

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Electrónica

Tesis

**Diseño y construcción de una tarjeta entrenadora basado
en microcontroladores microchip 16FXXXX Y 18FXXXX
para optimizar el tiempo de práctica en los estudiantes
de Ingeniería de la Universidad Continental**

Kevin Leandro Balbin Tapia
Michael Frandyf Quispe Tomas

Para optar el Título Profesional
de Ingeniero Electrónico

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

Agradecer ante todo a Dios,
por acompañarnos y fortalecernos en esta etapa de nuestras vidas.

De manera especial, a la Universidad Continental,
por abrirnos las puertas y brindarnos las oportunidades para crecer como profesionales.

A la plana docente,
por los cinco años de formación académica, por sus conocimientos y experiencias
compartidos.

Al asesor designado,
por el tiempo y las disposiciones brindadas en el proceso de elaboración del trabajo de
investigación.

Agradecer, también, infinitamente a nuestros familiares,
por el apoyo y sustento que nos brindaron día a día,
porque han sido el motor para impulsar nuestros sueños y esperanzas,
y porque estuvieron en los momentos difíciles de nuestros años de estudio.

DEDICATORIA

Le dedicamos este trabajo a nuestras familias,
por estar a nuestro lado y apoyarnos en cada momento.
A nuestros compañeros y al docente designado para el desarrollo de esta tesis,
por su tiempo, apoyo y dedicación.
Con mucho cariño y agradecimiento infinito.

RESUMEN

Actualmente, la tecnología está avanzando a pasos agigantados. Por tal motivo, se ve la necesidad de crear o implementar nuevas herramientas didácticas que permitan la facilidad y el buen desenvolvimiento de los estudiantes en su aprendizaje.

En ese sentido, el estudiante requiere profundizar conocimientos en la elaboración de proyectos y/o en sus horas de prácticas, para, luego, cuando se desenvuelva en su campo laboral, pueda hacerlo de la mejor manera posible, aplicando los conocimientos adquiridos de manera práctica.

La finalidad del actual trabajo de tesis es el diseño y la construcción de una tarjeta entrenadora basado en microcontroladores MICROCHIP 16FXXXX y 18FXXXX para optimizar el tiempo de práctica en estudiantes de Ingeniería de la Universidad Continental. Para ello, su diseño servirá de guía para la aplicación o realización de nuevas tecnologías. Para las pruebas estadísticas, se realizó el diseño factorial $2 \times 2 \times 2$ o 2^3 , lo cual nos ha permitido manipular las variables en cuanto al tiempo de armado de los módulos en comparación con el prototipo. Las variables se controlaron mediante el tiempo de armado y teniendo un prototipo, la comparación entre armar los módulos como el sensor de temperatura y el acelerómetro ADXL 345 y tener al alcance un prototipo con los módulos mencionados. Es más beneficioso para el estudiante, en sus horas de práctica, tener un prototipo para realizar los proyectos o las pruebas solicitadas por el docente a cargo.

Luego de realizar el análisis estadístico mediante las combinaciones de las variables para, así, obtener el resultado más óptimo y adecuado para la solución del problema, se llegó a la conclusión de que las variables de tensión no influyen mucho, pero sí es más óptimo para el estudiante tener los prototipos del módulo de sensor de temperatura LM35 y el módulo del acelerómetro ADXL 345 para realizar sus prácticas.

Palabras clave: Acelerómetro, microcontrolador, sensor

ABSTRACT

Technology is currently advancing by leaps and bounds, for this reason there is a need to create or implement new teaching tools that allow the ease and good performance of students in their learning.

For this reason, the student needs to deepen knowledge in the preparation of projects and/or in their internship hours, so that later when they develop in their work field, they can do it in the best possible way by applying the knowledge acquired in a practical way.

The purpose of the current thesis work is the design and construction of a trainer card based on MICROCHIP 16FXXXX and 18FXXXX microcontrollers to optimize practice time for engineering students at Universidad Continental. For which the research work, whose design allows to serve as a guide or basis for the application or realization of new technologies. To carry out the statistical tests, the factorial design $2 \times 2 \times 2$ or 2^3 was carried out, which has allowed us to manipulate the variables in terms of the assembly time of the modules compared to the prototype. The variables were controlled by the assembly time and having a prototype, the comparison between assembling the modules such as the temperature sensor and the ADXL 345 accelerometer and having a prototype with the mentioned modules within reach, is more beneficial for the student in his hours. of practices to have a prototype to be able to carry out their projects or tests mentioned by the teacher in charge.

After performing the statistical analysis through the combinations of the variables in order to obtain the most optimal and adequate result for the solution of the problem, it was concluded that the tension variables do not influence much but it is more optimal for the student. have the prototypes of the LM35 temperature sensor module and the ADXL 345 accelerometer module to carry out their practices.

Keywords: Accelerometer, microcontroller, sensor

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1. Problema general	2
1.2. Problemas específicos	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	2
1.4. Justificación	3
1.4.1. <i>Tecnológica</i>	3
1.4.2. <i>Económica</i>	3
1.4.3. <i>Teórica</i>	3
1.4.4. <i>Social</i>	3
1.5. Importancia	4
1.6. Limitaciones.....	4
1.6.1. <i>Limitaciones bibliográficas</i>	4
1.6.2. <i>Limitaciones económicas</i>	4
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes del problema	6
2.1.1. Artículos científicos.....	6
2.1.2. <i>Tesis</i>	11
2.2. Bases teóricas.....	19
2.2.1. <i>Tarjeta entrenadora</i>	19

2.2.2.	<i>Tiempo de práctica.</i>	19
2.2.3.	<i>Microcontroladores.</i>	19
2.2.4.	<i>Sensor LM35.</i>	20
2.2.5.	<i>Acelerómetro.</i>	21
2.2.6.	<i>LCD.</i>	21
2.2.7.	<i>ADC.</i>	22
2.2.8.	<i>Buzzer.</i>	22
2.2.9.	<i>Capacitor.</i>	23
2.2.10.	<i>Transistor.</i>	23
2.2.11.	<i>Diodo.</i>	24
2.2.12.	<i>Potenciómetro.</i>	24
2.3.	Definición de términos básicos	25
CAPÍTULO III.....		27
METODOLOGÍA.....		27
3.1.	Tipo de investigación.....	27
3.2.	Método.....	27
3.3.	Fases del método VDI 2221.....	27
3.4.	Aplicación de la metodología.....	28
3.4.1.	<i>Especificación.</i>	28
3.4.2.	<i>Estructura funcional.</i>	28
3.4.3.	<i>Solución principal.</i>	29
3.4.4.	<i>Estructura modular.</i>	29
3.4.5.	<i>Diseños preliminares.</i>	30
3.4.6.	<i>Diseño definitivo.</i>	30
3.4.7.	<i>Documentación del producto.</i>	30
CAPÍTULO IV.....		31
ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....		31
4.1.	Identificación de requerimientos.....	31
4.2.	Elaboración de requerimientos necesarios.....	31
4.3.	Análisis de la solución.....	34
4.4.	Datos para resultados estadísticos.....	36
4.5.	Diseño de circuitos de cada módulo en el programa EAGLE versión 9.5.2.....	37
4.6.	Diseño electrónico.....	52
4.6.1.	<i>Simulaciones de los diseños.</i>	52

4.6.2.	<i>Prueba de simulaciones de los diseños.</i>	56
4.7.	Diseño de la etapa de control (Programación)	59
CAPÍTULO V		71
CONSTRUCCIÓN		71
5.1.	Proceso de construcción del prototipo	71
5.1.1.	<i>Diseño de circuitos PCB de cada módulo para la elaboración del prototipo en placa.</i>	71
5.1.2.	<i>Armado de las placas de los módulos del prototipo.</i>	77
5.2.	Pruebas	84
5.2.1.	<i>Pruebas del prototipo.</i>	84
5.3.	Pruebas estadísticas del diseño de la solución	91
5.3.1.	<i>Diagrama de Pareto.</i>	93
5.3.2.	<i>Resumen de modelo.</i>	94
5.3.3.	<i>Gráfica de residuos para resultados.</i>	94
5.3.4.	<i>Gráfica normal de efectos estandarizados.</i>	95
5.3.5.	<i>Gráfica de efectos principales para resultados.</i>	96
5.3.6.	<i>Gráfica de interacción para resultados.</i>	96
5.3.7.	<i>Coefficientes codificados.</i>	97
5.3.8.	<i>Ecuación de regresión de unidades no codificadas.</i>	98
5.3.9.	<i>Gráfica de cubos de respuesta.</i>	98
5.3.10.	<i>Optimización de respuesta.</i>	98
5.4.	Elección de la mejor solución	99
5.4.1.	<i>Especificaciones técnicas de la solución.</i>	99
5.5.	Resultados	105
5.6.	Comparación de resultados	105
5.7.	Presupuesto	108
CONCLUSIONES		112
TRABAJOS A FUTURO		113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		114
ANEXOS		117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	5
Tabla 2. Resumen de artículos científicos revisados	6
Tabla 3. Resumen de tesis.....	11
Tabla 4. Lista de componentes electrónicos	32
Tabla 5. Lista de placas PCB	34
Tabla 6. Características del sensor de temperatura LM35	52
Tabla 7. Características del acelerómetro	52
Tabla 8. Tabla de factores y niveles.....	91
Tabla 9. Tabla de combinaciones de factores y niveles	91
Tabla 10. Registro de datos.....	92
Tabla 11. Resumen de modelo.....	94
Tabla 12. Coeficientes codificados	97
Tabla 13. Solución	99
Tabla 14. Especificaciones técnicas del acelerómetro	100
Tabla 15. Especificaciones técnicas del LM35	100
Tabla 16. Especificaciones de la pantalla GLCD	101
Tabla 17. Especificaciones de la pantalla LCD	102
Tabla 18. Especificaciones del teclado 4x4	102
Tabla 19. Especificaciones del display de 7 segmentos.....	103
Tabla 20. Especificaciones de la matriz 8x8.....	104
Tabla 21. Especificaciones del buzzer	104
Tabla 22. Presupuesto	108
Tabla 23. Matriz de Coherencia.....	118
Tabla 24. Manual de Instrucción de la tarjeta entrenadora.	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de bloques del sistema de accionamiento del motor de inducción.	7
Figura 2: Diagrama de clavijas del LM35	8
Figura 3: Descripción general del sistema.	8
Figura 4: Diagrama de bloques de control de temperatura	9
Figura 6: Diagrama de bloques que muestra las principales partes del sistema.	10
Figura 5: Diagrama de circuito de bloques	10
Figura 7: Diagrama de Pines del PIC 16F873A.....	13
Figura 8: Diagrama de Pines del PIC16F877A.....	13
Figura 9: Distribución de pines del PIC18F2550.....	14
Figura 10: Microcontroladores PIC programación en Basic.....	15
Figura 11: Implementación en protoborad con el DSPIC33FJ128GP804	16
Figura 12: Etapa 1 del diseño esquemático del sistema de entrenamiento de uC PIC18F8720.	17
Figura 13: Pines del microcontrolador PIC 16F877A	18
Figura 14: Diagrama de bloques principal del entrenador didáctico	18
Figura 15: Microcontrolador PIC.....	20
Figura 16: Sensor de temperatura LM35	20
Figura 17: Direcciones del acelerómetro	21
Figura 18: Buzzer.....	22
Figura 19: Diferentes tipos de capacitores	23
Figura 20: Transistor.....	24
Figura 21: Diodo.....	24
Figura 22: Potenciómetro.....	25
Figura 23: Matriz 2x2x2	36
Figura 24: Circuito del acelerómetro ADXL345	37
Figure 25: Circuito del sensor de temperatura LM35	37
Figure 26: Circuito del display de 7 segmentos	38
Figura 27: Circuito ADC	38
Figura 28: Circuito del Buzzer.....	39
Figura 29: Circuito de la pantalla GLCD.....	39
Figura 30: Circuito del Keypad o teclado 4X4	40
Figura 31: Circuito de la matriz 8x32	40
Figura 32: Circuito del puerto de control de entradas y salidas 1RA parte	41
Figura 33: Circuito del puerto de control de entradas y salidas 2DA parte	41
Figura 34: Circuito del sistema UART	42
Figura 35: Circuito del sistema USB – C.....	43
Figura 36: Diagrama esquemático del módulo ADC y puerto.....	44
Figura 37: Diagrama esquemático del Puerto 1	45
Figura 38: Diagrama esquemático de entradas y salidas	46
Figura 39: Diagrama esquemático del display de 7 segmentos	47
Figura 40: Diagrama esquemático del módulo UART	48
Figura 41: Diagrama esquemático de los módulos USB - C, Teclado 4X4 y acelerómetro	49
Figura 42: Diagrama esquemático de los módulos Buzzer, ADC, LM35, GLCD y LCD.....	50
Figura 43: Diagrama esquemático de la matriz 8X32.....	51

Figura 44: Simulación del sensor de temperatura LM35	53
Figura 45: Simulación del GLCD	53
Figura 46: Simulación de la pantalla LCD.....	54
Figura 47: Simulación del Keypad 4X4.....	54
Figura 48: Simulación de USB – C.....	55
Figura 49: Simulación del display de 7 segmentos.....	55
Figura 50: Prueba simulada del sensor de temperatura LM35.....	56
Figura 51: Prueba simulada del módulo de 7 segmentos.....	56
Figura 52: Prueba simulada de las pantallas LCD y GLCD	57
Figura 53: Prueba simulada del Keypad o teclado 4X4.....	57
Figura 54: Prueba simulada del módulo USB – C.....	58
Figura 55: Prueba simulada de la matriz 8X32.....	58
Figura 56: Programación del lector ADC	59
Figura 57: Programación de la pantalla de 7 segmentos.....	60
Figura 58: Programación de la pantalla GLCD	61
Figura 59: Programación del teclado 4X4	62
Figura 60: Programación de la pantalla LCD	63
Figura 61: Programación para el sensor LM35.....	64
Figura 62: Programación para el Buzzer.....	65
Figura 63: Programación para el UART	66
Figura 64: Programación para el acelerómetro	68
Figure 65: Programación para la matriz 32X8.....	69
Figura 66: Programación del módulo Puerto – C	70
Figura 67: Diseño PCB del circuito del acelerómetro ADXL 345	71
Figura 68: Diseño PCB del circuito de sensor de temperatura LM35	72
Figura 69: Diseño PCB del circuito del display de 7 segmentos	72
Figura 70: Diseño PCB del circuito ADC.....	73
Figura 71: Diseño PCB del circuito del Buzzer	73
Figura 72: Diseño PCB del circuito de las pantallas LCD y GLCD	74
Figura 73: Diseño PCB del circuito del Keypad o teclado 4X4	74
Figura 74: Diseño PCB del circuito de la matriz 8X32	75
Figura 75: Diseño PCB del circuito del sistema de puertos de control de los microcontroladores	75
Figura 76: Diseño PCB del circuito del módulo UART	76
Figura 77: Diseño PCB del circuito del módulo USB – C.....	76
Figura 78: Diseño completo en placa de la tarjeta entrenadora.	77
Figura 79: Placa física del módulo del acelerómetro ADXL 345.....	77
Figura 80: Placa física del módulo de sensor de temperatura LM35.....	78
Figura 81: Placa física del display de 7 segmentos.....	78
Figura 82: Placa física del circuito ADC	79
Figura 83: Placa física del módulo Buzzer	79
Figura 84: Placa física de los circuitos LCD y GLCD.....	80
Figura 85: Placa física del Keypad o teclado 4X4.....	80
Figura 86: Placa física del circuito de la matriz 8X32.....	81
Figura 87: Placas físicas de los puertos de control de los microcontroladores	82
Figura 88: Placa física del módulo UART.....	82
Figura 89: Placa física del módulo USB – C	83
Figure 90: Tarjeta entrenadora.....	83

Figura 91: Prueba del acelerómetro ADXL 345	84
Figura 92: Prueba del sensor de temperatura LM35	84
Figura 93: Prueba del display de 7 segmentos	85
Figura 94: Prueba del circuito ADC	85
Figura 95: Prueba del módulo Buzzer	86
Figura 96: Prueba de la pantalla GLCD.....	86
Figura 97: Prueba de la pantalla LCD.....	87
Figura 98: Prueba del Keydap o teclado 4X4	87
Figura 99: Prueba de la matriz 8X32	88
Figura 100: Prueba de los puertos UART y USB – C	88
Figura 101: Prueba de funcionamiento del módulo display de siete segmentos.....	89
Figura 102: Prueba de funcionamiento del módulo Keypad 4x4.....	89
Figura 103: Prueba de funcionamiento de la matriz 32x8	90
Figura 104: Prueba de funcionamiento del módulo GLCD	90
Figura 106: Diagrama de Pareto	93
Figura 105: Diagrama de Pareto	93
Figura 107: Gráfica de residuos para respuesta	94
Figura 108: Gráfica normal de efectos estandarizados	95
Figura 109: Gráfica de efectos principales para respuesta.....	96
Figura 110: Gráfica de interacción para respuesta.....	96
Figura 111: Gráfica de cubos de respuesta	98
Figura 112: Gráfica de optimización de respuesta.....	98
Figura 113: Acelerómetro ADXL 345	99
Figura 114: Sensor de temperatura LM35	100
Figura 115: Pantalla GLCD	101
Figura 116: Pantalla LCD	101
Figura 117: Teclado 4X4	102
Figure 118: Display de 7 segmentos	103
Figura 119: Matriz 8x8	103
Figura 120: Buzzer.....	104
Figura 121: Diseño 3D completo de la tarjeta entrenadora.....	123
Figura 122: Foto grupal junto al asesor	124
Figura 123: Foto grupal	125
Figura 124: Foto grupal	126

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, a nivel mundial, los estudiantes tienden a estar menos interesados en los cursos que contienen o involucran sistemas integrados, esto se debe a que tienen una experiencia menos práctica y técnica que ha sido adquirida a través de los años. Asimismo, los microcontroladores se han convertido en herramientas dinámicas que están presentes en nuestra vida cotidiana. Son computadoras con un propósito que es el de ejecutar aplicativos que son utilizados ampliamente en dispositivos y sistemas eléctricos, ya sea para controlar operaciones, tales como la temperatura, el control de aparatos electrónicos e, incluso, el control de dispositivos extendidos como los celulares. Actualmente, en la Universidad Continental no se cuenta con una tarjeta entrenadora que permita al estudiante desenvolverse, de manera técnica y práctica, en el desarrollo de proyectos y/o programaciones que involucren a los microcontroladores, por otro lado, los estudiantes deben de armar sus propios circuitos para realizar distintas pruebas, lo cual requiere de tiempo y, como consecuencia, trae el retraso de las clases o la omisión de algunos puntos de la práctica.

En vista de la situación que se presenta, es indispensable que el estudiante tenga a la mano una tecnología que le permita realizar sus prácticas sin tener contratiempos y con total facilidad, además de que realice prácticas que vayan más allá de lo indicado por el docente para, así, tener más interés en el tema. En el presente trabajo de investigación, se planteó el desarrollo de una tarjeta entrenadora basado en microcontroladores MICROCHIP 16FXXXX y 18FXXXX para optimizar el tiempo de práctica en estudiantes de ingeniería.

En el primer capítulo, se desarrolló un planteamiento de estudio, en el cual se vieron puntos como los objetivos, la justificación, la importancia de realizar el proyecto, los alcances y límites y, para finalizar, se estableció un cuadro de operacionalización de variables dependientes e independientes.

En el segundo capítulo, se dieron a conocer los antecedentes, el marco teórico y las definiciones de términos que ayudarán a comprender mejor el proyecto planteado.

El tercer capítulo consta de la metodología, en él se identifica el tipo de investigación del proyecto, el método usado, la elaboración del plan de proyecto, los requerimientos necesarios para la realización del trabajo, así como el desarrollo de las programaciones, las simulaciones y las pruebas estadísticas.

En el cuarto capítulo, se desarrollan el análisis y la comparación de resultados.

En el quinto capítulo, se muestra el proceso de construcción de la tarjeta entrenadora a detalle.

Por último, se presentan las conclusiones del proyecto y algunas recomendaciones para los trabajos a futuro.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1. Planteamiento y formulación del problema

Hoy, en la actualidad, la ingeniería se ha considerado para dar solución o respuesta a una necesidad social, es distinguida por su enseñanza y formación, la cual transita por los procesos de: diseño, ejecución, resolución de problemas prácticos, la enseñanza basada en la relación teórica – práctica con apego a la industria y la innovación técnica. En las carreras de ingeniería electrónica, mecatrónica y eléctrica de la Universidad Continental de Huancayo se lleva cursos como: Electrónica de potencia, diseño de sistemas electrónicos y mecatrónicas, ingeniería de control, microcontroladores, entre otros. Los cursos por naturaleza son teóricos – prácticos (1).

Para realizar los trabajos prácticos o de laboratorios son y pueden ser variados y esto puede ayudar al estudiante a aumentar su motivación por el estudio de la ingeniería y sobre todo a la comprensión de conocimientos teóricos, por consecuencia al desarrollo de estrategias investigativas y sobre todo promover al estudiante a tener una actitud relacionado a la investigación (2). Durante el desarrollo de las prácticas en el laboratorio de electrónica en el curso de microcontroladores se ha venido desarrollando el modelado y diseño en la plataforma Proteus, las programaciones en CCS C Compiler o en protoboard, lo cual la implementación de los circuitos y/o futuras prácticas de laboratorio requieren ciertos componentes electrónicos extras. Por otro lado, la implementación de los dispositivos y componentes electrónicos a un protoboard hace que perjudique el tiempo de práctica y el tiempo de aprendizaje en los estudiantes.

Por lo mencionado, se llega a notar el problema de la ausencia de alguna herramienta didáctica útil que pueda servir para que el estudiante comprenda y analice los contenidos teóricos al momento de llevarlo a la práctica y así permitir al estudiante tener un conocimiento más profundo, mejor desenvolvimiento en el campo y sobre todo en procesos industriales.

1.1. Problema general

- ¿De qué manera se podría realizar el diseño y construcción de una tarjeta entrenadora basado en microcontroladores Microchip 16FXXXX y 18FXXXX para optimizar el tiempo de práctica en los estudiantes de ingeniería de la Universidad Continental?

1.2. Problemas específicos

- ¿Qué componentes electrónicos serán necesarios para el buen desarrollo de la tarjeta entrenadora basado en microcontroladores?
- ¿Qué módulos de la tarjeta entrenadora tienen señales digitales?
- ¿Qué módulos de la tarjeta entrenadora tienen señales analógicas?
- ¿Cuál sería la correcta programación para un buen desempeño de la tarjeta entrenadora basado en microcontroladores?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

- Diseñar y construir una tarjeta entrenadora basado en microcontroladores MICROCHIP 16FXXXX y 18FXXXX para optimizar el tiempo de práctica en estudiantes de ingeniería de la Universidad Continental.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar los componentes electrónicos adecuados para el desarrollo de la tarjeta entrenadora basado en microcontroladores Microchip.
- Determinar los módulos de la tarjeta entrenadora que tendrán señales digitales.
- Determinar los módulos de la tarjeta entrenadora que tendrán señales analógicas.

- Desarrollar una correcta programación que permita el buen desempeño de los componentes y módulos en la tarjeta entrenadora.

1.4. Justificación

1.4.1. Tecnológica.

El objetivo del proyecto es ayudar a que los estudiantes de la Universidad Continental de Huancayo tengan un conocimiento más amplio en el curso de microcontroladores y tener un tiempo de aprendizaje óptimo brindándoles un material didáctico que consta de 11 módulos en donde será capaz de aplicar sus conocimientos de teoría adquiridos en clase y así desempeñarse como un profesional más capacitado en su campo laboral.

1.4.2. Económica.

El presente proyecto no resulta ser muy costoso a pesar de contar con 11 módulos para poder desarrollar las prácticas del área de microcontroladores, debido a que se escogió y optimizó los materiales y más aún que es posible importar. Además, ayudará a tener una mejor experiencia y un mejor aprendizaje en los estudiantes.

1.4.3. Teórica.

El proyecto a realizar aportará la información necesaria para que estudiantes interesados en el área puedan desarrollar esta herramienta didáctica con mucha facilidad, con las bases teóricas, diseños y simulaciones de los módulos presentados en el proyecto para así poder mejorar su experiencia de estudio y aprendizaje.

1.4.4. Social.

El proyecto permitirá mejorar las clases y por consecuencia el interés de los estudiantes por aprender el curso de microcontroladores. Así mismo, permitirá al docente de área tener un mejor desenvolvimiento con los estudiantes aplicando teoría y práctica conjuntamente.

1.5. Importancia

El presente proyecto que se va a realizar, es de vital importancia porque va a permitir a los estudiantes de la Universidad Continental tener un mejor desempeño y mayor facilidad a la hora de realizar sus prácticas. Para poder lograr optimizar el tiempo de práctica en los estudiantes se va a desarrollar módulos basados en el sensor de temperatura, medición de ángulos en los ejes x, y, z y el circuito para la transformación de señal analógica a digital por medio de la tensión del potenciómetro. Estos módulos a desarrollar, facilitarán al estudiante desarrollar sus horas de práctica de manera eficiente.

1.6. Limitaciones

1.6.1. Limitaciones bibliográficas.

Las limitaciones bibliográficas respecto al tema es que existe información de 4 a 5 años atrás, es una limitación debido a que el desarrollo de microchips en los últimos años ha ido evolucionando abismalmente.

1.6.2. Limitaciones económicas.

En cuanto a las limitaciones económicas en el proyecto es la importación de los materiales y/o componentes electrónicos lo cual resulta elevado el costo de envío ya que en este último tiempo el cambio del dólar ha ido subiendo.

Tabla 1.

Operacionalización de variables

Autor:	Kevin Leandro Balbin Tapia, Michael Frandyf Quispe Tomás
Título:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA TARJETA ENTRENADORA BASADO EN MICROCONTROLADORES MICROCHIP 16FXXXX Y 18FXXXX PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE PRÁCTICA EN LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CONTINENTAL

Problema	¿De qué manera se podría realizar el diseño y construcción de una tarjeta entrenadora basado en microcontroladores Microchip 16FXXXXy 18FXXXX para optimizar el tiempo de práctica en los estudiantes de ingeniería de la Universidad Continental?	
	Independiente	Dependiente
Variables	Tarjeta entrenadora	Optimización del tiempo de práctica
Definición conceptual	La tarjeta entrenadora es la parte final como herramienta didáctica para los estudiantes. La tarjeta entrenadora consta de 10 módulos que permitirán el desenvolvimiento de las horas prácticas en los estudiantes del área de microcontroladores.	La optimización del tiempo de práctica es lo que se busca en los estudiantes en el área de microcontroladores de la Universidad Continental. En tal sentido para garantizar un adecuado y óptimo desarrollo en las horas de práctica se va a desarrollar una herramienta didáctica muy útil que permita el desenvolvimiento de los estudiantes a la hora de realizar las prácticas.
Definición operacional	Variable que contiene módulos para que los estudiantes puedan realizar las prácticas	Variable que expresa el tiempo en las horas de prácticas de los estudiantes de ingeniería.

Variable Independiente	Tarjeta entrenadora			
Dimensiones o Sub Variables	Indicador	Unidad	Tipo de Variable	Instrumento
Temperatura	Grados	°C	Numérica Discreta	LM35
Aceleración angular	Gravedad	g (g=aceleración de la gravedad)	Numérica Continua	Acelerómetro
Tensión del potenciómetro para el ADC	Tensión	Voltios	Numérica Discreta	Multímetro
Señal bidireccional	Ondas	Binaria	Numérica Discreta	Osciloscopio

Variable Dependiente	Tiempo de práctica			
Dimensiones o Sub Variables	Indicador	Unidad	Tipo de Variable	Instrumento
Tiempo de desarrollo de la práctica	Tiempo	Segundos	Numérica Continua	Cronómetro

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Artículos científicos.

Tabla 2.

Resumen de artículos científicos revisados

Autores /Año	Título	Aporte
<u>B. N. Jamadar, S. R. Kumbhar,</u> <u>P. M. Gavane, D. S. Sutrave,</u> <u>2014</u>	Design and Development of Control System for Three Phase Induction Motor using PIC Microcontroller (3).	Control de pulsos mediante microcontrolador PIC 16F7X7.
<u>R. Masilamani, G.</u> <u>Sureshkumaar, Nithiyanthan</u> <u>Kannan, IssaEtier, Sunil</u> <u>Thomas, 2020</u>	PIC microcontroller based development of air quality improvement system for automobiles (4).	Aplicación de microcontroladores con el sensor LM35
<u>Khairul Alam, Tanmoy</u> <u>Chakraborty, Srabana Pramanik,</u> <u>Debabrata Sarddar, SatadalMal,</u> <u>2013</u>	Measurement of Power Frequency with Higher Accuracy Using PIC Microcontroller (5).	Medición de frecuencias mediante el uso de PIC16F877A a 50Hz
<u>Mircea Dulău, Melania Karoly,</u> <u>2018</u>	Fluid temperature control using heat exchanger (6).	Control de temperature con sensores LM2596 y LM7805 a base de un microcontrolador PIC
<u>Yaşar Birbir, Kaner Yurtbasi,</u> <u>Volkan Kanburoglu, 2019</u>	Design of a single-phase SPWM inverter application with PIC micro controller (7).	Modulación de pulsos con una interfaz periférica
<u>Adamu Murtala Zungeru,</u> <u>Mmoloki Mangwala, Joseph</u> <u>Chuma, Baboloki Gaebolae,</u> <u>Bokamoso Basutli, 2018</u>	Design and simulation of an automatic room heater control system (8).	Control de sensores mediante el microcontrolador con simulación en PROTEUS

Fuente: Elaboración propia

En el artículo de B. N. Jamadar, S. R. Kumbhar, P. M. Gavane y D. S. Sutrave del año 2014, titulado “*Diseño y desarrollo de sistema de control para motor de inducción trifásico usando microcontrolador PIC*”, se presenta un diseño alternativo con una mejor eficiencia para un motor de inducción trifásico, lo cual es la principal ventaja es que reduciría el consumo de energía eléctrica y mejoraría la eficiencia del motor de inducción. El diseño cuenta con la técnica del SPWM, es una técnica que usa una modulación por ancho de pulso y esto hace que varíe en velocidades el motor de inducción. Para el desarrollo del diseño se usó el microcontrolador PIC 16F7X7, esto se debe a que el microcontrolador hace que el sistema se vuelva más flexible, además que se puede cambiar algoritmos de control de tiempo sin la necesidad de cambiar el hardware, por otro lado, reduce el costo total. El microcontrolador PIC genera pulsos PWM (Pulso con Modulación).

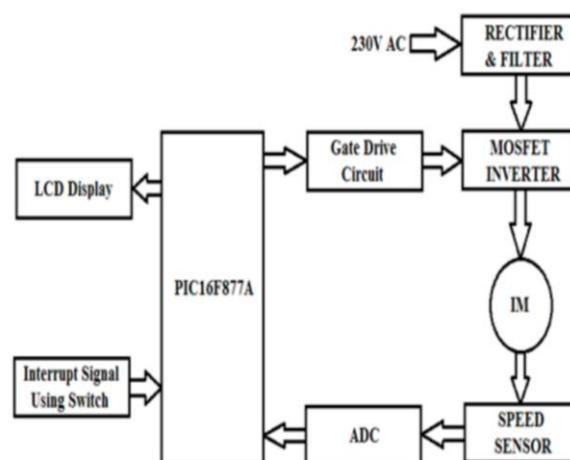


Figura 1: Diagrama de bloques del sistema de accionamiento del motor de inducción.

Fuente: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667016327471>

En el artículo de R. Masilamani, G. Sureshkumaar, Nithiyanthan Kannan, Issa Etier y Sunil Thomas del año 2020, titulado “*Desarrollo basado en microcontroladores PIC de un sistema de mejora de la calidad del aire para automóviles*”, se presenta el desarrollo de un modelo de prototipo de sistema para mejorar la calidad del aire. En el sistema están involucrados distintos sensores para captar si la calidad del aire es óptima o deficiente, entre los sensores tenemos; sensor monóxido de carbono, sensor de flujo de aire y sensor de hilo caliente. Entre las que resalta es el LM35 que viene a ser un sensor de temperatura, lo cual la principal función es mantener fresco el ambiente. El sensor LM35 puede conectarse al microcontrolador y captar el voltaje de salida de tal manera que convierta en temperatura usando un factor de conversión básico.

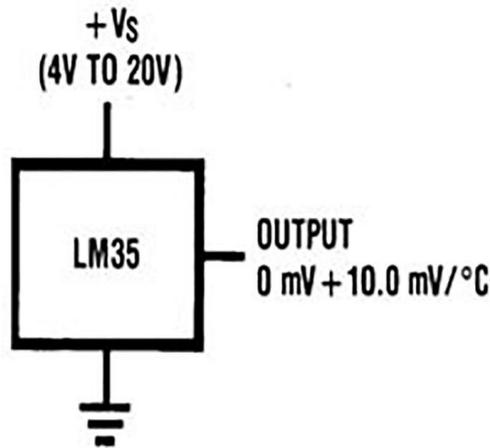


Figura 2: Diagrama de clavijas del LM35

Fuente: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320372576>

En el artículo de Khairul Alam, Tanmoy Chakraborty, Srabana Pramanik, Debabrata Sarddar y Satadal Mal del año 2013, titulado “Medición de la frecuencia de potencia con mayor precisión utilizando el microcontrolador PIC”, se presenta un sistema de medición digital de la frecuencia de potencia, es decir, 50 Hz utilizando el sistema de microcontroladores. Hoy en día, la energía eléctrica se ha vuelto cada vez más compleja presentando diversas fallas debido a las variaciones de frecuencias. La calidad de energía depende de la frecuencia como índice muy importante. El trabajo complicado es convertir ondas sinusoidales a ondas cuadrados y luego contabilizar. Para poder captar las ondas cuadradas es necesario el uso de un microcontrolador PIC 16F877A, la cual involucra a un pin externo del mismo.

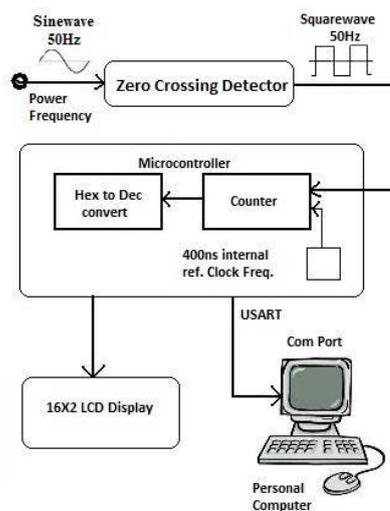


Figura 3: Descripción general del sistema.

Fuente: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017313005926>

En el artículo de Mircea Dulău y Melania Karoly del año 2018, titulado “*Control de temperatura del fluido mediante intercambiador de calor*”, se presenta una estrategia de monitoreo y control de la temperatura de fluidos, esto construido a base de un microcontrolador PIC 16F1827, esto se basa en la necesidad de eficiencia y mejora en la calidad del producto final, el control preciso de la temperatura, ya que estos ítems son necesarios en procesos industriales. El diseño e implementación principalmente se basa en sensores, actuadores, monitor y ordenador lo cual permitirá el control de temperatura. En este diseño se plantea el uso de sensor de temperatura LM2596/LM7805.

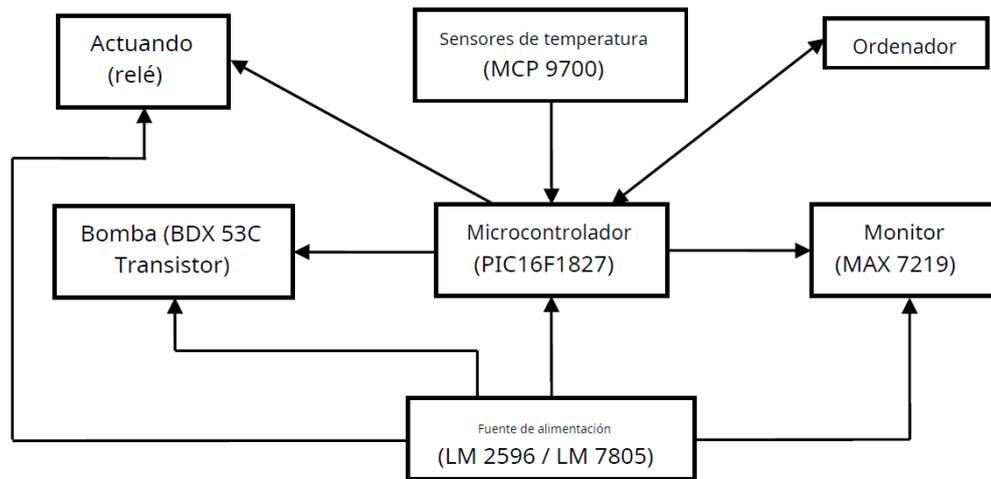


Figura 4: Diagrama de bloques de control de temperatura

Fuente: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918303524>

En el artículo de Yaşar Birbir, Kaner Yurtbasi y Volkan Kanburoglu del año 2019, titulado “*Diseño de una aplicación de inversor SPWM monofásico con microcontrolador PIC*”, se presenta un diseño en donde se usará la aplicación de un inversor de puente completo monofásico con la técnica de modulación de ancho de pulso (PWM) con el uso del microcontrolador con interfaz periférica (PIC). Para captar las señales sinusoidales y el control de parámetros del inversor se usó el microcontrolador PIC 16F877, para la pantalla de control LCD se usó el lenguaje de programación PICBasic Pro tanto, para la interfaz y la programación del mismo.

