado en la CNC.



Figura 53. Prototipo final.

Para la etapa 5, se realizó el prototipo en conjunto con el de la etapa 4 es decir se utilizó el mismo tanque de almacenamiento, en la Figura 30 se observa la conexión del sensor con la electroválvula y los demás elementos necesarios. Y el prototipo final funcionando se puede observar en la Figura 31.

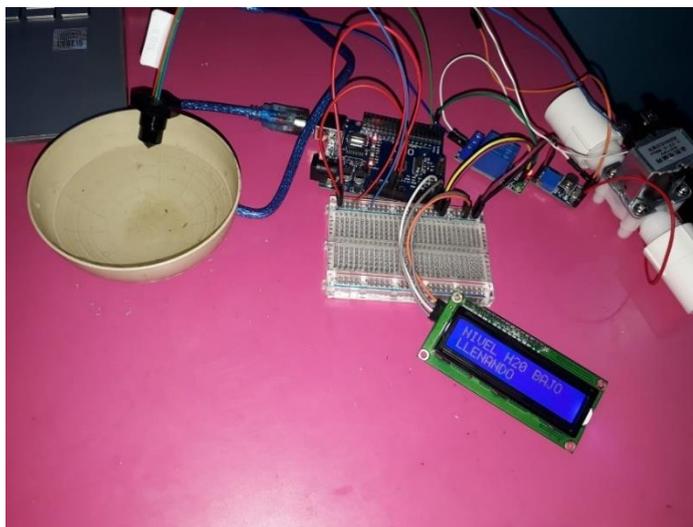


Figura 54. Conexiones de los elementos.



Figura 55. Prototipo final.

En el desarrollo de la implementación de la etapa 6, no se tiene un prototipo físicamente construido como tal, lo que se realizó fue una conexión bluetooth para poder demostrar cómo funciona y realizar las conexiones básicas que los participantes puedan entender, en la

Figura 32 se observa el montaje realizado con los elementos electrónicos. En la Figura 33 se presenta el entorno del programa creado, se puede observar que aparece un mensaje de error, esto es producido porque la aplicación alerta de que no se tiene encendido el bluetooth del teléfono y por lo tanto no encuentra un dispositivo con el cual vincularse o emparejarse. Finalmente, en la Figura 34 se muestra el prototipo final funcionando cuando se presiona el botón 1 que envía el mensaje “CURSO ARDUINO E IOT FABLAB” y en la Figura 35 se muestra el prototipo cuando se presiona el botón 2 envía el mensaje “Etapa 6: aprendamos IoT”.

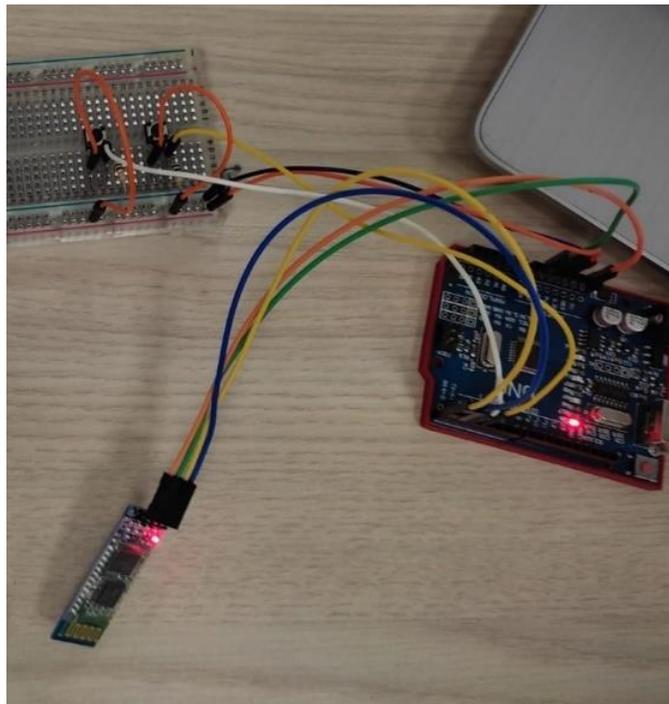
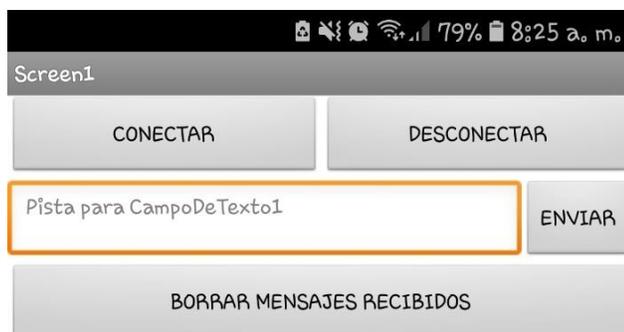


Figura 56. Montaje de elementos electrónicos.



Error 515: Not connected to a Bluetooth device.

Figura 57. Entorno del programa creado.

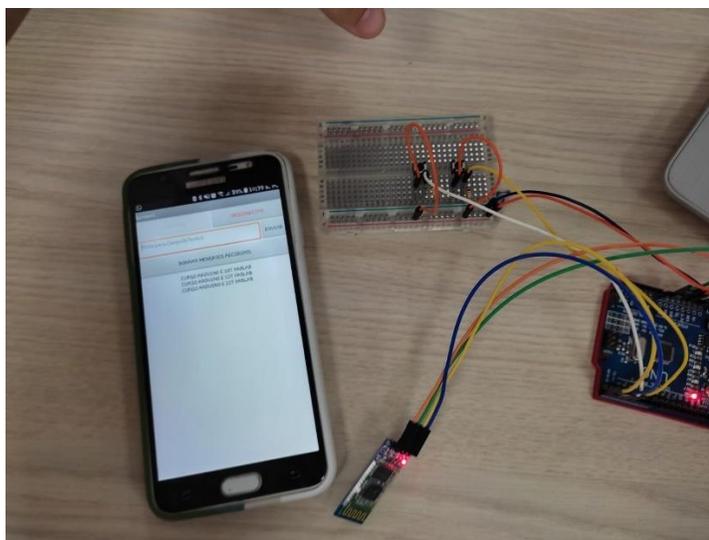


Figura 58. Prototipo final con mensaje del botón 1.

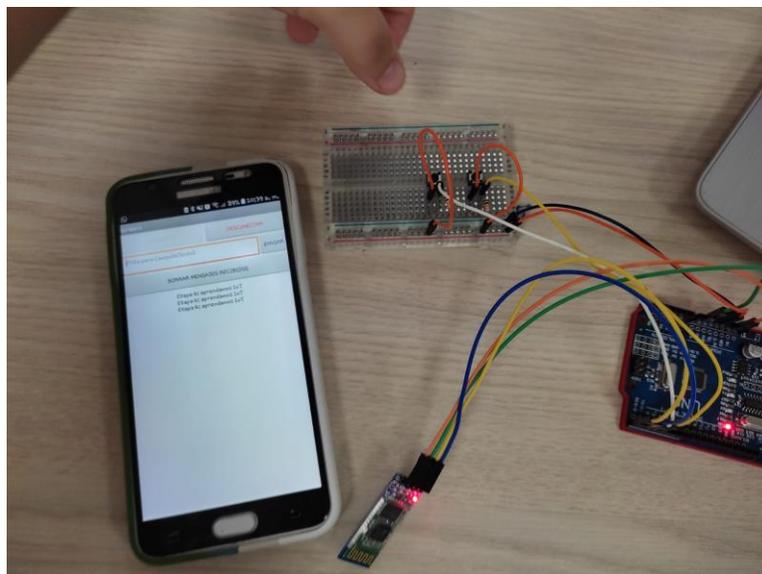


Figura 59. Prototipo final con mensaje del botón 2.

4.3.Divulgación

Para el diseño del material se propone realizar las guías basadas en metodología STEM como orientación para el desarrollo del módulo, se divide en tres niveles para un mejor aprendizaje: en nivel básico se encuentra la guía 1, en el nivel intermedio se encuentran las guías 2 y 3, en el nivel avanzado se encuentran las guías 4, 5 y 6. En el manual de usuario del módulo se puede encontrar la forma de cómo abordarlo para así lograr el objetivo con el cual se crea que es que todos podamos comprender cada una de las etapas y realizarlas (ver anexo 9).

4.3.1. Diseño del material didáctico

Para el diseño de las guías se propuso un modelo estándar con el objetivo de lograr una armonía y poder llevar una secuencia en cada una de las etapas, estas guías se desarrollaron bajo el enfoque educativo STEM basados en la página web de Colombia aprende en la sección de “proyectos STEM+ del ministerio de educación” en el apartado “guías pedagógicas y didácticas para impulsar el enfoque STEM+ en el aula” [36], incentivando en

los participantes el trabajo en equipo, la investigación y la práctica interactiva. A continuación, en la Figura 36 se presenta la estructura propuesta.

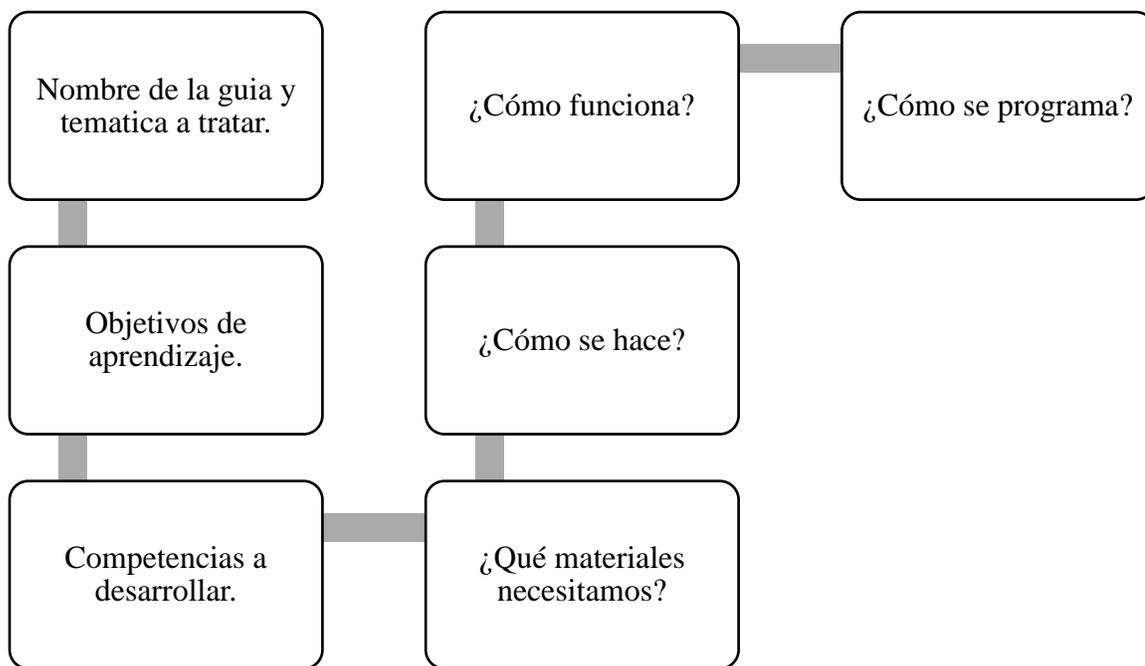


Figura 60. Estructura propuesta para las guías.

El título de la guía, especifica el prototipo a construir y la temática a la cual pertenece, empezando desde la etapa uno que es la más básica hasta la etapa seis que finaliza con IoT.

Los objetivos de aprendizaje son las metas propuestas que se alcanzan al término del desarrollo de la guía.

Las competencias a desarrollar son las actitudes que los participantes toman en el transcurso del desarrollo de la guía.

En el contenido se especifican los apartados que contiene la guía para que sea más fácil dirigirse a la sección que sea de su interés.

En la lista de los materiales se describen a detalle cada uno de los elementos y su referencia, así como la cantidad necesaria para que el participante lo reconozca.

En la primera parte de la guía que está basada en la pregunta cómo se hace, se realizan grupos de dos personas y se incentivan a investigar a cerca de los elementos que se van a usar o de la temática que se está tratando, indagando en su funcionamiento o aplicaciones. Seguidamente se presenta el esquemático de conexiones de los elementos electrónicos para que se pueda observar a detalle cada uno, también se especifica porqué se realiza este prototipo y de lo que se va a encontrar e en las otras páginas, por último, se propone un reto al estudiante para que use lo aprendido y cree un nuevo proyecto.

En la segunda parte, se responde la pregunta de cómo funciona, por medio de un diagrama de flujo se muestra secuencialmente el paso a paso del funcionamiento del prototipo para la comprensión y el uso adecuado.

Y finalmente se encuentra la pregunta cómo se programa, donde el código de programación está comentado línea a línea explicando que función cumple por si desea modificarlo pueda hacerlo.

Cada una de las guías de las etapas se recopilaron en un libro que también cuenta con el respectivo manual de usuario para el correcto manejo del módulo. El libro reposa en las instalaciones del FABLAB, en el aula de ideación y ensamble.

4.3.2. Capacitación del modulo

En los documentos analizados en la recopilación de la información se pudo observar que la metodología de orientación más utilizada para resolver casos de la vida real y aprender haciendo era el método STEM, basado en eso, se aplicó esa metodología al desarrollo de los cursos para garantizar que los participantes obtuvieran un mayor aprendizaje. Para compartir la información se trabajó desde la nube, creando una carpeta en Google drive con los correos proporcionados al momento de la inscripción al curso, en la cual todos tenían acceso y se

compartió las guías y los códigos a desarrollar, de acuerdo a la sesión que se iba a trabajar se subía la guía y el código para que todos los participantes tuvieran la información al tiempo.

La convocatoria se realizó por medio de las páginas oficiales de Facebook de la UFPS y del FABLAB donde se anexó el link de inscripción creado en el formulario de Google, que contenía el título de la pasantía, la temática y los horarios de las cuatro sesiones que lo componían. En la Figura 37 se muestra el poster que fue creado por la dependencia de maestría de las TIC, en la sección de Unidad de Educación Virtual ubicado en aula sur cuarto piso en colaboración con el FABLAB, una vez alcanzado el límite máximo de participantes inscritos se cerró el formulario.

CURSO ARDUINO Y SU APLICACION EN IOT

Pasantía: Módulo de Desarrollo con Tecnología Arduino e Internet de las cosas para el Laboratorio de Fabricación Digital.