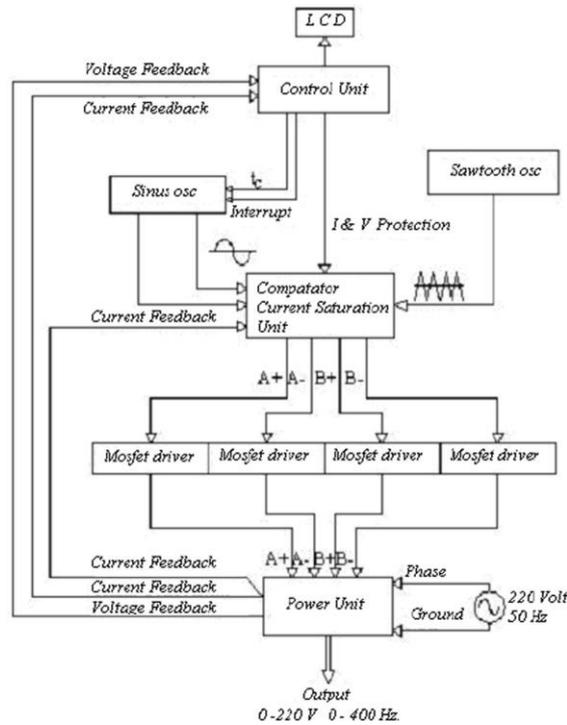


Figura 6: Diagrama de circuito de bloques

Fuente: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215098618306013>

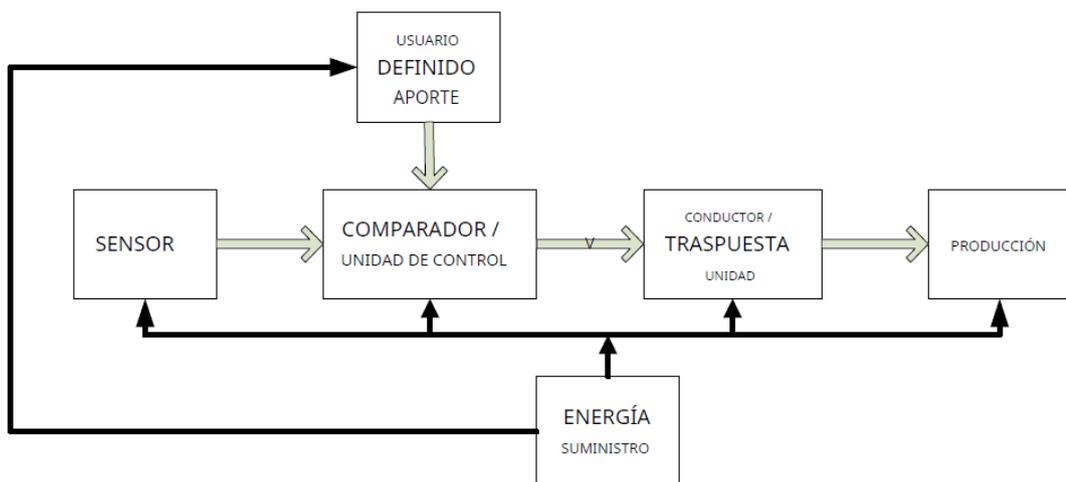


Figura 5: Diagrama de bloques que muestra las principales partes del sistema.

Fuente: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844018304602>

En el artículo de Adamu Murtala Zungeru, Mmoloki Mangwala, Joseph Chuma, Baboloki Gaebolae y Bokamoso Basutli del año 2018 titulada “Diseño y simulación de un sistema de control automático de calefacción de habitaciones”, esto va a permitir al usuario o cliente tener un ambiente a una temperatura adecuada mediante el uso de sensores de temperaturas y todo esto con la ayuda del microcontrolador. El funcionamiento consiste en

que si la temperatura es demasiado alta se encenderán los ventiladores y en el caso de que la temperatura sea baja, se encenderán los calefactores. Para el desarrollo del sistema se simuló en el programa PROTEUS y para cargar la programación se hizo uso del Micro C hex.file para poder cargar al simulador y para la codificación del PIC se utilizó el compilador Micro-C.

2.1.2. Tesis.

Tabla 3.
Resumen de tesis

Autores	País	Tema	Aporte
Renzo Stefano Petrozzi Puse, Luis Miguel Vílchez Castillo (2019)	Perú – Lambayeque	Diseño e implementación de tarjeta entrenadora de microcontroladores pic16fxxx para mejorar las habilidades técnicas en solución de problemas en aplicaciones embebidas de los estudiantes de ingeniería electrónica (9).	Implementación del microcontrolador de la serie 16FXXX para aplicaciones embebidas, haciendo uso de los periféricos.
Dilam Alberto Alvarado Fernández, Jorge Enrique Deza Concori (2019)	Perú – Tacna	Diseño e implementación de una tarjeta electrónica de expansión modular basado en Psoc para el desarrollo de aplicaciones de sistemas embebidos (10).	Aplicación de microcontrolador en sistemas embebidos haciendo uso del PSOC 5LP
Nydia Sonia Romero Garrido (2015)	Perú – Lima	Diseño e Implementación de un simulador de sensores para fines de entrenamiento de personal técnico mecánico en maquinaria Caterpillar (11).	Aplicación de microcontrolador con uso de sensores.
Paúl Fernando Toapanta Barona (2015)	Ecuador – Ambato	Diseño y construcción de un entrenador basado en microcontroladores PIC, para el laboratorio de electrología de la escuela de Ingeniería en	Aplicación de una tarjeta de entrenamiento para fines didácticos.

		Sistemas de la Pucesa (12).	
Kelly Viviana Gonzales Rojas, Johanna Andrea Mendez Caviativa (2011)	Bolivia – Bucaramanga	Diseño y fabricación de un módulo entrenador implementando la familia de microcontroladores DSPIC33F (13).	Aplicación de una tarjeta de entrenamiento con elementos básicos para el aprendizaje.
David Daniel Larenas Marín (2018)	Ecuador – Guayaquil	Desarrollo de una tarjeta de entrenamiento para prácticas de microcontroladores utilizando el dispositivo PIC 18F8720 (14).	Aplicación de tarjeta didáctica mediante el uso de ISIS PROTEUS y el lenguaje de programación CCS C
Juan Carlos Anilema Guadalupe, Cristhian Mauricio Yagos Vilema (2015)	Ecuador – Riobamba	Diseño e implementación de un entrenador de microcontroladores para comunicación Wifi (15).	Uso de microcontroladores en el área de telecomunicaciones.
Rafael Christian Franco Reina, Israel Montes De Oca Paladines (2014)	Ecuador – Guayaquil	Diseño y construcción de cinco entrenadores didácticos con sistemas microprocesados y desarrollo de una aplicación de control de velocidad para un motor de corriente alterna (16).	Aplicación de microcontroladores con 5 módulos.

Fuente: Elaboración propia

En la tesis de Renzo Stefano Petrozzi Puse y Luis Miguel Vílchez Castillo (2019), titulada “*Diseño e implementación de tarjeta entrenadora de microcontroladores PIC16FXXX para mejorar las habilidades técnicas en solución de problemas en aplicaciones embebidas de los estudiantes de ingeniería electrónica*”, se desarrolló un sistema de carácter didáctico de gama media con la finalidad de facilitar el trabajo del estudiante, el trabajo consiste en la implementación de diversos aplicativos programadas en diversos lenguajes PIC. La tarjeta entrenadora consta de periféricos utilizados en aplicaciones reales. Por otro lado, la tarjeta tendría acceso en caso de usar cualquier microcontrolador de las series 16FXXX de 18, 28 y 40 pines.

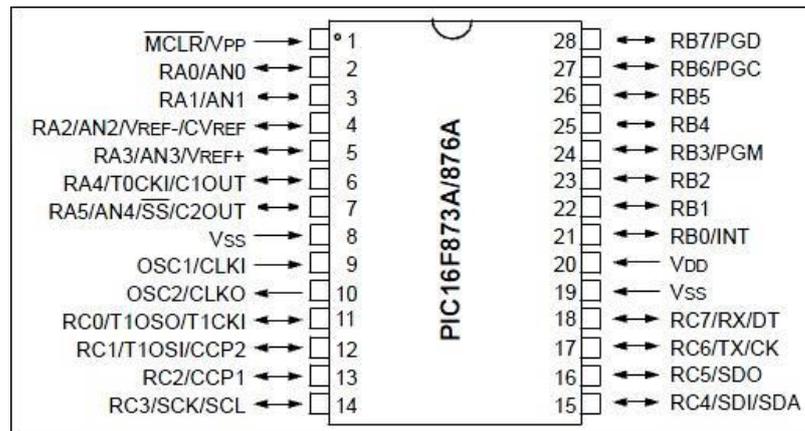


Figura 7: Diagrama de Pines del PIC 16F873A

Fuente: Microchip, PIC16F87XA Data Sheet, 2003, p. 2

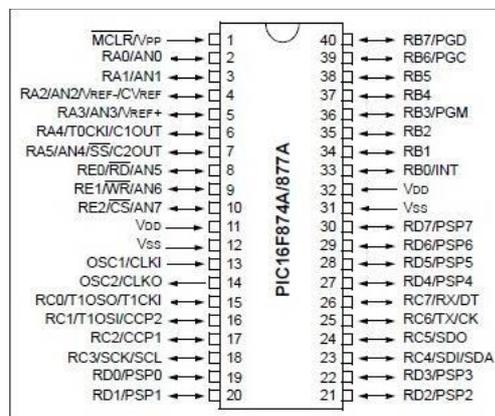


Figura 8: Diagrama de Pines del PIC16F877A

Fuente: Microchip, PIC16F87XA Data Sheet, 2003, p. 3

En la tesis de Dilam Alberto Alvarado Fernández y Jorge Enrique Deza Concori (2019), titulada “Diseño e implementación de una tarjeta electrónica de expansión modular basado en PSoC para el desarrollo de aplicaciones de sistemas embebidos”, Nos presenta la implementación de la tarjeta con expansión modular conjuntamente con el diseño lo cual facilitará el desarrollo de prototipos de sistemas industriales de una forma más eficiente y sencilla teniendo en cuenta los periféricos y la interfaz desarrollada para el PSoC 5LP. Para poder llegar a los diseños electrónicos se tuvo que realizar la aplicación de los periféricos y enseguida se probó con el PSOC 5LP para su correcto funcionamiento.

En la tesis de Nydia Sonia Romero Garrido (2015), titulada “Diseño e Implementación de un simulador de sensores para fines de entrenamiento de personal técnico mecánico en maquinaria Caterpillar”, el proyecto nos presenta un diseño de un

sistema de simulador de sensores con la finalidad de entrenar al personal técnico mecánico aplicado al mantenimiento de maquinarias pesadas. Todo esto consiste en el acondicionamiento de señales, la selección del microcontrolador que sea óptimo, el desarrollo de un programa de aplicación para la interface y comunicación. El microcontrolador seleccionado para el desarrollo del proyecto es el PIC18F2550, se escogió debido a que presenta un bajo costo económico, es sencillo de ubicar en el mercado local y el consumo de energía es bajo.

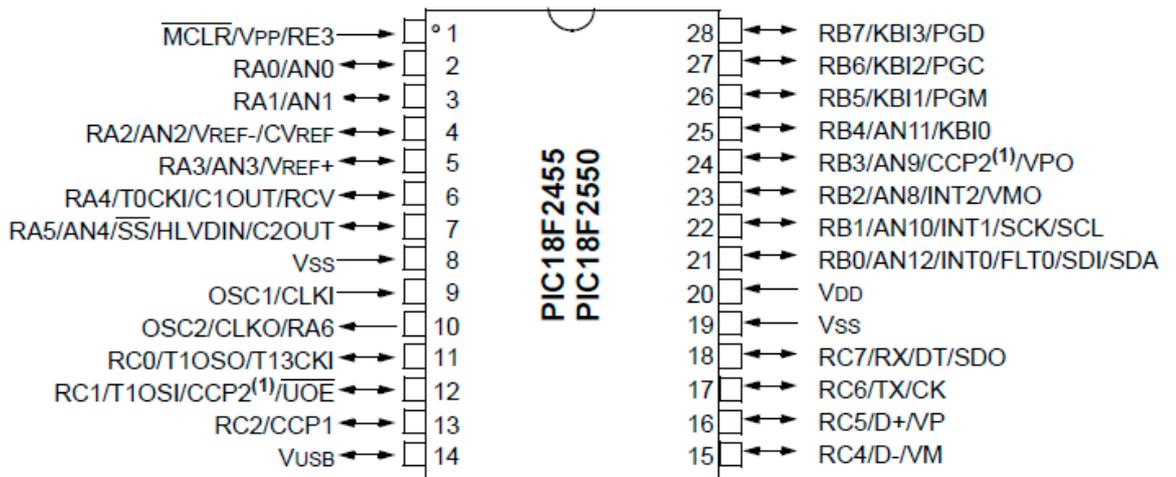


Figura 9: Distribución de pines del PIC18F2550

Fuente: “Diseño e Implementación de un simulador de sensores para fines de entrenamiento de personal técnico mecánico en maquinaria Caterpillar”

En la tesis de Paúl Fernando Toapanta Barona (2015), titulada “Diseño y construcción de un entrenador basado en microcontroladores PIC, para el laboratorio de electrología de la escuela de Ingeniería en Sistemas de la Pucesa”, el desarrollo del proyecto consiste en diseñar y construir una tarjeta entrenadora que permita la facilidad de programar, borrar y ejecutar microcontroladores PIC y además realizar distintas prácticas precedentes a hacer proyectos en el laboratorio. Para el desarrollo de la tarjeta entrenadora se seleccionó el PIC16F877A, lo cual maneja una interfaz periférica, junto a ello su lenguaje de programación, esto permite desarrollar y crear nuevas tecnologías, todo esto para la facilidad del estudiante en el montaje de sus proyectos.

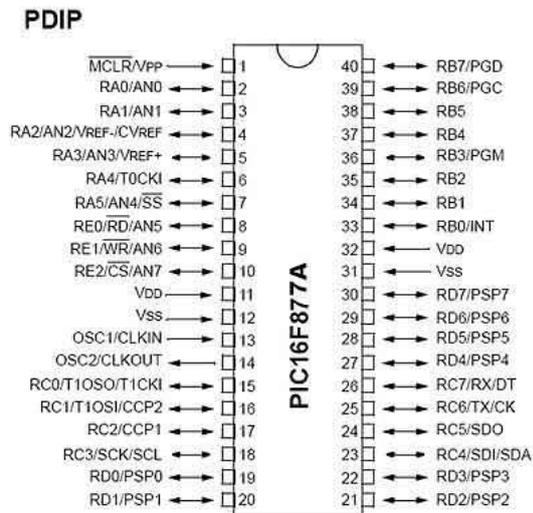


Figura 10: Microcontroladores PIC programación en Basic

Fuente: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582C.pdf>

En la tesis de Kelly Viviana Gonzales Rojas y Johanna Andrea Mendez Caviativa (2011), titulada “Diseño y fabricación de un módulo entrenador implementando la familia de microcontroladores DSPIC33F”, con el desarrollo del proyecto el estudiante tiene una ayuda en el camino de aprendizaje de la gama de los microcontroladores DSPIC33F, el proyecto consta de componentes como la tarjeta entrenadora, adaptador de 9 VDC, cable para puerto serial USB, cable Mini USB. Se trabajan mediante módulos internos y periféricos que consta de entradas y salidas digitales a la cual se implementaron dispositivos como switch, display de siete segmentos, LCD, pulsadores, bluetooth, potenciómetros y bombas de entrada y salida. Adicional a toda la tarjeta entrenadora consta con un programador en donde el estudiante va a tener la facilidad de corroborar los códigos de cada programación realizada.

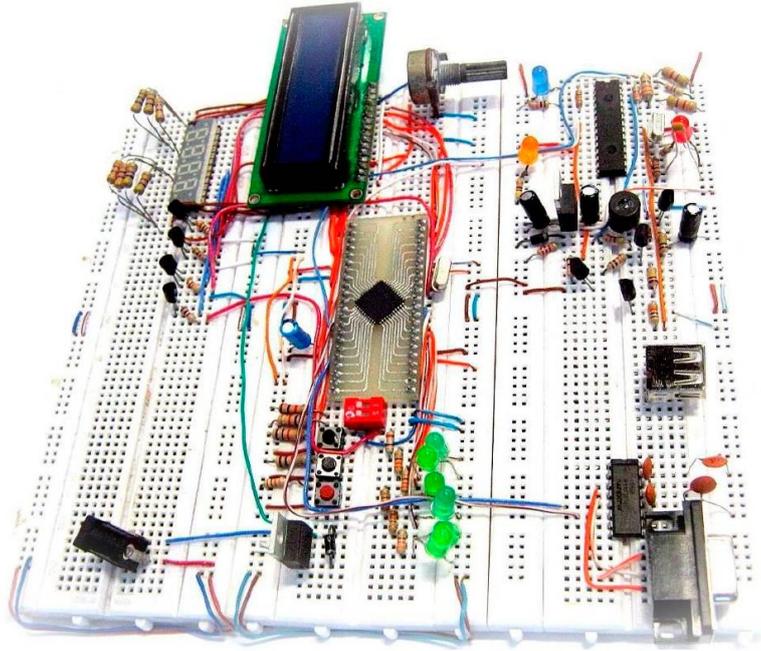


Figura 11: Implementación en protoborad con el DSPIC33FJ128GP804

Fuente: titulado “Diseño y fabricación de un módulo entrenador implementando la familia de microcontroladores DSPIC33F”

En la tesis de David Daniel Larenas Marín (2018), titulada “*Desarrollo de una tarjeta de entrenamiento para prácticas de microcontroladores utilizando el dispositivo PIC 18F8720*”, se presenta un desarrollo de microcontroladores en base al PIC 18F8720 para una comprensión mejor del estudiante en el desenvolvimiento de habilidades en el diseño de sistemas integrados haciendo uso del microcontrolador mencionado, por otro lado la programación se realizó con el software CCS C con su respectiva simulación en el programa ISIS PROTEUS, esto ayudará a los estudiantes de la carrera de ingeniería electrónica en control y automatismo y de telecomunicaciones a aplicar conocimientos teóricos con la experiencia práctica.

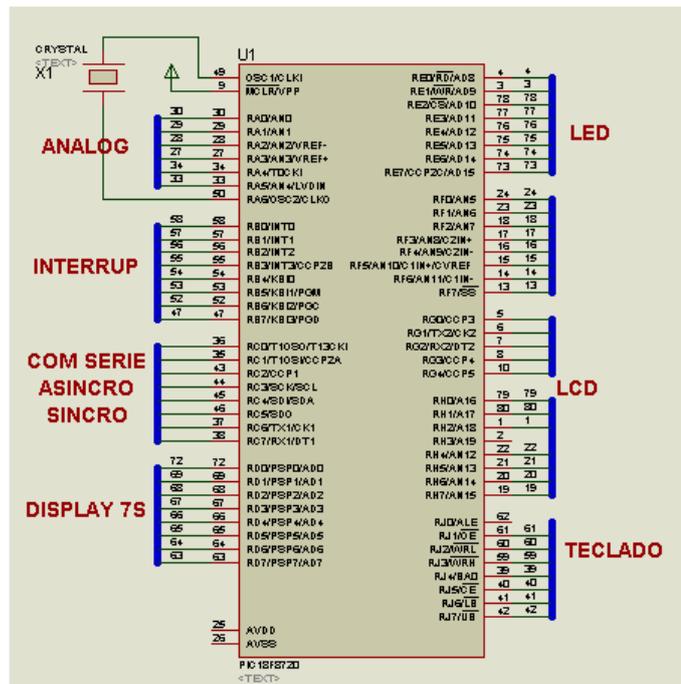


Figura 12: Etapa 1 del diseño esquemático del sistema de entrenamiento de uC PIC18F8720.
Fuente: “Desarrollo de una tarjeta de entrenamiento para prácticas de microcontroladores utilizando el dispositivo PIC 18F8720”

En la tesis de Juan Carlos Anilema Guadalupe y Cristhian Mauricio Yagos Vilema (2015), titulada “Diseño e implementación de un entrenador de microcontroladores para comunicación Wi-Fi”, el proyecto se basa principalmente en la transmisión y recepción de datos, lo cual busca demostrar las diferentes aplicaciones que tienen los microcontroladores en el área de las telecomunicaciones. Para desarrollar el proyecto se hizo uso del PIC16F877A, lo cual cuenta con periféricos como temporizador de 8 bits y 16 bits, dos módulos de captura y comparación y un puerto serie síncrono. El módulo Wifi puede ser configurado como punto de acceso, dispositivo terminal e incluso para crear redes WLAN. El uso del microcontrolador en estos casos resultó ser eficiente y práctico, con la ayuda del computador para monitorear.

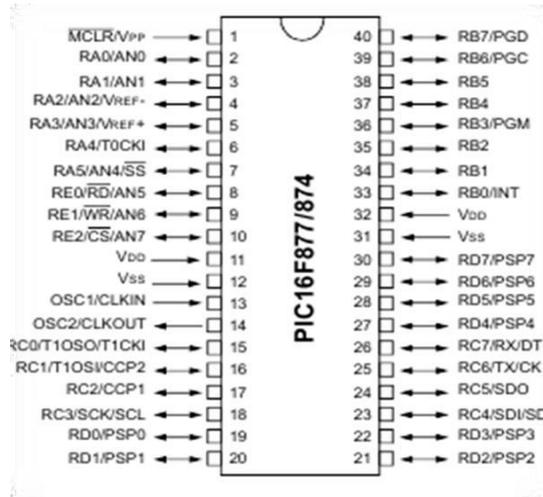


Figura 13: Pines del microcontrolador PIC 16F877A

Fuente: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/30292D.pdf>

En la tesis de Rafael Christian Franco Reina e Israel Montes De Oca Paladines (2014), titulada “Desarrollo de una tarjeta de entrenamiento para prácticas de microcontroladores utilizando el dispositivo PIC 18F8720”, la finalidad del proyecto es mejorar el nivel de enseñanza de aprendizaje en el curso de microprocesadores, el proyecto logró implementar cinco entrenadores didácticos que favorecieron a los docentes en la enseñanza de conocimientos teóricos. La tarjeta de entrenamiento permite el proceso de datos y también se puede mostrar a través de la interfaz LCD y GLCD, lo cual facilita a los docentes afianzar sus clases impartidas de una forma más práctica en el curso de microprocesadores.

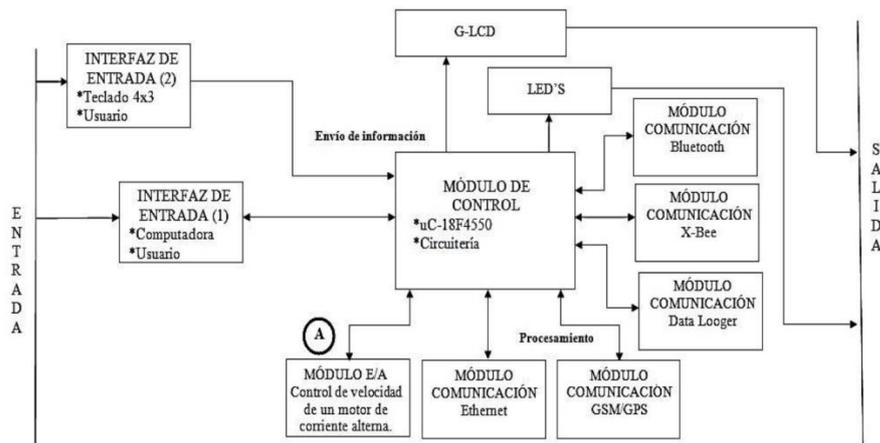


Figura 14: Diagrama de bloques principal del entrenador didáctico

Fuente: NI_6008/6009_ADC_manual.pdf, 2012

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Tarjeta entrenadora.

La tarjeta entrenadora es un dispositivo electrónico que consta de uno o más módulos y que a su vez al juntar una serie de periféricos, estos constituyen un sistema embebido, la tarjeta entrenadora sirve al estudiante o persona como punto de apoyo en cuanto a sus aprendizajes, desarrollo de proyectos e incluso experimentar nuevas cosas afines a la tarjeta y estos van relacionados conjuntamente con la programación de sus periféricos que estos constituyen.

2.2.2. Tiempo de práctica.

Es el tiempo en el cual el estudiante está realizando actividades con el fin de aplicar lo aprendido en la teoría, es el tiempo donde el estudiante se cuestiona, razona, interactúa, debate, analiza puntos de vista y por supuesto todo esto conlleva a poder transformar en la vida real y esto tan importante al igual que el rol del docente en las horas de práctica.

2.2.3. Microcontroladores.

El microcontrolador consta de un circuito integrado, es el elemento fundamental de una aplicación para sistemas embebidos, es decir, que es una microcomputadora lo cual permite tener el control de entradas y salidas del sistema, además de ello tiene un procesador y memoria donde se puede guardar programas y variables. Es una pequeña PC y entre sus funciones principales es la automatización y el proceso de información (17).

El nombre de PIC proviene de Control de Interfaz Periférico y que tienen una arquitectura computacional RISC.

Hoy en día, los PIC's son los que más se utilizan, esto se debe a que cuando uno desea involucrarse en el mundo de los microcontroladores puede encontrar en el PIC muchísimas aplicaciones porque esto contiene diversos periféricos en su interior.

Los PIC's se clasifican por su capacidad y entre ellas se tienen a las de 8 bits, 16 bits y 32 bits (18).

Fuente: https://www.engineersgarage.com/wp-content/uploads/2/2/1/5/22159166/lm35-pin-out_orig.png

2.2.5. Acelerómetro.

El acelerómetro es considerado un dispositivo electrónico capaz de medir la aceleración, el cual es la variación de velocidad de un objeto. En donde vemos más el uso de un acelerómetro es en nuestros teléfonos móviles y por tal motivo es que la orientación de la imagen o vídeo cambia. Hoy en día el acelerómetro está inmerso en la mayor parte de dispositivos electrónicos.

El acelerómetro mide con exactitud la aceleración en los tres ejes, es decir, X, Y, Z (20).

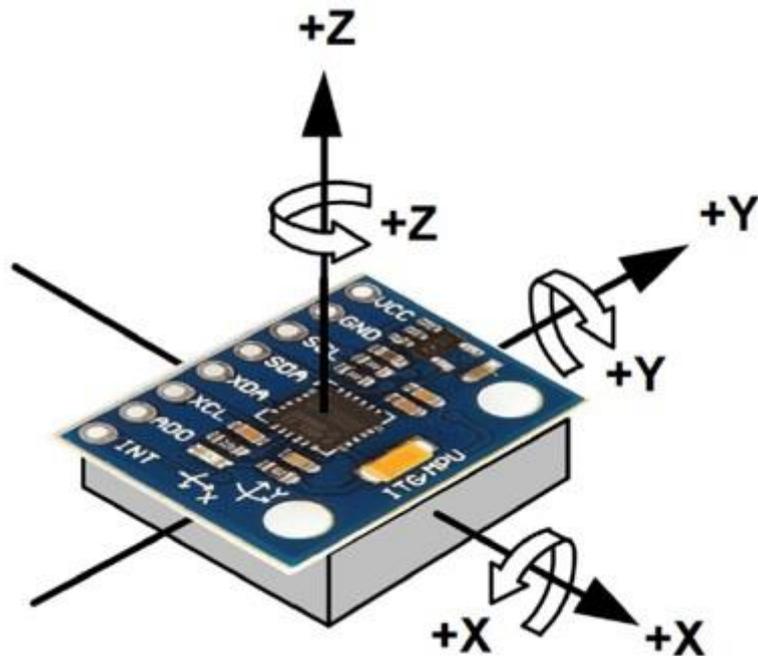


Figura 17: Direcciones del acelerómetro

Fuente:

<https://www.naylampmechatronics.com/img/cms/Blog/Tutorial%20MPU6050/Ejes%20MPU6050.jpg>

2.2.6. LCD.

La pantalla LCD, es una pantalla fina y plana que está conformada por pixeles ya sea a colores o monocromos que son puestos frente a una fuente de luz o reflector. Se ha vuelto muy

habitual el uso de estos ya sea en aparatos electrónicos que tengan un consume de energía mínima.

El LCD actualmente se puede ver en una gran cantidad de dispositivos electrónicos, desde la primera figura que podemos ver en una calculadora de bolsillo hasta en todos los televisores de distintas pulgadas (21).

2.2.7. ADC.

El ADC, es un sistema que convierte señales analógicas a digitales. Este sistema nos rodea ya que está presente en todo circuito y objeto que tenga relación con el medio. Y éstos son tan útiles como para estar incluso en tus teléfonos móviles (22).

2.2.8. Buzzer.

El Buzzer o también llamado zumbador es un componente electrónico que tiene la capacidad de transformar una determinada energía en otra y entre su función es emitir un sonido mientras se le esté alimentando. Por ejemplo, si estamos usando un sensor de temperatura y nosotros queremos que nos comunique cuando sobrepase una temperatura en específica, entonces podemos usar este dispositivo como un componente de alerta que se activará (23).



Figura 18: Buzzer

Fuente: <https://www.hwlibre.com/buzzer/>

2.2.9. Capacitor.

El capacitor es un componente electrónico o también denominado condensador eléctrico que muchas veces o en su mayoría encontramos en los circuitos eléctricos y electrónicos. El capacitor es un componente pasivo, al igual que el resistor, pero con la diferencia de que este componente acumula energías en formas de campos eléctricos. El campo es el resultado de la separación de las cargas eléctricas, esto está conformado por dos superficies conductoras. Por lo general están hechas de láminas o placas de lo cual están separados por un material dieléctrico o por el vacío (24).

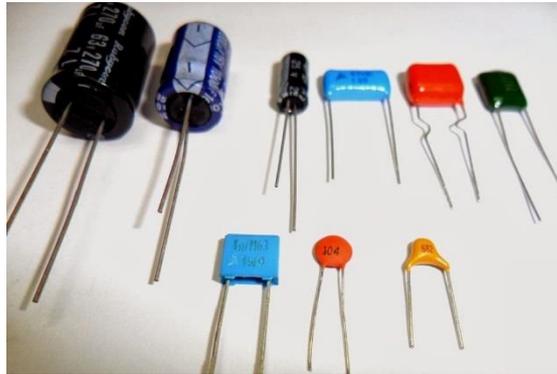


Figura 19: Diferentes tipos de capacitores

Fuente: [https://3.bp.blogspot.com/-](https://3.bp.blogspot.com/-1JzMPYjPwZk/UxiFami8EeI/AAAAAAAAA5k/0uKP_8v-sV4/s1600/capacitores1.jpg)

[1JzMPYjPwZk/UxiFami8EeI/AAAAAAAAA5k/0uKP_8v-sV4/s1600/capacitores1.jpg](https://3.bp.blogspot.com/-1JzMPYjPwZk/UxiFami8EeI/AAAAAAAAA5k/0uKP_8v-sV4/s1600/capacitores1.jpg)

2.2.10. Transistor.

El transistor se considera un componente electrónico. Se denomina transistor porque está conformado por dos palabras que son transferencia y varistor. El transistor está compuesto por 3 capas y cada una de ellas tiene la capacidad de transferir corriente a las otras capas. Hay dos tipos de transistores que son: El NPN y el PNP.

Los materiales electrónicos están compuestos en su mayoría por germanio y silicio ya que estos tienen la capacidad de transferir la corriente de manera semienergética (25).



Figura 20: Transistor

Fuente: https://i5.walmartimages.com/asr/6a3c7b8b-3845-483a-a13a-2833ee8e1526_1.1c6da94f0c275a33ee9697d73f45f3a0.jpeg

2.2.11. Diodo.

El diodo es un componente electrónico y a su vez es un semiconductor que consta de dos salidas, un ánodo (+) y un cátodo (-) y según la configuración permite el paso de la corriente por un solo sentido. Por este motivo el diodo tiene las mismas características a un interruptor, el diodo para que sea ideal debe oponerse al paso de la corriente dependiendo de la configuración necesaria (26).



Figura 21: Diodo

Fuente:

https://mundialcomponentes.com.br/arquivos/produtos/imagens_adiicionais/84bcaac8ed482091cca808f09792b172ecd289b2.jpeg

2.2.12. Potenciómetro.

Este es un dispositivo electrónico que también es conocido como pot que presenta una resistencia variable. El potenciómetro consta de 3 terminales o salidas y que se utilizan en circuitos de corriente baja y si hay la necesidad de usar un potenciómetro para altas corrientes se utilizan los reóstatos (27).

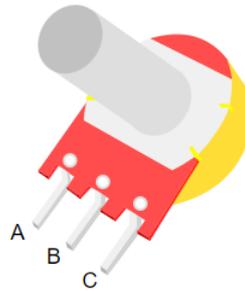


Figura 22: Potenciómetro

Fuente:

<https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/electronica/componentes-electronicos/potenciometro/>

- Terminal A o 1: Corresponde a GND.
- Terminal B o 2: Corresponde a señal.
- Terminal C o 3: Corresponde a V o Señal de entrada.

2.3. Definición de términos básicos

- **Microcontrolador:** “El microcontrolador es un circuito integrado programable, el cual tiene la capacidad de realizar diversas órdenes programadas previamente en su memoria. En su interior se conforma de tres unidades principales: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida.” (28).
- **Sensor:** “El sensor es un componente electrónico y se puede definir como un componente que convierte una señal mecánica, química, presencia, presión, temperatura etc. a una señal eléctrica para poder ser detectada por un sistema de control.” (29).
- **PCB:** “Las siglas son en inglés que vienen a ser Printed Circuit Board y traducido al español viene a ser, placa de circuito impreso. Esto un circuito que consta de componentes electrónicos que están inmersos dentro de una estructura mecánica. Los conductores de la placa incluyen trazos de cobres, entradas y salidas, disipador de calor. Toda la estructura mecánica se realiza con materiales aislantes entre capas y conductores.” (30).
- **Periféricos:** “Los periféricos son aparatos externos que son conectados al computador lo cual permite que el computador se comunique con el mundo exterior, además están considerados a los aparatos que se encargan de almacenar información, y que esto sirve como memoria auxiliar a la principal, esto puede estar dentro o fuera del ordenador.” (31).

- **Interfaces:** “Se denomina interfaz de usuario a todo medio que posibilita la comunicación entre hombre y máquina. En este caso, la interfaz está compuesto por dos puntos que son esenciales, lo cual viene a ser el usuario y ordenador. Por otro lado, se puede mencionar el mouse, y entre otras interfaces tenemos a las pantallas, los teclados, los parlantes o micrófonos” (32).
- **GLCD:** “Que viene a ser Graphic Liquid Crystal Display, traducido al español es, pantalla gráfica de cristal líquido, esto es una pantalla plana que está formado por una matriz de píxeles monocromos que están colocados delante de una fuente de luz o reflector. Y a menudo es utilizado en dispositivos electrónicos que requieran poca energía.” (33)

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo tecnológica porque el objetivo es diseño y construcción de una tarjeta entrenadora con base de microcontroladores PIC 16FXXXX y 18FXXXX para incrementar el aprendizaje en la Universidad Continental en los estudiantes del curso de microcontroladores. El presente trabajo es de tipo tecnológico porque en el desarrollo del proyecto se detallará cómo se está realizando, se presentan nuevos métodos, sistemas nuevos y mejorados, y como base se tienen investigaciones previas mencionadas en el presente proyecto.

3.2. Método

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se usó el VDI 2221 que permite analizar y entender un problema a profundidad, esto es específicamente para la realización de productos. El VDI 2221 se desarrolla en 7 fases como son: Especificación, estructura funcional, solución principal, estructura modular, diseños preliminares, diseño definitivo y documentación del producto (34).

3.3. Fases del método VDI 2221

Especificación: En la fase de especificación es donde nos permite adquirir información importante para el desarrollo del producto y esto a partir de las necesidades que el producto va a satisfacer.

Estructura funcional: En la segunda fase que viene a ser la estructura funcional, se determina las funciones y sub funciones del producto a desarrollar.

Solución principal: En la tercera fase es la de buscar la solución para las funciones y sub funciones, esto nos da como resultado una solución principal. La solución podría ser documentada como una descripción, circuito o diagrama.

Estructura modular: En la cuarta fase, se tiene a la estructura modular que consiste en dividir la solución en grupos para que pueda ser realizada.

Diseños preliminares: En la quinta fase se viene a desarrollar los módulos principales, con un nivel de refinamiento geométrico que tenga materiales u otros detalles que permitan el desarrollo del producto.

Diseño definitivo: En la sexta fase, los diseños planteados son mejorados, agregando componentes que no se incluyeron con anterioridad y esto para la interacción de los módulos con los componentes.

Documentación del producto: Por último, se tiene a la fase de documentación, aquí se desarrolla las instrucciones de funcionamiento del producto final que contiene un manual de usuario.

3.4. Aplicación de la metodología

3.4.1. Especificación.

Para el desarrollo de la tarjeta entrenadora que permita al estudiante optimizar el tiempo de práctica en las horas de laboratorio. Tenemos como variables principales (temperatura, aceleración angular, tensión del potenciómetro para el ADC y señales bidireccionales) que son necesarios para el desarrollo de la tarjeta entrenadora.

Como estudiantes egresados de la facultad de ingeniería electrónica se tuvieron dificultades en las horas de laboratorio las cuales se vienen desarrollando con programas como Proteus y las programaciones en CCS C Compiler y el circuito se realiza en un protoboard y esto hace que se requiera componentes extras en las horas de laboratorio, añadiendo a esto es el tiempo que el estudiante tarda en implementar el circuito de lo cual hace que el estudiante se vea perjudicado en el tiempo de práctica por tal motivo hace falta una herramienta didáctica que permita al estudiante comprender y analizar más a profundidad de los conocimientos teóricos aprendidos y sobre todo a que no se vea perjudicado en el tiempo de práctica.

3.4.2. Estructura funcional.

Función general: La tarjeta entrenadora debe permitir al estudiante la facilidad de desarrollar proyectos y tener un confort a la hora de realizar pruebas y programaciones en las horas de laboratorio.

Subfunciones:

- La tarjeta entrenadora tiene que tener puertos de entrada y salida que faciliten la conexión a la hora de realizar las prácticas.
- La tarjeta entrenadora debe contar con los módulos necesarios para que el estudiante pueda realizar las pruebas sin ningún problema.
- La tarjeta entrenadora tiene que tener una fácil conexión con el ordenador.
- La tarjeta entrenadora debe brindar la tensión necesaria para que cada módulo presentado, tenga un buen funcionamiento.
- La tarjeta entrenadora debe tener entradas y/o salidas para añadir módulos en caso el estudiante requiera de un módulo que no se presente en la tarjeta.

3.4.3. Solución principal.

- Se desarrolló una tarjeta entrenadora incorporado con 12 módulos para realizar pruebas, entre los módulos tenemos, temperatura, acelerómetro, matriz 8x32, Buzzer, ADC, GLCD, LCD, USB-C, teclado 8x8, contador de 7 segmentos, puertos y el UART.
- La tarjeta entrenadora contiene, adicional a los módulos, 5 puertos para agregar sistemas y/o módulos que el estudiante requiera y que no esté en la tarjeta.
- Se desarrolló un módulo para que la tarjeta tenga interacción con el ordenador.
- La tarjeta entrenadora cuenta con un circuito donde se puede manejar los voltajes.

3.4.4. Estructura modular.

En esta parte se determinó los componentes necesarios para el desarrollo de la tarjeta entrenadora que está compuesto de la siguiente manera:

- 12 módulos básicos de prueba
- Un circuito de alimentación controlado
- 5 puertos de entrada y salida para módulos extras
- Un circuito donde pueda conectarse el circuito integrado y pueda programarse.
- Un circuito que permite resetear la programación

3.4.5. Diseños preliminares.

Para plantear los diseños preliminares se realizó con los componentes necesarios y trabajando con diferentes pequeñas tarjetas para cada módulo.

La tarjeta entrenadora cuenta con los módulos básicos para que el estudiante en las horas de práctica, ponga a prueba los conocimientos teóricos. La tarjeta cuenta con módulos esenciales que son el acelerómetro, temperatura, manejo de tensión y el contador. Además, se ha implementado un circuito que permita resetear los circuitos integrados a fin de poder realizar cualquier programación a futuro o en cada caso que se requiera.

3.4.6. Diseño definitivo.

Para plantear en diseño definitivo se ha recopilado información y datos de la cual se llegaron a diseñar y los circuitos y componentes.

- Para el diseño de conexiones de los módulos se realizó en el programa Proteus 8.13 Profesional.
- Para la elaboración de los circuitos de los módulos se realizó en el programa EAGLE en su versión 9.5.2
- Para la elaboración de los diseños de los circuitos PCB de cada módulo se realizó en el programa EAGLE en su versión 9.5.2
- Para el desarrollo completo de la tarjeta entrenadora se trabajó con el programa online EasyEDA.

3.4.7. Documentación del producto.

Desde ya la tarjeta entrenadora es intuitiva que un estudiante lo podría ver y darse cuenta de cómo funciona, pero para el adecuado funcionamiento y mejores resultados se desarrolló un manual de usuario la cual contiene lo esencial para el buen funcionamiento de la tarjeta entrenadora, el manual instructivo se puede apreciar en el anexo 6.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

4.1. Identificación de requerimientos

De acuerdo al objetivo y el campo de aplicación del diseño establecido en la investigación, se evaluaron distintas opciones en cuando a la adquisición y compra de materiales para la realización del prototipo, con tal de que el proyecto sea asequible a los estudiantes y con la facilidad de armarlo. Para la evaluación de materiales, se tuvo en cuenta la página web www.lcsc.com ya que ambas páginas tienen los componentes necesarios para la construcción del prototipo.

4.2. Elaboración de requerimientos necesarios

Para la elaboración de los requerimientos necesarios se hizo un listado de los materiales y componentes a utilizar en el proyecto con sus especificaciones, la cual presentamos a continuación:

Tabla 4.

Lista de componentes electrónicos

COMPONENTE	CÓDIGO	VALOR	VOLTAJE MAX	PINES	POTENCIA	CANTIDAD
CAPACITOR C		0.1UF/0.10UF/ 100NF	16 V			90
CAPACITOR C		0.22UF	16 V			3
CAPACITOR C		100UF	16 V			3
CAPACITOR C		1UF	16 V			18
CAPACITOR C		47UF	10 V			6
CAPACITOR C		6.8NF	16 V			6
CAPACITOR C		10UF	10 V			6
CAPACITOR C		22NF	100 V			3
CAPACITOR C		1500PF	16 V			6
CAPACITOR C		2.2UF	16 V			6
CAPACITOR C		33PF	16 V			9
CAPACITOR C		10NF	16 V			6
CAPACITOR C		18PF	16 V			6
CAPACITOR C		4.7UF	16 V			9
RESISTENCIA		680K			1/4 W	3
RESISTENCIA		62K			1/4 W	3
RESISTENCIA		5.1K			1/4 W	12
RESISTENCIA		10			1/4 W	9
RESISTENCIA		20			1/4 W	3
RESISTENCIA		27			1/4 W	15
RESISTENCIA		56			1/4 W	3
RESISTENCIA		220			1/4 W	30
RESISTENCIA		470			1/4 W	33
RESISTENCIA		1.91K			1/4 W	3
RESISTENCIA		10.2K			1/4 W	3
RESISTENCIA		10.5K			1/4 W	3
RESISTENCIA		10K			1/4 W	72
RESISTENCIA		2.2K			1/4 W	36
RESISTENCIA		1K			1/4 W	33
RESISTENCIA		4.7K			1/4 W	54
RESISTENCIA		3.3K			1/4 W	9
RESISTENCIA		100K			1/4 W	36
RESISTENCIA		49.9R			1/4 W	12
RESISTENCIA		12.4K			1/4 W	3
RESISTENCIA		1M			1/4 W	3
CAPACITOR E T		10UF	16 V			24
CAPACITOR E T		470UF	6.3 V			6
CAPACITOR E T		220UF	10 V			6
CAPACITOR E T		33UF	16 V			6
DIODO LED						24

DIODO LED						66
DIODO LED						15
DISPLAY	LTC-2723E	4 DIGITOS				3
JACK	J0026D21B NL					3
JACK	SJ-43514- SMT-TR					3
PULSADOR	PTS647			4 PINES		66
TRANSISTOR	MMBT390 4					39
TRANSISTOR	MMBT390 6					6
TRANSISTOR	PDTC114E T					6
FERRITA	MI1206K60 1R-10	600 Ohms/100 MHz				9
ZUMBADOR	PB- 12N32MP- 05AQ		5 V			3
CRISTAL	405I22D25 M00000	25MHZ/18PF				3
BOBINA	7443835706 8	6.8UH				6
DIODO	1N4148WT -7					6
INTEGRADO	ADXL345					3
INTEGRADO	FT230XS					3
INTEGRADO	LM358					3
INTEGRADO	MAX7219					12
INTEGRADO	MIC28511- 2YFL-T5		60V			6
INTEGRADO	NCP5623B					3
INTEGRADO	USBLC6- 2P6					6
INTEGRADO	W5500					3
INTEGRADO	TXB0106IP WRQ1					3
LED RGB				6 PINES		3
MICROSIM	6.93023E+1 1					3
CONECTOR ANT	6.0311E+13	RIGHT ANGLE		POLA RIDAD NORM AL		3
POTENCIOMET RO		10K			1/8 W	3
POTENCIOMET RO	RV09AF- 40-20K- B10K	10K				12
CONECTOR FFC Y FPC	4CKT HSG ASSY NON			4 PINES		3
MICRO SD	PJS008- 2003-1					3
USB-C	USB4105					6
ESPADIN	HEADERS	1 ROW		MULTI PLES PINES		9
ESPADIN	HEADERS	2 ROW		4X2 PINES		12

ESPADIN	HEADERS	2 ROW		3X2 PINES		3
ESPADIN	HEADERS	2 ROW		5X2 PINES		45
ESPADIN	HEADERS	2 ROW		6X2 PINES		21
ESPADIN	HEADERS	2 ROW		7X2 PINES		3
ESPADIN	HEADERS	2 ROW		8X2 PINES		3
DIP SWITCH				8 PINES		18
DIP SWITCH				8 PINES		18
ESPADIN	THROUGH HOLE	1 ROW		3 PINES		3
MODULO GNSS	SAM-M8Q					3
MODULO BLT	NINA- B112-04B					3
MODULO	GL865- QUAD					3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Lista de placas PCB

PLACA	CANTIDAD	MEDIDA (mm)
Acelerómetro	2	20 x 28
Adc	2	33 x 33
Buzzer	2	20 x 23
Fuente 3.3 v	2	20 x 32
Fuente 5 v	2	20 x 32
Keypad 4x4	2	25 x 25
Lcd glcd	2	80 x 52
Lm35	2	18 x 34
Matrix 8x8	2	84 x 53
Puerto	2	31 x 81
Puerto complemento	2	31 x 38
7 segmentos	2	55 x 28
Usb c	2	18 x 26
Usb uart	2	20 x 32

Fuente: Elaboración propia

4.3. Análisis de la solución

En esta parte se pasa a detallar el análisis de resultados de acuerdo al objetivo general y específicos planteados con anterioridad.

En primer lugar, se tiene como objetivo general el de diseñar y construir una tarjeta entrenadora basado en microcontroladores MICROCHIP

16FXXXX y 18FXXXX para optimizar el tiempo de práctica en estudiantes de ingeniería de la Universidad Continental. De la cual se elaboró una tarjeta entrenadora donde el estudiante sea capaz de aplicar y/o realizar los conocimientos adquiridos en la clase de teoría, así mismo puede realizar proyectos que el ingeniero a cargo establezca.

Así mismo, se hizo el análisis para cada objetivo específico que se presenta a continuación:

Determinar los componentes electrónicos adecuados para el desarrollo óptimo de la tarjeta entrenadora basado en microcontroladores Microchip. Para lograr con el objetivo trazado se hizo un análisis comparativo de los componentes en dos páginas de compra de materiales.

Determinar el componente de sensor de temperatura adecuado para el desarrollo de la tarjeta entrenadora basado en microcontroladores. Con el fin de llegar al objetivo se eligió al sensor de temperatura LM35 ya que es el más comerciable y cómodo, además que es conocido por la mayoría de estudiantes con la cual también trabajan en sus proyectos.

Determinar el componente óptimo para la medición de ángulos de inclinación en los ejes x, y, z que irá en la tarjeta entrenadora para el desarrollo de las prácticas. Al igual que el sensor de temperatura se trabajó con el acelerómetro más comerciable y cómodo en el mercado que es el ADXL 345, de la cual no se hizo una simulación del circuito, debido a que no hay alguna forma de probar el funcionamiento del acelerómetro más que en la vida real.

Desarrollar una programación y circuito para la conversión de señales analógicas a digitales en la tarjeta entrenadora. Para lograr la conversión de señales analógicas a digitales se elaboró un circuito que sea capaz de convertir la tensión a señal digital en bits (10bits), para lo cual se hizo la simulación en el programa Proteus para demostrar el funcionamiento.

Desarrollar una correcta programación que permita el uso óptimo de cada componente y módulo en la tarjeta entrenadora. En este punto para alcanzar el objetivo propuesto se hizo la programación de cada módulo que fuese necesario con la finalidad de que los módulos trabajen conjuntamente o individualmente según la necesidad del estudiante y también el estudiante podría realizar su propia programación y grabarla en el Microchip para que el módulo esté en funcionamiento según los requerimientos de cada estudiante. Realizar la prueba de funcionamiento de los módulos para determinar el tiempo y a la vez verificar el buen funcionamiento de la tarjeta entrenadora.

Para la verificación del módulo completo o mejor dicho de la tarjeta entrenadora, las pruebas se hicieron una por una y en simultáneo. Llegado a este punto el tener una tarjeta entrenadora con los módulos básicos para que el estudiante pueda realizar sus prácticas es mucho más eficiente y optimiza el tiempo de práctica ya que podría hacer más pruebas y no solo una, por otro lado, solo tendría que realizar la programación si es necesaria y evitarse de estar armando los módulos en un protoboard y tal vez cometiendo algunas equivocaciones en los cableados lo cual tomaría mucho más tiempo el estar corrigiendo la falla.

4.4. Datos para resultados estadísticos

En las pruebas estadísticas del presente proyecto, se realizó con el diseño factorial experimental ya que contamos con más de dos sub variables independientes y particularmente se trabajó con 3 subvariables y cada uno de ellos cuenta con dos niveles y por tal esto presenta un diseño factorial de $2 \times 2 \times 2$ o 2^3 .

Las variables y sub variables que tenemos son los siguientes:

A: Tensión de Voltaje ADC (A1: 5V y A2: 3.3V)

B: Módulo de sensor de temperatura (B1: Prototipo y B2: Protoboard)

C: Módulo de ángulo de inclinación (C1: Prototipo y C2: Protoboard)

Para entender de una mejor manera utilizaremos una matriz del diseño factorial ($2 \times 2 \times 2$) en la cual obtendremos 8 combinaciones posibles, tal como podemos ver en la matriz:

En la siguiente figura podemos ver el diseño factorial $2 \times 2 \times 2$ representado matricialmente:

C	C ₂	B	B ₂	A ₁ B ₂ C ₂	A ₂ B ₂ C ₂
		B	B ₁	A ₁ B ₁ C ₂	A ₂ B ₁ C ₂
	B	C ₁	B ₂	A ₁ B ₂ C ₁	A ₂ B ₂ C ₁
			B ₁	A ₁ B ₁ C ₁	A ₂ B ₁ C ₁
			A ₁	A ₂	
			A		

Figura 23: Matriz $2 \times 2 \times 2$

Fuente: Metodología de la investigación tecnológica,
Ciro Espinoza

En la siguiente figura, podemos ver el circuito del display de 7 segmentos:

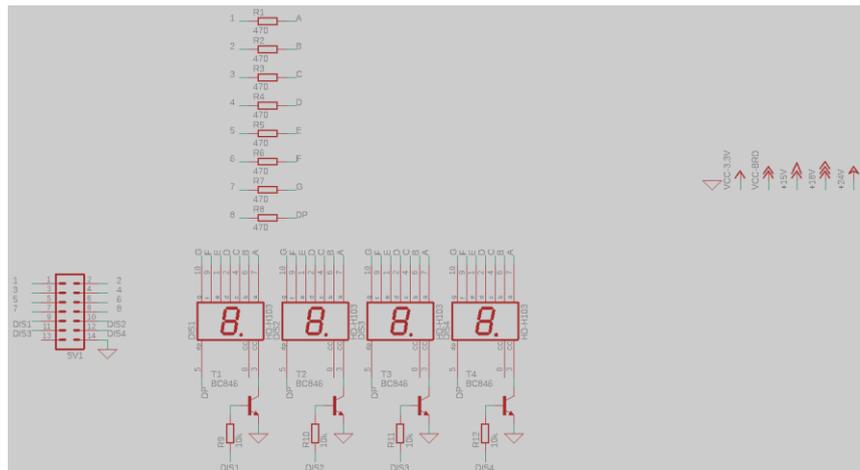


Figure 26: Circuito del display de 7 segmentos

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura, podemos ver el circuito ADC que permitirá el manejo de corriente eléctrica a todo el sistema:

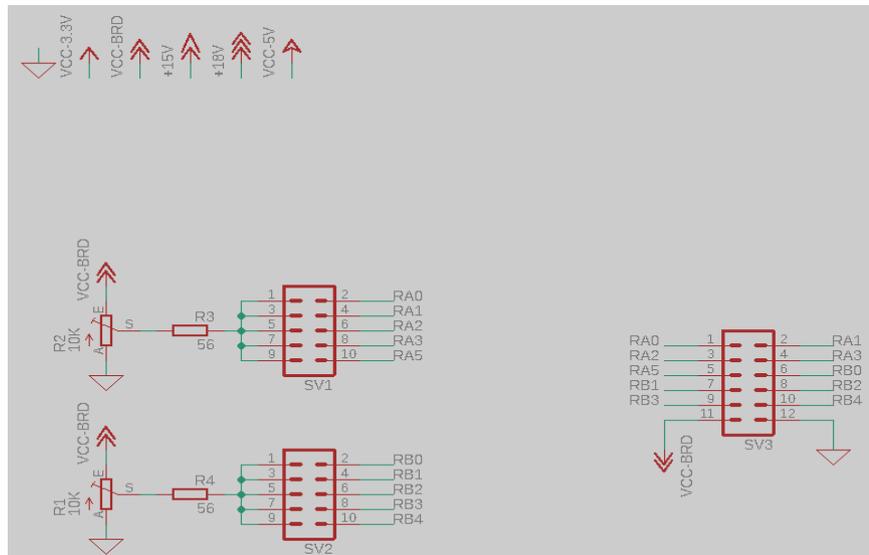


Figure 27: Circuito ADC

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura, podemos ver el circuito del Buzzer que viene a ser un dispositivo eléctrico que cuando se activa podremos obtener un zumbido o pitido y esto va a variar en función del diferencial de potencial o el voltaje que se le aplique.

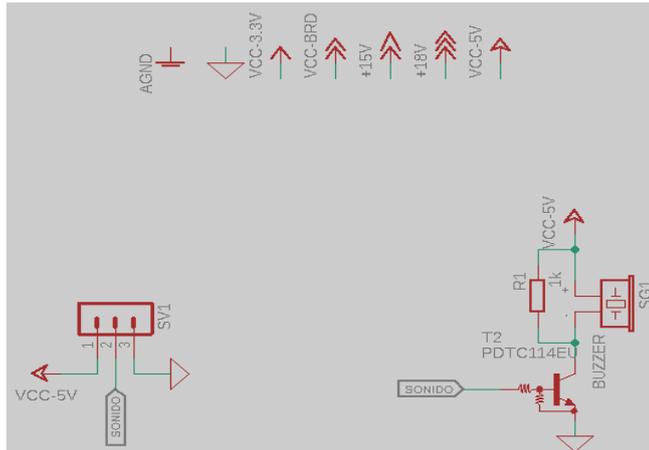


Figura 28: Circuito del Buzzer

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura, podemos ver el circuito de la pantalla LCD junto al GLCD lo cual nos mostrará figuras o datos, dependiendo de la programación y el objetivo con el que se esté usando el módulo.

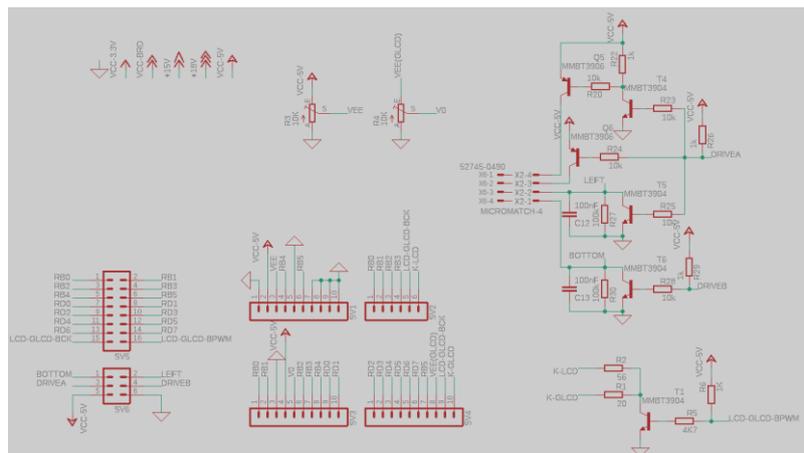


Figura 29: Circuito de la pantalla GLCD

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura, podemos ver el circuito del teclado 4X4 que nos servirá para utilizar en casos de que el estudiante desee realizar pruebas que sea necesario presionar botones.

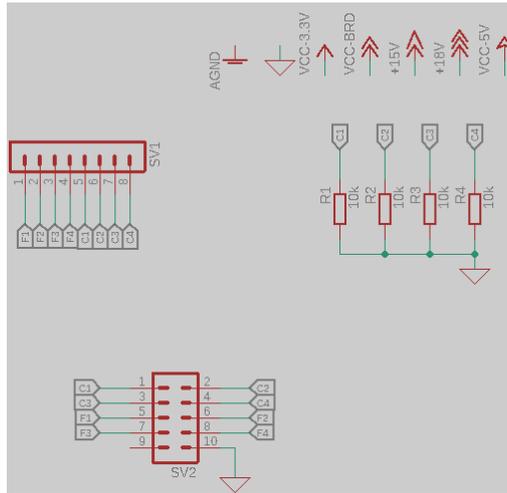


Figura 30: Circuito del Keypad o teclado 4X4

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura podemos ver el circuito de las matrices de 8X8 de la cual se hizo uso en total de 4 matrices, de ello nos representa una matriz de 8x32.

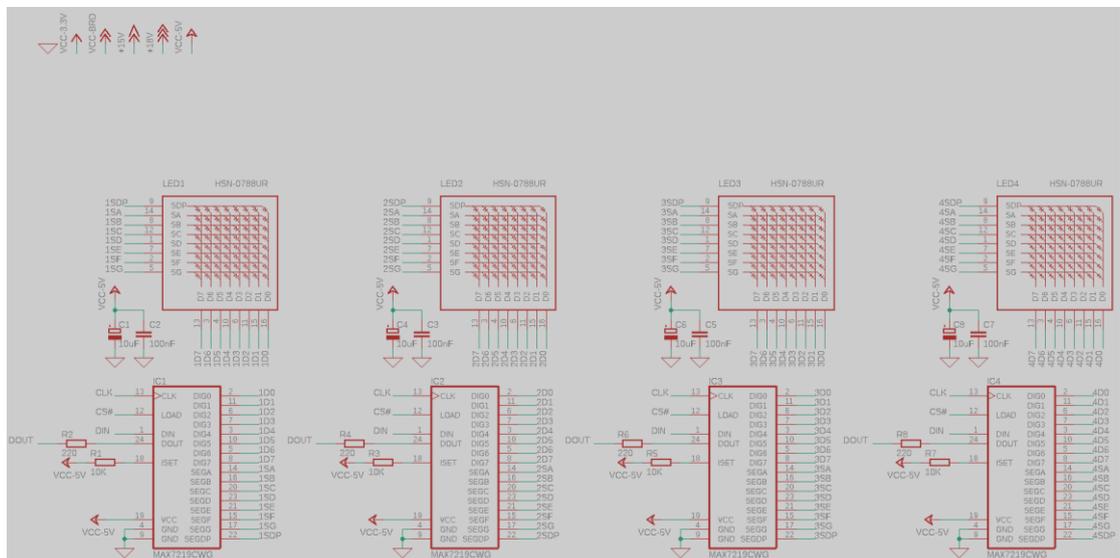


Figura 31: Circuito de la matriz 8x32

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura, podemos ver el circuito del puerto de control de entradas y salidas del microcontrolador, lo cual nos permitirá comprobar el funcionamiento de los PIC's.

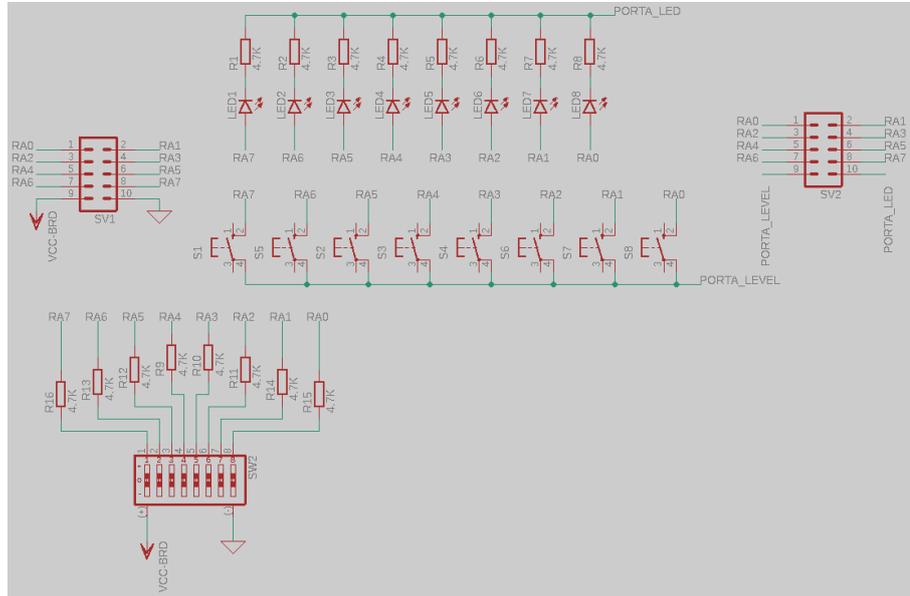


Figura 32: Circuito del puerto de control de entradas y salidas 1RA parte

Fuente: Elaboración propia

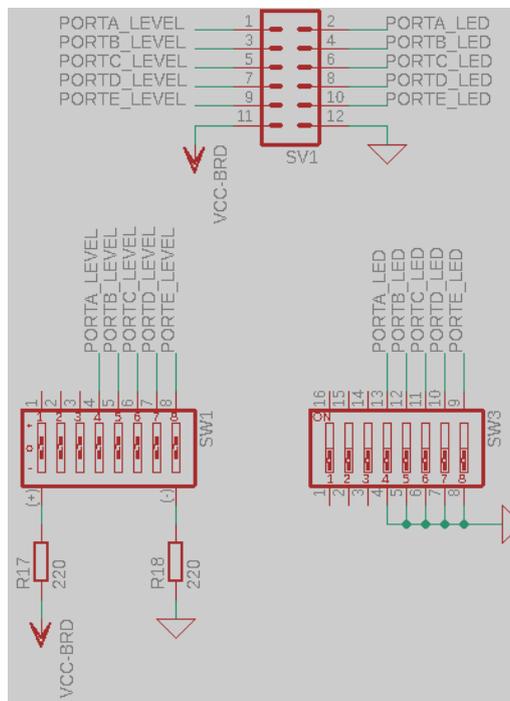


Figura 33: Circuito del puerto de control de entradas y salidas 2DA parte

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura, podemos ver el circuito del sistema UART que tiene un integrado FT230 y esto se conecta con el USB lo cual permitirá la conexión con el periférico UART del microcontrolador.