Temáticas:

- Electrónica básica
- Protocolo I2C
- RFID
- Sensores
- Automatización
- IOT

INSCRIPCIONES ABIERTAS

HORARIO DEL CURSO

SEMANAS Del 20 al 31 de Marzo	16 Horas: 14 horas de Teoría y 2 horas de trabajo independiente.
1 SEMANA 21 de Marzo 22 de Marzo	7 Horas: 2pm a 6pm 2pm a 5pm 1 hora de trabajo en casa
2 SEMANA 28 de Marzo 29 de Marzo	7 Horas: 2pm a 6pm 2pm a 5pm 1 hora de trabajo en casa

Logos: UFPS, FABLAB, Ingeniería Electrónica

Figura 61. Poster creado para la divulgación del curso en FABLAB.

Días antes de empezar el curso se envió un correo desde el FABLAB dándoles la bienvenida a los participantes y recordándole el horario de asistencia. En la Figura 38 se observa el correo enviado.

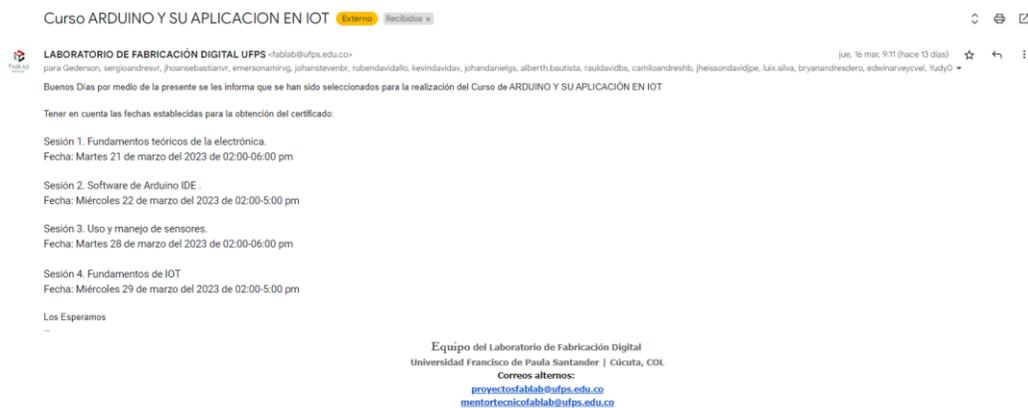


Figura 62. Correo de bienvenida a los participantes.

Para cumplir con el objetivo de divulgación, se envió una carta a la rectora de la Institución Educativa Francisco José de Caldas ubicado en la Calle 19 #13-23 barrio La libertad, Cúcuta, Norte de Santander, solicitando el permiso para realizar el curso en el horario de clase con los estudiantes del grado 11-04 pertenecientes a la técnica en implementación y mantenimiento de equipos electrónicos industriales con el convenio SENA (ver anexo 7).

Los resultados obtenidos de la implementación de la presente pasantía fueron presentados a la comunidad académica y general como se describe a continuación:

- Participación como aliado estratégico del FABLAB en el primer encuentro de proyectos de extensión e innovación social realizado en la novena semana internacional de ciencia, tecnología e innovación (ver anexo 8).

En este encuentro se dio a conocer el trabajo que se estaba realizando y los aportes que se estaban entregando desde la pasantía de ingeniería electrónica al FABLAB, en la Figura 39 se presenta la evidencia tomada con los líderes técnicos del FABLAB.



Figura 63. Participación en la primera semana de proyectos de innovación y extensión social.

- Socialización a la Institución Educativa El Carmen teresiano, realizada en el FABLAB el 2 de noviembre del 2022 bajo la modalidad de STEM SCHOOL, en la Figura 40 se muestra la evidencia de la participación del grado 11.



Figura 64. Socialización con estudiantes de 11 del Colegio Carmen Teresiano.

- Socialización en la convocatoria STEM YOUNG realizada por FABLAB a los hijos de los docentes de la universidad en la época de vacaciones el día 9 de diciembre, en la Figura 41 se presenta la evidencia tomada.



Figura 65. Socialización en el STEM YOUNG del FABLAB.

- Sustentación preparatoria en el semillero de investigación de instrumentación electrónica (SIINE) a los estudiantes que lo componen (Ver anexo 9),

En la Figura 42 se presenta la evidencia fotográfica del día 14 de marzo del 2023.



Figura 66. Socialización semillero SIINE.

- Curso de Arduino y su aplicación en IOT a los estudiantes inscritos por medio de la convocatoria, realizado en cuatro sesiones los días 21, 22, 28 y 29 de marzo en el horario de 2 pm a 6 pm (Ver anexo 10).

A continuación, se presentan las evidencias fotográficas de las sesiones:

En la Figura 43 se muestra la evidencia fotográfica se la sesión 1 realizada el día 21 de marzo del 2023.



Figura 67. Primera sesión del curso de Arduino en FABLAB.

En la Figura 44 se muestra la evidencia fotográfica de la sesión 2 realizada el día 22 de marzo del 2023.



Figura 68. Segunda sesión del curso de Arduino en FABLAB.

En la Figura 45 se muestra la evidencia fotográfica de la sesión 3 realizada el día 28 de marzo del 2023.



Figura 69. Tercera sesión del curso de Arduino en FABLAB.

En la Figura 46 se muestra la evidencia fotográfica de la sesión 4 realizada el día 29 de marzo del 2023.



Figura 70. Ultima sesión del curso de Arduino en FABLAB.

- Curso de Arduino y su aplicación en IOT a los estudiantes de la Institución Educativa Gonzalo Rivera Laguado, realizado los días 24 de marzo y 31 de marzo del 2023 en el horario de 7am a 10 am (Ver anexo 11).

En la Figura 47 se presenta la evidencia fotográfica de la primera sesión realizada el día 23 de marzo del 2023.



Figura 71. Primera sesión del curso a los estudiantes del Colegio Gonzalo Rivera Laguado en FABLAB.

En la Figura 48 se presenta la evidencia fotográfica de la segunda sesión realizada el día 31 de marzo del 2023.



Figura 72. Segunda sesión del curso a los estudiantes del Colegio Gonzalo Rivera Laguado en FABLAB.

- Curso de Arduino y su aplicación en IOT a los estudiantes del grado 11-04 de la Institución Educativa Francisco José de Caldas, el día 30 del mes de marzo de 2 pm a 6 pm (Ver anexo 12).

En la Figura 49 se presenta la evidencia fotográfica de la sesión realizada el día 30 de marzo del 2023.



Figura 73. Socialización con los estudiantes del grado 11-04 del Colegio Francisco José de Caldas.

- Carta del líder técnico del FABLAB aprobando la terminación de la pasantía con el requerimiento de horas completas (ver anexo 13).

4.3.3. Encuesta de satisfacción

A continuación, teniendo en cuenta el sistema de variables de la Tabla 7 creado para la encuesta diagnóstica aplicada al inicio de los cursos a cada uno de los grupos, se realiza la encuesta de satisfacción con el fin de poder comparar los resultados obtenidos una vez finalizado el módulo, la cual contó con 10 preguntas, se dividen en los 2 grupos a los cuales se les aplicó.

En el primer grupo, referente a los participantes inscritos mediante el FABLAB, se obtuvieron los siguientes porcentajes de resultados.

¿Cómo te enteraste del curso?

11 respuestas

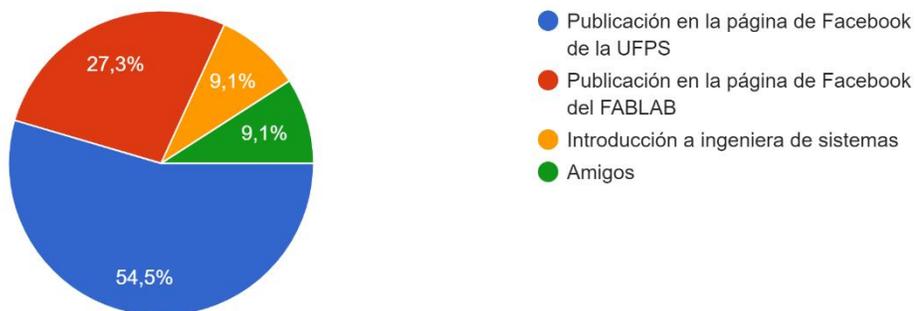


Figura 74. Primera pregunta FABLAB satisfacción.

Sobre tus expectativas al principio del curso, ¿las cumplió?

11 respuestas

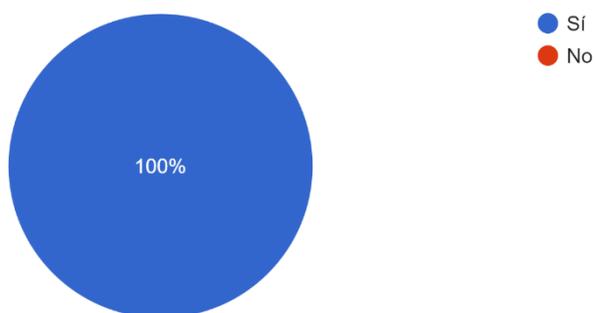


Figura 75. Segunda pregunta FABLAB satisfacción.

¿Conocías la metodología de enseñanza STEM?

11 respuestas

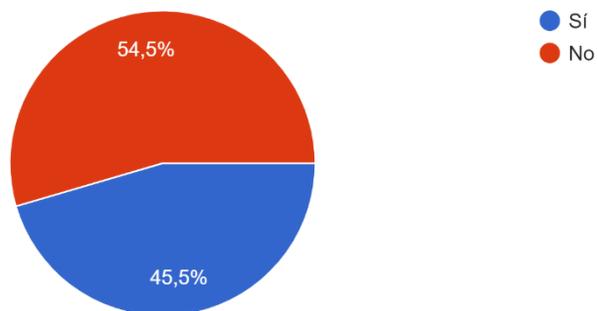


Figura 76. Tercera pregunta FABLAB satisfacción.

¿Qué tan satisfecho estás con el material didáctico utilizado en el desarrollo del curso?

11 respuestas

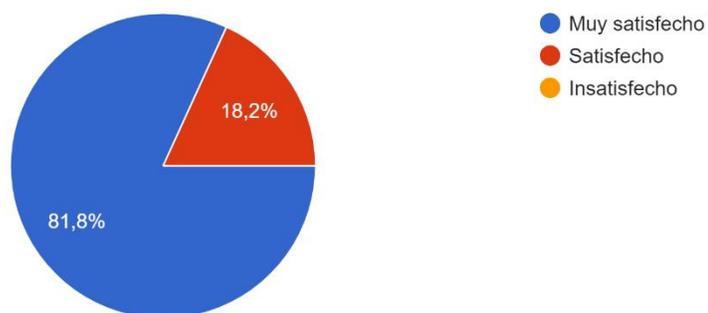


Figura 77. Cuarta pregunta FABLAB satisfacción.

¿Fueron adecuadas las actividades realizadas en el curso?

11 respuestas

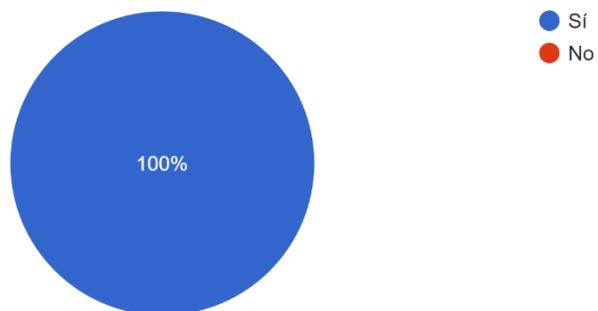


Figura 78. Quinta pregunta FABLAB satisfacción.

¿Crees que la duración del curso fue suficiente para abarcar las expectativas de formación?

11 respuestas

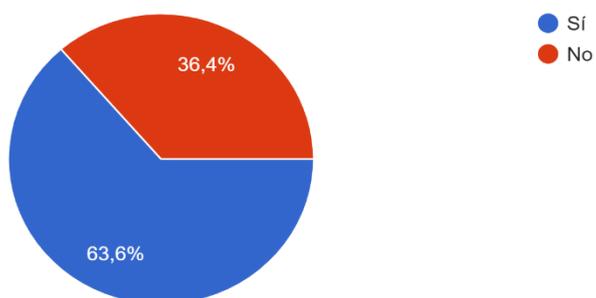


Figura 79. Sexta pregunta FABLAB satisfacción.

¿El curso te proporcionó nuevos aprendizajes teóricos y prácticos?

11 respuestas

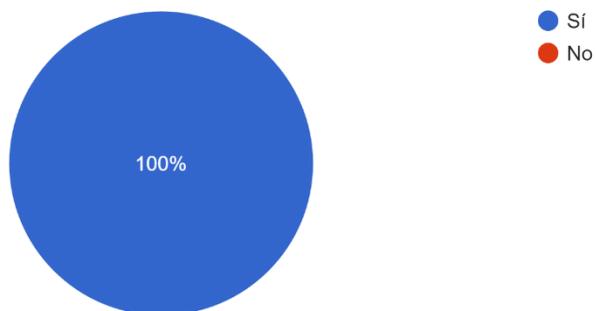


Figura 80. Séptima pregunta FABLAB satisfacción.

¿Los participantes han podido intervenir cuando ha surgido alguna duda?

11 respuestas

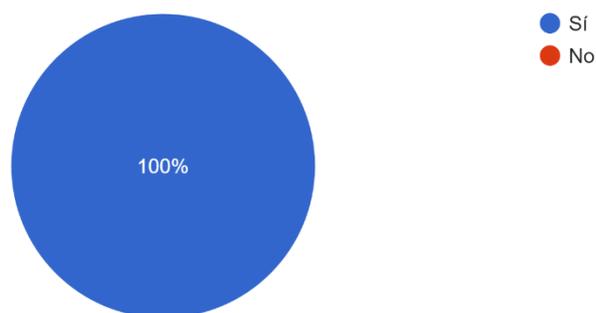


Figura 81. Octava pregunta FABLAB satisfacción.

¿Has consultado otro material, a parte del presentado en el curso, para profundizar sobre el tema?

11 respuestas

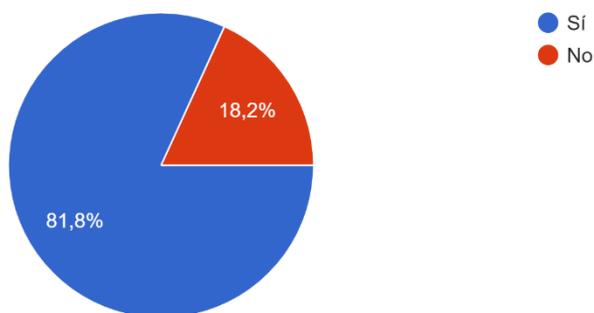


Figura 82. Novena pregunta FABLAB satisfacción.