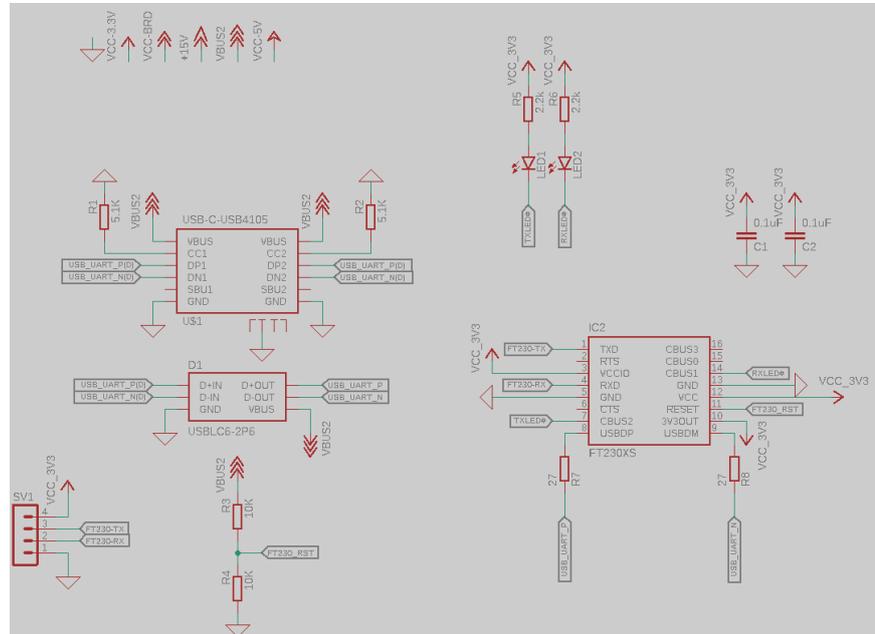


Figura 34: Circuito del sistema UART

Fuente: Elaboración propia

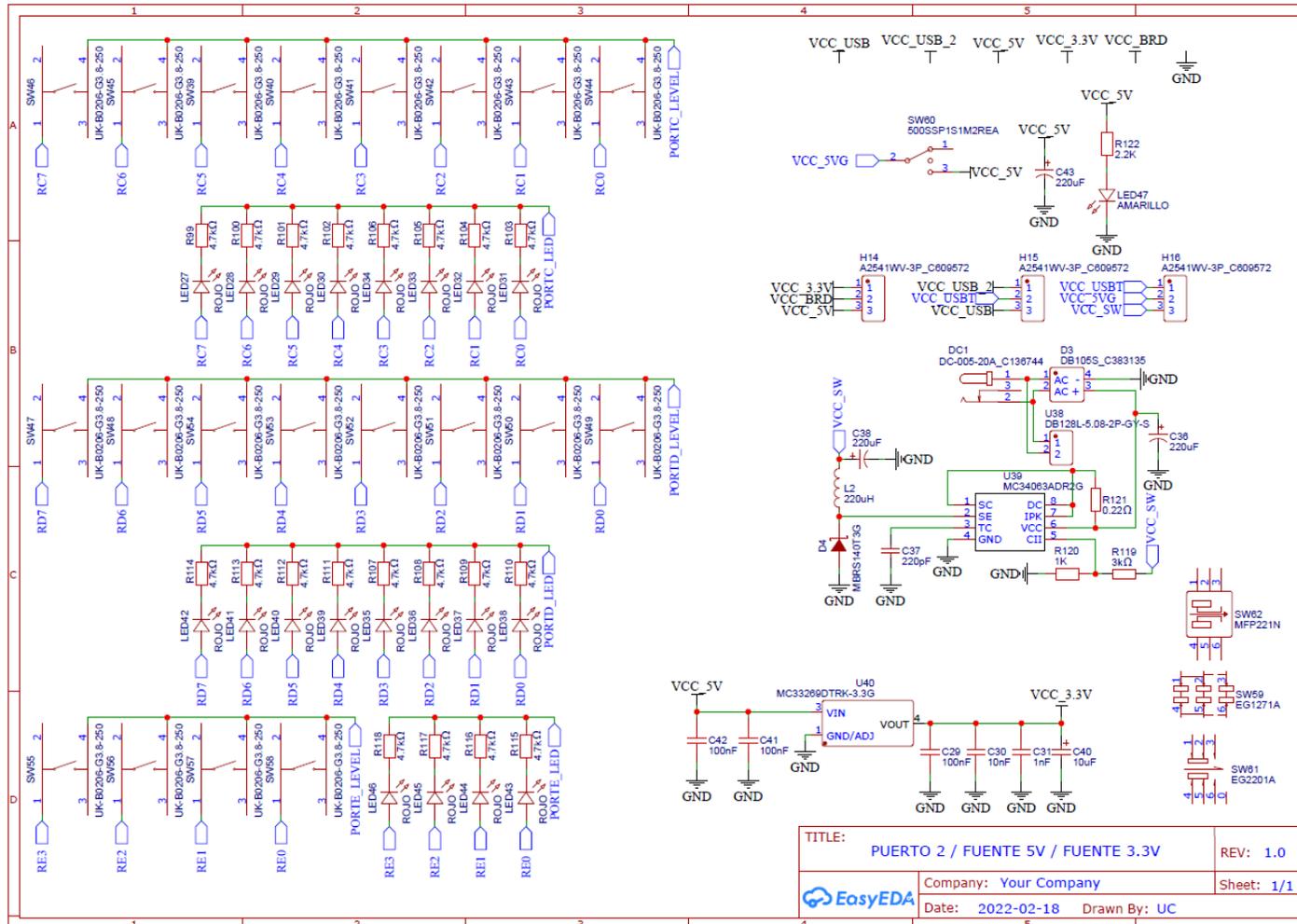


Figura 36: Diagrama esquemático del módulo ADC y puerto

Fuente: Elaboración propia

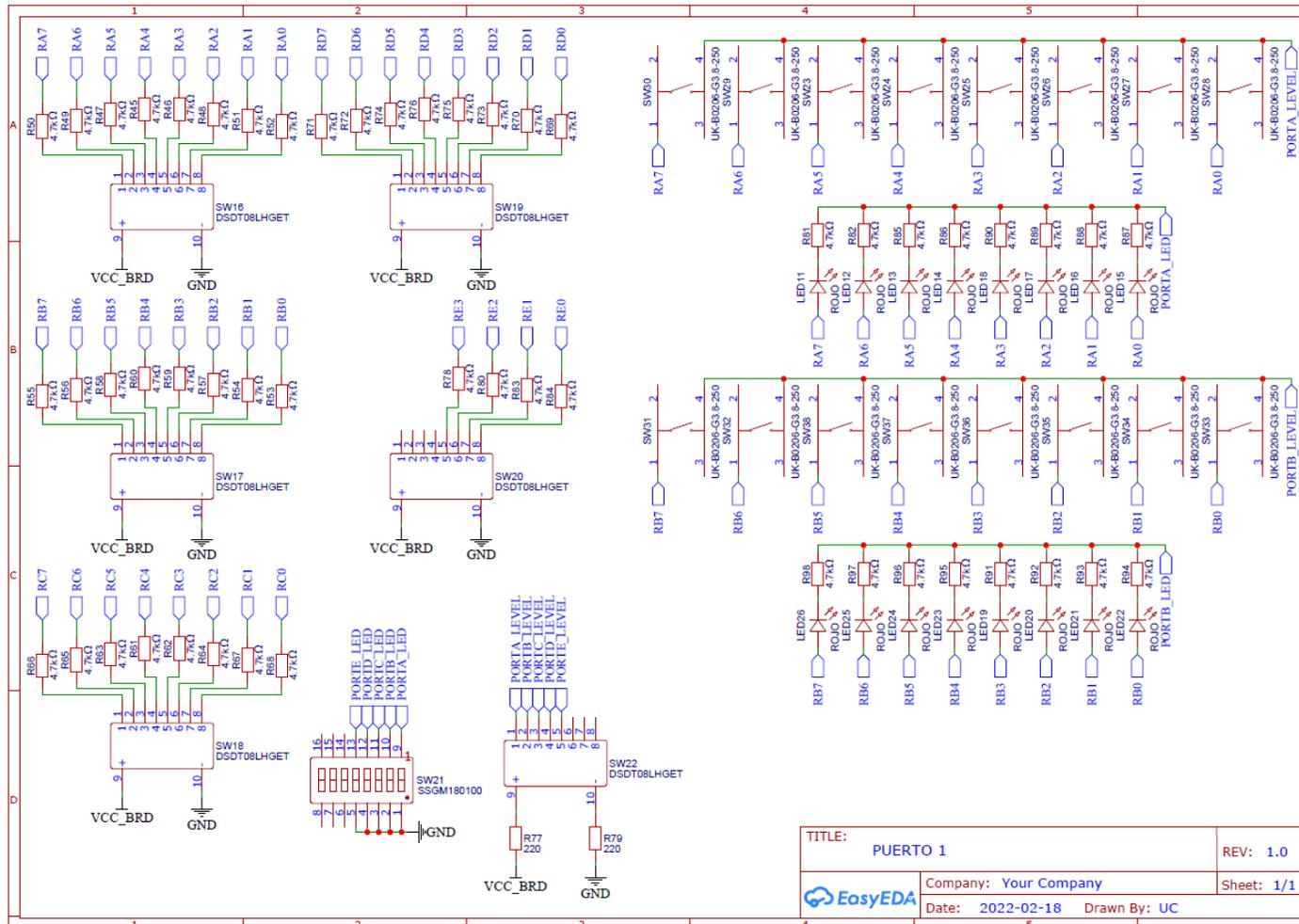


Figura 37: Diagrama esquemático del Puerto 1
Fuente: Elaboración propia

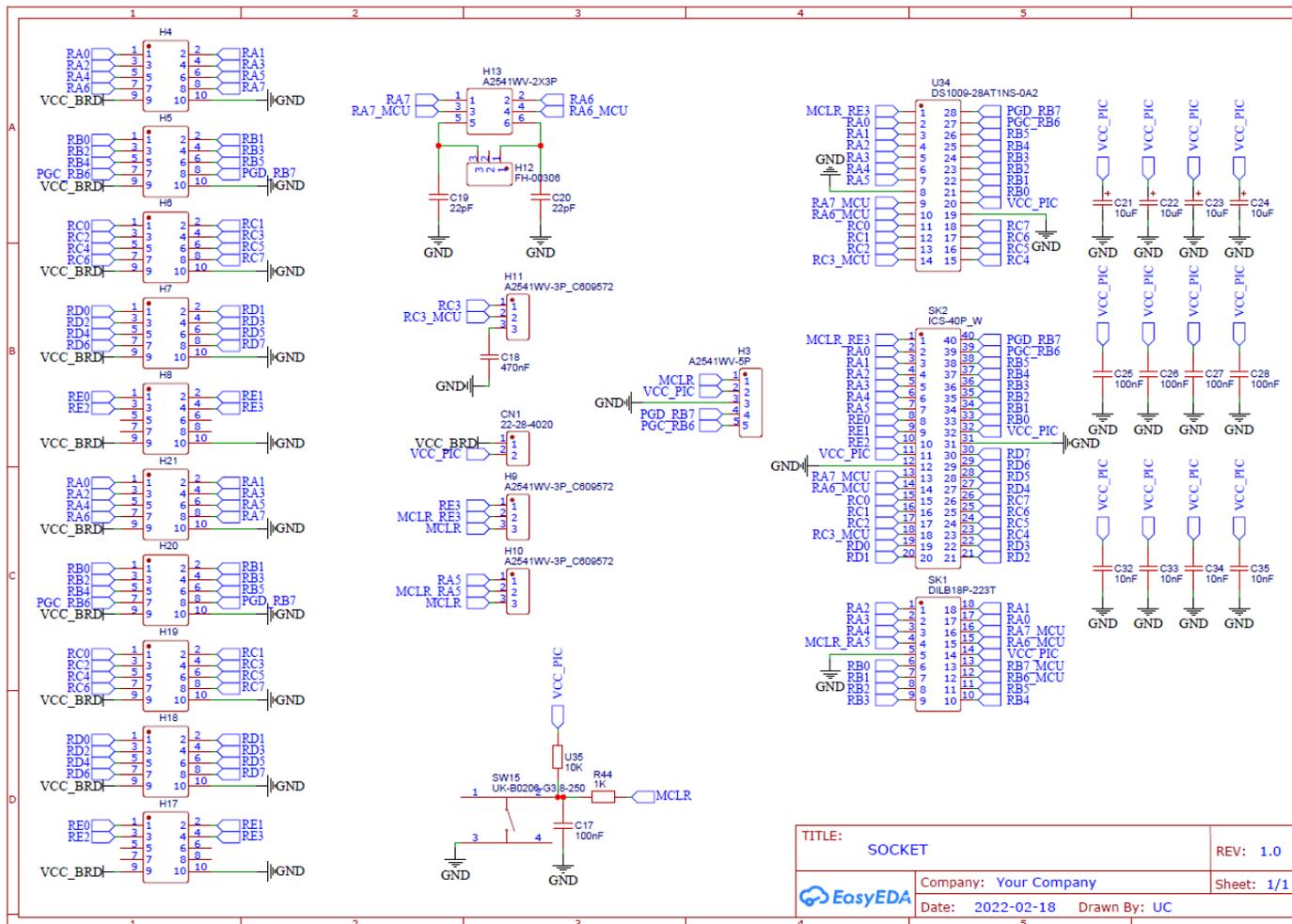


Figura 38: Diagrama esquemático de entradas y salidas
Fuente: Elaboración propia

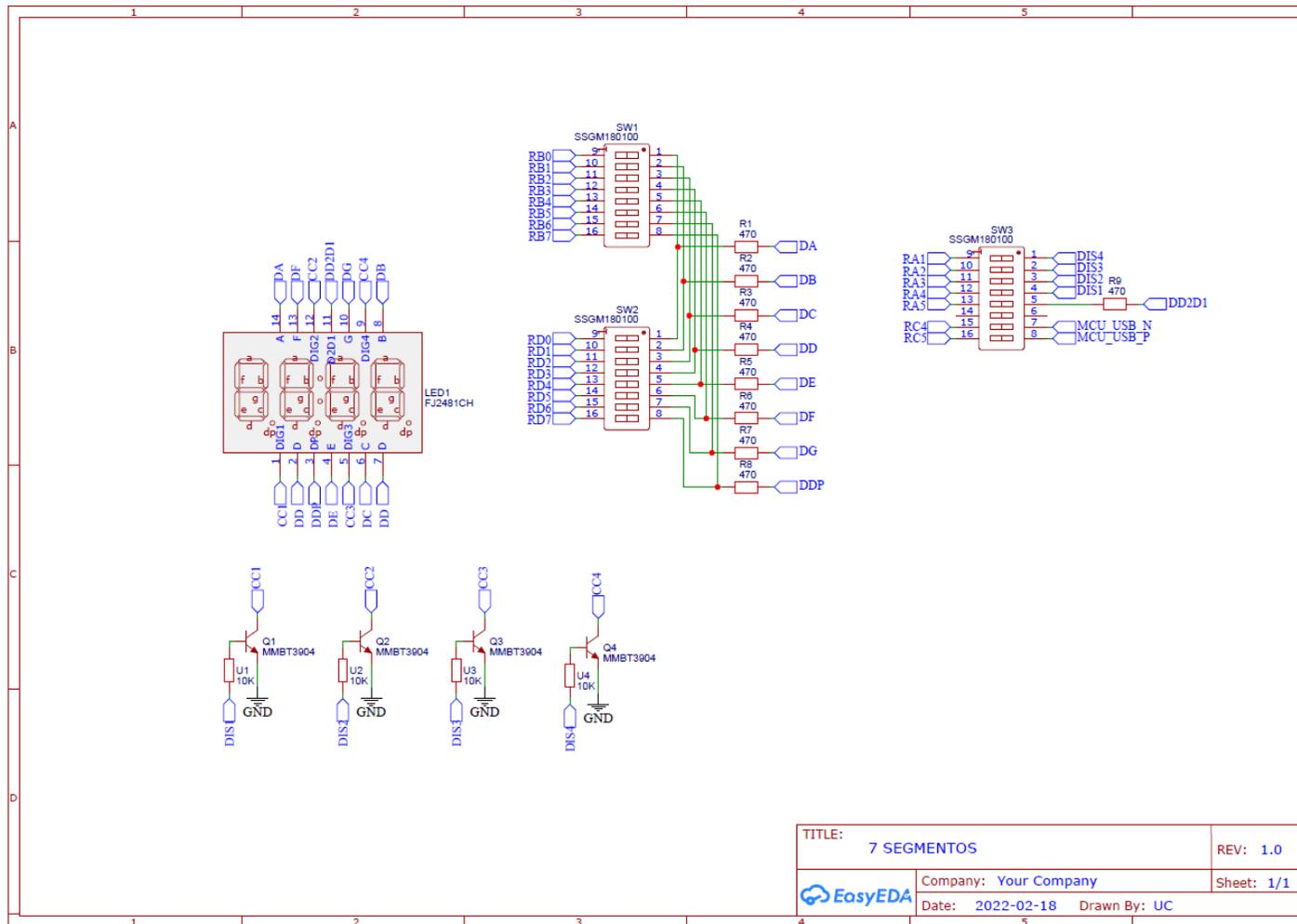


Figura 39: Diagrama esquemático del display de 7 segmentos
Fuente: Elaboración propia

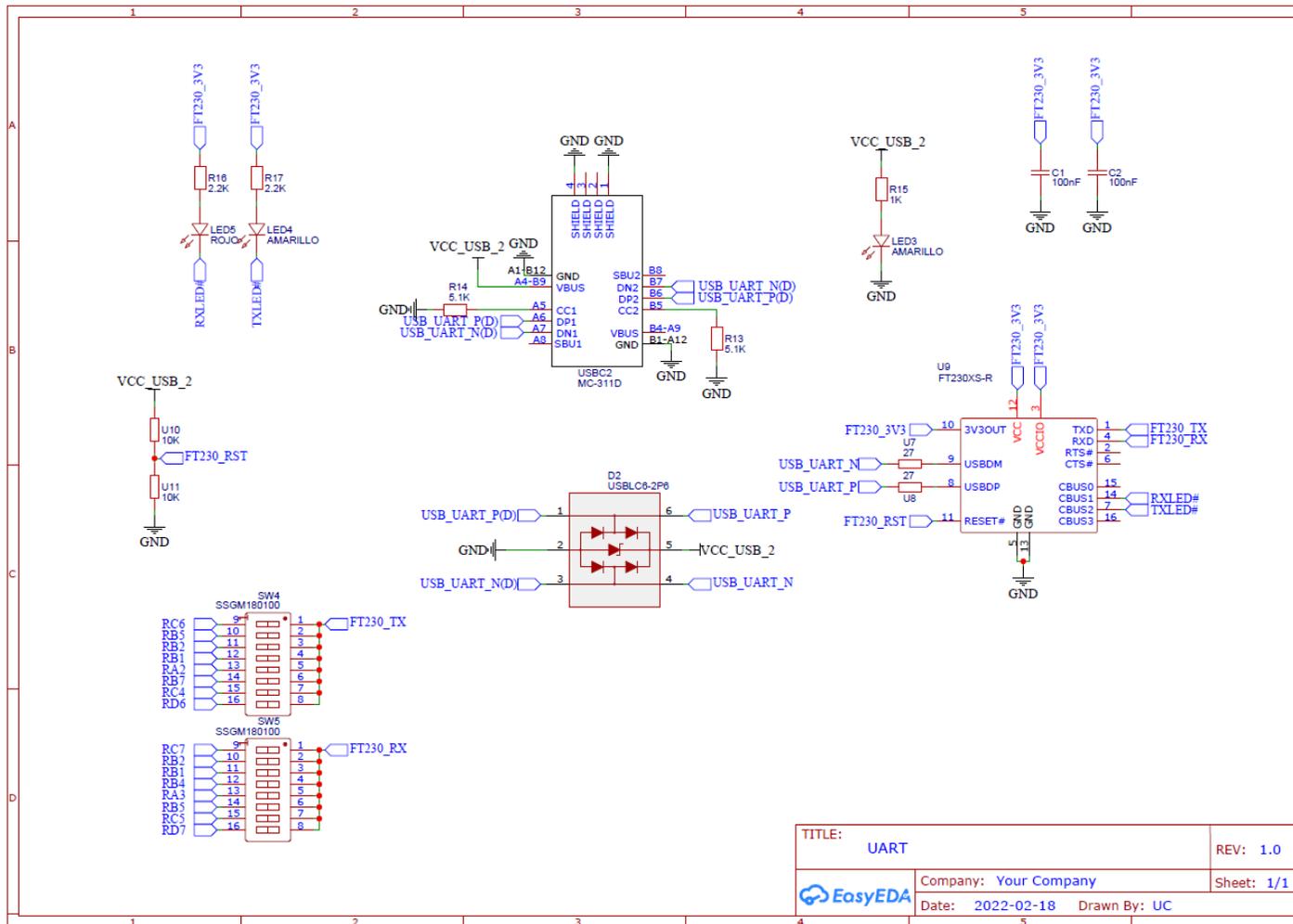


Figura 40: Diagrama esquemático del módulo UART
Fuente: Elaboración propia

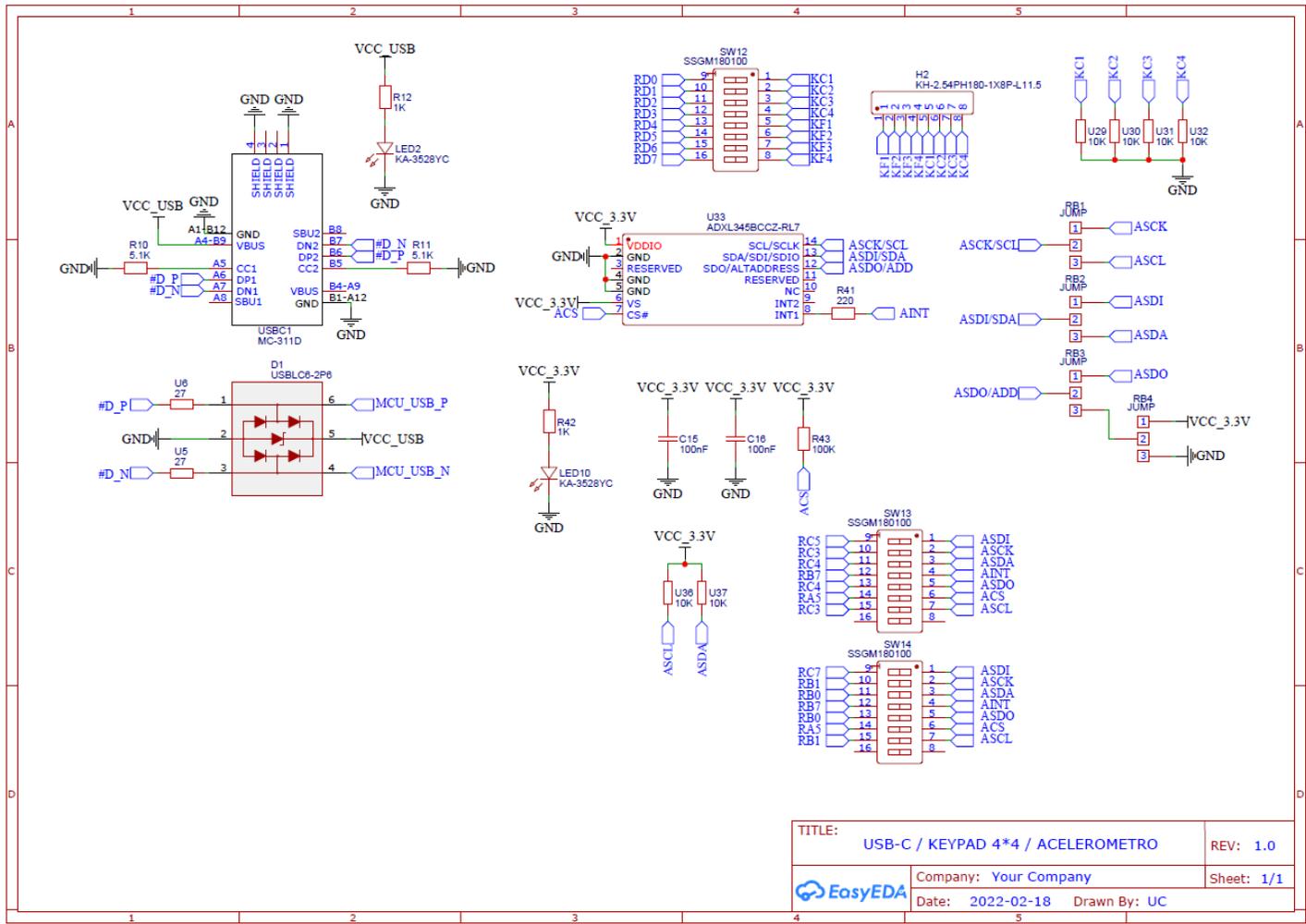


Figura 41: Diagrama esquemático de los módulos USB - C, Teclado 4X4 y acelerómetro
Fuente: Elaboración propia

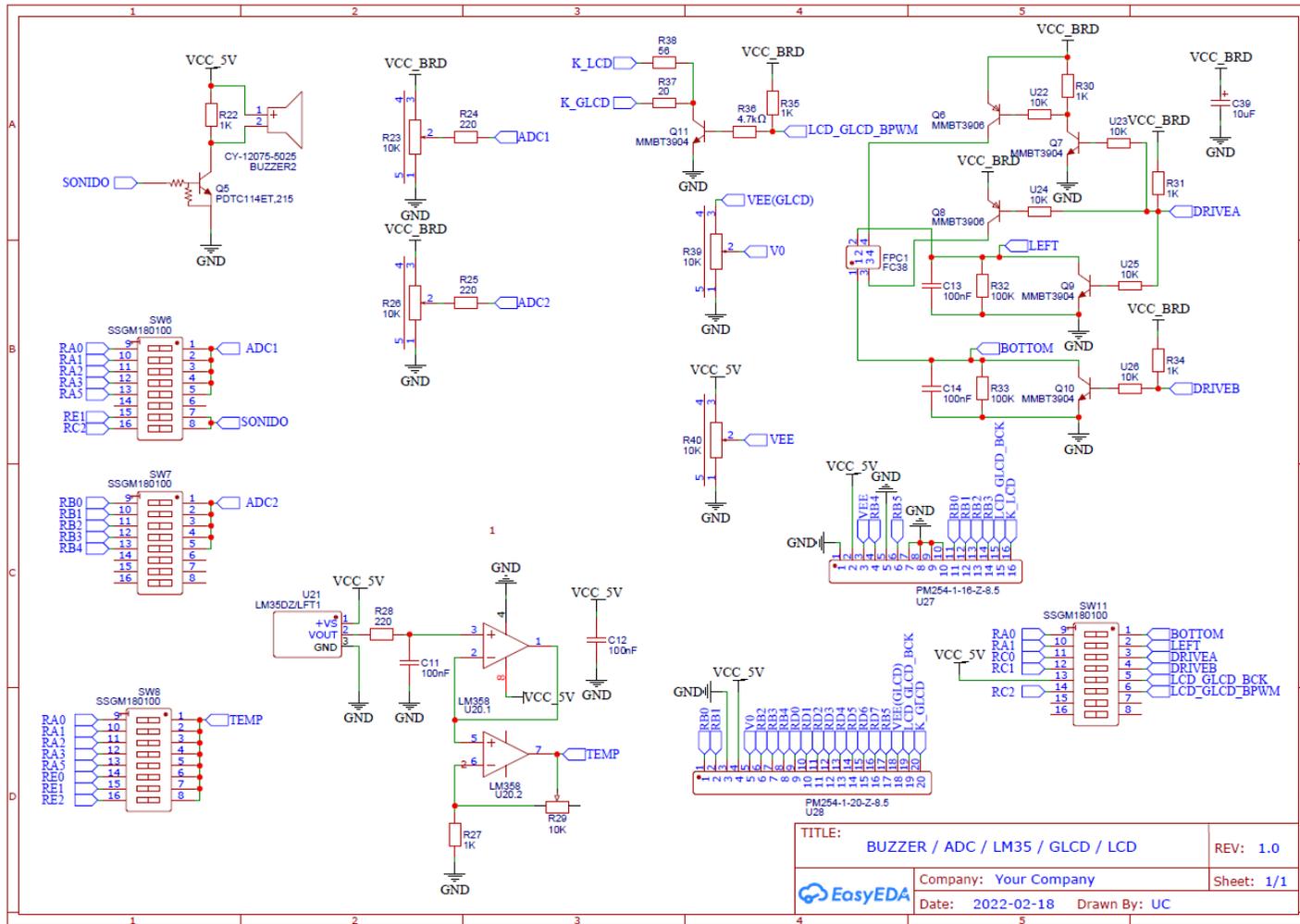


Figura 42: Diagrama esquemático de los módulos Buzzer, ADC, LM35, GLCD y LCD
Fuente: Elaboración propia

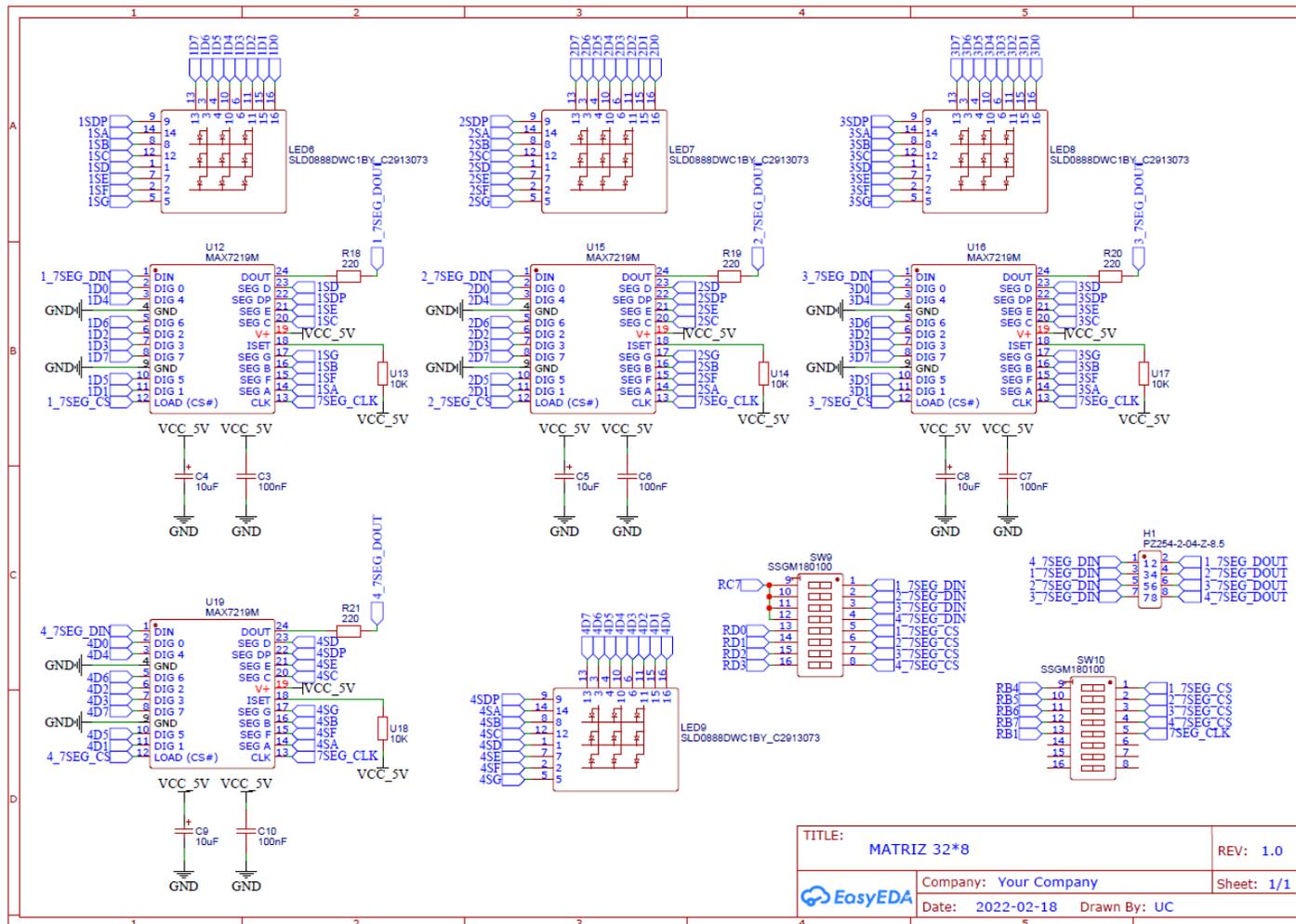


Figura 43: Diagrama esquemático de la matriz 8X32
Fuente: Elaboración propia

4.6. Diseño electrónico

Para realizar el diseño electrónico es fundamental mencionar las características y/o especificaciones del sensor LM35 y el acelerómetro a usarse.

A continuación, presentamos algunas características esenciales del LM35, que viene a ser el sensor de temperatura:

Tabla 6

Características del sensor de temperatura LM35

CARACTERÍSTICA	RANGO	
	MÍNIMO	MÁXIMO
Temperatura	-55 °C	150 °C
Voltaje	4V	30V
Precisión	-10 °C	85 °C

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente cuadro, observaremos algunas características importantes del acelerómetro:

Tabla 7.

Características del acelerómetro

CARACTERÍSTICA	
Potencia	23 uA
Voltaje de alimentación	Mín. 2,0 V a 3,6 V
Temperatura	Mín. -40 °C a +85 °C

Fuente: Elaboración propia

4.6.1. Simulaciones de los diseños.

La simulación para los distintos circuitos se realizó en el programa Proteus 8.13 Profesional, se procedió a diseñar con los componentes adecuados y los requerimientos necesarios, usando los PIC's. A continuación, observaremos las simulaciones de los módulos:

En la siguiente imagen, al iniciar la simulación podemos observar que la temperatura del LM35 es plasmado en el LCD, si variamos la temperatura, esto se podrá visualizar en el LCD con ello podremos observar el funcionamiento del LM35 la tensión del sensor de temperatura es enviado a un amplificador X10, el voltaje de salida del amplificador operacional es enviado a un pin ADC del PIC.

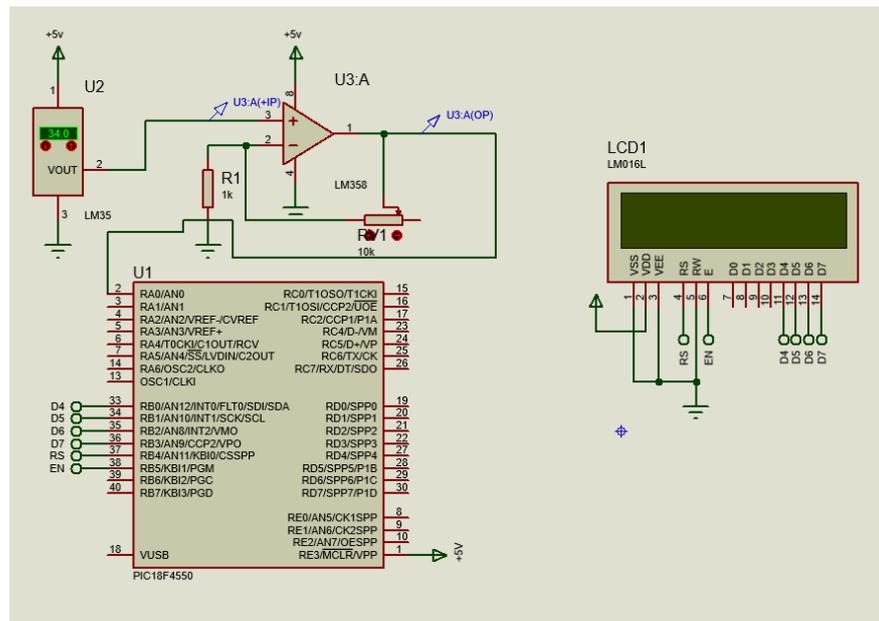


Figura 44: Simulación del sensor de temperatura LM35

Fuente: Elaboración propia

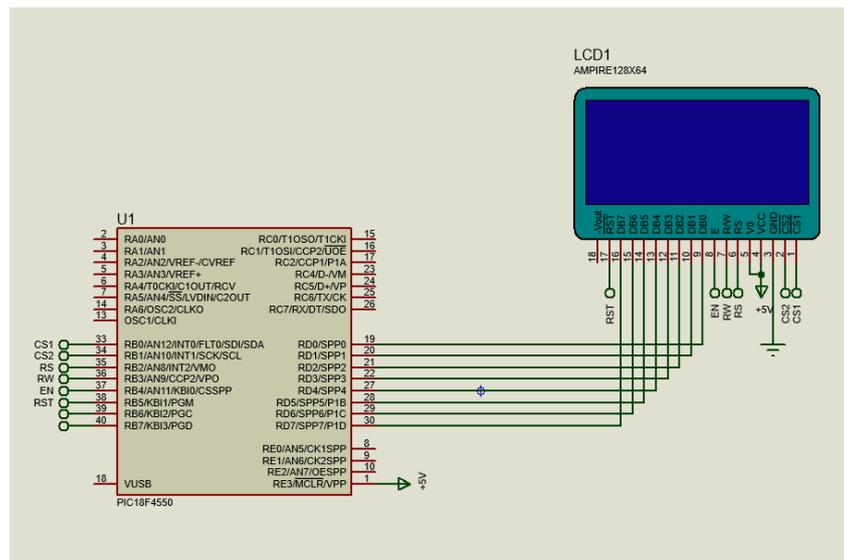


Figura 45: Simulación del GLCD

Fuente: Elaboración propia

En esta simulación, se observa el diagrama del LCD gráfico de 128x64 pixels con ello podemos comprobar el funcionamiento del GLCD.

Al iniciar el microcontrolador se podrá observar el texto en el LCD, lo cual permitirá plasmar datos.

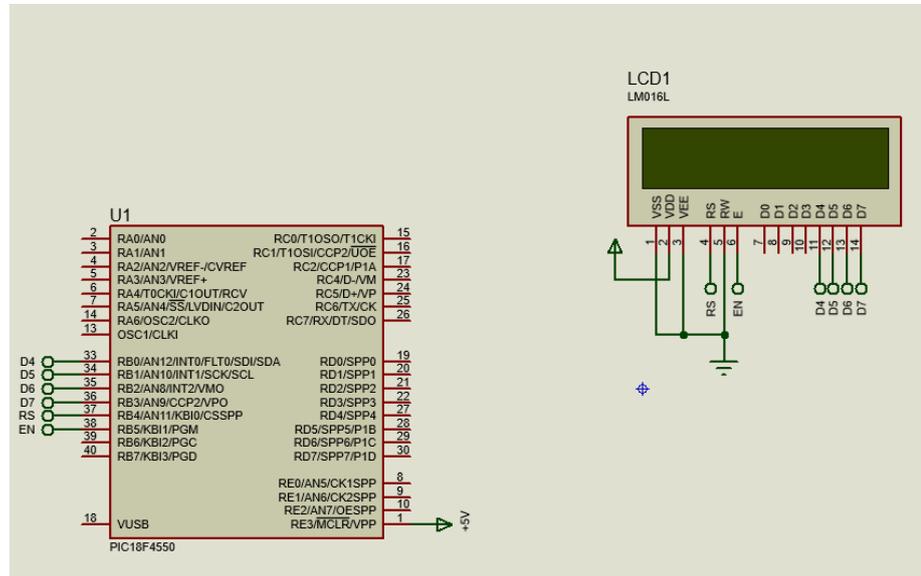


Figura 46: Simulación de la pantalla LCD

Fuente: Elaboración propia

Al pulsar los botones que tenemos en el keypad, se podrá observar los caracteres que estos generan en LCD de esta manera poder comprobar el funcionamiento del keypad 4x4.

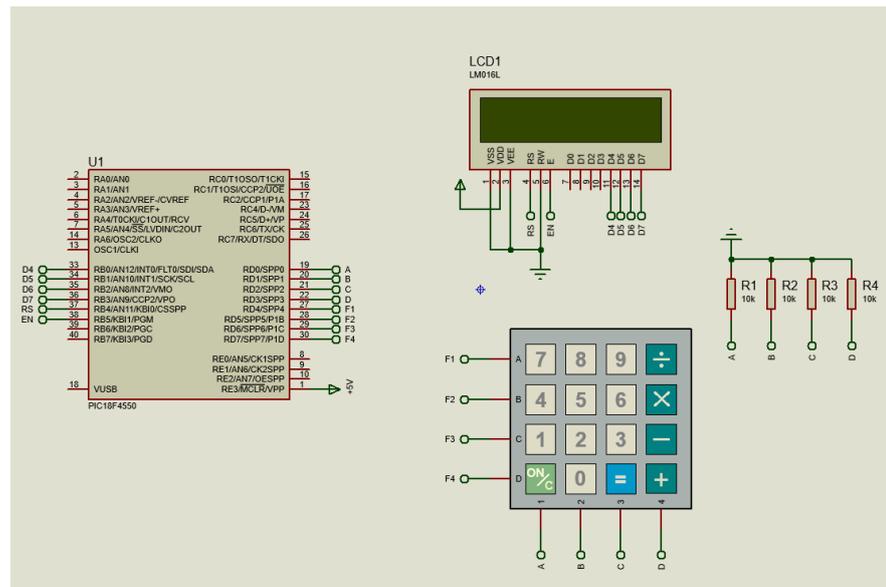


Figura 47: Simulación del Keypad 4X4

Fuente: Elaboración propia

n esta simulación, emulamos la conexión de un periférico con la PC, para que puedan comunicarse y enviar datos.

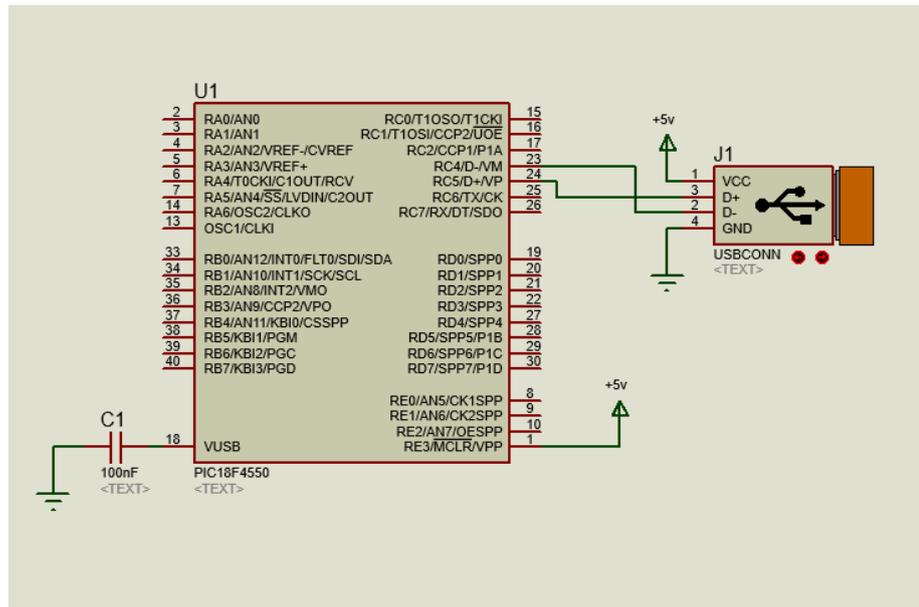


Figura 48: Simulación de USB – C

Fuente: Elaboración propia

En la simulación podemos observar cuatro displays de 7 segmentos cada uno en esta simulación se podrá observar el conteo ascendente de 0 a 9999 retornando de inmediato a 0 y además con esta simulación se podrá comprobar el funcionamiento de los displays de cátodo común.