Valora globalmente el curso recibido, según los siguientes aspectos: 1. Calidad del curso. 2. Nivel de conocimientos del instructor. 3. Cumplimie...e los tiempos. 4. Participación de los estudiantes.

11 respuestas

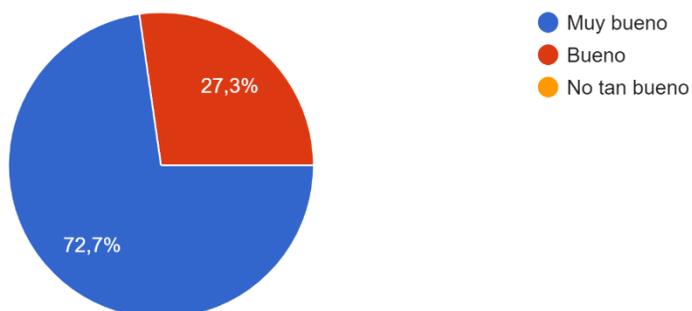


Figura 83. Decima pregunta FABLAB satisfacción.

¿Tienes alguna opinión o sugerencia que nos ayude a mejorar en el curso?

11 respuestas

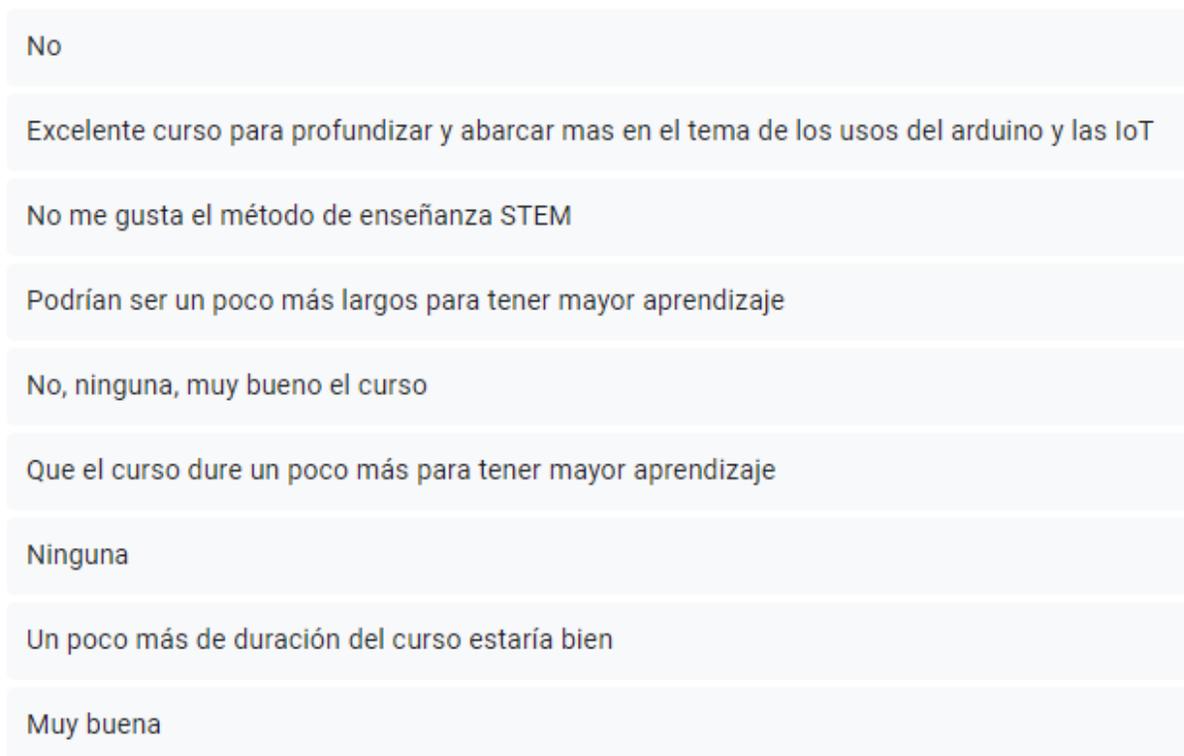


Figura 84. Opiniones del curso.

En el segundo grupo, referente a los estudiantes del grado 11-04 del Colegio Francisco José de Caldas, se obtuvieron los siguientes porcentajes de resultados.

¿Cómo te enteraste del curso?	¿Cómo te enteraste del curso?
Publicación en la página de Facebook de la UFPS	5
Profesora	1
colegio	1
Publicación en la página de Facebook del FABLAB	3
Profesor sergio castro	1
Si	1
Profesor técnica	1
por el profe sergio (checho)	1
Profe sergio	1
Profesor de técnica	1
Profesor	1
Por el colegio	2
Técnica	2
Tecnica	1
Profesor Sergio Castro	1
Profesor de tecnica	1
El profesor que nos da la técnica nos informó	1
Profesor:Sergio Castro	1
Gracias al profe	1
Gracias a información suministrada en mi colegio	1
El profesor nos dio el conocimiento	1
Nos informaron estudiantes de la universidad	1
Orientación en el colegio	1
En el colegio	1

Figura 85. Primera pregunta COLFRAJOC satisfacción.

Sobre tus expectativas al principio del curso, ¿las cumplió?

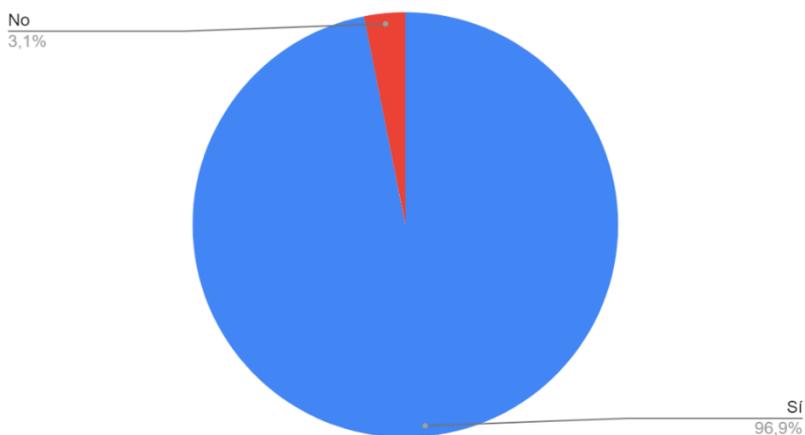


Figura 86. Segunda pregunta COLFRAJOC satisfacción.

¿Conocías la metodología de enseñanza STEM?

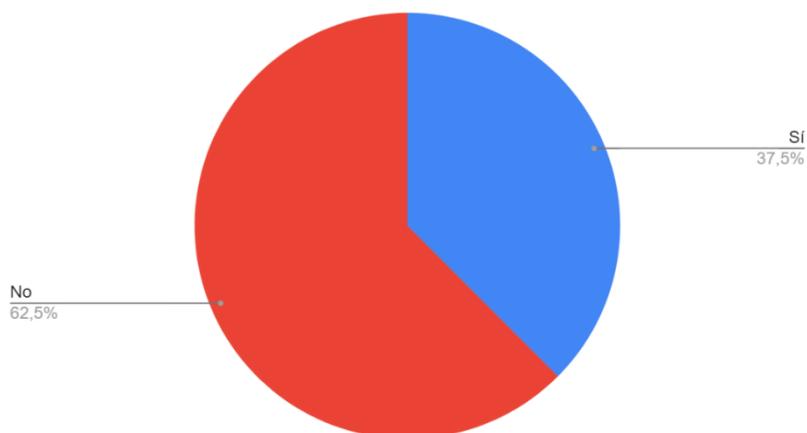


Figura 87. Tercera pregunta COLFRAJOC satisfacción.

¿Qué tan satisfecho estás con el material didáctico utilizado en el desarrollo del curso?

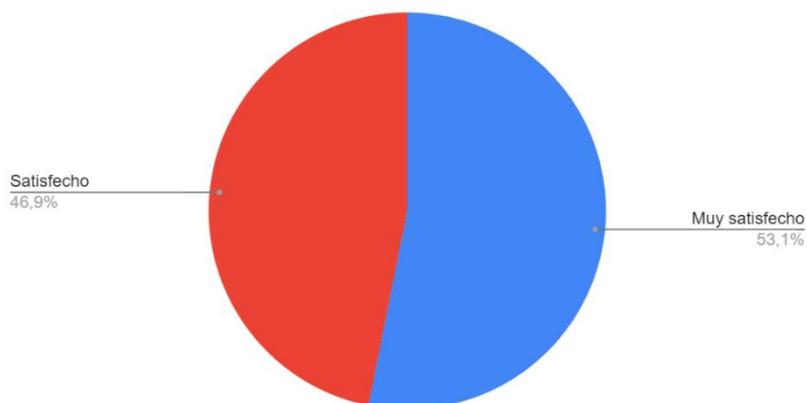


Figura 88. Cuarta pregunta COLFRAJOC satisfacción.

¿Fueron adecuadas las actividades realizadas en el curso?

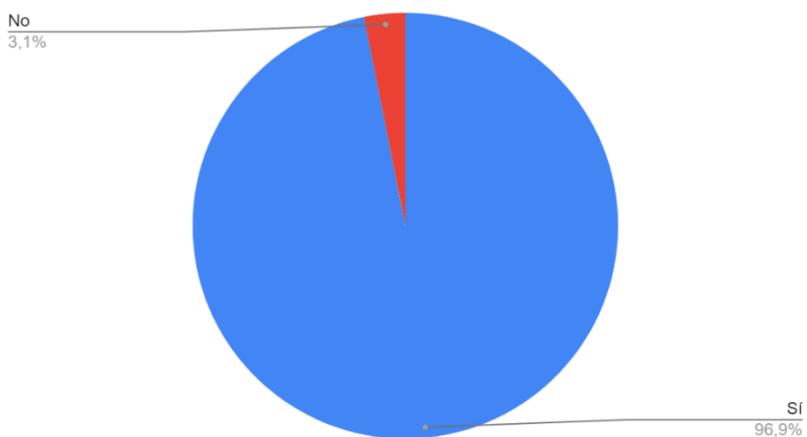


Figura 89. Quinta pregunta COLFRAJOC satisfacción.

¿Crees que la duración del curso fue suficiente para abarcar las expectativas de formación?

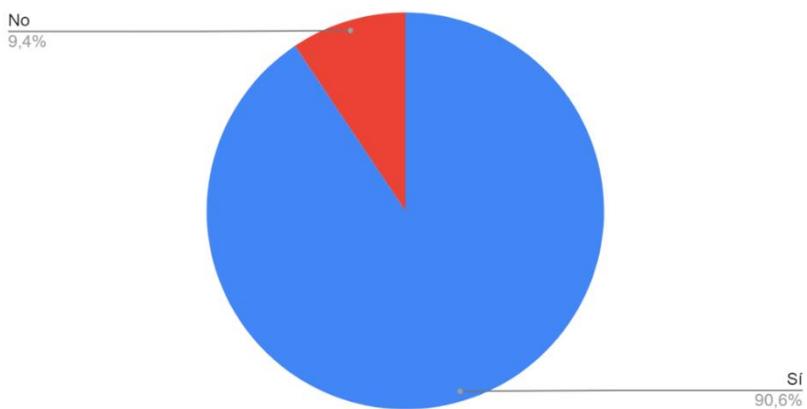


Figura 90. Sexta pregunta COLFRAJOC satisfacción.

¿El curso te proporcionó nuevos aprendizajes teóricos y prácticos?

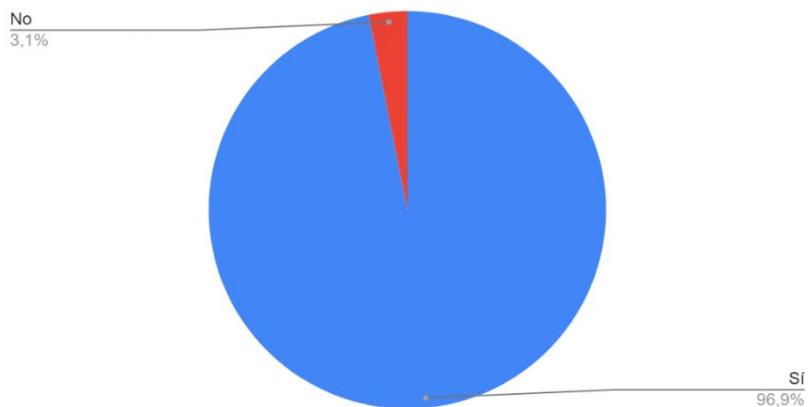


Figura 91. Séptima pregunta COLFRAJOC satisfacción.

¿Los participantes han podido intervenir cuando ha surgido alguna duda?

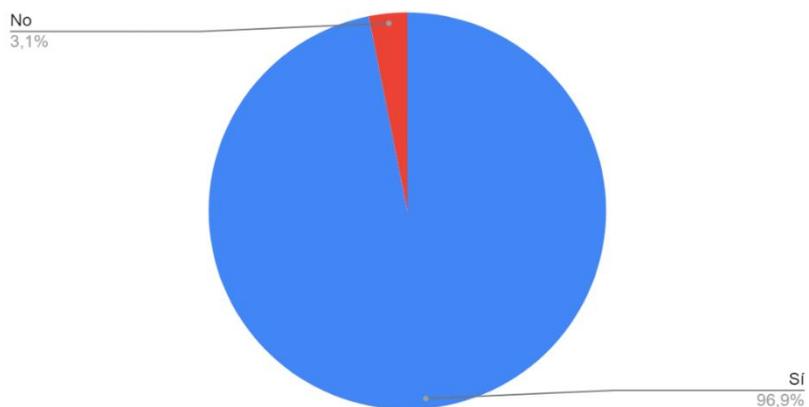


Figura 92. Octava pregunta COLFRAJOC satisfacción.

¿Has consultado otro material, a parte del presentado en el curso, para profundizar sobre el tema?