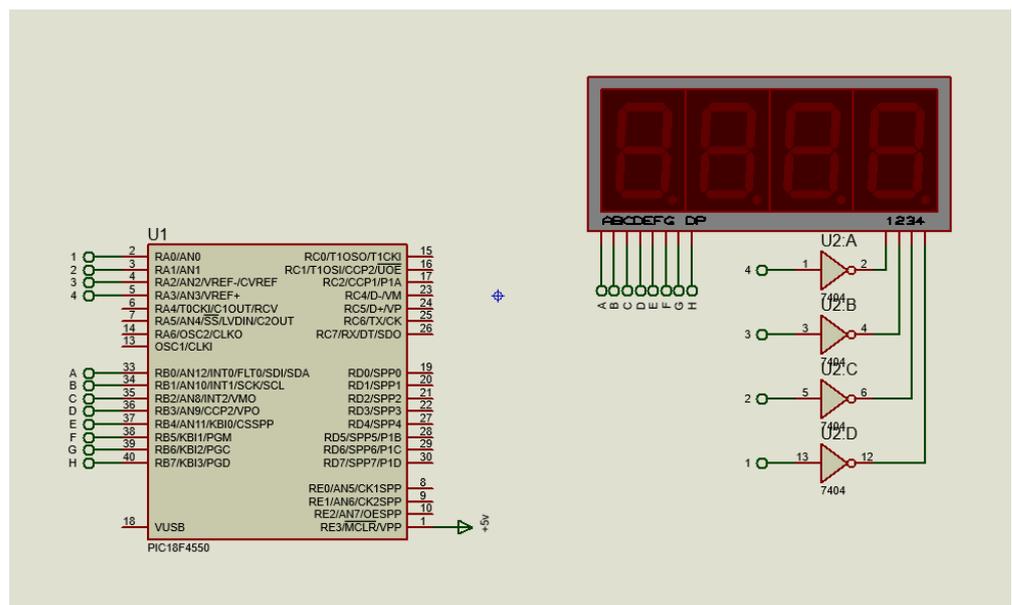


Figura 49: Simulación del display de 7 segmentos

Fuente: Elaboración propia

A continuación, podemos ver las simulaciones de los módulos de pantalla del LCD y GLCD:

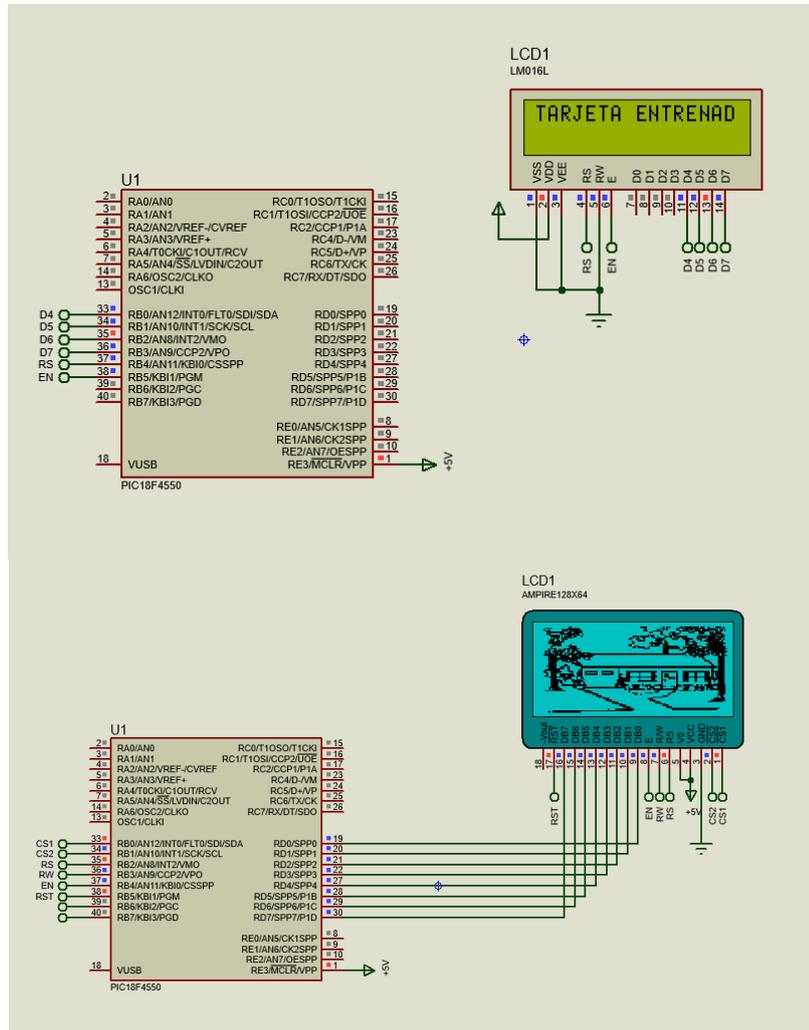


Figura 52: Prueba simulada de las pantallas LCD y GLCD

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura, se ve el módulo Keypad 4x4 simulado:

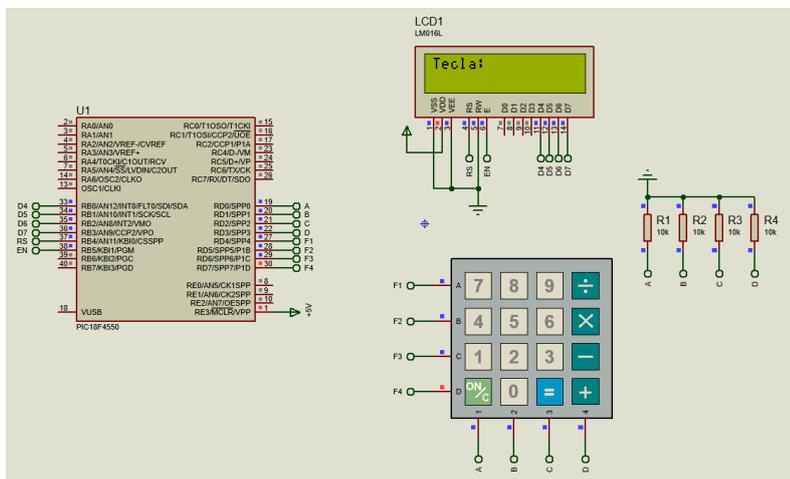
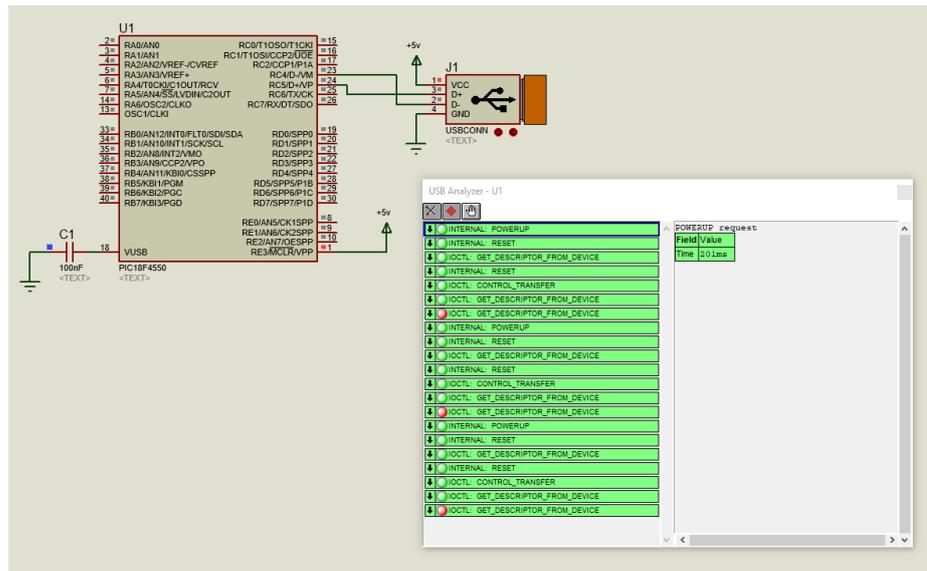


Figura 53: Prueba simulada del Keypad o teclado 4X4

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura, podemos ver el módulo USB – C simulado.



4.7. Diseño de la etapa de control (Programación)

Para realizar la programación, se hizo uso del software MikroC PRO for PIC, a continuación, se presenta la programación de los módulos:

Al encender el microcontrolador, este configura un pin como entrada analógica, seguidamente inicia la comunicación uart (comunicación serial).

El potenciómetro conectado al pin de entrada envía tensión de entre 0 y 5 voltios al microcontrolador.

Esta tensión es convertida en señal digital, esta señal es convertida mediante calculo en un valor, el cual podemos visualizar en el monitor de la PC utilizando le software complementario llamado COMM UART perteneciente al compilador MIKROC.

```
• //TARJETA ENTRENADORA - LECTOR DEL ADC
•
• void main()
- {
6   TRISA=0XFF;|
•   ADCON1=0B0001110;
•   UART1_Init(9600);
•   Delay_ms(100);
10
•   UART1_Write_Text("Start");
•   UART1_Write(10);
•   UART1_Write(13);
•   UART1_Write(32);
-
•   while(1)
•   {
•
•
•
20   val= ADC_Read(0);
•   vall=(val*5.0)/1023.0;
•
•
•   FloatToStr(vall,uart_rdl);
•   //i++;
-   strncpy(uart_rd,uart_rdl,4);
•   UART1_Write_Text(uart_rd);
•   UART1_Write(10);
•   UART1_Write(13);
•   UART1_Write(32);
30
•
•   delay_ms(1000);
•
•
• }
-
```

Figura 56: Programación del lector ADC

Fuente: Elaboración propia

Al encender el microcontrolador, este inicia un contador ascendente de cuatro dígitos en los display de 7 segmentos. El contador inicia en 0, y una vez que llegue al 9999 vuelve a 0.

```

• //TARJETA ENTRENADORA - 7 SEGMENTOS
• const unsigned short DIGITOS[]=
• {0x3f,0x06,0x5b,0x4f,0x66,0x6d,0x7d,0x07,0x7f,0x67};
- void VerDisplay(int Numero){
•     unsigned short U;
•     unsigned short D;
•     unsigned short C;
•     unsigned short UM;
10
•     UM = Numero/1000;
•     C = (Numero-UM*1000)/100;
•     D = (Numero-UM*1000-C*100)/10;
•     U = (Numero-UM*1000-C*100-D*10);
•
•     PORTB = DIGITOS[U];
•     PORTA.F0 = 1;
•     delay_ms(10);
•     PORTA = 0;
20
•     PORTB = DIGITOS[D];
•     PORTA.F1 = 1;
•     delay_ms(10);
•     PORTA = 0;
•
•     PORTB = DIGITOS[C];
•     PORTA.F2 = 1;
•     delay_ms(10);
•     PORTA = 0;
30
•     PORTB = DIGITOS[UM];
•     PORTA.F3 = 1;
•     delay_ms(10);
•     PORTA = 0;
• }
-
• void main ( void ){
•     unsigned short N=0;
•     int Numero=0;
40
•     ADCON1 = 0b00001111;
•     TRISB = 0;
•     TRISA = 0;
•     PORTA = 0;
•     while (1){
•         VerDisplay(Numero);
•         N++;
•         if( N==12){
•             N=0;
•             Numero++;
•             if(Numero == 10000)
•                 Numero = 0;
50
•         }
•     }
• }

```

Figura 57: Programación de la pantalla de 7 segmentos

Fuente: Elaboración propia

Al encender el microcontrolador, todos los pines se configuran como digitales, se inicia la comunicación con el GLCD, se hace un limpiado de pantalla y por último se carga la imagen en la pantalla.

Esta imagen ya se tiene como matriz en el microcontrolador.

```
• // TARJETA ENTRENADORA - GLCD
• const code char Imagen_bmp[1024] = {
•     0,  0,  0,  0,  4, 10, 58, 62, 122, 210, 208, 208, 208, 208, 48,
•     0,  0,  0,  0,  0,  0,  0,  0, 24, 28, 222, 126, 123, 57, 63, 125, 120,
•     0,  0,  0,  0, 32, 60, 52, 247, 254, 241, 245, 239, 255, 188, 182, 254,
•     0,  0,  0,  0,  0,  0, 32, 251, 255, 255, 255, 255, 131, 129, 193,
•     0,  0,  0,  0,  2, 23, 29, 33, 33, 255, 255, 255, 255, 167, 167, 58,
•     0,  0,  0,  0,  0, 128, 128, 128, 96, 191, 255, 127, 255, 255, 225, 195,
•     0,  0,  0,  0,  0,  0,  0,  0,  0,  0,  0,  0,  0,  0,  0,  0,
10  0,  0,  0,  0,  0,  0,  0, 128, 128,  0, 192, 192, 192, 192, 192, 192,
•     };
•
• char GLCD_DataPort at PORTD;
•
• sbit GLCD_CS1 at RB0_bit;
• sbit GLCD_CS2 at RB1_bit;
• sbit GLCD_RS  at RB2_bit;
• sbit GLCD_RW  at RB3_bit;
19 sbit GLCD_EN  at RB4_bit;
20 sbit GLCD_RST at RB5_bit;
•
• sbit GLCD_CS1_Direction at TRISB0_bit;
• sbit GLCD_CS2_Direction at TRISB1_bit;
• sbit GLCD_RS_Direction  at TRISB2_bit;
• sbit GLCD_RW_Direction  at TRISB3_bit;
• sbit GLCD_EN_Direction  at TRISB4_bit;
• sbit GLCD_RST_Direction at TRISB5_bit;
•
• void main( void){
30     ADCON1 = 0b00001111;
•     Glcd_Init();
•     Glcd_Fill(0);
•     Glcd_Image(Imagen_bmp);
•     while(1){
•     }
• }
```

Figura 58: Programación de la pantalla GLCD

Fuente: Elaboración propia

Al encender el microcontrolador, todos los pines se configuran como digitales, se inicia la configuración de pines con el keypad, se inicia la comunicación con el LCD, se limpia la pantalla del LCD y se empieza a lectura y visualizar los botones que se presiona en el keypad.

```

• //TARJETA ENTRENADORA - TECLADO 4X4
• //Declaración del puerto para el teclado 4x4
• char keypadPort at PORTD;
- sbit LCD_RS at RB4_bit;
• sbit LCD_EN at RB5_bit;
7 sbit LCD_D7 at RB3_bit;
• sbit LCD_D6 at RB2_bit;
• sbit LCD_D5 at RB1_bit;
10 sbit LCD_D4 at RB0_bit;
• sbit LCD_RS_Direction at TRISB4_bit;
• sbit LCD_EN_Direction at TRISB5_bit;
• sbit LCD_D7_Direction at TRISB3_bit;
• sbit LCD_D6_Direction at TRISB2_bit;
- sbit LCD_D5_Direction at TRISB1_bit;
• sbit LCD_D4_Direction at TRISB0_bit;
• char LeerTeclado( void )
• {
• switch( Keypad_Key_Press() )
20 {
• case 1: return '1';
• case 2: return '2';
• case 3: return '3';
• case 4: return 'A';
- case 5: return '4';
• case 6: return '5';
• case 7: return '6';
• case 8: return 'B';
• case 9: return '7';
30 case 10: return '8';
• case 11: return '9';
• case 12: return 'C';
• case 13: return '*';
• case 14: return '0';
- case 15: return '#';
• case 16: return 'D';
• default: return 0;
• }
• }
40 void main( void )
• {
• char Tecla;
• ADCON1 = 0b00001111;
• Keypad_Init();
- Lcd_Init();
• Lcd_Cmd( LCD_CURSOR_OFF);
• Lcd_Out(1, 1, "Tecla:");
• while(1)
• {
50 Tecla=LeerTeclado();
• Lcd_Chr(2,1,Tecla);
• }

```

Figura 59: Programación del teclado 4X4

Fuente: Elaboración propia

Al encender el microcontrolador, todos los pines se configuran como digitales, se inicia la comunicación con el LCD, se limpia la pantalla y por último se visualiza las palabras INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

```

• // TARJETA ENTRENADORA - LCD
• sbit LCD_RS at RB4_bit;
• sbit LCD_EN at RB5_bit;
• sbit LCD_D4 at RB0_bit;
• sbit LCD_D5 at RB1_bit;
• sbit LCD_D6 at RB2_bit;
• sbit LCD_D7 at RB3_bit;
•
• sbit LCD_RS_Direction at TRISB4_bit;
10 sbit LCD_EN_Direction at TRISB5_bit;
• sbit LCD_D4_Direction at TRISB0_bit;
• sbit LCD_D5_Direction at TRISB1_bit;
• sbit LCD_D6_Direction at TRISB2_bit;
• sbit LCD_D7_Direction at TRISB3_bit;
• //
•
• char txt1[] = "INGENIERIA";
• char txt2[] = "ELECTRONICA";
• char txt3[] = "Lcd4bit";
20 char txt4[] = "ejemplo";
•
• char i;
•
• void Move_Delay() {
•     Delay_ms(500);
• }
•
• void main() {
30     ADCON1 = 0b00001111;
•
•     Lcd_Init();
•
•     Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
•     Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
•     Lcd_Out(1,6,txt3);
•
•     Lcd_Out(2,6,txt4);
•     Delay_ms(2000);
40     Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
•
•     Lcd_Out(1,1,txt1);
•     Lcd_Out(2,5,txt2);
•
•     Delay_ms(2000);
•
•     for(i=0; i<4; i++) {
•         Lcd_Cmd(_LCD_SHIFT_RIGHT);
50         Move_Delay();
•     }
•
•     while(1) {
•         for(i=0; i<8; i++) {
•             Lcd_Cmd(_LCD_SHIFT_LEFT);
•             Move_Delay();
•         }
•
•         for(i=0; i<8; i++) {
60         Lcd_Cmd(_LCD_SHIFT_RIGHT);
•             Move_Delay();
•         }
•     }
• }

```

Figura 60: Programación de la pantalla LCD

Fuente: Elaboración propia

Al encender el microcontrolador, el pin RA0 se configura como entrada analógica, se inicia el periférico ADC, se inicia la comunicación con el LCD, se muestra en la primera línea del LCD la palabra TEMPERATURA, se inicia la lectura del LM35 por el microcontrolador, este valor es visualizado en la segunda línea del LCD.

```

• // TARJETA ENTRENADORA - LM35
•
• sbit LCD_RS at LATB4_bit;
• sbit LCD_EN at LATB5_bit;
- sbit LCD_D4 at LATB0_bit;
• sbit LCD_D5 at LATB1_bit;
• sbit LCD_D6 at LATB2_bit;
• sbit LCD_D7 at LATB3_bit;
•
•
10 sbit LCD_RS_Direction at TRISB4_bit;
• sbit LCD_EN_Direction at TRISB5_bit;
12 sbit LCD_D4_Direction at TRISB0_bit;
• sbit LCD_D5_Direction at TRISB1_bit;
• sbit LCD_D6_Direction at TRISB2_bit;
- sbit LCD_D7_Direction at TRISB3_bit;
•
•
• const unsigned short VREF = 5.00;
•
•
• unsigned int temp_res;
20 float temp;
• char txt[15];
•
•
• void main() {
• //ANCON0 = 0x00;
- //ANCON1 = 0x00;
• //ANCON2 = 0x00;
• //ANSEL3_bit = 1;
• ADCON1 = 0b00001110;
•
•
30 TRISA0_bit = 1;
•
•
• ADC_Init();
•
•
- Lcd_Init();
• Lcd_Cmd(LCD_CLEAR);
• Lcd_Cmd(LCD_CURSOR_OFF);
•
•
• Lcd_Out(1, 1, "Temperatura :");
40 Lcd_Chr(2,8,223);
•
•
• Lcd_Chr(2,9,'C');
•
•
• temp_res = 0;
- do {
•
• temp_res = ADC_Get_Sample(0);
• temp = (temp_res * VREF)*10/1024.00;
•
•
•
•
50 FloatToStr(temp, txt);
• txt[4] = 0;
• Lcd_Out(2,3,txt);
• Delay_ms(300);
• } while(1);
- }
•

```

Figura 61: Programación para el sensor LM35

Fuente: Elaboración propia

Al encender el microcontrolador, todos los pines se configuran como digitales, el puerto RA0 se configura como salida para el control del BUZZER, el puerto RB se configura como entrada, se inicia la librería SOUND, al ingresar un 1 lógico a cualquiera de los pines del puerto RB se generará un sonido en el BUZZER.

```

// TARJETA ENTRENADORA - BUZZER
void Tone1() {
    Sound_Play(659, 250);
}

void Tone2() {
    Sound_Play(698, 250);
}

void Tone3() {
    Sound_Play(784, 250);
}

void Melody() {
    Tone1(); Tone2(); Tone3(); Tone3();
    Tone1(); Tone2(); Tone3(); Tone3();
    Tone1(); Tone2(); Tone3();
    Tone1(); Tone2(); Tone3(); Tone3();
    Tone1(); Tone2(); Tone3();
    Tone3(); Tone3(); Tone2(); Tone2(); Tone1();
}

void ToneA() {
    Sound_Play( 880, 50);
}

void ToneC() {
    Sound_Play(1046, 50);
}

void ToneE() {
    Sound_Play(1318, 50);
}

void Melody2() {
    unsigned short i;
    for (i = 9; i > 0; i--) {
        ToneA(); ToneC(); ToneE();
    }
}

void main() {
    ADCON1 = 0b00001111;

    TRISA = 0;
    TRISB = 0xF8;

    Sound_Init(&PORTA, 1);
    Sound_Play(880, 1000);

    while (1) {
        //if (Button(&PORTB,7,1,1))
        Tone1();
        //while (RB7_bit) ;

        delay_ms(500);

        /*if (Button(&PORTB,6,1,1))
        Tone2();
        while (RB6_bit) ;

        if (Button(&PORTB,5,1,1))
        Tone3();
        while (RB5_bit) ;

        if (Button(&PORTB,4,1,1))
        Melody2();
        while (RB4_bit) ;

        if (Button(&PORTB,3,1,1))
        Melody();
        while (RB3_bit) ;
        */
    }
}

```

Figura 62: Programación para el Buzzer

Fuente: Elaboración propia

Al encender el microcontrolador, todos los pines se configuran como digitales, se inicia la comunicación UART, se envía la palabra START al monitor de la PC.

Esta palabra lo podemos visualizar en el monitor de la PC utilizando le software complementario llamado COMM UART perteneciente al compilador MIKROC.

```
• // TARJETA ENTRENADORA - UART
•
• char uart_rd;
• int uart_rd0;
•
• void main() {
•     ADCON1 = 0b00001111;
•
•     UART1_Init(9600);
•     Delay_ms(100);
•
•     UART1_Write_Text("Start");
•     UART1_Write(10);
•     UART1_Write(13);
•
•     uart_rd0=0x30;
•
•     while (1) {
•         IntToStr(uart_rd0, uart_rd);
•         UART1_Write(uart_rd);
•         UART1_Write(32);
•         delay_ms(500);
•         uart_rd0=uart_rd0+ 1;
•     }
• }
```

Figura 63: Programación para el UART

Fuente: Elaboración propia

Al encender el microcontrolador, este inicia la comunicación uart (comunicación serial), seguidamente inicia la comunicación SPI con el cual se comunicará con el acelerómetro (ADXL345).

El acelerómetro envía los valores de los ejes X, Y y Z al microcontrolador. Estos valores lo podemos visualizar en el monitor de la PC utilizando le software complementario llamado COMM UART perteneciente al compilador MIKROC.

```

• //TARJETA ENTRENADORA - ACELERÓMETRO
• #define _POWER_CTL      0x2D
• #define _DATA_FORMAT    0x31
• #define _BW_RATE        0x2C
• #define _DATA_X0        0x32
• #define _DATA_X1        0x33
• #define _DATA_Y0        0x34
• #define _DATA_Y1        0x35
• #define _DATA_Z0        0x36
10 #define _DATA_Z1        0x37
• #define _FIFO_CTL       0x38
12 #define _SPEED           0x0F
• #define _SPI_READ       0x80
• #define _SPI_WRITE      0x00
• sbit ACCEL_CS          at RCO_bit;
• sbit ACCEL_CS_Dir     at TRISCO_bit;
• unsigned short temp;
• char out[16];
• int readings[3] = {0, 0, 0}; // X, Y and Z
20 short address, buffer;
• char* codetxt_to_ramtxt(const char* ctxt){
•     static char txt[20];
•     char i;
•     for(i =0; txt[i] = ctxt[i]; i++){
•         return txt;
•     }
• }
• void ADXL345_Write(unsigned short address, unsigned short data) {
•     ACCEL_CS = 0;
•     SPI1_Write((address|_SPI_WRITE));
30     SPI1_Write(data);
•     ACCEL_CS = 1;
• }
• unsigned short ADXL345_Read(unsigned short address) {
•     unsigned short tmp = 0;
•     ACCEL_CS = 0;
•     SPI1_Write((address|_SPI_READ));
•
•     tmp = SPI1_Read(0);
•     ACCEL_CS = 1;
•
•     return tmp;
40 }
• }
• char ADXL345_Init(void) {
•     ACCEL_CS = 1;
•     ACCEL_CS_Dir = 0;
•     ADXL345_Write(_POWER_CTL, 0x00);
•     ADXL345_Write(_DATA_FORMAT, 0x0B);
•     ADXL345_Write(_BW_RATE, _SPEED);
•     ADXL345_Write(_FIFO_CTL, 0x80);
•     ADXL345_Write(_POWER_CTL, 0x08);
50     return 0x00;
• }
• int Accel_ReadX(void) {
•     int Out_x;
•     int low_byte;
•     Out_x = ADXL345_Read(_DATA_X1);
•     low_byte = ADXL345_Read(_DATA_X0);
•     Out_x = (Out_x << 8);
•     Out_x = (Out_x | low_byte);
•     return Out_x;
60 }
• int Accel_ReadY(void) {
•     char low_byte;
•     int Out_y;
•     Out_y = ADXL345_Read(_DATA_Y1);
•     low_byte = ADXL345_Read(_DATA_Y0);
•
•     Out_y = (Out_y << 8);
•     Out_y = (Out_y | low_byte);
70
•     return Out_y;
• }

```

```

· int Accel_ReadZ(void) {
·     char low_byte;
·     int Out_z;
·     Out_z = ADXL345_Read(_DATAZ1);
·     low_byte = ADXL345_Read(_DATAZ0);
·     Out_z = (Out_z << 8);
·     Out_z = (Out_z | low_byte);
·     return Out_z;
80 }
81 void Accel_Average(void) {
·     int i, sx, sy, sz;
·     sx = sy = sz = 0;
·     for (i=0; i<16; i++) {
·         sx += Accel_ReadX();
·         sy += Accel_ReadY();
·         sz += Accel_ReadZ();
·     }
·     readings[0] = sx >> 4;
90 readings[1] = sy >> 4;
·     readings[2] = sz >> 4;
· }
· void Display_X_Value(void) {
·     UART1_Write_Text("X:");
·     IntToStr(readings[0], out);
·     UART1_Write_Text(out);
·     UART1_Write(0x09);
·     Delay_ms(100);
· }
00 void Display_Y_Value(void) {
·     UART1_Write_Text("Y:");
·     IntToStr(readings[1], out);
·     UART1_Write_Text(out);
·     UART1_Write(0x09);
·     Delay_ms(100);
· }

· void AccelInit() {
·
·
120 if (ADXL345_Init() == 0) {
·     UART1_Write_Text(codetxt_to_ramtxt("Accel module initialized.\r\n"));
·     Delay_ms(2000);
· }
· else {
·     UART1_Write_Text(codetxt_to_ramtxt("Error during initialization."));
·     Delay_ms(2000);
· }
· }
130 void main() {
·     Delay_ms(150);
·
·     PortB = 0x00;
·     ACCEL_CS_Dir = 0;
·     ACCEL_CS = 1;
·     UART1_Init(9600);
·     Delay_ms(100);
·     UART1_Write_Text(codetxt_to_ramtxt("Accel test starting...\r\n"));
·     Delay_ms(500);
140 SPI1_Init_Advanced(_SPI_MASTER_OSC_DIV4, _SPI_DATA_SAMPLE_MIDDLE, _SPI_CLK_
·     AccelInit();
·     Delay_ms(150);
·     UART1_Write_Text(codetxt_to_ramtxt("Reading axis values...\r\n\r\n"));
·     Delay_ms(2000);
145 while(1) {
·     Accel_Average();
·     Display_X_Value();
·     Display_Y_Value();
·     Display_Z_Value();
150 }
· }

```

Figura 64: Programación para el acelerómetro

Fuente: Elaboración propia

Al encender el microcontrolador, todo el pin se configura como digitales, se inicia la configuración SPI, configuramos los integrados MAX7219 y por ultimo enviamos el texto INGENIERÍA ELECTRÓNICA al display de 32x8.

```

- // MÓDULO MATRIZ 32X8
- sbit sfr Chip_Select1 at RD0_bit;
- sbit sfr Chip_Select_Direction1 at TRISD0_bit;
8
- sbit sfr Chip_Select2 at RD1_bit;
10 sbit sfr Chip_Select_Direction2 at TRISD1_bit;
-
- sbit sfr Chip_Select3 at RD2_bit;
- sbit sfr Chip_Select_Direction3 at TRISD2_bit;
-
- sbit sfr Chip_Select4 at RD3_bit;
- sbit sfr Chip_Select_Direction4 at TRISD3_bit;
-
- //
- char i;
- const unsigned char intro[] = "    Ingenieria Electronica    ";
20 void main() {
-   ADCON1 = 0b00001111;
-   CCP1CON = 0 ;
-   CCP2CON = 0 ;
-
-   TRISD=0;
-   LATD=0;
-
-   SPI1_Init_Advanced(_SPI_MASTER_OSC_DIV64, _SPI_DATA_SAMPLE_MIDDLE, _SPI_CLK_IDLE_LOW, _SPI_LOW_2_HIGH);
30   max7219_init(1) ;
-
-   max7219_init(2) ;
-
-   max7219_init(3) ;
-
-   max7219_init(4) ;
40   slide_text_double(intro);
-
-   while(1){
-     for(i = 0 ; i < IMG_SIZE ; i++){
-       display_image_const(img1[i], 3);
-       display_image_const(img2[i], 4);
-       Delay_ms(120);
-     }
-     Delay_ms(600);
-     for(i = IMG_SIZE-1 ; i > 0 ; i--){
50       display_image_const(img1[IMG_SIZE-1-i], 3);
-       display_image_const(img2[i] ,4);
-       Delay_ms(120);
-     }
-
-     slide_text_double(intro);
-   }
- }

```

Figure 65: Programación para la matriz 32X8

Fuente: Elaboración propia

Es un firmware que nos proporciona el compilador MIKROC para poder programar el microcontrolador sin la necesidad de tener un programador externo.

Cabe resaltar que, para utilizar este firmware, el microcontrolador debe de tener el periférico USB.

```
• // TARJETA ENTRENADORA - PUERTO C
• bit oldstate;
•
• void main() {
•
•
•     ADCON1 = 0b00001111;
10
•     TRISB0_bit = 1;
•
•     TRISC = 0x00;
•     LATC = 0x00;
•
•     oldstate = 0;
•
•     do {
•         if (Button(&PORTB, 0, 1, 1)) {
20             oldstate = 1;
•         }
•         if (oldstate && Button(&PORTB, 0, 1, 0)) {
•             LATC0_bit = ~LATC0_bit;
•             oldstate = 0;
•         }
•     } while(1);
• }
27
•
```

Figura 66: Programación del módulo Puerto – C

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V CONSTRUCCIÓN

5.1. Proceso de construcción del prototipo

5.1.1. Diseño de circuitos PCB de cada módulo para la elaboración del prototipo en placa.

Para elaborar el diseño de PCB's para después colocarlos en una placa, se hizo uso del software Eagle en su versión 9.5.2., y, al igual que el anterior diseño, se realizó uno por uno.

A continuación, veremos el diseño y circuito de cada uno de los módulos:

En la siguiente imagen, veremos el diseño del circuito del acelerómetro ADXL 345:

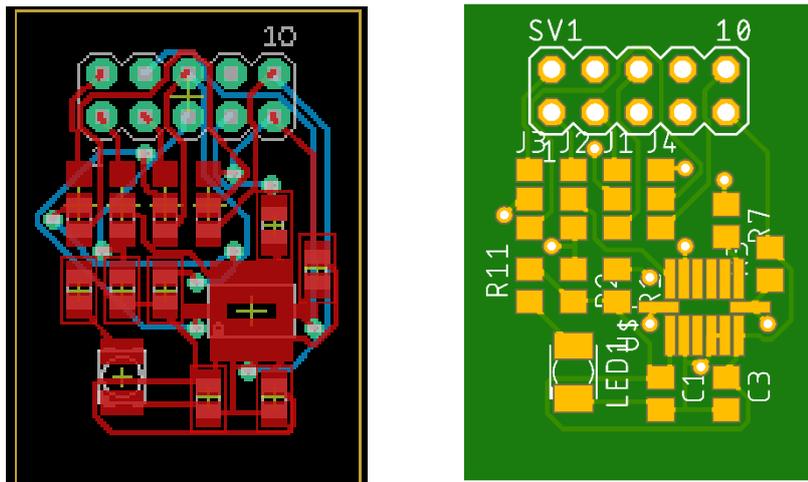


Figura 67: Diseño PCB del circuito del acelerómetro ADXL 345

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen, se ve el diseño del circuito del sensor de temperatura LM35:

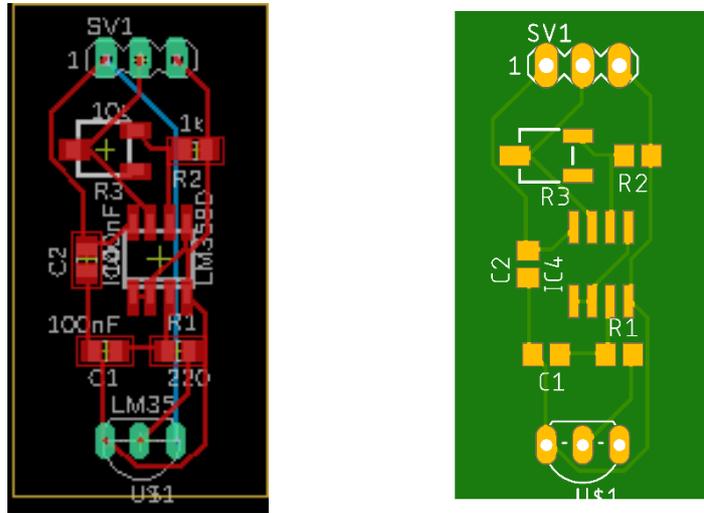


Figura 68: Diseño PCB del circuito de sensor de temperatura LM35

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen, se ve el diseño del circuito del display de siete segmentos:

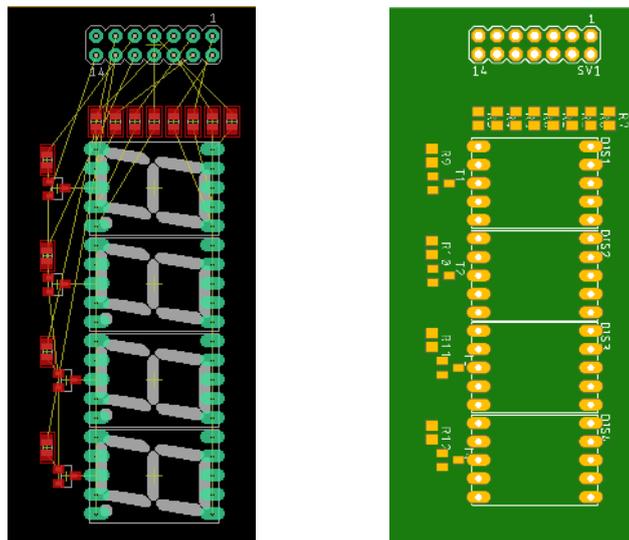


Figura 69: Diseño PCB del circuito del display de 7 segmentos

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen, se ve el diseño del circuito ADC, que vendría a ser la fuente de alimentación para los módulos:

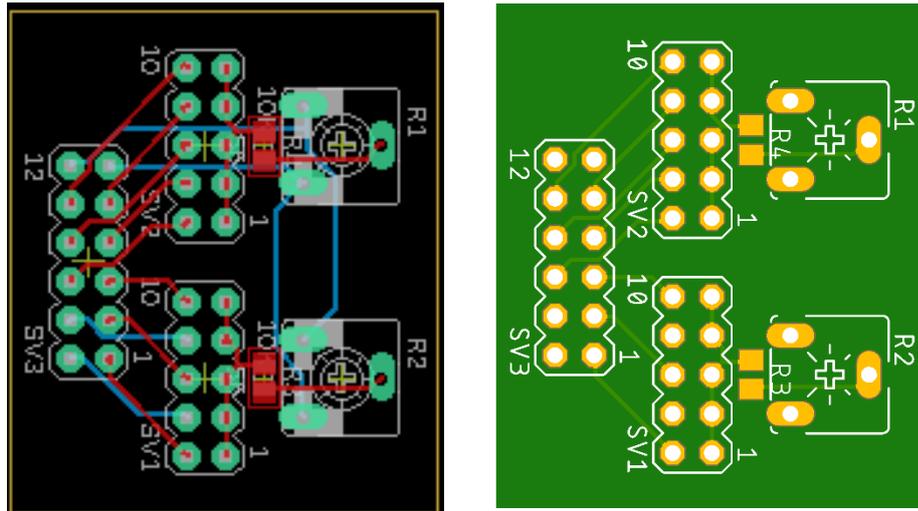


Figura 70: Diseño PCB del circuito ADC

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen, se ve el diseño del circuito del Buzzer:

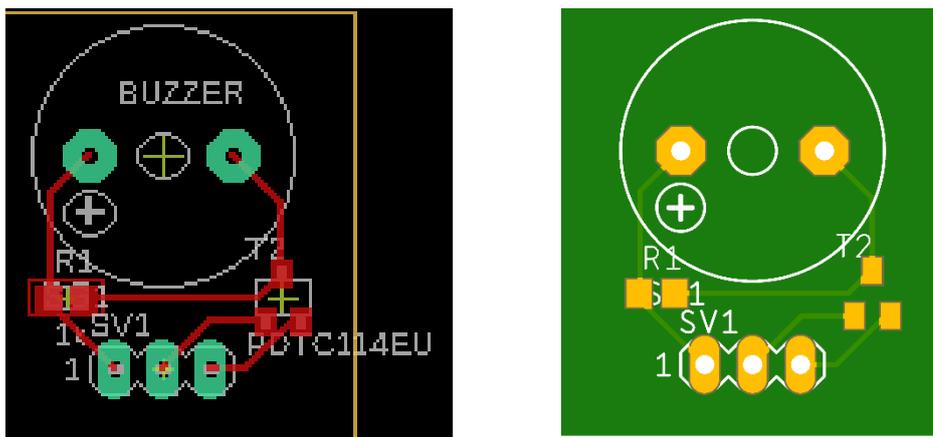


Figura 71: Diseño PCB del circuito del Buzzer

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen, se ve el diseño del circuito de las pantallas GLCD y LCD:

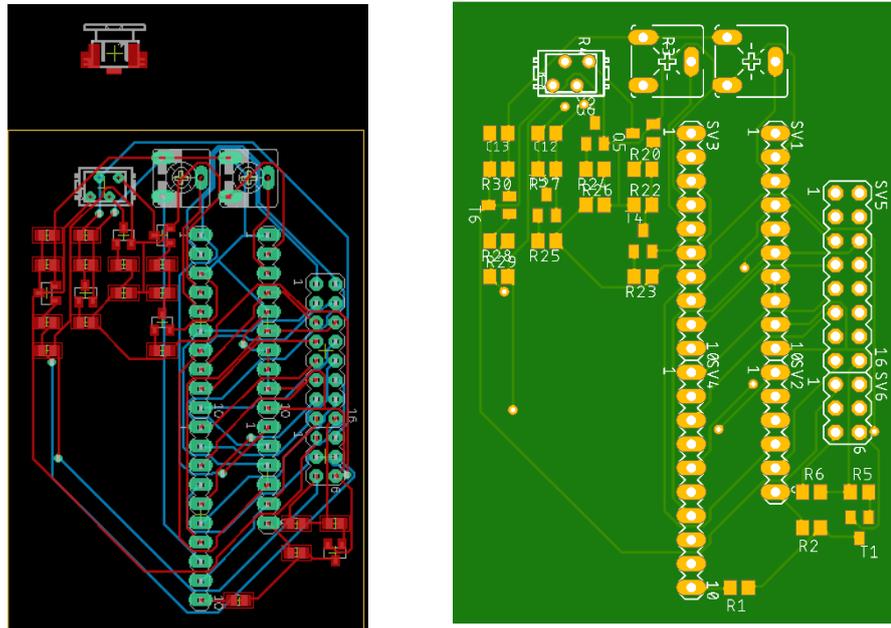


Figura 72: Diseño PCB del circuito de las pantallas LCD y GLCD

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen, se ve el diseño del circuito del teclado 4X4:

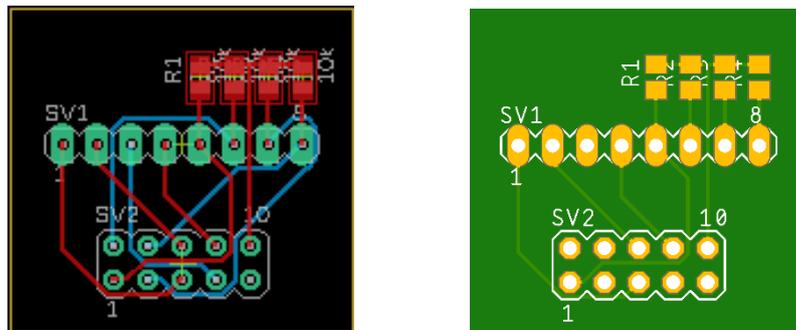


Figura 73: Diseño PCB del circuito del Keypad o teclado 4X4

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen, se ve el diseño del circuito de la matriz de 8X32, lo cual consiste en la unión de 4 matrices de 8X8:

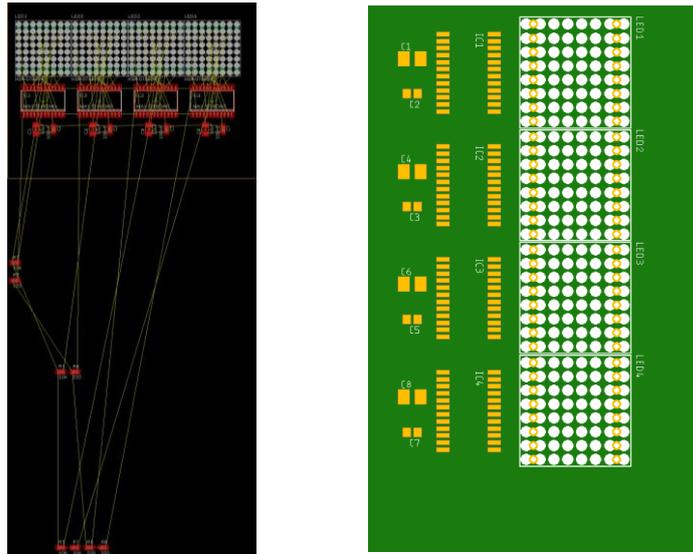


Figura 74: Diseño PCB del circuito de la matriz 8X32

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen, se ve el diseño del circuito de los puertos de control de los microcontroladores:

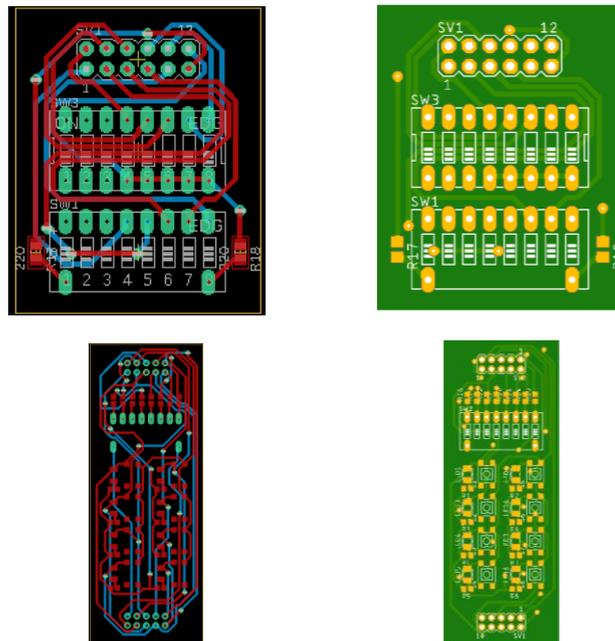


Figura 75: Diseño PCB del circuito del sistema de puertos de control de los microcontroladores

Fuente: Elaboración propia

Por último, se tiene el diseño completo de la tarjeta entrenadora con los módulos:

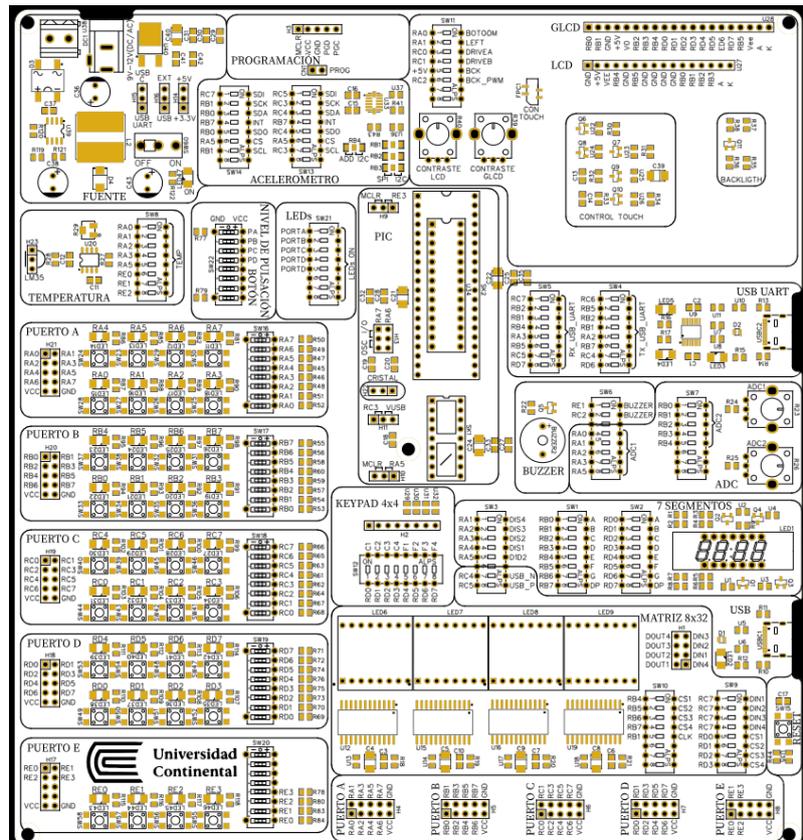


Figura 78: Diseño completo en placa de la tarjeta entrenadora.

Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Armado de las placas de los módulos del prototipo.

En esta parte, se observa el armado de los diseños de los circuitos en cada placa. A continuación, podemos ver el acabado del módulo del acelerómetro ADXL345:

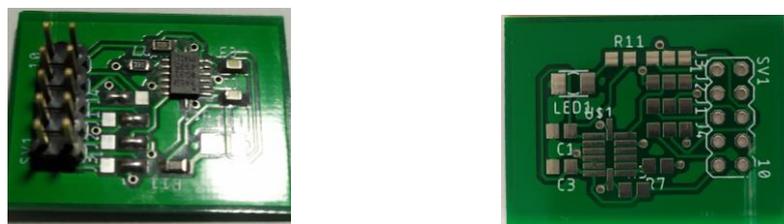


Figura 79: Placa física del módulo del acelerómetro ADXL 345

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el armado del módulo de sensor de temperatura LM35:

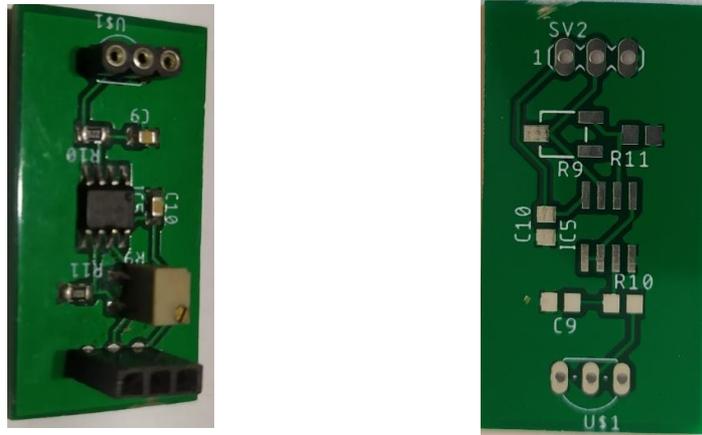


Figura 80: Placa física del módulo de sensor de temperatura LM35

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente parte, se ve el acabado del display de siete segmentos:

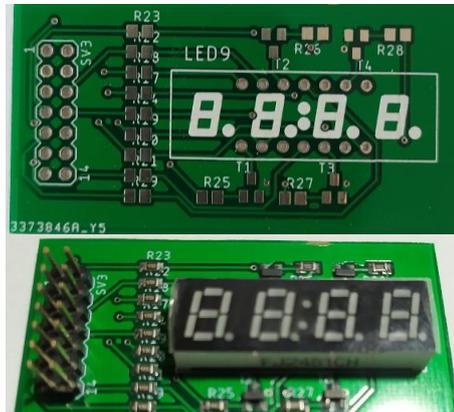


Figura 81: Placa física del display de 7 segmentos

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el circuito en placa del módulo ADC:

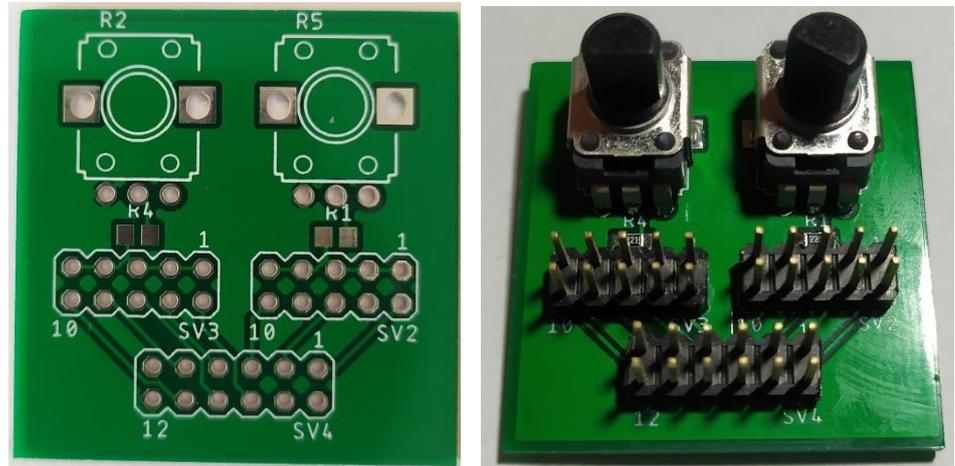


Figura 82: Placa física del circuito ADC

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el circuito en placa del módulo Buzzer:



Figura 83: Placa física del módulo Buzzer

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen, se ve el circuito en placa de las pantallas GLCD y LCD conjuntamente:

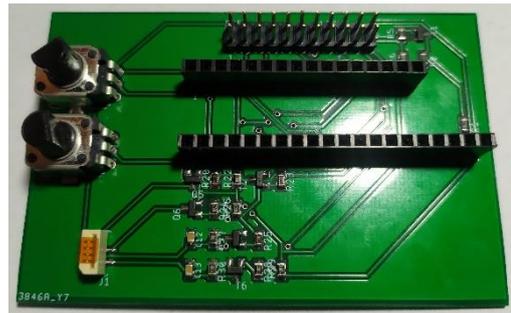
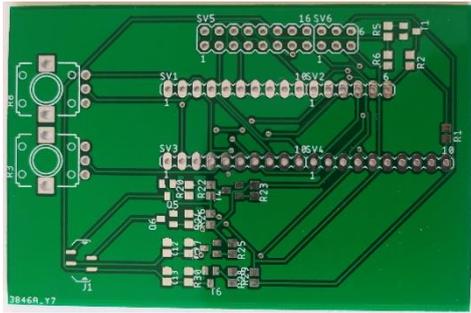


Figura 84: Placa física de los circuitos LCD y GLCD

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen, se ve el circuito en placa del teclado

4X4:

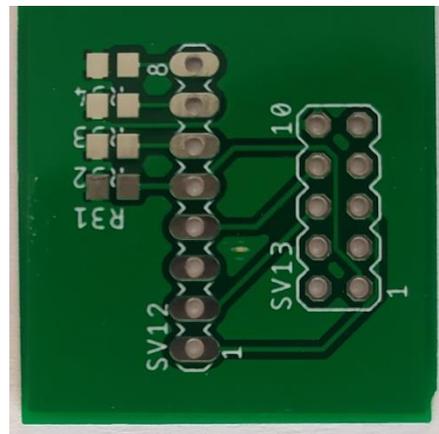


Figura 85: Placa física del Keypad o teclado 4X4

Fuente: Elaboración propia

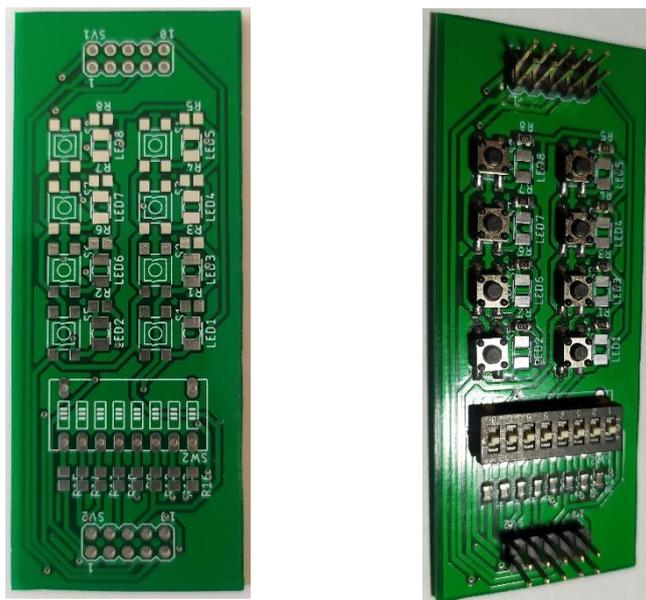
A continuación, se presenta el circuito en placa de la matriz 8X32:



Figura 86: Placa física del circuito de la matriz 8X32

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen, se ve el circuito en placa de los puertos de control de los microcontroladores:



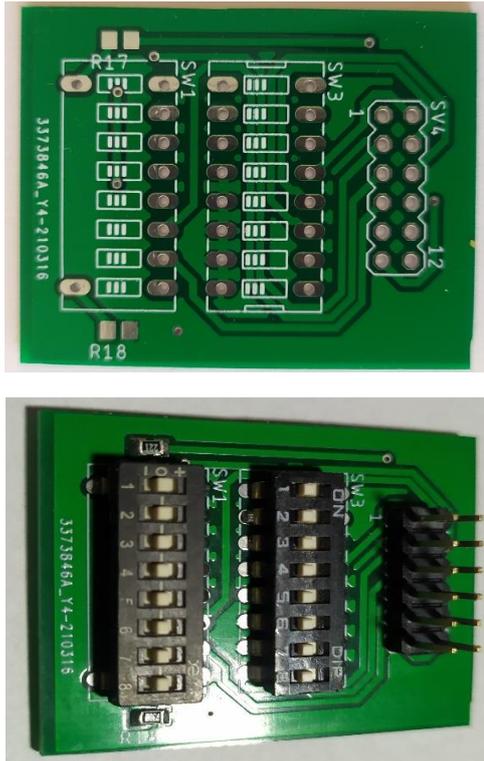


Figura 87: Placas físicas de los puertos de control de los microcontroladores
 Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen podemos ver el módulo USB - UART:

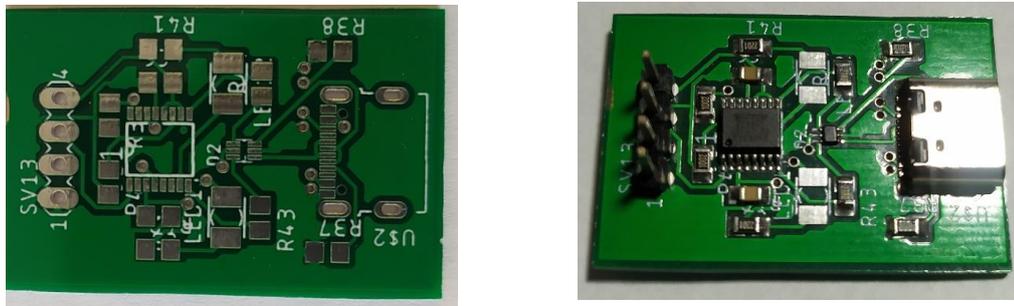


Figura 88: Placa física del módulo UART
 Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen, se presenta el módulo USB – C:

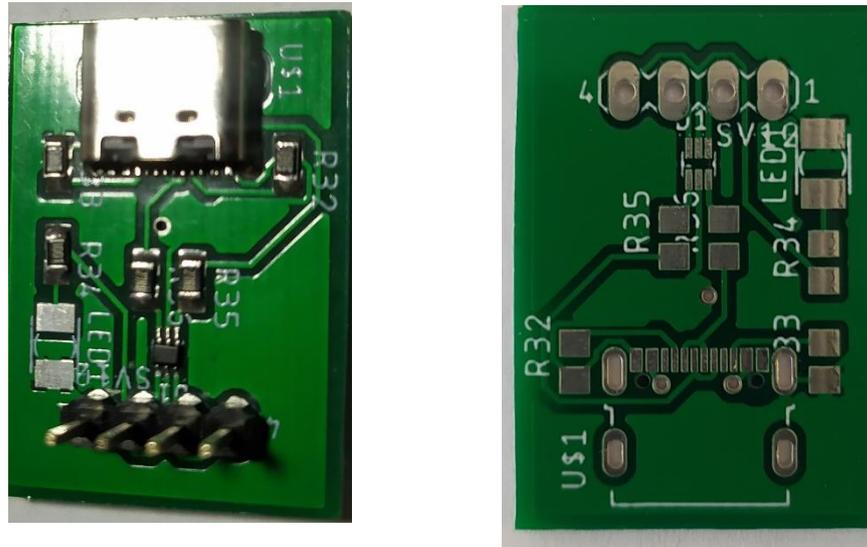


Figura 89: Placa física del módulo USB – C

Fuente: Elaboración propia

Por último, se presenta la tarjeta entrenadora con los módulos en uno solo.

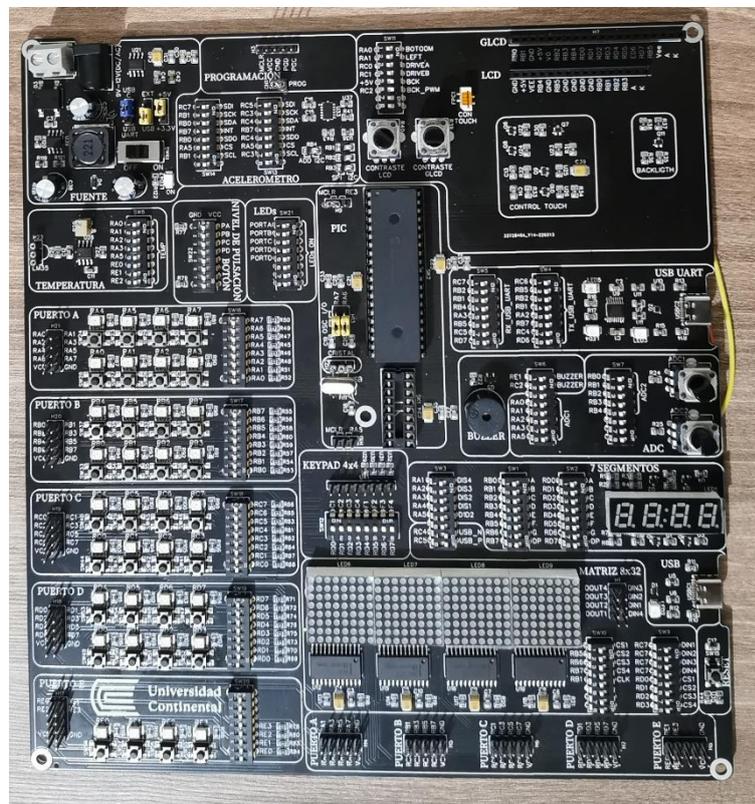


Figure 90: Tarjeta entrenadora

Fuente: Elaboración propia

5.2. Pruebas

5.2.1. Pruebas del prototipo.

Se presenta la elaboración del prototipo y su funcionamiento, se llegó a este punto realizando los diagramas y circuitos ya mencionados.

En la siguiente figura, se muestra el armado del acelerómetro ADXL 345:

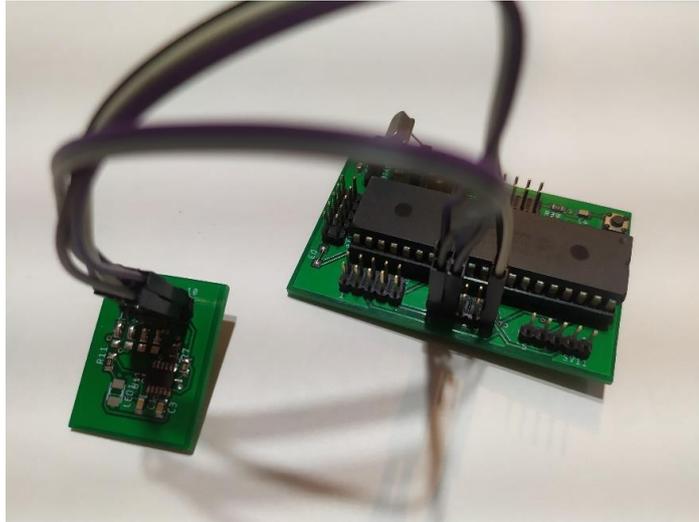


Figura 91: Prueba del acelerómetro ADXL 345

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura, podemos ver la prueba del módulo de sensor de temperatura:

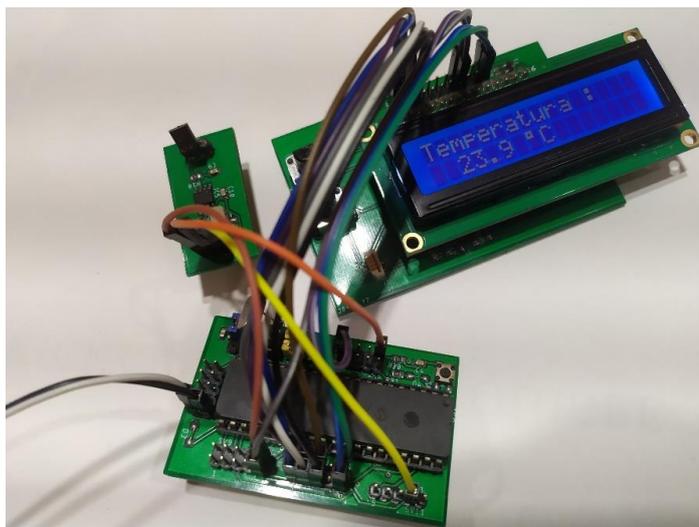
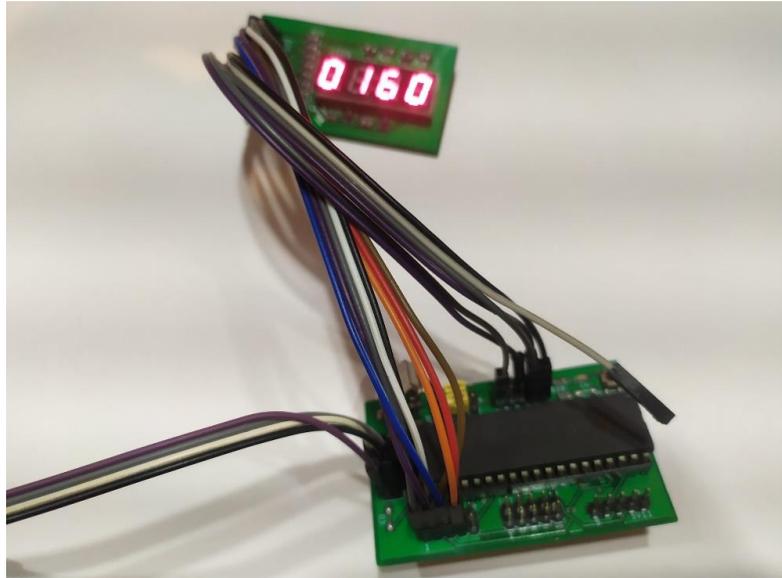


Figura 92: Prueba del sensor de temperatura LM35

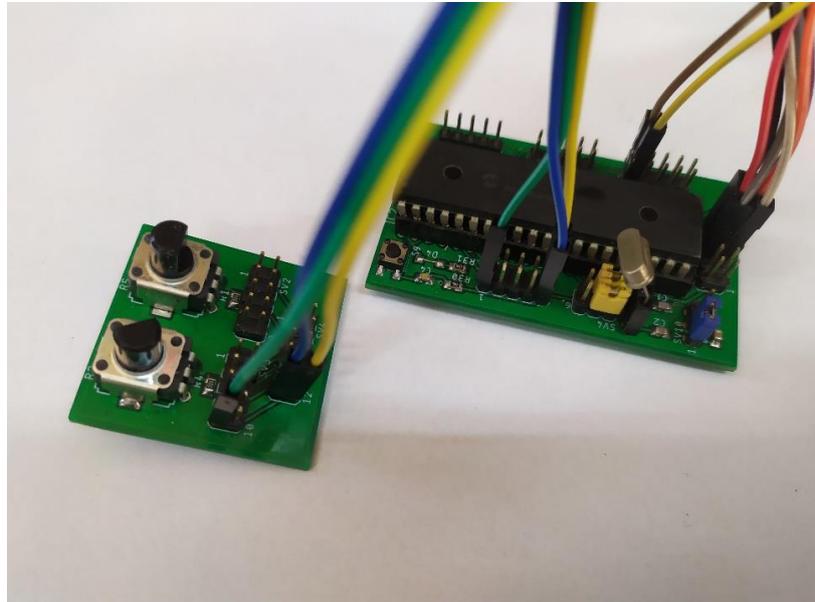
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la prueba del módulo del display de siete segmentos:



*Figura 93: Prueba del display de 7 segmentos
Fuente: Elaboración propia*

En la siguiente figura, veremos el armado del módulo ADC:



*Figura 94: Prueba del circuito ADC
Fuente: Elaboración propia*

Se tiene el armado del módulo Buzzer que se presenta a continuación:

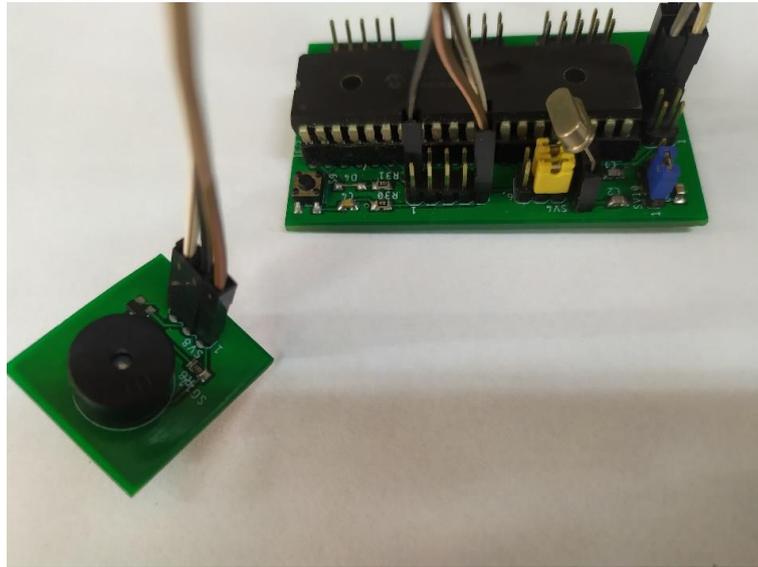


Figura 95: Prueba del módulo Buzzer

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura, se ve la prueba del módulo GLCD y LCD:

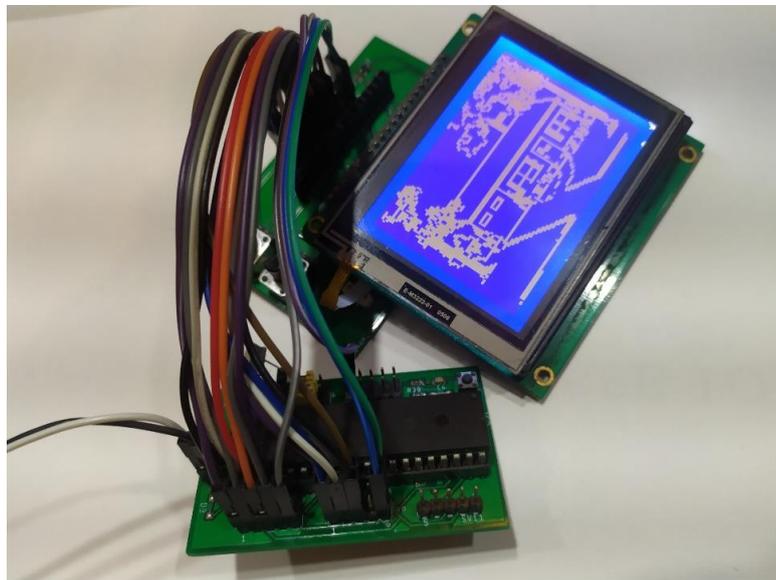


Figura 96: Prueba de la pantalla GLCD

Fuente: Elaboración propia

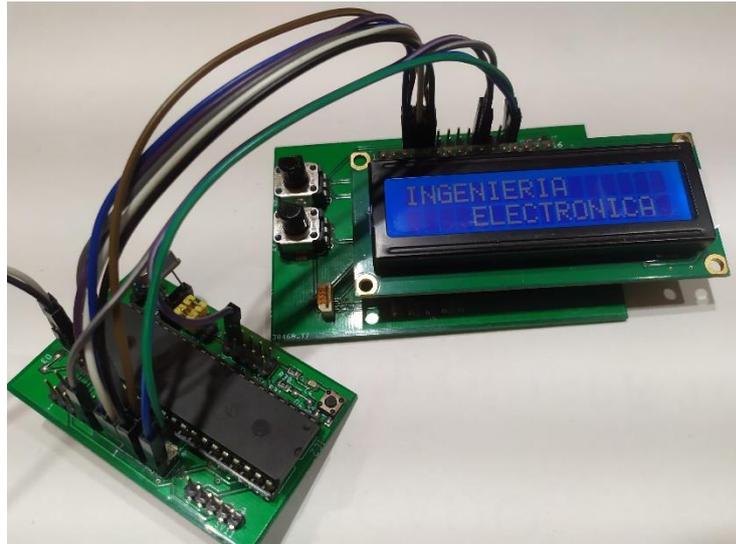


Figura 97: Prueba de la pantalla LCD

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura, veremos la prueba del módulo del KEYPAD o teclado 4X4:

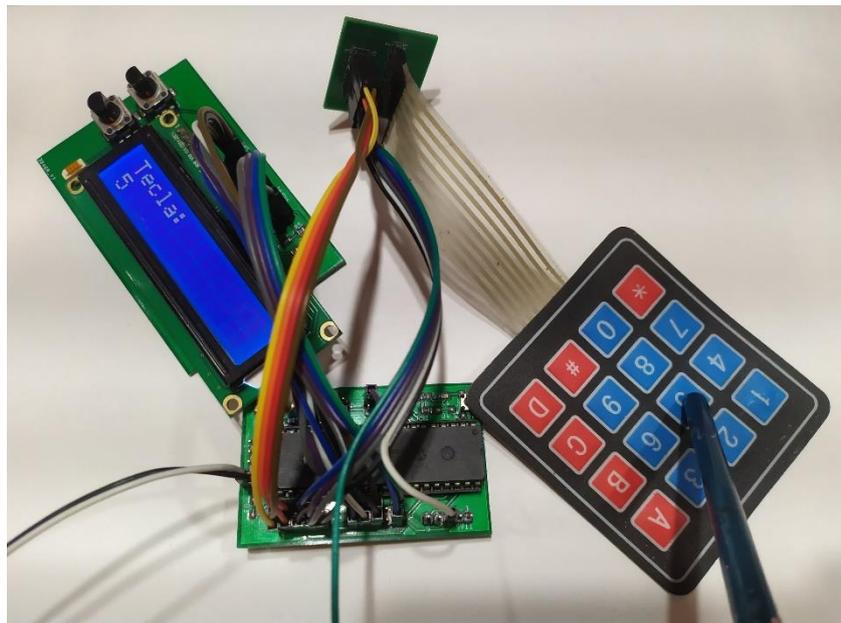


Figura 98: Prueba del Keydap o teclado 4X4

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura, se muestra la prueba del módulo de la matriz 32X8:

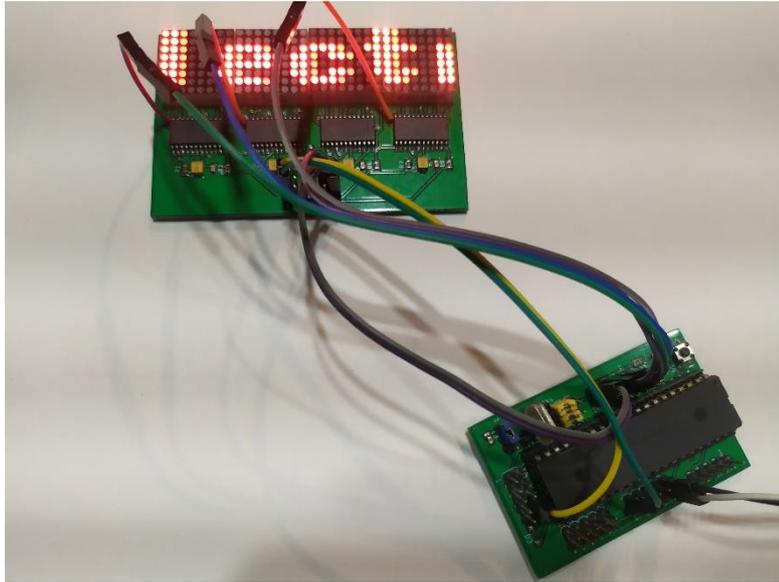


Figura 99: Prueba de la matriz 8X32

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran las conexiones y el armado de los puertos UART y USB – C:

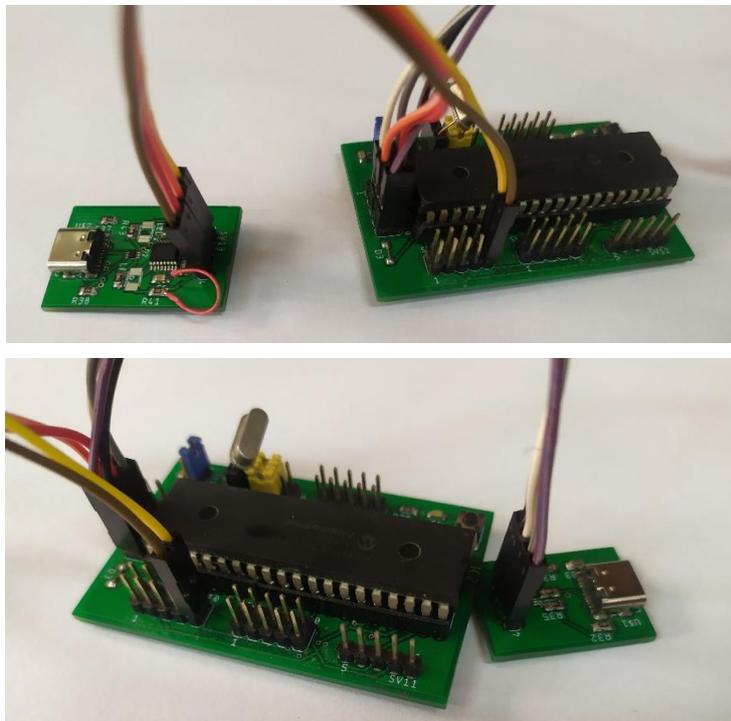


Figura 100: Prueba de los puertos UART y USB – C

Fuente: Elaboración propia

Para realizar las pruebas finales, se hizo en la tarjeta entrenadora que se presenta a continuación:

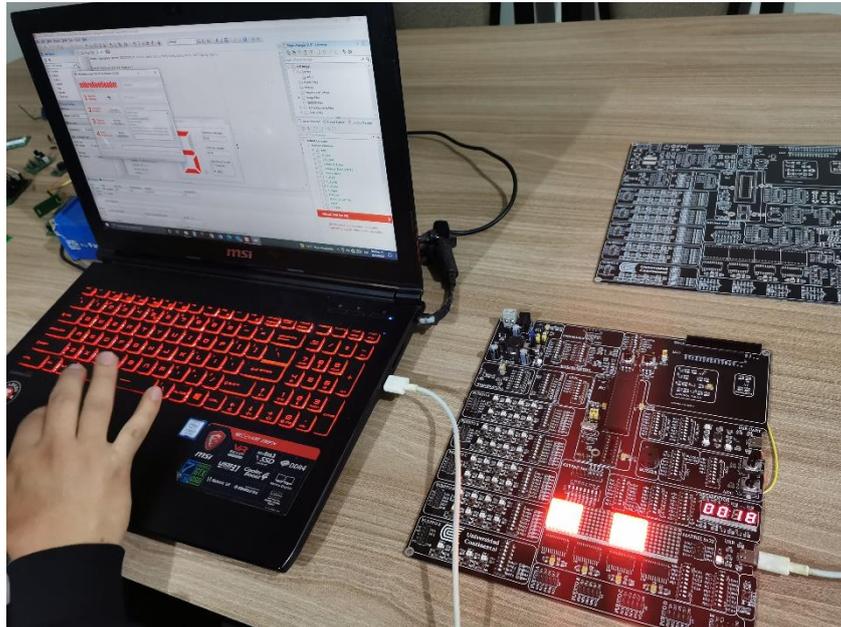


Figura 101: Prueba de funcionamiento del módulo display de siete segmentos.