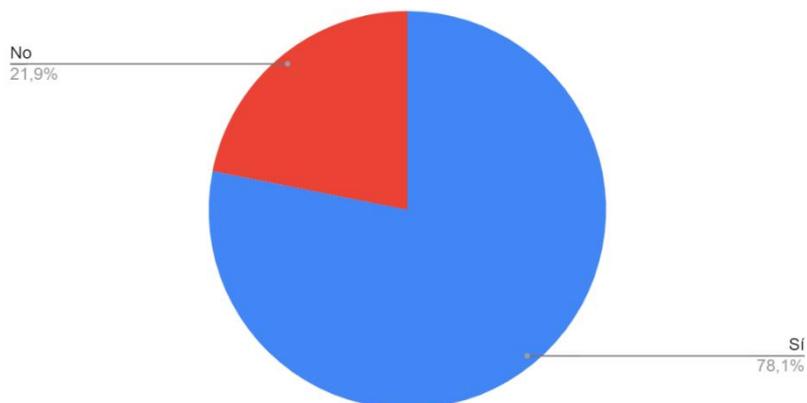


Figura 93. Novena pregunta COLFRAJOC satisfacción.

Valora globalmente el curso recibido, según los siguientes aspectos:

1. Calidad del curso.
2. Nivel de conocimientos del instructor.
3. Cumplimiento de los tiempos.
4. Participación de los estudiantes.

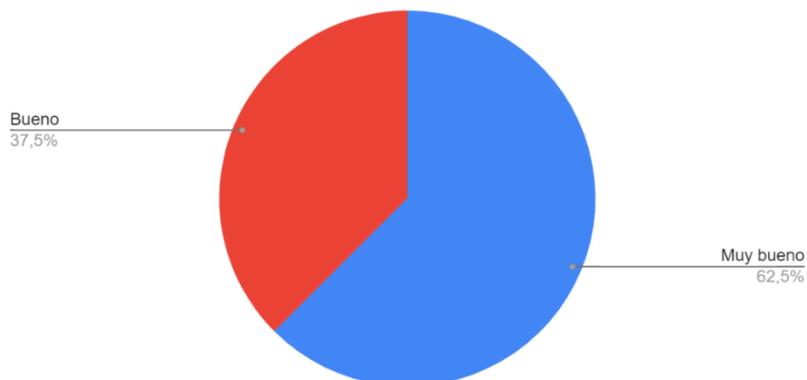


Figura 94. Decima pregunta COLFRAJOC satisfacción.

¿Tienes alguna opinión o sugerencia que nos ayude a mejorar en el curso?

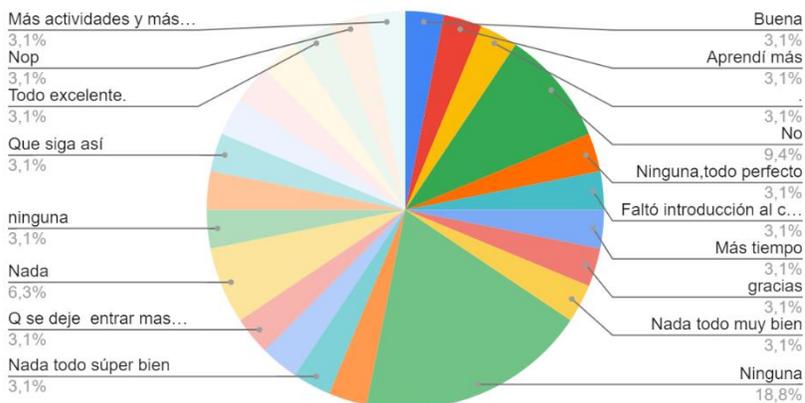


Figura 95. Opiniones del curso COLFRAJOC.

De la encuesta de satisfacción se puede resaltar el avance que se obtuvo en la profundización de los temas por parte de los estudiantes, lo que los alienta a investigar y ser más autodidactas buscando respuestas a los interrogantes que van surgiendo. También se destaca la importancia de realizar guías didácticas que orienten al usuario en el desarrollo y le proporcione instrucciones mediante esquemas para que sea de fácil comprensión y apoyen el proceso práctico.

5. Conclusiones

La información recopilada en la documentación del estado del arte demuestra que el método de aprendizaje basado en problemas es el más utilizado en proyectos de enseñanza de la plataforma Arduino, así como también en programación porque permite desarrollar de forma más consiente la interacción con la solución que se plantea. De igual forma, se habla del uso de aplicaciones web o móviles para impulsar la educación de IoT y promover de esa manera el interés por el aprendizaje y la práctica de los estudiantes.

Trabajar con software y hardware libre permite garantizar que los proyectos tengan perdurabilidad en el tiempo, y el usuario tenga la libertad de investigación y manipulación de la información recolectada, así como la facilidad de obtener sistemas informáticos sin restricciones, lo que aporta directamente al desarrollo del módulo permitiendo realizar cambios a las guías propuestas según la necesidad de quien la use.

En las pruebas de funcionamiento realizadas a la primera etapa se tomaron 11 medidas de acercamiento, en movimientos de 1cm de distancia, obteniendo una eficiencia del 100% del prototipo en la detección de los 10 cm máximos para abrir la papelerera. Así comprobando que en la prueba a los 11 cm ya no se detecta y por lo tanto la papelerera permanece cerrada.

En las pruebas que se realizaron en la etapa dos, se calibraron los sensores por medio del potenciómetro a su sensibilidad mínima, con el objetivo que no hubiera interferencia entre ellos y que no detectara la moneda de la siguiente denominación.

Para la implementación de la etapa cinco se utilizó una electroválvula solenoide, según las características consultadas en el datasheet, su voltaje de operación son 12 voltios , la placa de Arduino UNO solo entrega 5 voltios por lo que se utilizó un conversor de voltaje que tiene una

potencia máxima de 24 watts, 100% mayor al ser comparado con los cargadores transformadores de 12 voltios comerciales que solo entregan 12 watts, por lo que se calibra al voltaje necesario y se asegura que opere correctamente.

En la etapa seis, se trabaja con el internet de las cosas mediante la aplicación que intercambia datos con otros dispositivos a través de redes de comunicación. En este caso no es precisamente desde el wifi a la nube sino desde el protocolo que maneja el módulo bluetooth que es el UART SR 232 serial que es ideal para el módulo Arduino.

En la encuesta diagnóstico realizada a los dos grupos con los cuales se hizo la divulgación del módulo, se observó que los participantes del FABLAB que en su totalidad son estudiantes universitarios consideran en un 83,3% muy importante la programación respecto a los estudiantes del colegio con un 48,5%, lo que permite concluir que para los estudiantes universitarios con los cuales se realizó la divulgación, la creación de cualquier prototipo está centrada en la programación más que en el diseño y ensamble.

Para la encuesta de satisfacción realizada al finalizar las sesiones que componen la divulgación del módulo los participantes en el grupo del FABLAB consideran en un 100% que el desarrollo del módulo les aportó nuevos conocimientos teóricos y prácticos en el sector de la electrónica básica y la programación, mientras que el grupo del colegio consideran en un 96,9% el aporte, lo que permite concluir que el aprendizaje realizado por medio de lo teórico-práctico promueve en el estudiante el interés por obtener nuevos conocimientos así como la investigación.

6. Recomendaciones

Se propone añadir al módulo una etapa de potencia que permita al interesado desarrollar habilidades dentro de la electrónica avanzada, que proporcione soluciones a problemas de la vida cotidiana, lo que despertará más interés al momento de realizar la práctica. Así como también incluir el sensor PT100 para realizar trabajo de control de temperatura en la industria, dándole así un impulso a incursionar en otros campos de investigación y de trabajo.

Para la enseñanza de módulos direccionada a la educación STEM se plantea implementarla con inteligencia artificial debido a que demanda de perfiles multidisciplinarios para su desarrollo y es esta la principal característica de este método, además ofrece una retroalimentación de desempeño en tiempo real, y permite la solución de problemas que se puedan presentar en el momento de la realización.

Para el correcto uso del módulo y que el aprendizaje sea gradual, es decir, de lo básico a lo avanzado se recomienda seguir el manual de instrucciones presentado en el anexo 9, este indica donde se inicia hasta donde finaliza. Es importante seguir este orden para ser consecuentes con el aprendizaje, no saltarse las etapas o empezar al contrario el desarrollo. Seguir estas instrucciones garantiza que el proceso sea exitoso.

7. Trabajos futuros

Se propone direccionar el módulo a nuevas tecnologías como el avance en la telecomunicación llevando la interdisciplina hacia la Tecnología de la Información y la Comunicación (por sus siglas TIC), con el objetivo de ir avanzando en los métodos de enseñanza tradicionales para facilitar procesos y optimar información, y así alcanzar en el usuario actitudes y disposiciones que lo impulsen a tomar decisiones sobre las necesidades que se presentan.

El desarrollo del módulo puede replicarse en otras áreas que quieran unir su proceso con la ingeniería electrónica y así conseguir el desarrollo de proyectos más llamativos y con mayor acogida entre la comunidad.

8. Referencias

- [1] C. Gomez, J. Guarin, E. Delgado, y Triana. Ricardo, “UFPS tendrá nuevo Laboratorio de Fabricación Digital”, el 29 de abril de 2020. <https://ww2.ufps.edu.co/unoticia/lab-fabricacion-digital> (consultado el 12 de septiembre de 2022).
- [2] M. Elena García-Ruiz y F. J. Lena-Acebo, “Fablab movement: Research design by mixed methods”, *OBETS*, vol. 14, núm. 2, pp. 373–406, 2019, doi: 10.14198/OBETS2019.14.2.04.
- [3] I. S. Milara, K. Pitkänen, A. Niva, M. Iwata, J. Laru, y J. Riekkki, “El camino STEAM: construir una comunidad de práctica para las escuelas locales en torno a STEAM y la fabricación digital”, en *Proceedings of the FabLearn Europe 2019 Conference*, New York, NY, USA: ACM, may 2019, pp. 1–3. doi: 10.1145/3335055.3335072.
- [4] J. Santillam, E. Jaramillo, R. Santos, y V. Cadena, “STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior”, *polo del conocimiento*, vol. 5, pp. 1–26, ago. 2020.
- [5] J. Novillo-Vicuña, D. Hernández Rojas, B. Mazón Olivo, J. Molina Ríos, y O. Cárdenas Villavicencio, *Arduino y el Internet de las cosas*. Editorial Científica 3Ciencias, 2018. doi: 10.17993/ingytec.2018.45.
- [6] “El FabLab, un espacio para experimentar y potenciar la creatividad”, el 14 de agosto de 2017. <https://medellin.unal.edu.co/noticias/1059-el-fablab-un-espacio-para-experimentar-y-potenciar-la-creatividad.html> (consultado el 27 de septiembre de 2022).
- [7] “EIU FABLAB – LABORATORIO STEM”. <https://fablab.eiu.edu.vn/en/> (consultado el 9 de noviembre de 2022).
- [8] N. Parra y J. Moreno, “Diseño e implementación de una solución IoT para el sistema de control de acceso de cicloparqueadero inteligente.”, Universidad Santo Tomás, Bogotá, 2019.
- [9] López. Victor, D. Couso, y C. Simarro, “Educación STEM en y para el mundo digital. Cómo y por qué llevar las herramientas digitales a las aulas de ciencias, matemáticas y tecnologías.”, *Revista de Educación a distancia*, 2018.
- [10] F. lena y M. García, “Documentación de proyectos en los FABLABS: un modelo explicativo.”, *Profesional de la Informacion*, vol. 27, núm. 4, pp. 830–839, jul. 2018, doi: 10.3145/epi.2018.jul.12.
- [11] L. Bueno y M. Marin, “Diseño y elaboración de módulos para el desarrollo de emprendimientos, para la etapa de inserción laboral en el centro de capacitación modular de la FUNDACIÓN PACES-CUENCA”, Universidad Politecnica Salesiana, Cuenca, 2010.
- [12] C. Peña, “Descubriendo Arduino”, *users*, 2020. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bL7PDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=>

- arduino+que+es&ots=fH_PRGCccd&sig=8eebKXCfssrOvH0SGFJgcLCnBXc#v=onepage&q&f=true (consultado el 27 de septiembre de 2022).
- [13] K. Rose, S. Eldridge, y L. Chapin, “LA INTERNET DE LAS COSAS-UNA BREVE RESEÑA”, 2015.
- [14] A. Serna, F. Ros, y J. Rico, *GUIA PRÁCTICA DE SENSORES*, 1a ed. España: COPYRIGHT CREACIONES, 2010. Consultado: el 30 de septiembre de 2022. [En línea]. Disponible en:
<https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=CuoXCd6ZZqwC&oi=fnd&pg=PR9&dq=que+son+sensores&ots=BwhO526to3&sig=NdRW4yT2ET4BxmkbKYLbi56r3l4#v=onepage&q=que%20son%20sensores&f=false>
- [15] L. Corona, G. Abarca, y J. Mares, *SENSORES Y ACTUADORES. APLICACIONES CON ARDUINO*, 1a ed. Azcapotzalco: GRUPO EDITORIAL PATRIA, 2014. Consultado: el 1 de octubre de 2022. [En línea]. Disponible en:
https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=wMm3BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=sensores+y+actuadores&ots=6O7ocCb33t&sig=kRZkxIT_EKlcgO44aSZDUBqQjOQ#v=onepage&q=sensores%20y%20actuadores&f=false
- [16] J. Corchado, O. Garcia, y J. Bajo, “Identificación por Radiofrecuencia: Fundamentos y Aplicaciones”, Ciudad Real, nov. 2007. [En línea]. Disponible en:
<https://www.researchgate.net/publication/228931313>
- [17] G. A. Montenegro y A. E. Marchesin, *SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA (RFID)*, 1a ed. Buenos Aires, 2007.
- [18] J. Ruiz, “Manejo y aplicaciones del bus I2C de Arduino”, ago. 2012. [En línea]. Disponible en: <http://josemanuelruizgutierrez.blogspot.com>
- [19] J. Mankar, C. Darode, K. Trivedi, M. Kanoje, y P. Shahare, “REVIEW OF I2C PROTOCOL”, *International Journal of Research in Advent Technology*, vol. 2, núm. 1, jun. 2014, [En línea]. Disponible en: <http://www.ijrat.org>
- [20] N. M. Cáceres, A. Arce, y A. Cifuentes, “EDUCACION STEM/STEAM: apuesta hacia la formacion, impacto y proyección de seres criticos”, Falcon , 2019. Consultado: el 8 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://investigacionuptag.wordpress.com/>
- [21] Á. Mahecha, V. Cindy, G. Rodríguez, A. Clemencia, y A. Barrantes, “La educación STEM en la práctica docente: una propuesta pedagógica para fortalecer las 4 C’S del siglo XXI en los estudiantes de grado 9° del Colegio Champagnat de Bogotá”, Bogotá, 2021.
- [22] “decreto-2076-1992”.
- [23] “P.L.270-2021C (STEM)”.
- [24] “Ley_1978_de_2019”.
- [25] “Ley_1341_de_2009”.