Fuente: Elaboración propia

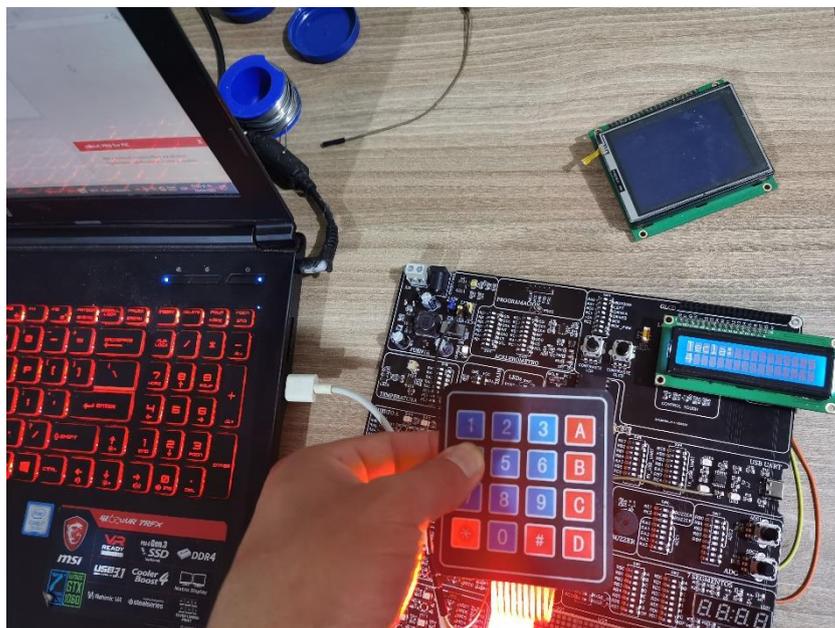


Figura 102: Prueba de funcionamiento del módulo Keypad 4x4

Fuente: Elaboración propia

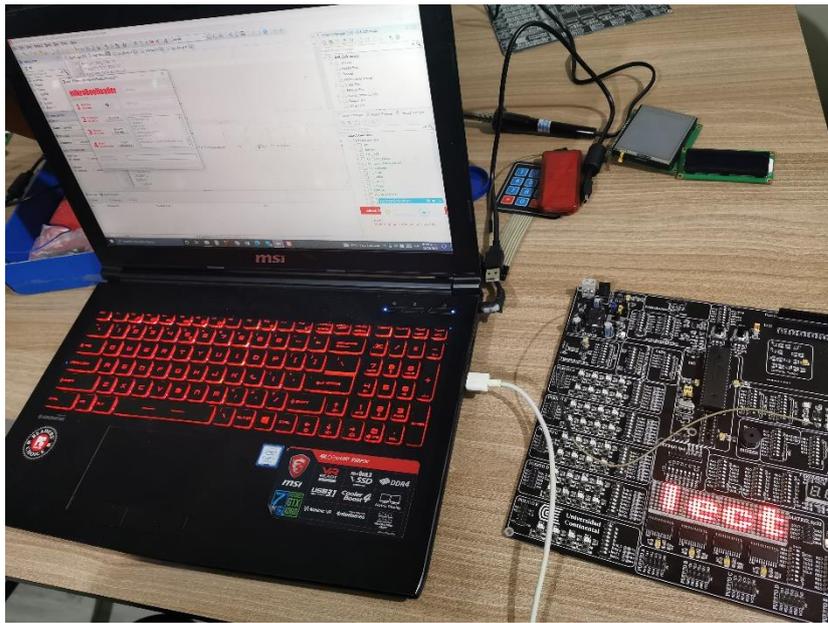


Figura 103: Prueba de funcionamiento de la matriz 32x8
Fuente: Elaboración propia

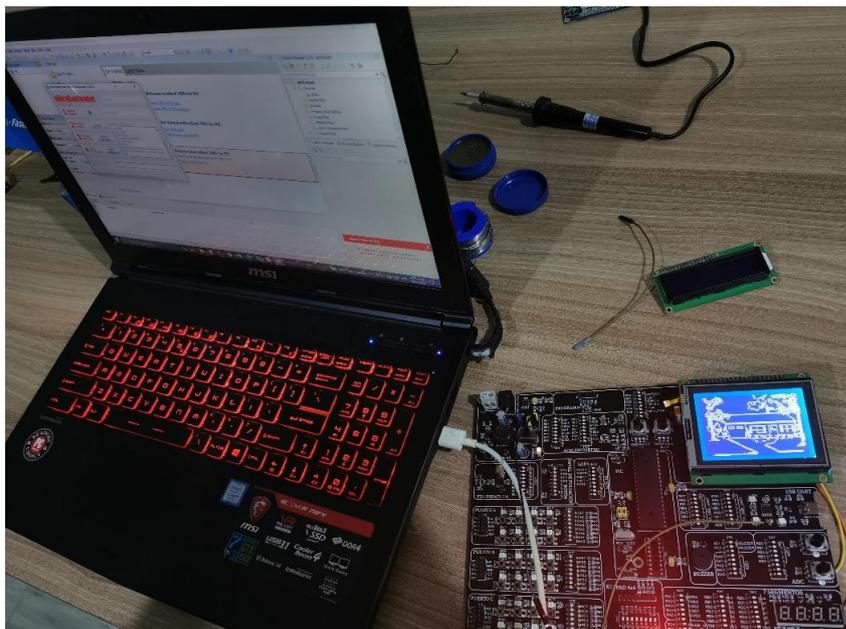


Figura 104: Prueba de funcionamiento del módulo GLCD
Fuente: Elaboración propia

5.3. Pruebas estadísticas del diseño de la solución

Tabla 8.

Factores y niveles

FACTORES		NIVELES	
LETRA	FACTOR	BAJO (-1)	ALTO (1)
A	Tensión de voltaje ADC	5 V	3.3 V
B	Módulo de sensor de temperatura	Prototipo	Protoboard
C	Módulo de ángulo de inclinación X, Y, Z	Prototipo	Protoboard

Fuente: Elaboración propia

La tabla mostrada nos da a conocer las características que se tuvo en cuenta para elaborar los datos estadísticos, la cual el resultado final fue que, para optimizar el tiempo de práctica en los estudiantes, es necesario contar con un prototipo que permita el desenvolvimiento del estudiante y así poder desarrollar más prácticas de laboratorio que le permita aprender y explorar.

Tabla 9.

Combinaciones de factores y niveles

N.º	COMBINACIÓN TRATAMIENTOS	NIVELES DE TRATAMIENTO			RÉPLICAS TIEMPO EN MINUTOS	
		A	B	C	I	II
1	-1	-1	-1	-1	2	3
2	a	1	-1	-1	3	4
3	b	-1	1	-1	11	13
4	ab	1	1	-1	12	14
5	c	-1	-1	1	13	12
6	ac	1	-1	1	12	13
7	bc	-1	1	1	28	29
8	abc	1	1	1	30	32

Fuente: Elaboración propia

En la tabla mostrada, se puede observar datos que se usaron para realizar las pruebas de estadística, la tabla es la combinación de factores en función del tiempo, lo cual nos basamos poniendo en práctica el tiempo de armado del circuito en un protoboard con otro teniendo un prototipo. Por consecuencia, se sabe también que teniendo un prototipo facilitará al estudiante a desenvolverse más a estar armando un circuito en un protoboard por mucho más tiempo.

Para la adquisición de datos se tuvo en cuenta el tiempo, comparando el armado de un circuito en protoboard con la tarjeta entrenadora.

Tabla 10.

Registro de datos

TARJETA ENTRENADORA				TIEMPO DE RESPUESTA (Minutos)	
Tensión ADC	Módulo de sensor de temperatura (°C)	Módulo del ángulo de inclinación x, y, z	Combinaciones	Repetición 1	Repetición 2
(A1) 5 V	B1 Prototipo (Con tarjeta entrenadora)	C1 Prototipo (Con tarjeta entrenadora)	A1, B1, C1	2	3
		C2 Protoboard (Sin tarjeta entrenadora)	A1, B1, C2	3	4
	B2 Protoboard (Sin tarjeta entrenadora)	C1 Prototipo (Con tarjeta entrenadora)	A1, B2, C1	11	13
		C2 Protoboard (Sin tarjeta entrenadora)	A1, B2, C2	12	14
A2 3.3 V	B1 Prototipo (Con tarjeta entrenadora)	C1 Prototipo (Con tarjeta entrenadora)	A2, B1, C1	13	12
		C2 Protoboard (Sin tarjeta entrenadora)	A2, B1, C2	12	13
	B2 Protoboard (Sin tarjeta entrenadora)	C1 Prototipo (Con tarjeta entrenadora)	A2, B2, C1	28	29
		C2 Protoboard (Sin tarjeta entrenadora)	A2, B2, C2	30	32

Fuente: Elaboración propia

5.3.1. Diagrama de Pareto.

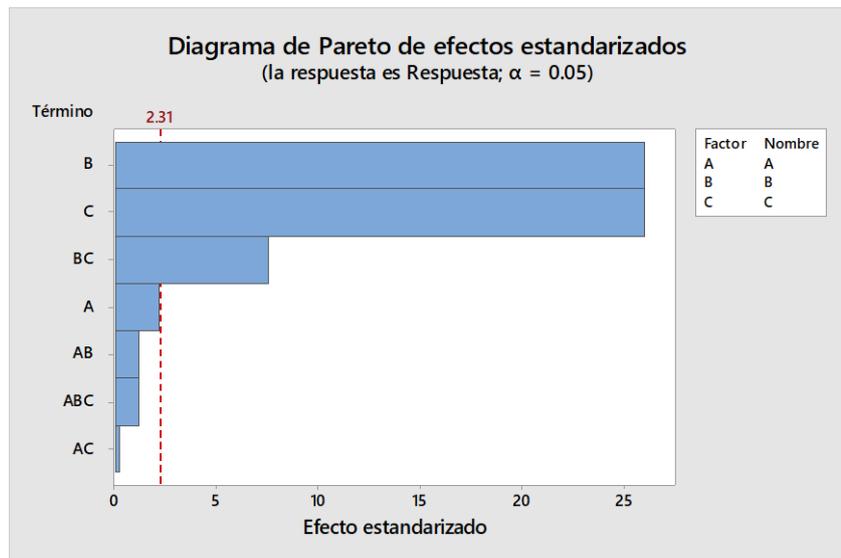


Figura 105: Diagrama de Pareto

Fuente: MINITAB

En el diagrama de Pareto, conocemos los factores B, C y BC son determinantes porque en la gráfica nos muestra que en el margen de error (2.31) que sobrepasan estos factores y esto quiere decir que son significativos. Los factores A, AB, ABC y AC no sobrepasan, pero son determinantes para el análisis que se va a realizar.

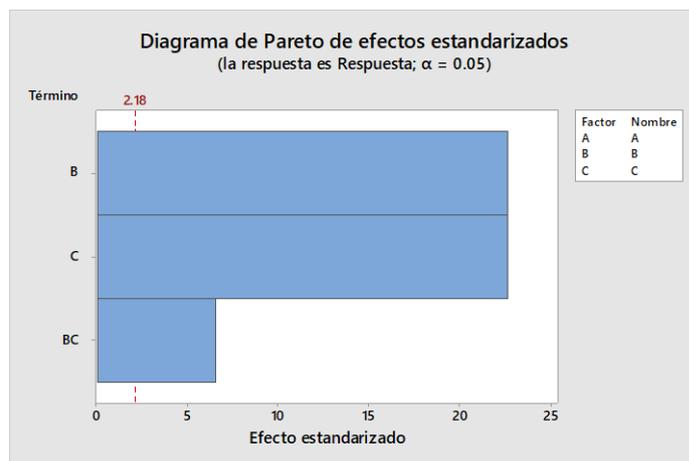


Figura 106: Diagrama de Pareto

Fuente: MINITAB

En el diagrama de Pareto presentado, se está trabajando con los factores determinantes que vienen a ser B, C y BC y nos muestra el margen de error de 2.18.

5.3.2. Resumen de modelo.

Tabla 11.

Resumen de modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1.18145	98.89%	98.61%	98.03%

Fuente: Tabla de MINITAB

S: Es la desviación estándar y nos indica que no hay una gran dispersión de datos en relación a la media.

R-Cuad.: Mientras más cerca está al 10 %, significa que los datos son de buena calidad y que el modelo es adecuado para las réplicas. (Expresa la calidad del modelo para replicar los resultados)

R – Cuad. (Ajustado): Este valor tiene que estar cerca al 100 % y va relacionado con el tamaño de muestra y la cantidad de factores. (Tamaño de la muestra)

R-Cuad. (Pred): Nos indica el poder de predicción que tiene el modelo

5.3.3. Gráfica de residuos para resultados.

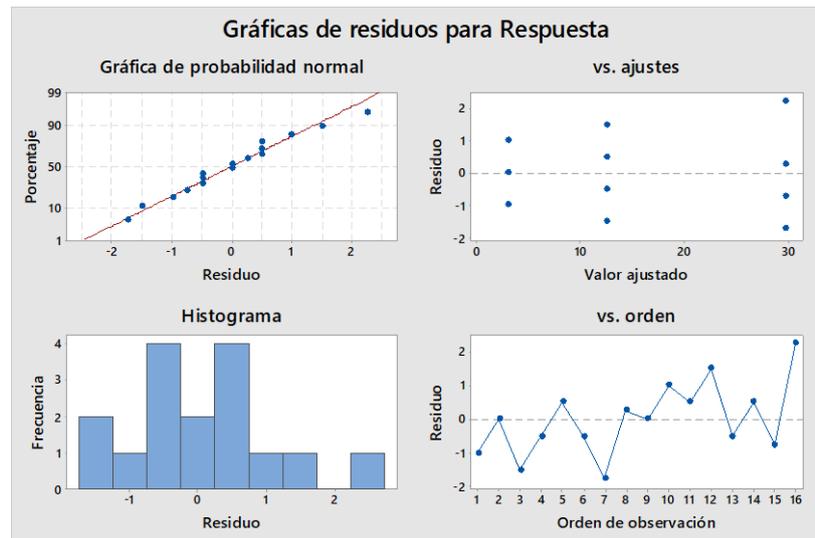


Figura 107: Gráfica de residuos para respuesta

Fuente: MINITAB

- En la gráfica de probabilidad normal podemos ver que los datos en su mayoría están cerca de la línea recta y que presenta normalidad, pero tenemos un dato atípico.
- En el histograma, podemos apreciar que presenta una barra alejada de la otra y esto quiere decir que hay un dato atípico.
- En la gráfica de Vs ajustes, se determinó que los residuos están aleatoriamente distribuidos por ambos lados de los valores de 0 y al igual que las anteriores gráficas presenta un dato atípico que escapa del rango establecido.
- En la gráfica de Vs orden que vendría a ser la última gráfica, se llegó a comprobar que son independientes los residuos respecto a los demás.

5.3.4. Gráfica normal de efectos estandarizados.

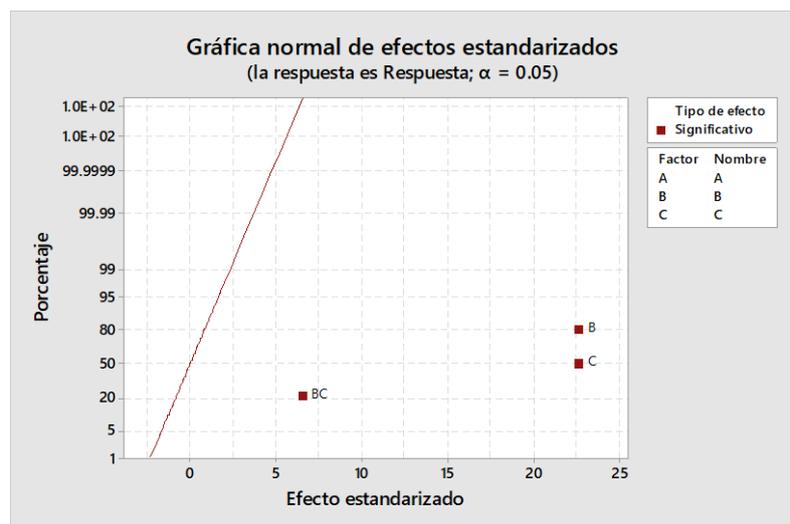


Figura 108: Gráfica normal de efectos estandarizados

Fuente: MINITAB

En este gráfico, nos corrobora los resultados que se obtuvieron inicialmente en el análisis de varianza y además nos dice que todos los factores son significativos o cuáles de las circunstancias son los que más predominan al final, en este caso, los factores que influyen más son los de color rojo y en caso de los factores no significativos, que deberían de estar en azul las cuáles no hay en la gráfica no son relevantes, pero si son necesarios para el análisis.

5.3.5. Gráfica de efectos principales para resultados.

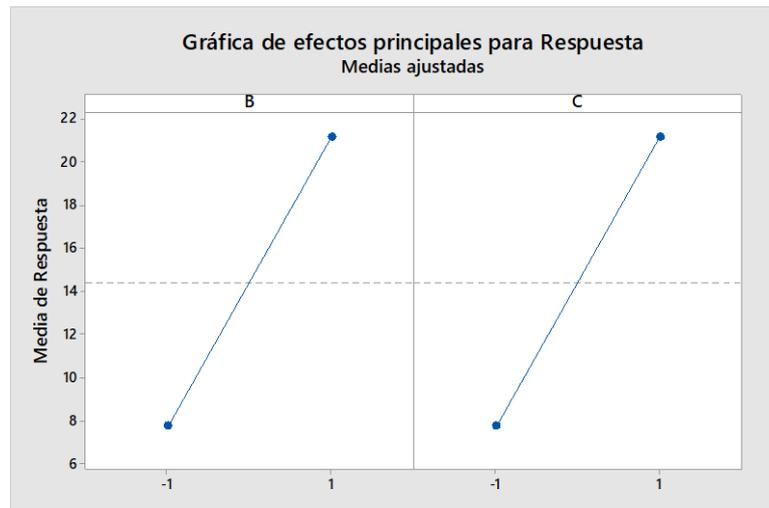


Figura 109: Gráfica de efectos principales para respuesta

Fuente: MINITAB

- En la gráfica, en el primer cuadro, podemos ver que B cruza de un nivel bajo a un nivel alto, aumenta, pero no es mucho.
- En la gráfica, en el tercer cuadro, podemos ver que C cruza de un nivel bajo a un nivel alto, aumenta, pero no es mucho.

5.3.6. Gráfica de interacción para resultados.

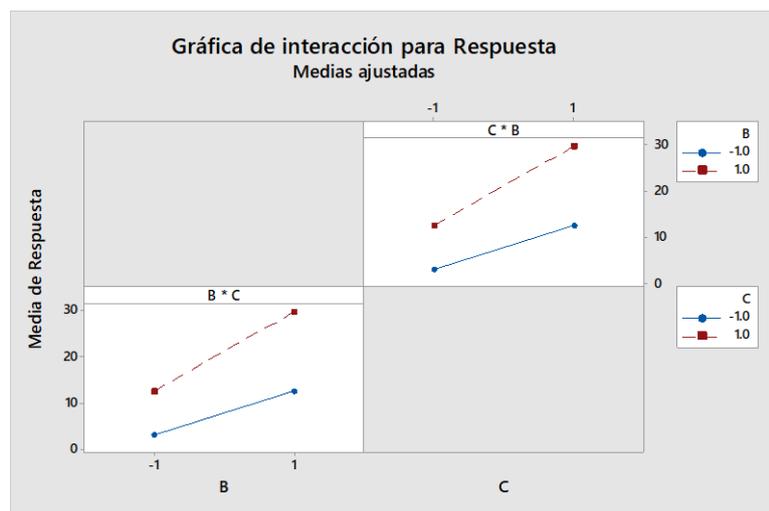


Figura 110: Gráfica de interacción para respuesta

Fuente: MINITAB

B*C:

- Cuando B permanece en un nivel alto y C permanece en un nivel alto, la respuesta aumenta.
- Cuando B permanece en un nivel bajo y C permanece en un nivel alto, la respuesta disminuye.
- Cuando B permanece en un nivel alto y C permanece en un nivel bajo, la respuesta disminuye.
- Cuando B permanece en un nivel bajo y C permanece en un nivel bajo, la respuesta disminuye.

C*B:

- Cuando C permanece en un nivel alto y B permanece en un nivel alto, la respuesta aumenta.
- Cuando C permanece en un nivel bajo y B permanece en un nivel alto, la respuesta disminuye.
- Cuando C permanece en un nivel alto y B permanece en un nivel bajo, la respuesta es considerable.
- Cuando C permanece en un nivel alto y B permanece en un nivel bajo, la respuesta disminuye.

5.3.7. Coeficientes codificados.*Tabla 12.**Coeficientes codificados*

Término	Efecto	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante		14.438	0.295	48.88	0.000	
B	13.375	6.688	0.295	22.64	0.000	1.00
C	13.375	6.687	0.295	22.64	0.000	1.00
B*C	3.875	1.937	0.295	6.56	0.000	1.00

Fuente: Tabla de MINITAB

En la tabla, se muestran los coeficientes lo cual nos permitió conocer el tamaño y dirección de las variables independientes.

5.3.8. Ecuación de regresión de unidades no codificadas.

$$\text{Respuesta} = 14.438 + 6.688 B + 6.687 C + 1.937 B * C$$

La ecuación que se presenta es la relación del resultado entre el tiempo de respuesta y los factores determinantes.

5.3.9. Gráfica de cubos de respuesta.

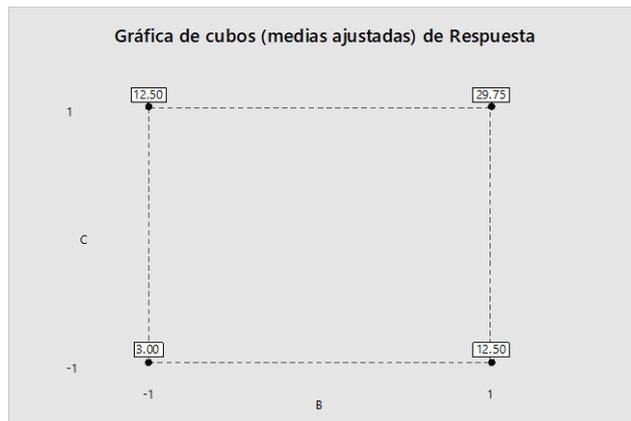


Figura 111: Gráfica de cubos de respuesta

Fuente: MINITAB

En la gráfica de cubos, se muestran los resultados combinados y en este caso los resultados vienen a ser en función del tiempo. Para obtener el resultado óptimo se tomó en cuenta el valor mínimo debido a que necesitamos el menor tiempo posible para que los estudiantes tengan unas horas de prácticas más fructíferas y este punto vendría a ser cuando C está a un nivel bajo y B a un nivel bajo.

5.3.10. Optimización de respuesta.

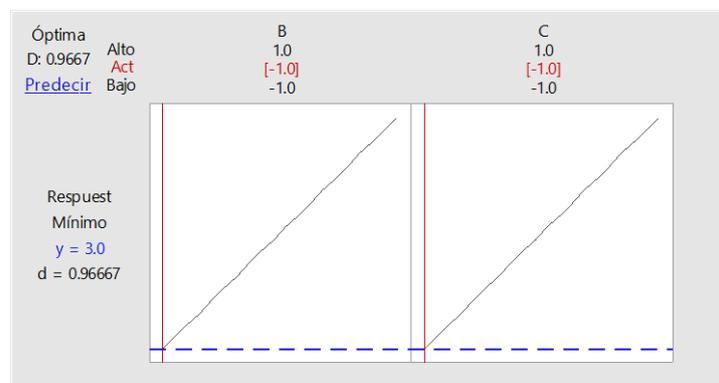


Figura 112: Gráfica de optimización de respuesta

Fuente: MINITAB

En la gráfica, se muestra la mejor combinación para obtener el mínimo tiempo posible a la hora de realizar prácticas en los estudiantes de ingeniería. Para lograr obtener el valor óptimo en el tiempo de respuesta se tuvo que evaluar el valor mínimo.

5.4. Elección de la mejor solución

Después de haber obtenido todos los resultados posibles en cuanto al análisis estadístico y evaluando el menor tiempo posible, concluimos que el factor B y C están a un nivel bajo, esto quiere decir que obtenemos el menor tiempo posible cuando realizamos las prácticas de laboratorio en base con un prototipo ya diseñado lo cual facilitará al estudiante desenvolverse y poder aprender más.

Tabla 13.
Solución

LETRA	FACTOR	SUBVARIABLE
B	Módulo de sensor de temperatura	Prototipo
C	Módulo de ángulo de inclinación X, Y, Z	Prototipo

Fuente: Elaboración propia

5.4.1. Especificaciones técnicas de la solución.

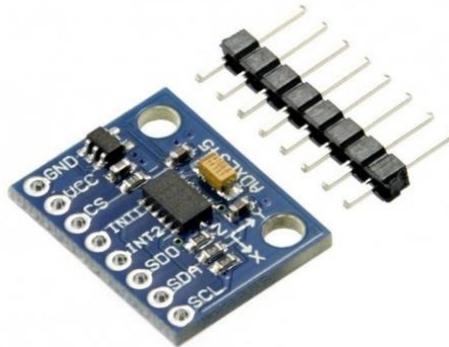


Figura 113: Acelerómetro ADXL 345

Fuente: <https://mktronik.mx/sensores/4115-acelerometro-adxl345-digital.html>

A continuación, se presenta una tabla con las especificaciones técnicas del acelerómetro:

Tabla 14.

Especificaciones técnicas del acelerómetro

CARACTERÍSTICAS	RANGO
Voltaje de operación	3V - 5V
Consumo de corriente	23 μ A en medición y 0.1 μ A en standby
Rango Acelerómetro	+/- 2g, 4g, 8g y 16g
Resolución	13 bits a \pm 16 g (manteniendo 4 mg / LSB)
Grados de libertad	3 ejes (x, y, z)

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes figura y tabla, conoceremos al sensor de temperatura y sus especificaciones técnicas:

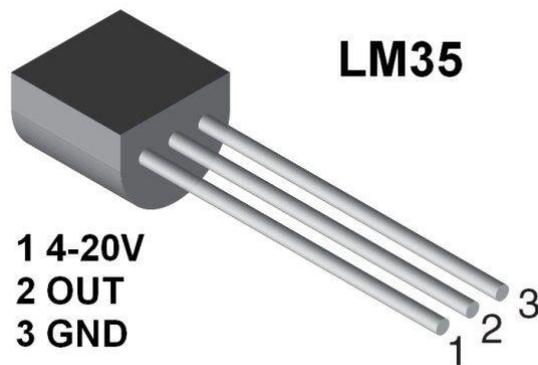


Figura 114: Sensor de temperatura LM35

Fuente: <https://www.ledsemiconductors.com/product-page/sensor-de-temperatura-lm35>

Tabla 15.

Especificaciones técnicas del LM35

CARACTERÍSTICAS	RANGO
Tensión de salida proporcional a la temperatura	-55°C - 150°C con tensiones de - 550mV - 1500mV
Tensión de precisión	0.5°C - 25°C
Mínima corriente	60 μ A
Voltaje	4V - 30V

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la figura y tabla conoceremos a la pantalla GLCD y sus especificaciones técnicas:



Figura 115: Pantalla GLCD

Fuente: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_2X_884023-MLM44093191201_112020-F.webp

Tabla 16.

Especificaciones de la pantalla GLCD

CARACTERÍSTICAS	
Voltaje de entrada	5V
Corriente de entrada	360 mA
Potencia	1.8W
Dimensiones	9.3x7cm
Pantalla	3.2 pulgadas

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes figura y tabla, conoceremos a la pantalla LCD y sus especificaciones técnicas:



Figura 116: Pantalla LCD

Fuente:

<https://laelectronica.com.gt/image/cache/catalog/Productos/M%C3%B3dulos/lcd1602azul1-1200x1200.jpg>

Tabla 17.

Especificaciones de la pantalla LCD

CARACTERÍSTICAS	
Voltaje de entrada	5V
Tipo de pantalla	STN, reflectivo, azul negativo
Luz de fondo	Azul
Resolución	16x2 (Caracteres por líneas)
Área de visualización	6.5 x 1.5 cm
Peso	35g

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes figura y tabla, conoceremos el teclado 4x4 y sus especificaciones técnicas:



Figura 117: Teclado 4X4

Fuente: <https://naylampmechatronics.com/interfaz-de-usuario/19-teclado-matricial-4x4-tipo-membrana.html>

Tabla 18.

Especificaciones del teclado 4x4

CARACTERÍSTICAS	
Máximo voltaje operativo	24 V DC
Máxima corriente operativa	30 Ma
Resistencia de aislamiento	100 MΩ
Dimensiones	69*77 mm
Temperatura de operación	0 a 50 °C
Teclado tipo membrana	

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes figura y tabla, conoceremos al display de 7 segmentos y sus especificaciones técnicas:

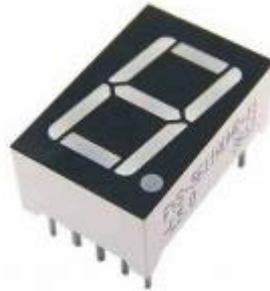


Figure 118: Display de 7 segmentos

Fuente: https://ssdielect.com/2510-home_default/display-7-seg-ac.jpg

Tabla 19.

Especificaciones del display de siete segmentos

CARACTERÍSTICAS	
Voltaje directo	1.8 V
Voltaje inverso máximo	5 V
Corriente por segmento máximo	20 mA continuamente
Tamaño del módulo	Ancho 12.6 mm, Largo 19 mm, Alto 8 mm
Corriente de operación por segmento recomendada	12 mA
1 dígito con punto decimal	

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes figura y tabla, conoceremos la matriz de 8x8 y sus especificaciones técnicas:



Figura 119: Matriz 8x8

Fuente: https://ssdielect.com/2514-large_default/mt-de-leds-8x8.jpg

Tabla 20.

Especificaciones de la matriz 8x8

CARACTERÍSTICAS	
Alimentación	5 V
Diámetro del LED	3.75mm
Tipo	Cátodo Común
Tamaño del módulo	Ancho 38 mm, Profundidad 7.5 mm, Alto 38 mm
Color	Rojo

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes figura y tabla, conoceremos el Buzzer y sus especificaciones técnicas:



Figura 120: Buzzer

Fuente: <https://external-content.duckduckgo.com/iu/?u=https%3A%2F%2Ftienda.tetsa.gt%2Fwp-content%2Fuploads%2F2020%2F04%2Fbu-101C.jpg&f=1&nofb=1>

Tabla 21.

Especificaciones del Buzzer

CARACTERÍSTICAS	
Voltaje de operación	5V DC
Corriente máxima	30 mA
Dimensiones	12 mm x 9.5 mm
Peso	2 g
Frecuencia de resonancia	23K Hz
Salida de sonido mínimo a 10 cm	85 dB
Temperatura de trabajo	-20°C a 70°C
Temperatura de almacenamiento	-30°C a 105°C
Pines	VCC (+), GND

Fuente: Elaboración propia

5.5. Resultados

- El módulo de sensor de temperatura LM35 proyecta las mediciones en la pantalla LCD como podemos apreciar en la figura 92, la temperatura va a variar dependiendo al ambiente en que está expuesto el sensor. La tensión del sensor de temperatura es enviada a un amplificador X10, el voltaje de salida del amplificador operacional es enviado a un pin ADC del PIC.
- La pantalla GLCD de 128x64 pixeles puede ser configurada según le convenga al usuario, en este caso para poder poner a prueba la pantalla GLCD se realizó la configuración para que se pueda visualizar un paisaje en la pantalla.
- En la pantalla LCD se podrá observar diversos textos, según la configuración, esto permite plasmar datos de la cual el usuario podrá manejar de acuerdo a los requerimientos que lo soliciten.
- El Keypad o teclado 4x4, genera los caracteres y estos pasan a mostrarse en la pantalla LCD, tal como se muestra en la figura 98.
- El display de 7 segmentos, fue configurado para contar de 0 a 9999, lo cual, si llega al último número, esto se reinicia desde 0, con esto veremos el funcionamiento de los displays de cátodo común.
- El puerto USB – C, nos ayuda a enlazarnos y/o conectarnos de un periférico con la PC para poder comunicarse y enviar datos
- En la matriz 8x32 muestra letras lo cual previamente ha sido configurada en la programación y al igual que las pantallas LCD y GLCD pueden ser configuradas según los requerimientos necesario del usuario.

5.6. Comparación de resultados

Respecto de la comparación de resultados con los artículos científicos y tesis realizadas, de la cual del primer artículo mencionado hace referencia a al control de pulsos mediante microcontrolador PIC 16F7X7, lo cual se aplicó e implementó en la tarjeta entrenadora, pero no solo un puerto sino unos 5 puertos que pueden ser usados exclusivamente como control de pulsos.

En el segundo artículo, se menciona la aplicación de un microcontrolador conjuntamente con el sensor de temperatura LM35, lo cual fue de vital importancia para realizar el módulo de sensor de temperatura, esto implica que se puede adherir y/o agregar otros sensores a la tarjeta entrenadora y no solo el de temperatura.

En el tercer artículo científico, se hace referencia al uso del microcontrolador para realizar mediciones de frecuencia utilizando el PIC 16F877A, mediante la conversión de ondas sinusoidales a ondas cuadradas, en este caso se realizó la conversión de tensiones y ondas, estos se pueden visualizar mediante un osciloscopio.

En el cuarto artículo científico, se hace mención al uso de otros sensores de temperatura como el LM2596 y el LM 7805 de las cuáles no se usó ninguno debido a que son sensores con poco uso de frecuencia y su coste es un poco más elevado, en el quinto artículo menciona la modulación de pulsos con una interfaz periférica, de la cual, al igual que en el primer artículo, la tarjeta entrenadora consta de cinco puertos con una interfaz periférica y que se puede hacer uso para el control y modulación de pulsos.

En el último artículo científico, se menciona es el control de sensores mediante el microcontrolador, simulado en el programa Proteus, a diferencia de la simulación, el control de temperatura se puede establecer mediante una programación conjuntamente con el microcontrolador en la tarjeta entrenadora y no solo un modelo de sensor, sino que se podría adecuar de acuerdo a las necesidades. Como podemos ver, en su totalidad de artículos científicos se menciona el uso de microcontroladores y, en su mayoría, el uso de sensores de temperatura, lo cual nos ayudó para implementar un módulo de sensor de temperatura en la tarjeta entrenadora en la cual el estudiante pueda realizar pruebas a libertad y las veces que sea necesaria y a su vez se implementó un módulo de generador de pulsos.

De las tesis mencionadas, en las dos primeras, se rescata la elaboración de tarjetas entrenadoras para el desarrollo y dar soluciones a problemas embebidos en los estudiantes de ingeniería electrónica, y en el presente trabajo de investigación se tomó en cuenta estos puntos para desarrollar la tarjeta entrenadora e implementar más módulos para que el estudiante de electrónica realice sus prácticas con mayor facilidad y tenga otras opciones.

En la tercera tesis, se menciona la aplicación de microcontroladores con sensores de la cual se tomó como referencia para implementar el módulo de sensor de temperatura, esto también significa que en la tarjeta puede ser implementado otros sensores para el uso de cada estudiante.

En la cuarta tesis, se menciona la elaboración de un entrenador en el cual el estudiante pueda programar, borrar y ejecutar microcontroladores PIC y para el desarrollo de esto se hizo uso del microcontrolador PIC 16F877A y

de lo cual se tomó en cuenta para poder implementar en la tarjeta entrenadora donde el estudiante será capaz de programar, borrar y ejecutar con los módulos dentro de la tarjeta.

En la quinta tesis mencionada, se hace referencia a la elaboración de módulos y tarjetas entrenadoras con la finalidad de que el estudiante tenga la facilidad de comprobar y elaborar códigos de programación, esto viene con unos módulos como los siete segmentos, LCD, pulsadoras, de lo cual también se implementó en la tarjeta e incluso se puso más módulos y puertos disponibles para que el estudiante tenga la facilidad de trabajar y realizar programaciones y pruebas necesarias.

En la sexta tesis, se trabajó con un microcontrolador 18F8720 con el objetivo de que el estudiante tenga una mejor comprensión en el desenvolvimiento de habilidad de sistemas integrados, en este caso se trabajó con Proteus y el software CCS C, a diferencia del presente trabajo las programaciones se realizarán en el software MicroC PIC, en la cual el estudiante también tendrá la facilidad y la potestad de desarrollar y comprender los sistemas integrados con mayor facilidad.

En la penúltima tesis, se hace referencia al uso de los PIC's en comunicación y control por medio del computador y en el presente trabajo se hizo uso de un módulo USB UART, lo cual permitirá la comunicación de los periféricos con el computador.

En la última tesis mencionada, se desarrolló una tarjeta entrenadora para fines didácticos, pero en este caso con cinco módulos y entre ellos se encuentra las interfaces LCD y GLCD, en el presente trabajo de investigación se agregó una interfaz que viene a ser la matriz 32x8 y otros módulos para que el estudiante tenga un desenvolvimiento práctico más eficiente.