- [26] M. Á. Rubio, C. Mañoso, R. Romero, Z. Ángel, y P. De Madrid, *Uso de las plataformas LEGO y Arduino en la enseñanza de la programación*. 2014. [En línea]. Disponible en: http://wdb.ugr.es/~marubio/?page_id=481
- [27] J. F. Aguirre y B. E. García, “Proyectos ARDUINO con estrategias de enseñanza soportadas en blended learning”, San Luis, Argentina, abr. 2017.
- [28] R. Moran-Borbor, V. Galvis-Roballo, J. Niño-Vega, y F. Fernández-Morales, “Desarrollo de un robot sumo como material educativo orientado a la enseñanza de programación en Arduino”, *Revista Habitus: Semilleros de investigación*, vol. 1, núm. 2, ago. 2021, doi: 10.19053/22158391.12178.
- [29] Y. Enrique Rivera Julio, L. Gabriel, y T. Martínez, “ABP para la enseñanza y desarrollo de proyectos tecnológicos interdisciplinarios en Arduino”, Manizales, ago. 2014.
- [30] Ruiz Rainer, “Plataformas para aplicaciones IoT basadas en Tecnologías Open Source”, vol. 15, pp. 42–55, oct. 2019.
- [31] B. Sanchez, “MÓDULO DE ENTRENAMIENTO PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES ELECTRÓNICAS ORIENTADAS A LA INDUSTRIA BASADO EN MICROCONTROLADOR ARDUINO”, Barrancabermeja, jun. 2020.
- [32] C. Y. Redes, S. Adriana Vivar Garcia, y I. Marcillo Parrales, “DISEÑO DE UN MÓDULO DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS PROGRAMABLES COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN Y REDES.”, Manabí, 2019.
- [33] W. Villamil, *App móvil desarrollada con metodología ÁGIL para IoT controlada desde una red LAN/WAN con placa de desarrollo de hardware libre (Arduino)*. 2019.
- [34] J. G. Rivera Ramírez, E. E. Gonzabay de la A, B. M. Mendoza Morán, y V. del R. Mendoza Morán, “El uso del software de código abierto en el IoT”, *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, núm. 6, pp. 1867–1704, nov. 2022, doi: 10.37811/cl_rcm.v6i6.3621.
- [35] A. Giménez, R. Tutores, Sara, B. Clavero, J. Vicente, y B. Dualde, “Aplicación de la tecnología de Internet de las Cosas en el ámbito educativo”, 2020.
- [36] “Guías pedagógicas y didácticas para impulsar el enfoque STEM+ en el aula | Colombia Aprende”. <https://colombiaaprende.edu.co/recurso-coleccion/guias-pedagogicas-y-didacticas-para-impulsar-el-enfoque-stem-en-el-aula> (consultado el 15 de marzo de 2023).

9. Anexos.

Anexo 1. Código de programación de la etapa 1.

```
#include <Servo.h> //Libreria
#define Trigger 13 //conectar al pin 13
#define Echo 12 //conectar al pin 12
Servo miservo;
void setup() {
  pinMode(Trigger, OUTPUT); //se define el pin trigger como salida
  pinMode(Echo, INPUT); //se define el pin Echo como entrada
  digitalWrite(Trigger, LOW); //se inicializa el pin en bajo o cero
  miservo.attach(5); //conecta una variable Servo al pin asignado
}
void loop() {
  long t; //tiempo que demora en llegar el eco
  long d; //distancia en cm
  digitalWrite(Trigger, HIGH); //se envia un pulso
  delayMicroseconds(15); //timepo de espera de 15us
  digitalWrite(Trigger, LOW);
  t=pulseIn(Echo, HIGH); //se encuentra el ancho de pulso
  d=t/59; //relacion se distancia en cm segun el tiempo
  if (d<10){ //si la distancia es menor a 10cm
    for(int pos=0;pos<90;pos++){
      miservo.write(pos);
      delay(100);}
    for(int pos=90;pos<0;pos++){
      miservo.write(pos);
      delay(100);
    }
  }
  delay(3000);}
```

Anexo 2. Código de programación de la etapa 2.

```
//librerias
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); //dirección de la ICD
int f1=0,f2=0,f3=0,f4=0;
int c1=0,c2=0,c3=0,c4=0;
void setup()
{
  lcd.init(); //inicia la LCD
  lcd.backlight(); //prende la luz
  lcd.setCursor(0,0);//posicion inicial
  lcd.print("  FABLAB UFPS ");//imprime el mensaje
  lcd.setCursor(0,1);//posicion para el segundo mensaje
  lcd.print(" CUENTA MONEDAS ");//imprime el segundo mensaje
  delay(4000);//tiempo de muestra
  lcd.clear();//limpia la lcd
}
void loop()
{
  int s1=analogRead(A0);//puerto de conexion del sensor 1
  int s2=analogRead(A1);//puerto de conexion del sensor 2
  int s3=analogRead(A2);//puerto de conexion del sensor 3
  int s4=analogRead(A3);//puerto de conexion del sensor 4
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("100-200-500-1000");//imprime en la LCD
  if(s1>=200 && f1==0)//condicional para detectar que moneda es de acuerdo al sensor
  {
    f1=1;
  }
}
```

```
else if(s1<200 && f1==1)
{
    f1=0;
    c1++;
}
if(s2>=200 && f2==0)
{
    f2=1;
}
else if(s2<200 && f2==1)
{
    f2=0;
    c2++;
}
if(s3>=200 && f3==0)
{
    f3=1;
}
else if(s3<200 && f3==1)
{
    f3=0;
    c3++;
}
if(s4>=200 && f4==0)
{
    f4=1;
}
else if(s4<200 && f4==1)
{
    f4=0;
```

```
    c4++;  
}  
lcd.setCursor(1,1);  
lcd.print(c1);  
lcd.setCursor(5,1);  
lcd.print(c2);  
lcd.setCursor(9,1);  
lcd.print(c3);  
lcd.setCursor(14,1);  
lcd.print(c4);  
}
```

Anexo 3. Código de programación de la etapa 3.

```
//librerías
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <Servo.h>
//LCD configuración
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4); //PROTOCOLO I2C
#define RST_PIN 9 //El pin 9 es para el reinicio RC522
#define SS_PIN 10 //Pin 10 es el SDA del módulo RC522
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); //Crear un nuevo objeto RC522
Servo motor_1;
//Variables
boolean door_opened=false;
boolean first_read=false;
boolean normal_mode=true;
boolean countdown = false;
int timer=0;
int user_added=0;
int add_ID_counter = 0;
//Entrada - salida
int buzzer_pin=7;
int outside_close = 4; //pin para el botón de cerrar desde afuera
int inside_close = 6; //pin para el botón de cerrar desde adentro
int inside_open = 5; //pin para el botón de abrir desde adentro
void setup() {
  SPI.begin(); //Iniciar un nuevo bus SPI
  mfrc522.PCD_Init(); // Inicie el MFRC522
```

```

    motor_1.attach(3);      //Configure el pin digital D3 para que sea la señal PWM para el
servomotor

    pinMode(buzzer_pin,OUTPUT); //Configure el pin digital D7 para que sea la SALIDA del
zumbadorOUTPUT

    //Configuración de la pantalla LCD I2C

    lcd.init();
    lcd.backlight();
    lcd.clear(); //limpia la lcd
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("PASE LA TARJETA");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("          ");
    motor_1.writeMicroseconds(1000); //Ponga el servo en la posición de cierreposition
}

byte ActualUID[4]; //Esto almacenará la identificación cada vez que leamos un nuevo código de
identificación

byte USER1[4]= {0xD3, 0xF8, 0x05, 0x1C} ; //Código de identificación MASTER. TARJETA
QUE SE ELIGE

byte USER2[4]= {0x00, 0x00, 0x00, 0x00} ; //ID vacío de USER2
byte USER3[4]= {0x00, 0x00, 0x00, 0x00} ; //ID vacío de USER3
byte USER4[4]= {0x00, 0x00, 0x00, 0x00} ; //ID vacío de USER4
byte USER5[4]= {0x00, 0x00, 0x00, 0x00} ; //ID vacío de USER5

void loop() {
    if(digitalRead(outside_close)) //Si se presiona el botón, cerramos la puerta
    {
        door_opened=false;
        first_read=false;
        countdown = false;
        add_ID_counter = 0;
        motor_1.writeMicroseconds(1000);
        lcd.clear(); //limpia la lcd

```

```

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("PUERTA CERRADA");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("DESDE AFEURA");
digitalWrite(buzzer_pin,HIGH);
delay(300);
digitalWrite(buzzer_pin,LOW);
delay(4000);
lcd.clear(); //limpia la lcd
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("PASE LA TARJETA ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("PUERTA CERRADA");
}
if(digitalRead(inside_close)) //Si se presiona el botón, cerramos la puerta
{
  door_opened=false;
  first_read=false;
  countdown = false;
  add_ID_counter = 0;
  motor_1.writeMicroseconds(1000);
  lcd.clear(); //limpia la lcd
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("PUERTA CERRADA");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("DESDE ADENTRO");
  digitalWrite(buzzer_pin,HIGH);
  delay(300);
  digitalWrite(buzzer_pin,LOW);
  delay(4000);
}

```

```
lcd.clear(); //limpia la lcd
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("PASE LA TARJETA");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("PUERTA CERRADA");
}
if(digitalRead(inside_open)    //Si se presiona el botón, Abrimos la puerta
{
  door_opened=true;
  first_read=false;
  countdown = false;
  add_ID_counter = 0;
  motor_1.writeMicroseconds(1500);
  lcd.clear(); //limpia la lcd
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("PUERTA ABIERTA");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("DESDE ADENTRO");
  digitalWrite(buzzer_pin,HIGH);
  delay(300);
  digitalWrite(buzzer_pin,LOW);
  delay(4000);
  lcd.clear(); //limpia la lcd
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("PASE LA TARJETA");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("PUERTA ABIERTA");
}
if(normal_mode)
{
```

```
if(countdown)
{
  if(add_ID_counter > 300)
  {
    countdown = false;
    first_read=false;
    add_ID_counter = 0;
    lcd.clear(); //limpia la lcd
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("NO ES UN USUARIO");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("      ");
    digitalWrite(buzzer_pin,HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(buzzer_pin,LOW);
    delay(4000);
    lcd.clear(); //limpia la lcd
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("PASE LA TARJETA");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("      ");
  }

  if(add_ID_counter == 50)
  {
    lcd.setCursor(15,1);
    lcd.print("5");
    digitalWrite(buzzer_pin,HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(buzzer_pin,LOW);
```

```
}  
if(add_ID_counter == 100)  
{  
  lcd.setCursor(15,1);  
  lcd.print("4");  
  digitalWrite(buzzer_pin,HIGH);  
  delay(100);  
  digitalWrite(buzzer_pin,LOW);  
}  
if(add_ID_counter == 150)  
{  
  lcd.setCursor(15,1);  
  lcd.print("3");  
  digitalWrite(buzzer_pin,HIGH);  
  delay(100);  
  digitalWrite(buzzer_pin,LOW);  
}  
if(add_ID_counter == 200)  
{  
  lcd.setCursor(15,1);  
  lcd.print("2");  
  digitalWrite(buzzer_pin,HIGH);  
  delay(100);  
  digitalWrite(buzzer_pin,LOW);  
}  
if(add_ID_counter == 250)  
{  
  lcd.setCursor(15,1);  
  lcd.print("1");  
  digitalWrite(buzzer_pin,HIGH);
```

```

delay(100);
digitalWrite(buzzer_pin,LOW);
}
add_ID_counter = add_ID_counter+1;
delay(10);
}
// Compruebe si hay alguna tarjeta de identificación nueva delante del sensor
if ( mfrc522.PICC_IsNewCardPresent())
{
//Seleccione la tarjeta encontrada
if ( mfrc522.PICC_ReadCardSerial())
{
// Almacenamos el ID real en 4 bytes con un bucle for
for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++) {
ActualUID[i]=mfrc522.uid.uidByte[i];
}
//Compare el UID y verifique si el nuevo ID está en las listas de usuarios
if(first_read)
{
if(compareArray(ActualUID,USER1))
{
countdown=false;
add_ID_counter = 0;
digitalWrite(buzzer_pin,HIGH);
delay(300);
digitalWrite(buzzer_pin,LOW);
normal_mode=false;
lcd.clear(); //limpia la lcd
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Nueva ID en:");
}
}
}
}

```

```
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("  3  ");
    digitalWrite(buzzer_pin,HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(buzzer_pin,LOW);
    delay(1000);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("  2  ");
    digitalWrite(buzzer_pin,HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(buzzer_pin,LOW);
    delay(1000);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("  1  ");
    digitalWrite(buzzer_pin,HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(buzzer_pin,LOW);
    delay(1000);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("  AHORA  ");
    digitalWrite(buzzer_pin,HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(buzzer_pin,LOW);
  }
else
  {
    first_read=false;
  }
}
if(!first_read)
```

```

    {
        if(compareArray(ActualUID,USER1))
        {
            lcd.clear(); //limpia la lcd
            lcd.setCursor(0,0);
            lcd.print("ACCESO PERMITIDO");
            lcd.setCursor(0,1);
            lcd.print("USUARIO MASTER");
            digitalWrite(buzzer_pin,HIGH); //use analogWrite (buzzer_pin, 200);
para buzzer no activo

            delay(300);
            digitalWrite(buzzer_pin,LOW); //use analogWrite para un buzzer no
activo

            motor_1.writeMicroseconds(1500);
            door_opened=true;
            first_read=true;
            countdown=true;
            delay(3000);
            lcd.clear(); //limpia la lcd
            lcd.setCursor(0,0);
            lcd.print("USE CARD MASTER");
            lcd.setCursor(0,1);
            lcd.print("PARA NUEVO ID 6");
            digitalWrite(buzzer_pin,HIGH);
            delay(100);
            digitalWrite(buzzer_pin,LOW);
        }
        else if(compareArray(ActualUID,USER2))
        {
            lcd.clear(); //limpia la lcd

```

```

        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("ACEESO PERMITIDO");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("USUARIO 2");
        digitalWrite(buzzer_pin,HIGH); //use analogWrite (buzzer_pin, 200);
para buzzer no activo

        delay(300);
        digitalWrite(buzzer_pin,LOW); //use analogwrite para un buzzer no
activo

        motor_1.writeMicroseconds(1500);
        door_opened=true;
        first_read=true;
        delay(3000);
        lcd.clear(); //limpia la lcd
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Ultimo: USER2");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("PUERTA ABIERTA");
    }
else if(compareArray(ActualUID,USER3))
{
    lcd.clear(); //limpia la lcd
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("ACCESO PERMITIDO");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("USUARIO 3");
    digitalWrite(buzzer_pin,HIGH); //use analogWrite(buzzer_pin,200);
para buzzer no activo

    delay(300);
    digitalWrite(buzzer_pin,LOW); //use analogwrite para un buzzer no
activo

```

```

motor_1.writeMicroseconds(1500);
door_opened=true;
first_read=true;
delay(3000);
lcd.clear(); //limpia la lcd
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Ultimo: USER3");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("PUERTA ABIERTA");
}
else if(compareArray(ActualUID,USER4))
{
  lcd.clear(); //limpia la lcd
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("ACCESO PERMITIDO");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("USUARIO 4");
  digitalWrite(buzzer_pin,HIGH); //use analogWrite(buzzer_pin,200);
para buzzer no activo

  delay(300);
  digitalWrite(buzzer_pin,LOW); //use analog write para un buzzer no
activo

  motor_1.writeMicroseconds(1500);
  door_opened=true;
  first_read=true;
  delay(3000);
  lcd.clear(); //limpia la lcd
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Ultimo: USER4");
  lcd.setCursor(0,1);

```

```

        lcd.print("PUERTA ABIERTA");
    }
else if(compareArray(ActualUID,USER5))
{
    lcd.clear();//limpia la lcd
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("ACCESO PERMITIDO");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("USUARIO 5");
    digitalWrite(buzzer_pin,HIGH); //use analogWrite(buzzer_pin,200);
para buzzer no activo
    delay(300);
    digitalWrite(buzzer_pin,LOW); //use analogWrite para buzzer no
activo
    motor_1.writeMicroseconds(1500);
    door_opened=true;
    first_read=true;
    delay(3000);
    lcd.clear();//limpia la lcd
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Ultimo: USER5");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("PUERTA ABIERTA");
}
else
{
    lcd.clear();//limpia la lcd
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("ACCESO DENEGADO");
    lcd.setCursor(0,1);

```

```

        lcd.print("ID DESCONOCIDO");
        analogWrite(buzzer_pin,200); //use analogWrite(buzzer_pin,200);
para un buzzer no activo
        delay(1500);
activo
        analogWrite(buzzer_pin,LOW); //use analogWrite para un buzzer no

        motor_1.writeMicroseconds(1000);
        door_opened=false;
        first_read=false;
        delay(3000);
        lcd.clear(); //limpia la lcd
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("PASE LA TARJETA!");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("PUERTA CERRADA");
    }
}
// Terminamos la lectura de la tarjeta tarjeta actual
mfr522.PICC_HaltA();
}
}
} //finalizar el modo normal
if(!normal_mode)
{
    // Revisamos si hay nuevas tarjetas presentes
    if ( mfr522.PICC_IsNewCardPresent())
    {
        //Seleccionamos una tarjeta
        if ( mfr522.PICC_ReadCardSerial())
        {

```

```

// Enviamos serialmente su UID

for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++) {

    ActualUID[i]=mfrc522.uid.uidByte[i];
}

//comparar la ID de lectura y los USUARIOS almacenados
if(user_added==4)
{
    lcd.clear(); //limpia la lcd
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("LISTA DE USUARIO");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("LLENA");
    digitalWrite(buzzer_pin,HIGH); //use analogWrite(buzzer_pin,200); para buzzer
no activo
    delay(3000);
    digitalWrite(buzzer_pin,LOW); //use analog write para buzzer no activo
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.clear(); //limpia la lcd
    lcd.print("PASE LA TARJETA");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("          ");
}
if(user_added==3)
{
    USER5[0] = ActualUID[0];
    USER5[1] = ActualUID[1];
    USER5[2] = ActualUID[2];
    USER5[3] = ActualUID[3];
}

```

```

user_added = user_added+1;
lcd.clear(); //limpia la lcd
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("NUEVO USUARIO");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("COMO USUARIO 5");
digitalWrite(buzzer_pin,HIGH); //use analogWrite(buzzer_pin,200); para buzzer
no activo

delay(300);
digitalWrite(buzzer_pin,LOW); //use analog write para buzzer no activo
delay(1000);
normal_mode=true;
first_read=false;
delay(3000);
lcd.clear(); //limpia la lcd
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("PASE LA TARJETA");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("          ");
}
if(user_added==2)
{
  USER4[0] = ActualUID[0];
  USER4[1] = ActualUID[1];
  USER4[2] = ActualUID[2];
  USER4[3] = ActualUID[3];
  user_added = user_added+1;
  lcd.clear(); //limpia la lcd
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("NUEVO USUARIO");

```

```

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("COMO USUARIO 4");
digitalWrite(buzzer_pin,HIGH); //use analogWrite(buzzer_pin,200); para buuzer
no activo
delay(300);
digitalWrite(buzzer_pin,LOW); //use analog write para buuzer no activo
delay(1000);
normal_mode=true;
first_read=false;
delay(3000);
lcd.clear(); //limpia la lcd
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("PASE LA TARJETA");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("      ");
}
if(user_added==1)
{
  USER3[0] = ActualUID[0];
  USER3[1] = ActualUID[1];
  USER3[2] = ActualUID[2];
  USER3[3] = ActualUID[3];
  user_added = user_added+1;
  lcd.clear(); //limpia la lcd
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("NUEVO USUARIO");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("COMO USUARIO 3");
  digitalWrite(buzzer_pin,HIGH); //use analogWrite(buzzer_pin,200); para buuzer
no activo

```

```

delay(300);
digitalWrite(buzzer_pin,LOW); //use analog write para buuzer no activo
delay(1000);
normal_mode=true;
first_read=false;
delay(3000);
lcd.clear(); //limpia la lcd
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("PASE LA TARJETA");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("          ");
}
if(user_added==0)
{
  USER2[0] = ActualUID[0];
  USER2[1] = ActualUID[1];
  USER2[2] = ActualUID[2];
  USER2[3] = ActualUID[3];
  user_added = user_added+1;
  lcd.clear(); //limpia la lcd
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("NUEVO USUARIO");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("COMO USUARIO 2");
  digitalWrite(buzzer_pin,HIGH); //use analogWrite(buzzer_pin,200); para buuzer
no activo
delay(300);
digitalWrite(buzzer_pin,LOW); //use analog write para buuzer no activo
delay(1000);
normal_mode=true;

```

```
        first_read=false;
        delay(3000);
        lcd.clear(); //limpia la lcd
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("PASE LA TARJETA");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("      ");
    }
}

}
} //modo de adición de ID finalizado
}
//Compara los 4 bytes de los usuarios y el ID recibido
boolean compareArray(byte array1[],byte array2[])
{
    if(array1[0] != array2[0])return(false);
    if(array1[1] != array2[1])return(false);
    if(array1[2] != array2[2])return(false);
    if(array1[3] != array2[3])return(false);
    return(true);
}
```

Anexo 4. Código de programación de la etapa 4

```
//Librerias
#include <LiquidCrystal.h>
#include <DHT.h>
#include <DHT_U.h>
//Pines
int bombaAgua = 8;
int sensorTemp = 9;
int boton = 10;
//variables
int temp;
int hum;
int estadoBoton;
//Objetos
LiquidCrystal lcd(7,6,5,4,3,2);
DHT dht(sensorTemp, DHT11);
void setup() {
  //setup Pantalla
  lcd.begin(16, 2);
  //setup rele
  pinMode(bombaAgua,OUTPUT);
  //setup Sensor temperatura
  dht.begin();
  //setup boton
  pinMode(boton, INPUT);
}
void loop() {
  //Inicializacion de Variables sensor
  temp = dht.readTemperature();
  hum = dht.readHumidity();
```

```

estadoBoton=digitalRead(boton);
//Pantalla
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Temperatura: " + String(temp) + " °C");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Humedad: "+ String(hum) + " %  ");
if(temp>=25&&hum<=20){ //Condicion para regar automaticamente
  digitalWrite(bombaAgua, LOW); //Prender bomba de agua
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("  REGANDO  "); // Mostrar en la pantalla LCD
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("POR FAVOR ESPERE");
  delay(5000); //Durante 5 segundos
} else if(estadoBoton==HIGH){ //Si se presiona el botón
  digitalWrite(bombaAgua, LOW); //Prender bomba de agua
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("  REGANDO  "); // Mostrar en la pantalla LCD
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("POR FAVOR ESPERE");
  delay(1000); //Durante un segundo
} else { //Si ninguna de las condiciones anteriores...
  digitalWrite(bombaAgua, HIGH); //Bomba apagada
}
//Si no recibe información del sensor
if(temp==0&&hum==0){
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("  ERROR  "); // Mostrar en la pantalla LCD
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" NO SENSOR  ");
  delay(1000); //Actualizacion cada segundo} }

```

Anexo 5. Código de programación de la etapa 5.

```
#include "LCD.h" //libreria de la LCD
#include "LiquidCrystal.I2C.h" //libreria de LCD protocolo I2C
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,2,1,0,4,5,6,7); //protocolo I2C
const int rele=2; //pin digital de rele
const int sensorsuperior=3; //pin digital del sensor
int superior = HIGH; //se inicializa la variable en alto
void setup(){
  lcd.begin(16,2); //lcd 16x2
  lcd.setBacklightPin(3, POSITIVE);
  lcd.setBacklight(HIGH); //encender la luz de fondo
  Serial.begin(9600); //inicia la comunicacion a esa velocidad
  lcd.clear(); //limpia la lcd
  lcd.setCursor(0, 0); // en esta posicion muestra el mensaje
  lcd.print("TANQUE LLENO"); //imprime el mensaje
  lcd.setCursor(0, 1); //en esta posicion muestra el segundo mensaje
  lcd.print("VALVULA CERRADA"); //imprime el mensaje
  pinMode (rele, OUTPUT); //el rele es salida
  pinMode (sensorsuperior, INPUT); //sensor es entrada
  digitalWrite (rele, LOW); // se pone el rele en bajo
}
void loop (){
  superior = digitalRead (sensorsuperior); //lee el valor del pin digital
  if (superior == LOW){ //si la variable esta en bajo
    digitalWrite (rele, HIGH); //el rele se encuentra en alto
    lcd.clear(); //limpia la LCD
    lcd.setCursor (0, 0); //empieza a escribir en esa posicion
    lcd.print("NIVEL H2O BAJO");//imprime el mensaje
    Lcd.setCursor (0, 1); //posicion del mensaje
    lcd.print("LLENANDO"); //imprime el mensaje
  }
}
```

```
    delay (1000); //tiempo de espera
}
if (superior == HIGH){ //si la variable esta en alto
    digitalWrite (rele, LOW); //el rele se encuentra en bajo
    lcd.clear(); //limpia la LCD
    lcd.setCursor (0, 0); //empieza a escribir en esa posicion
    lcd.print("TANQUE LLENO");//imprime el mensaje
    Lcd.setCursor (0, 1); //posicion del mensaje
    lcd.print("LIMITE MAXIMO");//imprime el mensaje
    delay (1000); //tiempo de espera
}
}
```

Anexo 6. Código de programación de la etapa 6.

```
//caracteres
char val;
int ledPin13 = 13; //se declara la variable
////////// Arduino a Android
const int boton2 = 2;
const int boton3 = 3;
int buttonState2 = 0;
int buttonState3 = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(boton2, INPUT);
  pinMode(boton3, INPUT);
  pinMode(ledPin13, OUTPUT);
}
void loop(){
  buttonState2 = digitalRead(boton2);
  buttonState3 = digitalRead(boton3);
  if (buttonState2 == HIGH) {
    Serial.println("CURSO ARDUINO E IOT FABLAB");
    delay(50);
  }
  if (buttonState3 == HIGH) {
    Serial.println("Etapa 6: aprendamos IoT");
    delay(50);
  }
  ////////// Android a Arduino
  /// LED 13
  if( Serial.available() ) {
    val = Serial.read();
```

```
if( val == '0' )
{
digitalWrite(ledPin13, LOW);
}
if( val == '1' )
{
digitalWrite(ledPin13, HIGH);
}
}
}
```

MANUAL DE USUARIO DEL MÓDULO DE ARDUINO.

A continuación, se presenta el proceso a seguir para el correcto uso del módulo:

ETAPA 1: PAPELERA AUTOMÁTICA



- 1 Para dar inicio al aprendizaje por medio del módulo, se comienza por el nivel básico correspondiente a la etapa 1.

ETAPA 2: CUENTA MONEDAS



- 2 Después de comprender los principios básicos de la electrónica, sigue el nivel intermedio correspondiente a las etapas 2 y 3.

ETAPA 3: CONTROL DE ACCESO



- 3 Etapa 3. Se adentra a conocer un poco mas sobre el aprendizaje basado en problemas.

ETAPA 4: RIEGO AUTOMATIZADO



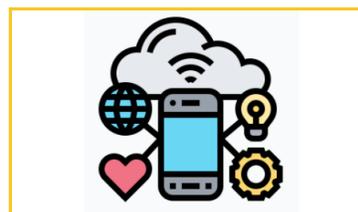
- 4 Por ultimo, el nivel avanzado conduce a las etapas 4, 5 y 6.

ETAPA 5: NIVEL DE LLENADO DE TANQUE



- 5 Etapa 5. Es importante conocer la automatización de procesos para aplicarlo en diferentes campos de acción.

ETAPA 6: IOT PARA TODOS



- 6 Esta ultima etapa 6, adentra en el amplio mundo del Internet de las Cosas y es el fin del desarrollo del módulo.

Anexo 8. Carta de solicitud a la rectora del colegio Francisco José de Caldas.



San José de Cúcuta, 8 de marzo del 2023

Rectora:

SANDRA PATRICIA FIGUEREDO SARMIENTO
INSTITUCION EDUCATIVA FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Asunto: Oferta de cursos de Arduino y Raspberry para los estudiantes del grado 11-04.

Cordial Saludo.

Por medio de la presente ofrecemos a usted en calidad de rectora de la INSTITUCIÓN EDUCATIVA FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, la divulgación de los resultados de las pasantías realizadas en el LABORATORIO DE FABRICACION DIGITAL (FABLAB), por lo cual se les oferta el curso de "ARDUINO Y SU APLICACIÓN EN IOT" presentado por el pasante de ingeniería electrónica YENIFER ANDREA CABALLERO SILVA identificada con código estudiantil 1161509 y el curso de "RASPERRY PI Y SU APLICACIÓN EN IOT" presentado por el pasante de ingeniería electrónica MIGUEL ANGEL MARIN RODRIGUEZ identificado con código estudiantil 1161478. Lo anterior, no tiene ningún costo y permite aportar en el proceso formativo de los estudiantes del grado 11-04 que pertenecen a la técnica en implementación y mantenimiento de equipos electrónicos industriales con el convenio SENA, orientada por el Ing. Sergio Castro Casadiego.

Para esta oferta de capacitación a los estudiantes se proponen las siguientes fechas: el jueves 23 de marzo y el lunes 27 de marzo en el horario de 2:00 pm a 6:00 pm, cabe resaltar que los pasantes asistirían a las instalaciones del Colegio y llevarían el material para los cursos, Además, al cumplir con esta intensidad horaria el LABORATORIO DE FABRICACION DIGITAL (FABLAB) perteneciente a la UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER les otorga certificado de asistencia de cada uno de los cursos a los estudiantes participantes.

Agradecemos la atención prestada y quedamos atentos a su respuesta.

Atentamente,

MATIAS HERRERA CÁCERES
Líder Técnico FABLAB

Anexo 9. Certificado de participación en el primer encuentro de proyectos de extensión e innovación social.



**EL LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL DE LA
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER**

CERTIFICA

Que YENIFER ANDREA CABALLERO SILVA identificado(a) con Cédula de Ciudadanía No 1.005.051.094 de Sardinata, Código de estudiante 1161509 participó como aliado estratégico del FABLAB con su pasantía titulada “MÓDULO DE DESARROLLO CON TECNOLOGÍA ARDUINO E INTERNET DE LAS COSAS PARA EL LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL EN LA CIUDAD DE CÚCUTA” en el PRIMER ENCUENTRO DE PROYECTOS DE EXTENSION E INNOVACION SOCIAL realizado en LA NOVENA SEMANA INTERNACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGIA E INNOVACION del 29 de noviembre al 2 de diciembre del 2022.

Se expide en Cúcuta a los treinta y un (31) días del mes de marzo de dos mil veintitrés (2023).

Firmado por

MATIAS HERRERA CÁCERES
Líder Técnico FABLAB

Avenida Gran Colombia No. 12E-96 Barrio Colsag
Teléfono (057)(7) 5776655 - www.ufps.edu.co
oficinadeprensa@ufps.edu.co San José de Cúcuta - Colombia

Creada mediante decreto 323 de 1970

Anexo 10. Evidencia de la sustentación preparatoria al semillero de investigación SIINE a la comunidad académica.

FECHA		NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD		NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA
DOMINIA	TIPO		NÚMERO	NÚMERO			
14/03/23		David Galindo	CC	107650346	3003217172	DavidGalindo@ufps.edu.co	<i>David Galindo</i>
14/03/23		Johan Baste	CC	604490440	319694446	hualopez2@gmail.com	<i>Johan Baste</i>
14/03/23		Deyan Braced	CC	1074752728	3208708396	dyanosibanderogto@ufps.edu.co	<i>Deyan Braced</i>
14/03/23		Juan Carlos Ramirez	CC	1007335533	319349611	JuanCarlosRam@ufps.edu.co	<i>Juan Carlos R</i>
14/03/23		Luis Felipe Lindarte	CC	7793782873	313563236	LuisFelipeLindarte@ufps.edu.co	<i>Luis F. Lindarte</i>
14/03/23		Karla Rojas	CC	1004994957	3213469330	Karlarosario@ufps.edu.co	<i>Karla R.</i>
14/03/23		Alfonso Gaitan	CC	1090466089	301988949	AlfonsoGaitan@ufps.edu.co	<i>Alfonso Gaitan</i>
14/03/23		Emerson Sanchez	CC	1004961019	3220561200	EmersonSanchez@ufps.edu.co	<i>Emerson Sanchez</i>
14/03/23		Calderon Andres Remon Contreras	CC	1090505250	3228320487	JosephLamunier@ufps.edu.co	<i>Calderon Remon</i>

FECHA		NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD		NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA
DOMINIA	TIPO		NÚMERO	NÚMERO			
14/03/23		Linaud Susen	CC	1090531290	3107435991	Bolubalmal5@ufps.edu.co	<i>Linaud Susen</i>
14/03/23		Jairo Gutman	CC	708224676	3213071257	JairoGutman@ufps.edu.co	<i>Jairo Gutman</i>
14/03/23		Robinson Castiella	CC	1004878515	3213237418	RobinsonAndres@ufps.edu.co	<i>Robinson Castiella</i>
14/03/23		Clotilde Zapata	CC	6003345030	3222603502	ClotildeZapata@ufps.edu.co	<i>Clotilde Zapata</i>
14/03/23		Leonid Carrera	CC	7072390739	3123908100	LeonidCarrera@ufps.edu.co	<i>Leonid Carrera</i>
14/03/23		Silven Nieves	CC	1116000143	3133551979	SilvenNieves@ufps.edu.co	<i>Silven Nieves</i>
14/03/23		Yorady Osorio	CC	1005053399	3104787483	YoradyYoramyosca@ufps.edu.co	<i>Yorady Osorio</i>
14-03-23		Osmer Hincande	CC	1093796563	3198078206	OsmerHincande@ufps.edu.co	<i>Osmer Hincande</i>
14-03-23		Dilysa Pineda	CC	7002000296	3182725806	DilysaPineda@ufps.edu.co	<i>Dilysa Pineda</i>
14-03-23		Ida Alfaro	CC	1005051630	3308546486	IdaAlfaro@ufps.edu.co	<i>Ida Alfaro</i>

FECHA		NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD		NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA
DOMINIA	TIPO		NÚMERO	NÚMERO			
14/03/23		Melissa Riascos	CC	100586862	3177496034	Melissar@ufps.edu.co	<i>Melissa R</i>
14/03/23		Bryan Steven Cabos	CC	1005024600	3108543077	BryanStevenc@ufps.edu.co	<i>Bryan Cabos</i>
14/03/23		Keanu Elvander Pineda	CC	1004967402	3212874055	KeanuElvanderP@ufps.edu.co	<i>Keanu Pineda</i>
14/03/23		Miguel Ángel Ballesteros	CC	100424506	3184546061	MiguelAngelBallesteros@ufps.edu.co	<i>Miguel Ángel Ballesteros</i>
14/03/23		ADRIANA DIAZ	CC	1090524885	3196574702	ADRIANADIAZ@ufps.edu.co	<i>Adriana Diaz</i>
14/03/23		Bernardo Torres	CC	1091677696	3185881224	BernardoTorres@ufps.edu.co	<i>Bernardo Torres</i>
14/03/23		Dario Hernandez	CC	1090491646	3219198674	DarioHernandez@ufps.edu.co	<i>Dario Hernandez</i>
14/03/23		SPATICK IVY MORA	CC	117512297	3208941105	SPATICKIVYMORA@ufps.edu.co	<i>SPATICK IVY MORA</i>
14/03/23		Jonnier Perez	CC	1004934843	3208581985	JonnierPerez@ufps.edu.co	<i>Jonnier Perez</i>
14/03/23		Franco Castro	CC	1005052170	3146350871	FrancoCastro@ufps.edu.co	<i>Franco Castro</i>

Anexo 11. Evidencia de asistencia a las sesiones de los participantes del curso ofertado en FABLAB.

SESION 1.

CENTRO PARA EL EMPRENDIMIENTO, LA INNOVACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN, DIGITAL FALAB						Fecha
CONTROL DE ASISTENCIA AL FABLAB						Página
Docente		Aspirante		Curso		
FECHA	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA	
ID/MMA/A	TIPO	NÚMERO				
21/01/23	Luis Eduardo Rojas	CC 1004841816	3118738210	lojeduardo@ufps.edu.co	<i>[Firma]</i>	
21/01/23	Enzo Delgado P.	CC 100520400	3204474212	enzo.delgado@ufps.edu.co	<i>[Firma]</i>	
21/01/21	Jessy Galán Torres Díaz	TI 1041918842	3204048102	jtorresgalan@ufps.edu.co	Galan Torres D	
21/03/23	Emmanuel Amor Van Gansbeke	TI 1043204473	3024444103	emmanuel.vg@ufps.edu.co	Emmanuel Van	
21/03/23	Abelth Guillermo Buitrago Qui	CC 1003350452	3224055466	abelthbuitrago@ufps.edu.co	Abelth Buitrago	
21/03/23	Kevin Daniel Arias V.	TI 1043045220	3004951100	kevinarias@ufps.edu.co	Kevin Arias	
21/03/23	Edwin Amey Guevara Velasco	CC 1004940104	3104015101	EdwinAmeyC@ufps.edu.co	Edwin Guevara	
21/03/23	Raúl David Baez Jiménez	CC 1001012443	3167581624	rauldbaez@ufps.edu.co	<i>[Firma]</i>	
21-03-23	Sergio Andrés Urago Rojas	CC 1004732362	324741947	sergioandres@ufps.edu.co	<i>[Firma]</i>	
21-03-23	Johann Daniel Guarcía	TI 1043547802	3278940205	JohannDanielG@ufps.edu.co	<i>[Firma]</i>	
21/03/23	Johan Steven Buitrago Pava	TI 1001229158	3173941128	JohanStevenB@ufps.edu.co	<i>[Firma]</i>	

CENTRO PARA EL EMPRENDIMIENTO, LA INNOVACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN, DIGITAL FALAB						Fecha
CONTROL DE ASISTENCIA AL FABLAB						Página
Docente		Aspirante		Curso		
FECHA	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA	
ID/MMA/A	TIPO	NÚMERO				
21/01/23	Ruben David Alho López	TI 1092530405	3145325334	rubendavidallo@ufps.edu.co	<i>[Firma]</i>	

SESION 2.

CENTRO PARA EL EMPRENDIMIENTO, LA INNOVACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN, DIGITAL FALAB						Fecha
CONTROL DE ASISTENCIA AL FABLAB						Página
Docente		Aspirante		Curso		
FECHA	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA	
ID/MMA/A	TIPO	NÚMERO				
22/03/23	Johan Steven Buitrago Pava	TI 1001229158	3173941128	JohanStevenB@ufps.edu.co	<i>[Firma]</i>	
22/03/23	Ruben David Alho López	TI 1092530405	3145325334	rubendavidallo@ufps.edu.co	<i>[Firma]</i>	
22/03/23	Abelth Guillermo Buitrago Qui	CC 1003350452	3224055466	abelthbuitrago@ufps.edu.co	Abelth Buitrago	
22/03/23	Kevin Daniel Arias V.	TI 1043045220	3004951100	kevinarias@ufps.edu.co	Kevin Arias	
22/03/23	Jessy Galán Torres Díaz	TI 1041918842	3204048102	jtorresgalan@ufps.edu.co	Galan Torres D	
22/03/23	Emmanuel Amor Van Gansbeke	TI 1043204473	3024444103	emmanuel.vg@ufps.edu.co	Emmanuel Van	
22/03/23	Edwin Amey Guevara Velasco	CC 1004940104	3104015101	EdwinAmeyC@ufps.edu.co	Edwin Guevara	
22/03/23	Sergio Andrés Urago Rojas	CC 1004732362	324741947	Sergioandres@ufps.edu.co	<i>[Firma]</i>	
22/03/23	Johann Daniel Guarcía	TI 1043547802	3278940205	JohannDanielG@ufps.edu.co	<i>[Firma]</i>	
22/03/23	Enzo Delgado P.	CC 100520400	3204474212	enzo.delgado@ufps.edu.co	<i>[Firma]</i>	

CENTRO PARA EL EMPRENDIMIENTO, LA INNOVACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN, DIGITAL FALAB						Fecha
CONTROL DE ASISTENCIA AL FABLAB						Página
Docente		Aspirante		Curso		
FECHA	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA	
ID/MMA/A	TIPO	NÚMERO				
22/03/23	Raúl David Baez Jiménez	CC 1001012443	3167581624	rauldbaez@ufps.edu.co	<i>[Firma]</i>	
22/03/23	Johan Steven Buitrago Pava	TI 1001229158	3173941128	JohanStevenB@ufps.edu.co	<i>[Firma]</i>	

SESION 3.

FECHA		NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD		NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA
DD/MM/AA	TIPO		NÚMERO				
28/03/2023	CC	Raúl David Baez Suárez	1005072443	3767588624	raul.david.bs@ufps.edu.co	Raúl Baez	
28/03/2023	T.I	Rubén David Alba López	1.092.530.605	3115325334	rubendavidallo@ufps.edu.co	Rubén	
28/03/2023	T.I	Johan Steven Bueno Rojas	1091969968	3173741738	johan.steven.br@ufps.edu.co	Johan Steven	
28/03/2023	CC	Albath Guillermo Bautista Guiz	1093594542	3229659268	albathguillemobc@ufps.edu.co	Albath Bautista	
28/03/2023	T.I	Kevin David Arias V.	10911096725	3005854684	kevin.david.arias@ufps.edu.co	Kevin Arias	
28/03/2023	T.I	Jesús Gabriel Torres Daza	1091969952	3209069902	jg.torres@d@ufps.edu.co	Gabriel Torres	
28/03/2023	T.I	Emerson Amor Vera González	1093244615	3022596127	emersonamv@ufps.edu.co	Emerson Vera	
28/03/2023	CC	Bryan Anderson Delgado P	1075524530	3204435212	bryananderson@ufps.edu.co	Bryan Anderson	
28/03/2023	CC	Edwin Amey Cáceres Velasco	1004948030	3204031301	EdwinAmeyC@ufps.edu.co	Edwin Cáceres	
28/03/2023	CC	Geideron Gustavo Gutiérrez B.	1004808530	3156303782	geiderongustavogbt@ufps.edu.co	Geideron	
28/03/23	T.I	Johan David / García Salcedo	1092337807	3228840005	johandavid.garcia@ufps.edu.co	Johan David	

SESION 4.

FECHA		NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD		NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA
DD/MM/AA	TIPO		NÚMERO				
29/03/2023	CC	Raúl David Baez Suárez	1005072443	3767588624	raul.david.bs@ufps.edu.co	Raúl Baez	
29/03/2023	T.I	Rubén David Alba López	1092.530.605	3115325334	rubendavidallo@ufps.edu.co	Rubén	
29/03/2023	T.I	Johan Steven Bueno Rojas	1091969958	3173741738	johan.steven.br@ufps.edu.co	Johan Steven	
29/03/2023	T.I	Kevin David Arias V.	10911096725	3005854684	kevin.david.arias@ufps.edu.co	Kevin Arias	
29/03/2023	CC	Albath Guillermo Bautista Guiz	1093594542	3229659268	albathguillemobc@ufps.edu.co	Albath Bautista	
29/03/2023	T.I	Jesús Gabriel Torres Daza	1091969952	3209069902	jg.torres@d@ufps.edu.co	Gabriel Torres	
29/03/2023	T.I	Emerson Amor Vera González	1093244615	3022596127	emersonamv@ufps.edu.co	Emerson Vera	
29/03/2023	CC	Bryan Anderson Delgado P	1075524530	3204435212	bryananderson@ufps.edu.co	Bryan Anderson	
29/03/23	CC	Edwin Amey Cáceres Velasco	1004948030	3204031301	EdwinAmeyC@ufps.edu.co	Edwin Cáceres	
29/03/23	CC	Geideron Gustavo Gutiérrez B.	1004808530	3156303782	geiderongustavogbt@ufps.edu.co	Geideron	
29/03/27	T.I	Johan David / García Salcedo	1092337807	3228840005	johandavid.garcia@ufps.edu.co	Johan David	

Anexo 12. Evidencia de asistencia a las sesiones de los estudiantes del colegio Gonzalo Rivera Laguado.

SESION 1.

CENTRO PARA EL EMPRENDIMIENTO, LA INNOVACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN, DIGITAL FALAB						Fecha
CONTROL DE ASISTENCIA AL FALAB						Página
Docente:		Curso:		Asignatura:		
FECHA DOMINICAL	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD TIPO / NÚMERO	NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA	
23/03/23	Rafaela Alejo	MI 6794776	9036068606	rafaeladomestros@outlook.com	Rafaela M	
23/03/23	Laura Muros	T 1094359463	3204264926	laura.muros@gmail.com	Laura M.	
23/03/23	Karlo Mantolao	T 4939744776	3228349689	karloymath6@gmail.com	Karlo Mantolao	
23/03/23	Cristopher Duran	T 1092537878	327423532	Cristophercamero24@gmail.com	Cristopher D.	
23/03/23	Jossey Muncada	T 1104218715	3103980021	Jossey254@gmail.com	Jossey	
23/03/23	Nicolaus Amilo Foss	T 1093534063	3103125854	NILU.FOSS129@gmail.com	Foss	
23/03/23	esmeralda maria	T 1094359463	3125946823	esmeralda.maria57@gmail.com	Maria	
23/03/23	Sebastian Accedo Lopez	T 1127038373	3152775686	Sebastianaccedolopez@gmail.com	Sebastian	
23/03/23	Breyner Guain	T 1099933064	323264561	BreynerGuain10@gmail.com	Breyner G.	
23/03/23	Cesar Quintero	T 1092537878	3184748185	cesarquintero202@gmail.com	Cesar Quintero	
23/03/23	Jolger Santiago Fierro Diaz	T 1093744134	3226650567	Jolgerfierro@gmail.com	Jolger Fierro	

CENTRO PARA EL EMPRENDIMIENTO, LA INNOVACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN, DIGITAL FALAB						Fecha
CONTROL DE ASISTENCIA AL FALAB						Página
Docente:		Curso:		Asignatura:		
FECHA DOMINICAL	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD TIPO / NÚMERO	NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA	
23/03/23	Nelson Tejada Infante	T 1094049453	314232845	IJTejada@gmail.com	Nelson Tejada	
23/03/23	Walter Velasco Quintero	T 1093594544	011725066	waltervelasco67@gmail.com	Walter Velasco	
23/03/23	Alejandro Arceles	T 1093304824	3134276978	alejandrorarceles@gmail.com	Alejandro Arceles	
23/03/23	Michelle Gabriela Williams Ortiz	T 1093395897	3136122412	Michelleortiz535@gmail.com	Michelle Williams	

SESION 2.

CENTRO PARA EL EMPRENDIMIENTO, LA INNOVACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN, DIGITAL FALAB						Fecha
CONTROL DE ASISTENCIA AL FALAB						Página
Docente:		Curso:		Asignatura:		
FECHA DOMINICAL	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD TIPO / NÚMERO	NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA	
30/03/23	Karlo Mantolao	T 4939744776	3228349689	MantolaoK2306@gmail.com	Karlo Mantolao	
30/03/23	Laura Muros	T 1094359463	3204264926	laura.muros@gmail.com	Laura Muros	
30/03/23	Cristopher Duran	T 1092537878	327423532	Cristophercamero24@gmail.com	Cristopher Duran	
30/03/23	Jossey Muncada	T 1104218715	3103980021	Jossey254@gmail.com	Jossey	
30/03/23	Breyner Guain	T 1099933064	323264561	BreynerGuain10@gmail.com	Breyner Guain	
30/03/23	Cesar Quintero	T 1092537878	3184748185	cesarquintero202@gmail.com	Cesar Quintero	
30/03/23	esmeralda maria	T 1094359463	3125946823	esmeralda.maria57@gmail.com	Maria	
30/03/23	Walter Duran	T 1093594544	011725066	walterdurango6@gmail.com	Walter Duran	

CENTRO PARA EL EMPRENDIMIENTO, LA INNOVACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN, DIGITAL FALAB						Fecha
CONTROL DE ASISTENCIA AL FALAB						Página
Docente:		Curso:		Asignatura:		
FECHA DOMINICAL	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD TIPO / NÚMERO	NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA	
30/03/23	Michelle Gabriela Williams Ortiz	T 1093395897	3136122412	Michelleortiz535@gmail.com	Michelle Williams	
30/03/23	Rafaela Alejo	MI 6794776	9036068606	rafaeladomestros@outlook.com	Rafaela M	
30/03/23	Alejandro Arceles	T 1093304824	3134276978	alejandrorarceles@gmail.com	Alejandro Arceles	
30/03/23	Jolger Santiago Fierro Diaz	T 1093744134	3226650567	Jolgerfierro@gmail.com	Jolger Fierro	
30/03/23	Sebastian Accedo Lopez	T 1127038373	3152775686	Sebastianaccedolopez@gmail.com	Sebastian	
30/03/23	Nicolaus Amilo Foss	T 1093534063	3103125854	nilufoss129@gmail.com	Nicolaus F.	
30/03/23	Nelson Tejada Infante	T 1094049453	314232845	IJTejada@gmail.com	Nelson T.	

Anexo 13. Evidencia de asistencia del Colegio Francisco José de Caldas.

CENTRO PARA EL EMPRENDIMIENTO, LA INNOVACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN, DIGITAL FALAB						Fecha
CONTROL DE ASISTENCIA AL FALAB						Página
Docente: Verónica González		Carrera: Ingeniería		Asignatura: Gestión de Recursos Humanos		
FECHA (DD/M/AA)	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD (TIPO / NÚMERO)	NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA	
30/03/23	Rol Valery Serrano	T.I. 1092530584	3014351408	Serranovalery257@gmail.com	Valery Serrano	
30/03/23	Keren Diana Román P. C.	CE 10745044895	3224305596	K.Silvia.Roman.P@gmail.com	Keren Román	
30/03/23	Yamara Silveira Ortiz F.	T.I. 1092529249	3231812192	Yamara.ortiz@gmail.com	Yamara Ortiz	
30/03/23	Freddy Alejandro Calzadillo	T.I. 1092594181	3204800732	FreddyCalzadillo625@gmail.com	Freddy Calzadillo	
30/03/23	Nelson Felipe Pineda C.	T.I. 1092522864	3118481129	FelipePineda16@gmail.com	Nelson Pineda	
30/03/23	Kener Fabiana Osorio C.	T.I. 1092564464	3104030630	KenerOsorio38@gmail.com	Kener Osorio	
30/03/23	Kevin Steven Rincon	T.I. 1092521460	3253393854	Rincon.K239@gmail.com	Kevin Rincon	
30/03/23	Nathan Andres Narváez	T.I. 1092540259	344658205	Nathan.andres.narvaez@gmail.com	Nathan Narváez	
30/03/23	Kevin Scotty Robón V.	T.I. 1092535412	3237041291	RobonKevin10@gmail.com	Kevin Robón	
30/03/23	Jordan Radovic León Ch.	T.I. 1092520441	3219605999	radovicleon20@gmail.com	Essex	
30/03/23	Diego Alejandro Nolasco P.	T.I. 1092589676	3128901456	diegonolasco40@gmail.com	Diego	

CENTRO PARA EL EMPRENDIMIENTO, LA INNOVACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN, DIGITAL FALAB						Fecha
CONTROL DE ASISTENCIA AL FALAB						Página
Docente: Verónica González		Carrera: Ingeniería		Asignatura: Gestión de Recursos Humanos		
FECHA (DD/M/AA)	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD (TIPO / NÚMERO)	NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA	
30/03/23	Berly V. Labrador C.	T.I. 1092401403	3182308411	labrador.berly@gmail.com	Berly Labrador	
30/03/23	Angelo D. Pinacho G.	T.I. 1092513994	3009912162	angelodpinacho6@gmail.com	Angelo	
30/03/23	Angie A. Blanco C.	T.I. 1092512283	3118352430	Fabianacaceresblanco3@gmail.com	Angie Blanco	
30/03/23	Nickell Quera Bucaramanga	T.I. 1092538103	3132613505	NickellQuera@gmail.com	Nickell	
30/03/23	Jorge Dora Main Salda	T.I. 1092296340	3228403993	JorgeDoraMain@gmail.com	Jorge Dora	
30/03/23	Diana Yennifer Caceres C.	T.I. 1092407896	3214660830	DianayenniferCaceres@gmail.com	Diana Yennifer	
30/03/23	Shirley Daniela Rincón R.	T.I. 1092510251	3485935694	shirleydaniela@gmail.com	Shirley	
30/03/23	Nathan Andres Narváez	T.I. 1092540259	344658205	Nathan.andres.narvaez@gmail.com	Nathan Narváez	
30/03/23	Juan Jose Mejía Lleras	T.I. 1092406231	3102524701	jujms198@gmail.com	Juan Jose	
30/03/23	Fernando Alejandro Villalba D.	T.I. 1092520441	3118201281	villalba.fernando@gmail.com	Fernando Villalba	
30/03/23	Thaís E. Julián Rodríguez	T.I. 1092532294	3083308080	thaisrodriguez30@gmail.com	Thaís	

CENTRO PARA EL EMPRENDIMIENTO, LA INNOVACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN, DIGITAL FALAB						Fecha
CONTROL DE ASISTENCIA AL FALAB						Página
Docente: Verónica González		Carrera: Ingeniería		Asignatura: Gestión de Recursos Humanos		
FECHA (DD/M/AA)	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD (TIPO / NÚMERO)	NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA	
30/03/23	Nathan Andres Salda S.	T.I. 1092521460	320770825	saldaandresnathan07@gmail.com	Nathan A. Salda	
30/03/23	Luis Alcantara Hernandez	T.I. 1092519866	3105415644	luisalcantarahernandez@gmail.com	Luis Alcantara	
30/03/23	Bryan Arce Fonseca C.	T.I. 1106214150	3144261230	bryanarcefonseca@gmail.com	Bryan Arce	
30/03/23	Sebastian Montenegro L.	CE 1092512438	3118481129	sebastian.montenegro@gmail.com	Sebastian	
30/03/23	Giovanny A. Lardnez	T.I. 10925100319	3138319802	GiovannyLardnez@gmail.com	Giovanny	
30/03/23	Yessy Daniela Ramirez	CE 10925100319	3228105889	Yessydaniela@gmail.com	Yessy	
30/03/23	Thaís E. Julián Rodríguez	T.I. 1092532294	3118201281	thaisrodriguez30@gmail.com	Thaís	
30/03/23	Samuel A. Ojeda B.	T.I. 112451943	311251940	SamuelOjeda@gmail.com	Samuel Ojeda	
30/03/23	Karen Tatiana Martínez	T.I. 1092493026	3213257860	KarenTatiana@gmail.com	Karen M.	
30/03/23	Viviana Daniela Rodríguez	T.I. 1092550473	3213818422	Vivianarodriguez@gmail.com	Viviana D.	

CENTRO PARA EL EMPRENDIMIENTO, LA INNOVACIÓN Y LA TRANSFORMACIÓN, DIGITAL FALAB						Fecha
CONTROL DE ASISTENCIA AL FALAB						Página
Docente: Verónica González		Carrera: Ingeniería		Asignatura: Gestión de Recursos Humanos		
FECHA (DD/M/AA)	NOMBRE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD (TIPO / NÚMERO)	NÚMERO CELULAR	CORREO	FIRMA	
30/03/23	OSCAR ALEXANDER MONTAÑO BARRA	T.I. 1092546112	255253343	oscaralexanderbarra@gmail.com	Oscar Barrera	
30/03/23	Isabella Patricia Montano Escobar	T.I. 1092533389	3078804949	isabellapatriciamontanoescobar@gmail.com	Isabella Montano	
30/03/23	Miguel Angel Bustamante	T.I. 10924049743	3114491625	gabrielangelbustamante@gmail.com	Miguel Bustamante	
30/03/23	José Luis Rodríguez	T.I. 112451943	320770825	joseluisrodriguez30@gmail.com	José Luis Rodríguez	

Anexo 14. Carta de certificación de término de la pasantía.



NIT. 890500622 - 6

**Universidad Francisco
de Paula Santander**

Vigilada Mineducación

San José de Cúcuta, 31 de marzo 2023

Ingeniero

SERGIO SEPULVEDADirector, programa de Ingeniería Electrónica
Universidad Francisco de Paula Santander
la Ciudad.

Asunto: Terminación de pasantía profesional de Estudiante.

Cordial saludo,

De manera atenta, me permito informar que el estudiante de ingeniería Electrónica: YENIFER ANDREA CABALLERO SILVA, identificado con cédula de ciudadanía 1.005.051.094 y código estudiante 1161509, realizó la pasantía en el proyecto "ADECUACIÓN, DOTACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE FABRICACIÓN DIGITAL PARA PROMOVER EL DESARROLLO DE LA CIENCIA, LA INNOVACIÓN Y EL EMPRENDIMIENTO EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER CÚCUTA. Proyecto liderado por la Universidad Francisco de Paula Santander, de la siguiente manera:

El estudiante nos acompañó bajo la modalidad de trabajo presencial, en el horario: lunes a viernes de 8 am a 12 am y de 2 pm a 6 pm, con una intensidad horaria semanal de 40 horas, desde el 8 de noviembre del 2022 hasta el 31 de marzo del 2023.

Durante su práctica estuvo bajo la supervisión del ingeniero Matías Herrera Cáceres.

Agradecemos la colaboración a la presente.

Atentamente,

MATIAS HERRERA CÁCERES
Líder Técnico FABLAB