De las tesis y artículos científicos usados como antecedentes, se hizo una tarjeta entrenadora basado en microcontroladores en donde el estudiante tendrá la facilidad de realizar pruebas, crear y corroborar las programaciones de la gama de MICROCHIPS 16FXXXX y 18FXXXX, sumado a esto, el estudiante tendrá a su disposición de módulos indispensables en la tarjeta entrenadora para realizar pruebas.

5.7. Presupuesto

Tabla 22.
Presupuesto

PRESUPUESTO									
COMPONENTE	CÓDIGO	MARCA	EMPAQUE	VALOR	VOLTAJE	POTENCIA	CANTIDAD	P>=10U (Dólar=3.39)	TOTAL (Soles)
CAPACITOR C			0805	0.1UF/0.10UF /100NF	16 V		30	0.0148	1.50516
CAPACITOR C			0805	0.22UF	16 V		1	0.0472	0.160008
CAPACITOR C			1206	100UF	16 V		1	0.4693	1.590927
CAPACITOR C			0805	1UF	16 V		6	0.0218	0.443412
CAPACITOR C			0805	47UF	10 V		2	0.2291	1.553298
CAPACITOR C			0805	6.8NF	16 V		2	0.0094	0.063732
CAPACITOR C			0805	10UF	10 V		2	0.1892	1.282776
CAPACITOR C			0805	22NF	100 V		1	0.0283	0.095937
CAPACITOR C			0805	1500PF	16 V		2	0.0098	0.066444
CAPACITOR C			0805	2.2UF	16 V		2	0.0691	0.468498
CAPACITOR C			0805	33PF	16 V		3	0.0241	0.245097
CAPACITOR C			0805	10NF	16 V		2	0.0204	0.138312
CAPACITOR C			0805	18PF	16 V		2	0.0549	0.372222
CAPACITOR C			0805	4.7UF	16 V		3	0.068	0.69156
RESISTENCIA			0805	680K		1/4 W	1	0.0419	0.142041
RESISTENCIA			0805	62K		1/4 W	1	0.0093	0.031527
RESISTENCIA			0805	5.1K		1/4 W	4	0.0449	0.608844
RESISTENCIA			0805	10		1/4 W	3	0.038	0.38646
RESISTENCIA			0805	20		1/4 W	1	0.0149	0.050511
RESISTENCIA			0805	27		1/4 W	5	0.0096	0.16272

RESISTENCIA			0805	56		1/4 W	1	0.0735	0.249165
RESISTENCIA			0805	220		1/4 W	10	0.0711	2.41029
RESISTENCIA			0805	470		1/4 W	11	0.0083	0.309507
RESISTENCIA			0805	1.91K		1/4 W	1	0.0104	0.035256
RESISTENCIA			0805	10.2K		1/4 W	1	0.0094	0.031866
RESISTENCIA			0805	10.5K		1/4 W	1	0.33	1.1187
RESISTENCIA			0805	10K		1/4 W	24	0.0459	3.734424
RESISTENCIA			0805	2.2K		1/4 W	12	0.0387	1.574316
RESISTENCIA			0805	1K		1/4 W	11	0.0101	0.376629
RESISTENCIA			0805	4.7K		1/4 W	18	0.0445	2.71539
RESISTENCIA			0805	3.3K		1/4 W	3	0.0465	0.472905
RESISTENCIA			0805	100K		1/4 W	12	0.0369	1.501092
RESISTENCIA			0805	49.9R		1/4 W	4	0.0088	0.119328
RESISTENCIA			0805	12.4K		1/4 W	1	0.0104	0.035256
RESISTENCIA			0805	1M		1/4 W	1	0.0387	0.131193
CAPACITOR E T			CASE B	10UF	16 V		8	0.1676	4.545312
CAPACITOR E T			CASE E	470UF	6.3 V		2	1.7411	11.804658
CAPACITOR E T			CASE B	220UF	10 V		2	0.7632	5.174496
CAPACITOR E T			CASE B	33UF	16 V		2	0.2033	1.378374
DISPLAY	LTC-2723E	LITE-ON	10x30.26mm	4 DIGITOS			1	0.581	1.96959
JACK	SJ-43514-SMT-TR						1	0.1107	0.375273
PULSADOR	PTS647	C&K	SPST 4.5x4.5mm				22	0.0395	2.94591
TRANSISTOR	MMBT3904		SOT23				13	0.0153	0.674271
TRANSISTOR	MMBT3906		SOT23				2	0.0177	0.120006
TRANSISTOR	PDTC114ET						2	0.0192	0.130176
FERRITA	MI1206K601R-10			600 Ohms/100 MHz			3	0.1382	1.405494

ZUMBADOR	PB-12N32MP-05AQ	MALLORY SONALERT	12x12x8mm		5 V		1	0.1489	0.504771
CRISTAL	405I22D25M00000	CTS ELECTRONIC	5x3.2mm	25MHZ/18PF			1	0.2235	0.757665
BOBINA	74438357068	WURTH ELEKTRONIK		6.8UH			2	0.207	1.40346
DIODO	1N4148WT-7		SOD-523				2	0.0121	0.082038
INTEGRADO	ADXL345						1	2.08	7.0512
INTEGRADO	FT230XS	FTDI CHIP	SSOP				1	2.98	10.1022
INTEGRADO	LM358		SO8				1	0.1168	0.395952
INTEGRADO	MAX7219		SOIC				4	2.56	34.7136
INTEGRADO	MIC28511-2YFLT5	MICROCHIP	REEL		60V		2	2.9	19.662
INTEGRADO	NCP5623B	ON					1	1.49	5.0511
INTEGRADO	USBLC6-2P6	ST	SOT-666				2	0.14	0.9492
INTEGRADO	W5500	WIZNET	LQFP-48				1	2.9941	10.149999
INTEGRADO	TXB0106IPWRQ1						1	1.3029	4.416831
LED RGB			5050				1	0.0774	0.262386
MICROSIM	6.93023E+11	Wurth Elektronik					1	0.3288	1.114632
POTENCIOMETRO	RV09AF-40-20K-B10K	ALPHA	RV09AF-40	10K			4	0.7168	9.719808
CONECTOR FFC Y FPC	4CKT HSG ASSY NON	MOLEX	VERTICAL				1	0.0805	0.272895
MICRO SD	PJS008-2003-1	Yamaichi Electronics					1	0.9454	3.204906
USB-C	USB4105	GCT					2	0.91	6.1698
ESPADIN	HEADERS	PIN STRIP	2.54mm MACHO	1 ROW			3	0.9832	9.999144
ESPADIN	HEADERS	PIN STRIP	2.54mm MACHO	2 ROW			4	0.1372	1.860432

ESPADIN	HEADERS	PIN STRIP	2.54mm MACHO	2 ROW			1	0.1044	0.353916
ESPADIN	HEADERS	PIN STRIP	2.54mm MACHO	2 ROW			15	0.1044	5.30874
ESPADIN	HEADERS	PIN STRIP	2.54mm MACHO	2 ROW			1	0.2064	0.699696
ESPADIN	HEADERS	PIN STRIP	2.54mm MACHO	2 ROW			1	0.2729	0.925131
DIP SWITCH			TRI STATE				6	0.6566	13.355244
DIP SWITCH			DOS ESTADOS				6	0.5984	12.171456
SUBTOTAL									216.0565

PLACAS PCB

MÓDULO	MEDIDA	CANTIDAD						PRECIO	TOTAL
ACELEROMETRO	20 x 28	2						1.75	5.9325
ADC	33 x 33	2						1.75	5.9325
BUZZER	20 x 23	2						1.75	5.9325
FUENTE 3.3 V	20 x 32	2						1.75	5.9325
FUENTE 5 V	20 x 32	2						1.75	5.9325
KEYPAD 4x4	25 x 25	2						1.75	5.9325
LCD GLCD	80 x 52	2						1.75	5.9325
LM35	18 x 34	2						1.75	5.9325
MATRIX 8x8	84 x 53	2						1.75	5.9325
PUERTO	31 x 81	2						1.75	5.9325
PUERTO COMPLEMENTO	31 x 38	2						1.75	5.9325
7 SEGMENTOS	55 x 28	2						1.75	5.9325
USB C	18 x 26	2						1.75	5.9325
USB UART	20 x 32	2						1.75	5.9325
SUBTOTAL									83.055
TOTAL									299.111

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Se logró diseñar y construir la tarjeta entrenadora basado en microcontroladores MICROCHIP 16FXXXX y 18FXXXX, también se logró probar su funcionamiento.
- Se concluye que el prototipo realizado optimiza el tiempo de práctica en los estudiantes de ingeniería de la Universidad Continental lo cual permitirá al estudiante explorar más sus conocimientos y a su vez corroborar el buen funcionamiento de las programaciones de sus proyectos.
- Con la tarjeta entrenadora basada en microcontroladores MICROCHIP, se puede realizar una conexión modular más detallada y eficaz en la programación de microcontroladores.
- Se logró determinar los componentes adecuados para el diseño y construcción de la tarjeta entrenadora y así mismo se logró desarrollar una programación sencilla y adecuada para el funcionamiento de los módulos en la tarjeta entrenadora.
- Se logró trabajar con el acelerómetro ADXL 345 de la cual, el módulo nos ayuda a saber la orientación de un objeto que se encuentre entre los ejes X, Y, Z.
- Se logró desarrollar el proyecto con un presupuesto asequible para que los estudiantes puedan armar sus tarjetas guiándose del diseño y proceso planteados en el proyecto.

TRABAJOS A FUTURO

- Se puede mejorar o ampliar la implementación de más módulos en un próximo proyecto, esto con la finalidad de que la tarjeta entrenadora no solo cuente con lo necesario para los estudiantes, sino que pueda tener módulos que ayuden al estudiante a desenvolverse y experimentar más.
- Para trabajos a futuro se recomienda comprender y analizar el funcionamiento de otros PIC's de otros modelos que no sean de la marca MICROCHIP, porque PIC's diferentes pueden tener una arquitectura distinta y esto daría a resultados no deseados en los proyectos.
- Para proyectos a futuro se pueden utilizar sensores digitales de temperatura para poder visualizar la variación que pueda haber entre otros sensores y los estudiantes poder determinar qué sensor es ideal para la realización del proyecto a presentar.
- Por otro lado, el prototipo de tarjeta entrenadora puede ser adaptado para diferentes usos y proyectos que requiera el estudiante o usuario esto debido a que la tarjeta cuenta con un diseño bastante efectivo para adaptarse a los cambios que se requieran.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria.* Rizo Rabelo, Noemí, Bravo López, Gisela y Capote León, Gladys Elena. Cuba: s.n., 2016.
2. *La importancia de los trabajos prácticos en ingeniería.* Selles, M. A., y otros. Valencia: s.n.
3. *Design and Development of Control System for Three Phase Induction Motor using.* Jamadar, B. N., y otros. Kanpur, India : s.n., 13 de Marzo de 2014, p. 5.
4. *PIC microcontroller based development of air quality improvement.* Masilamani, R., y otros. India : s.n., Setiembre de 2020, p. 5.
5. *Measurement of Power Frequency with Higher Accuracy Using PIC Microcontroller.* Alam, Khairul, y otros. India : s.n., 2013, p. 7.
6. *Fluid temperature control using heat exchanger.* Dulău, Mircea, Karoly, Melania y MirceaDulău, Tudor. Romania : s.n., 5 de Octubre de 2017.
7. *Design of a single-phase SPWM inverter application with PIC micro controller.* Birbir, Yasar, Yurtbasi, Kaner y Kanburoglu, Volkan. Turquía : s.n., Abril de 2019.
8. *Design and simulation of an automatic room heater control system.* Murtala Zungeru, Adamu, y otros. Botswana: s.n., Junio de 2018, p. 17.
9. Petrozzi Puse, Renzo Stefano y Vílchez Castillo, Luis Miguel. *Diseño e implementación de tarjeta entrenadora de microcontroladores pic16fxxx para mejorar las habilidades técnicas en solución de problemas en aplicaciones embebidas de los estudiantes de Ingeniería Electrónica.* Lambayeque, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque: s.n., 2019. p. 196.
10. Alvarado Fernández, Dilam Alberto y Deza Concori, Jorge Enrique. *Diseño e implementación de una tarjeta electrónica de expansión modular basado en PSOC para el desarrollo de aplicaciones de sistemas embebidos.* Tacna, Universidad Privada De Tacna. Tacna: s.n., 2019. p. 187.
11. Romero Garrido, Nydia Sonia. *Diseño e implementación de un simulador de sensores para fines de entrenamiento personal técnico mecánico en maquinaria Caterpillar.* Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima: s.n., 2015. p. 57.
12. Toapanta Barona, Paúl Fernando. *Diseño y construcción de un entrenador basado en microcontroladores pic, para el Laboratorio de Electrología de la Escuela De Ingeniería En Sistemas de la PUCESA.* Ambato, Escuela de Ingeniería en Sistemas. Ambato: s.n., 2015. p. 151.

13. Gonzales Rojas, Kelly Viviana y Mendez Caviativa, Johanna Andrea. *Diseño y fabricación de un módulo entrenador implementando la familia de microcontroladores DSPIC33F*. Colombia, Universidad Pontificia Bolivariana - Escuela de Ingenierías. Bucaramanga: s.n., 2011. p. 134.
14. Córdova Rivadeneira, David Daniel. *Desarrollo de una tarjeta de entrenamiento para prácticas de microcontroladores utilizando el dispositivo PIC 18F8720*. Guayaquil, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Ecuador: s.n., 2018.
15. Anilema Guadalupe, Juan Carlos y Yagos Vilema, Cristhian Mauricio. *Diseño e implementación de un entrenador de microcontroladores para comunicación WIFI*. Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo. Ecuador: s.n., 2015. p. 147.
16. Franco Reina, Rafael Christian y Motesdeoca Paladines, Israel. *Diseño y construcción de cinco entrenadores didácticos con sistemas microprocesados y desarrollo de una aplicación de control de velocidad para un motor de corriente alterna*. Guayaquil, Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador: s.n., 2014. p. 350.
17. Marmolejo, Rubén. Microcontrolador – Qué es y para qué sirve. [En línea] 2021. [Citado el: 12 de Julio de 2021.] <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/microcontrolador/>.
18. MicroControladores. Microcontroladores PIC. [En línea] [Citado el: 12 de Julio de 2021.] <https://microcontroladores.com/pic/>.
19. Garage, Engineers. Salida de clavijas del sensor de temperatura lm35, guía de interfaz, construcción del circuito y principios de funcionamiento. [En línea] 2021. [Citado el: 12 de Julio de 2021.] <https://www.engineersgarage.com/lm35-description-and-working-principal/>.
20. Acelerómetro: ¿Qué es y cómo funciona? Características y usos. [En línea] [Citado el: 12 de Julio de 2021.] <https://www.circuitos-electricos.com/acelerometro-como-funciona-usos-caracteristicas-sensor-equipos-girosopio/>.
21. Tarres Ruiz, Francesc. EcuRed. *LCD (Pantalla de cristal líquido)*. [En línea] [Citado el: 12 de Julio de 2021.] [https://www.ecured.cu/LCD_\(pantalla_de_cristal_l%C3%ADquido\)](https://www.ecured.cu/LCD_(pantalla_de_cristal_l%C3%ADquido)).
22. Gómez, Enrique. Ri. *Convertor analógico a digital – ADC*. [En línea] 28 de Febrero de 2017. [Citado el: 12 de Julio de 2021.] <https://www.rinconingenieril.es/convertor-analogico-a-digital-adc/>.
23. Isaac. HardwareLibre. *BUZZER: Todo sobre este dispositivo para emitir sonido*. [En línea] [Citado el: 12 de Julio de 2021.] <https://www.hwlibre.com/buzzer/>.
24. MecatrónicaLatam. Capacitor. [En línea] 23 de Abril de 2021. [Citado el: 17 de Noviembre de 2021.] <https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/electronica/componentes-electronicos/capacitor/>.
25. MecatrónicaLATAM. Transistor. [En línea] 02 de Mayo de 2021. [Citado el: 17 de Noviembre de 2021.]

- <https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/electronica/componentes-electronicos/transistor/>.
26. MecatrónicaLatam. Diodo. [En línea] 23 de Abril de 2021. [Citado el: 17 de Noviembre de 2021.] <https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/electronica/componentes-electronicos/diodo/>.
27. Mecatrónica LATAM. Potenciómetro. [En línea] 23 de Abril de 2021. [Citado el: 17 de Noviembre de 2021.] <https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/electronica/componentes-electronicos/potenciometro/>.
28. Lamiña, Jhonatan. Microcontrolador y sus partes. [En línea] 1 de Junio de 2021. [Citado el: 12 de Julio de 2021.] <https://jhonatanlamina.com/microcontrolador-y-sus-partes/>.
29. Imecsa, Sigma. Qué es un sensor. [En línea] [Citado el: 12 de Julio de 2021.] <https://www.cursosdeplc.com/que-es-un-sensor.html>.
30. Peterson, Zachariah. Altium Designer. *¿Significado Pcb - Qué es tarjeta de circuito impreso?* [En línea] 5 de Octubre de 2020. [Citado el: 12 de Julio de 2021.] <https://resources.altium.com/es/p/what-is-a-pcb>.
31. Review, Profesional. Qué son los periféricos y para qué sirven. [En línea] [Citado el: 12 de Julio de 2021.] <https://www.profesionalreview.com/perifericos/>.
32. ConceptoDefinición. *Interface*. [En línea] 3 de Febrero de 2021. [Citado el: 12 de Julio de 2021.] <https://conceptodefinicion.de/interface/>.
33. TeslaElectronic. TeslaElectronic - Blog. *Pantalla GLCD 128×64*. [En línea] 2017. [Citado el: 19 de Julio de 2022.] <https://www.teslaelectronic.com.pe/producto/pantalla-glcd-128x64/>.
34. Quispe Ancasi, Carlos y Camayo Huamanculi, Kevin. *Metodología de investigación tecnológica para ingenierías*. Huancayo : s.n., 2020. p. 190.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 23.

Matriz de Coherencia

Título: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA TARJETA ENTRENADORA BASADO EN MICROCONTROLADORES MICROCHIP 16FXXXX Y 18FXXXX PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE PRÁCTICA EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CONTINENTAL		
Autor: Kevin Leandro Balbin Tapia, Michael Frandyf Quispe Tomás		
Planteamiento del problema	Marco teórico	Metodología
Formulación del problema general ¿De qué manera se podría realizar el diseño y construcción de una tarjeta entrenadora basado en microcontroladores Microchip 16FXXXX y 18FXXXX para optimizar el tiempo de práctica en los estudiantes de ingeniería de la Universidad Continental?	<ul style="list-style-type: none"> - El artículo de B. N. Jamadar, S. R. Kumbhar, P. M. Gavane y D. S. Sutrave del año 2014, titulado <i>“Diseño y desarrollo de sistema de control para motor de inducción trifásico usando microcontrolador PIC”</i>. - El artículo de R. Masilamani, G. Sureshkumaar, Nithiyanthan Kannan, Issa Etier y Sunil Thomas del año 2020, titulado <i>“Desarrollo basado en microcontroladores PIC de un sistema de mejora de la calidad del aire para automóviles”</i>. - El artículo de Khairul Alam, Tanmoy Chakraborty, Srabana Pramanik, Debabrata Sarddar y Satadal 	Variables:
Formulación de los problemas específicos		Variable independiente:
<ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué componentes electrónicos serán óptimos para el buen desarrollo de la tarjeta entrenadora basado en microcontroladores? - ¿Qué componente electrónico que mida la 	Tarjeta entrenadora	Variable Dependiente:
		Optimización del tiempo de práctica

<p>temperatura será adecuado para el desarrollo de la tarjeta entrenadora basado en microcontroladores?</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué componente electrónico será factible para hallar el ángulo de inclinación en los ejes x, y, z para el desarrollo de la tarjeta entrenadora basado en microcontroladores? - ¿De qué manera se realizará la transformación de señales analógicas a digitales en la tarjeta entrenadora? - ¿Cuál sería la correcta programación para un óptimo desempeño de la tarjeta entrenadora basado en microcontroladores? - ¿De qué manera se lograría optimizar el tiempo de práctica en los estudiantes de ingeniería de la Universidad Continental? 	<p>Mal del año 2013, titulado “<i>Medición de la frecuencia de potencia con mayor precisión utilizando el microcontrolador PIC</i>”.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El artículo de Mircea Dulău y Melania Karoly del año 2018, titulado “<i>Control de temperatura del fluido mediante intercambiador de calor</i>”. - El artículo de Yaşar Birbir, Kaner Yurtbasi y Volkan Kanburoglu del año 2019, titulado “<i>Diseño de una aplicación de inversor SPWM monofásico con microcontrolador PIC</i>”. - El artículo de Adamu Murtala Zungeru, Mmoloki Mangwala, Joseph Chuma, Baboloki Gaebolae y Bokamoso Basutli del año 2018, titulado “<i>Diseño y simulación de un sistema de control automático de calefacción de habitaciones</i>”. 	
Objetivo general	Teoría básica	Método
Diseñar y construir una tarjeta entrenadora basado en microcontroladores MICROCHIP 16FXXXX y	Microcontroladores	Para el desarrollo del proyecto se hará uso del VDI 2222.

18FXXXX para optimizar el tiempo de práctica en estudiantes de ingeniería de la Universidad Continental.	El microcontrolador es un circuito integrado, es el elemento principal de una aplicación para sistemas embebidos, es decir, que es una pequeña computadora que tiene sistemas para controlar elementos de entrada y salida, además de ello tiene un procesador y memoria donde se puede guardar programas y variables. Es una pequeña PC y su función principal es la de automatizar procesos y procesar información.	
Objetivos específicos		Tipo de Investigación
<ul style="list-style-type: none"> - Determinar los componentes electrónicos adecuados para el desarrollo óptimo de la tarjeta entrenadora basado en microcontroladores Microchip. - Determinar el componente de sensor de temperatura adecuado para el desarrollo de la tarjeta entrenadora basado en microcontroladores. - Determinar el componente óptimo para la medición de ángulos de inclinación en los ejes x, y, z que irá en la tarjeta entrenadora para el desarrollo de las prácticas. - Desarrollar una programación y circuito para la transformación de señales analógicas a digitales en la tarjeta entrenadora. - Desarrollar una correcta programación que permita el uso óptimo de cada componente y módulo en la tarjeta entrenadora. 	<p>Sensor LM35</p> <p>El sensor LM35 es un dispositivo que mide la temperatura en donde emite una señal analógica que es proporcional a la temperatura instantánea. El voltaje de salida se interpreta de manera sencilla para poder tener el resultado en grados Celsius. La ventaja del dispositivo es que no necesita alguna calibración externa, el revestimiento o la envoltura que lo cubre y/o protege del calentamiento. El bajo costo y su precisión lo hacen popular. El LM35 puede medir desde -55 grados centígrados a 150 grados</p>	<p>Al presente proyecto se le asigna el tipo de investigación tecnológica</p>
		Plan de Proyecto
		<ul style="list-style-type: none"> - PLANIFICACIÓN - CONCEPCIÓN - PROYECTO - DESARROLLO

<ul style="list-style-type: none"> - Realizar la prueba de funcionamiento de los módulos para determinar el tiempo y a la vez verificar el buen funcionamiento de la tarjeta entrenadora. 	<p>centígrados y el nivel de precisión es muy alto si esto trabaja en niveles óptimos de temperaturas y humedad.</p> <p>Acelerómetro</p>	
Justificación		
<p>JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA:</p> <p>El objetivo del proyecto es ayudar a que los estudiantes de la Universidad Continental de Huancayo tengan un conocimiento más amplio en el curso de microcontroladores, brindándoles un material didáctico que consta de 11 módulos en donde será capaz de aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en clase y así desempeñarse como un profesional más capacitado en su campo laboral.</p>	<p>El acelerómetro es un dispositivo electrónico que mide la aceleración, el cual es la variación de velocidad de un objeto. En donde vemos más el uso de un acelerómetro es en nuestros teléfonos móviles y por tal motivo es que la orientación de la imagen o vídeo cambia. Hoy en día el acelerómetro está inmerso en la mayor parte de dispositivos electrónicos.</p>	
Importancia		
<p>El presente proyecto que se va a realizar, es de vital importancia porque va a permitir a los estudiantes de la Universidad Continental tener un mejor desempeño y mayor facilidad a la hora de realizar sus prácticas. Para</p>		<p style="text-align: center;">Resultados esperados</p> <ul style="list-style-type: none"> - La tarjeta entrenadora a construir debe presentar un fácil manejo y además de ser una herramienta didáctica debe ser entendible para los estudiantes. - Los componentes electrónicos deben ser óptimos para el buen funcionamiento de

poder lograr optimizar el tiempo de práctica en los estudiantes se va a desarrollar módulos basados en el sensor de temperatura, medición de ángulos en los ejes x, y, z y el circuito para la transformación de señal analógica a digital por medio de la tensión del potenciómetro. Estos módulos a desarrollar, facilitarán al estudiante desarrollar sus horas de práctica de manera eficiente.

la tarjeta entrenadora.

- El sensor debe presentar un fácil manejo y a la vez ser un componente electrónico conocido en el mercado.
- El componente electrónico que mida los ángulos en los 3 ejes debe ser de fácil manejo y entendible para los estudiantes en sus horas de práctica.
- El circuito y la programación deben ser correctos y precisos a la hora de convertir señales analógicas a digitales.
- La programación debe ser la adecuada para el desenvolvimiento de cada componente en los diferentes módulos de la tarjeta entrenadora.
- La prueba de funcionamiento debe demostrar el correcto desenvolvimiento de cada módulo presentado en la tarjeta entrenadora.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2

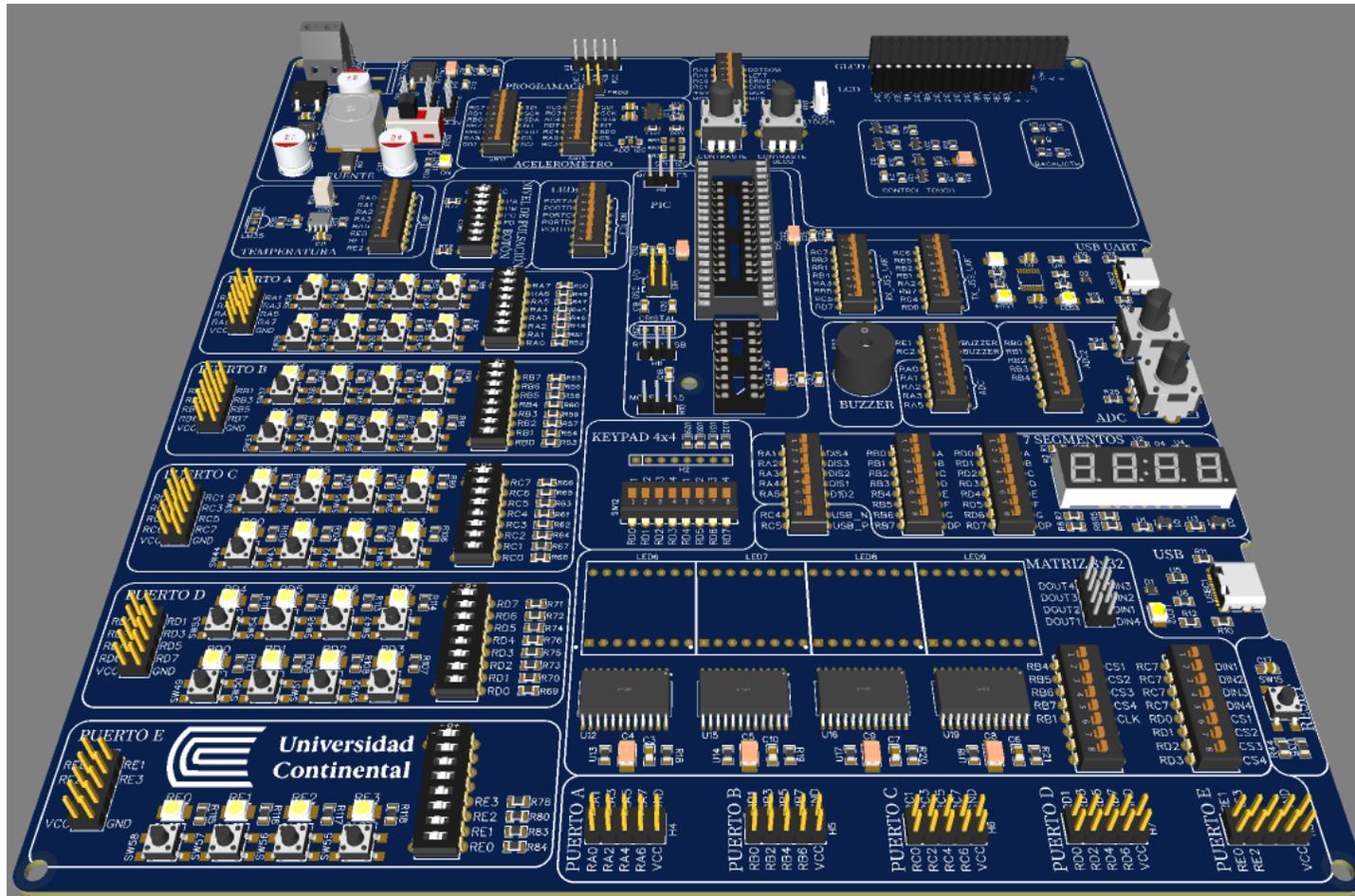


Figura 121: Diseño 3D completo de la tarjeta entrenadora

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3



Figura 122: Foto grupal junto al asesor

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4



Figura 123: Foto grupal
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5



Figura 124: Foto grupal

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6

Tabla 24.

Manual de Instrucción de la tarjeta entrenadora.

INSTRUCTIVO Y/O MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA TARJETA ENTRENADORA CON LOS 12 MÓDULOS	
MÓDULO	INSTRUCCIÓN
FUENTE DE ALIMENTACIÓN DOBLE	<p>La placa contiene una fuente de alimentación conmutada que crea niveles estables de voltaje y corriente necesarios para alimentar cada parte de la placa. La placa se puede alimentar de cuatro formas diferentes: con fuente de alimentación USB (USBC1 o USBC2), utilizando adaptadores externos a través del conector del adaptador (DC1) o terminales de tornillo adicionales (U38). Los niveles de voltaje del adaptador externo deben estar en el rango de 9-12 V CC o 9-12 V CA. Utilice el puente H16 y H15 para especificar qué fuente de alimentación se requiere y el puente H14 para especificar si está utilizando una fuente de alimentación de 5 V o 3,3 V. Al proporcionar la alimentación mediante un adaptador externo o una fuente de alimentación USB, puede encender la fuente de alimentación mediante el INTERRUPTOR SW61. El LED de alimentación LED47 indicará la presencia de fuente de alimentación.</p>
MICROCONTROLADOR PREDETERMINADO	<p>La tarjeta entrenadora admite microcontroladores PIC16Fxxxx y PIC18Fxxxx de 18,28 y 40 pines, con o sin soporte USB, que se colocan en el zócalo SK1, U34 o SK2. Utilice el puente H9 para especificar si el pin RE3 del microcontrolador de 25 o 40 pines será configurado como MCLR. Utilice el puente H11 para especificar si el pin RC3 del microcontrolador de 25 o 40 pines será configurado como VUSB. Utilice el puente H10 para especificar si el pin RA5 del microcontrolador de 18 pines será configurado como MCLR. Utilice el puente H13 para especificar si los pines RA6 y RA7 del microcontrolador de 18, 25 o 40 pines serán configurados como OSCILADOR. Utilice el socket H22 para colocar</p>

	el cristal con el cual trabajara el microcontrolador.
PROGRAMACIÓN	La tarjeta entrenadora lleva el conector H3, donde podremos conectar el programador PICKIT 3 o 4. Para programar el microcontrolador quite el jumper del puente CN1.
USB UART	<p>Para usar el módulo USB-UART en la tarjeta entrenadora, primero debe instalar los controladores FTDI en su computadora. Los controladores se pueden encontrar en el siguiente enlace: https://ftdichip.com/drivers/vcp-drivers/</p> <p>Para habilitar la comunicación USB UART, debe habilitar las líneas RX y TX deseadas a través de los interruptores DIP SW4 y SW5.</p> <p>Conectar el cable de comunicación al socket USBC2 (cable tipo USB-C)</p>
USB C	<p>Para habilitar la comunicación USB C, debe habilitar las líneas USB_N y USB_P a través de los interruptores DIP SW3 (RC4 y RC5).</p> <p>Conectar el cable de comunicación al socket USBC1 (cable tipo USB-C)</p>
PUERTO	<p>Algunos pines del PUERTO están conectados directamente al microcontrolador, y algunos que están conectados a otros módulos integrados se habilitan a través de puentes H9, H10, H11 y H13.</p> <p>El estado lógico de todas las entradas digitales del microcontrolador se puede cambiar mediante pulsadores. El DIP SW22 se usa para determinar el estado lógico que se aplicará al pin del microcontrolador deseado al presionar el botón correspondiente.</p> <p>Los interruptores DIP de tres estados tales como el SW16, SW17, SW18, SW19 y SW20, se utilizan para</p>

	<p>habilitar la resistencia pull-up o pull-down 10K en cualquier pin de puerto deseado. Cada uno de estos interruptores tiene tres estados:</p> <ul style="list-style-type: none"> - LA POSICIÓN MEDIA desactiva la función de subida y bajada desde el pin del PUERTO - POSICIÓN ARRIBA conecta la resistencia en estado pull-up al pin seleccionado - POSICIÓN ABAJO conecta la resistencia en estado desplegable al pin del PUERTO seleccionado <p>La placa contiene LEDs que se pueden usar para la indicación visual del estado lógico en los pines PUERTO. Un LED activo indica que una lógica alta (1) está presente en el pin. Para habilitar los LED de PUERTO, es necesario habilitar los interruptores DIP correspondientes en SW21.</p>
<p>LCD/GLCD</p>	<p>La comunicación con el LCD o GLCD se realiza a través del conector U27 o H2 respectivamente. Hemos permitido que la luz de fondo de la pantalla se habilite de dos maneras diferentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se puede encender con brillo completo usando el DIP SW11 (BCK). - El nivel de brillo se puede determinar con la señal PWM del microcontrolador, lo que le permite escribir un software de control de retroiluminación personalizado. Este modo de luz de fondo está habilitado con el DIP SW11 (BCK_PWM). <p>El panel táctil se activa con los interruptores SW11 (RA0, RA1, RC0 y RC1). Conectan las líneas READ-X y READ-Y del panel táctil con las entradas analógicas RA0 y RA1, y DRIVEA y DRIVEB con las salidas digitales RC0 y RC1 en los zócalos del microcontrolador. Asegúrese de desconectar otros periféricos, LED y</p>

	resistencias pull-up o pull-down adicionales de las líneas de interfaz para no interferir con la integridad de la señal/datos.
7 SEGMENTOS	Para habilitar las líneas de selección de dígitos para la pantalla de 7 segmentos y 4 dígitos, debe activar las líneas de selección de dígitos están conectadas al DIP SW3 (RA1, RA2, RA3, RA4 y RA5), y las líneas de datos conectadas al DIP SW1 o SW2 de acuerdo a la programación. Asegúrese de desconectar otros periféricos de las líneas de interfaz para no interferir con la integridad de la señal/datos.
LM35	La tarjeta entrenadora le permite obtener lecturas analógicas del sensor LM35 utilizando el DIP SW8. Al colocar el sensor en el zócalo, asegúrese de que el semicírculo de las marcas de serigrafía de la placa coincida con la parte redondeada del sensor LM35. Si accidentalmente conecta el sensor de otra manera, puede dañarse permanentemente y es posible que deba reemplazarlo por otro. Durante las lecturas del sensor, asegúrese de que ningún otro dispositivo utilice la línea analógica seleccionada, ya que puede interferir con las lecturas.
ADC	Para conectar la salida del potenciómetro ADC1 a las entradas analógicas del microcontrolador RA0, RA1, RA2, RA3 o RA5, hay que usar el DIP SW6 (ADC1) en la posición deseada. Si desea conectar el potenciómetro ADC2 a cualquiera de las entradas del microcontrolador analógico RB0, RB1, RB2, RB3 o RB4, use el DIP SW7 (ADC2) en la posición deseada. Al mover la perilla del potenciómetro, puede crear voltajes en el rango de GND a VCC
SOUND -BUZZER	Para utilizar el zumbador piezoeléctrico, primero debe conectar el controlador del transistor del zumbador piezoeléctrico al pin del microcontrolador apropiado.

	Esto se hace usando el DIP SW6 (RE1 O RC2).
ACELEROMETRO	<p>El acelerómetro se comunica con el microcontrolador a través de la interfaz I2C o SPI según la posición de los puentes RB1, RB2, RB3 Y RB4 SMD. Estos puentes están soldados en la posición de la interfaz I2C de forma predeterminada.</p> <p>Para habilitar las líneas de comunicación usar el DIP SW14 o SW13 de acuerdo al tipo de interfaz a usar.</p>
KEYPAD 4X4	La comunicación con la botonera keypad 4x4 se realiza a través del conector U41. Para la comunicación con el microcontrolador conecte el DIP SW12 (RD0, RD1, RD2, RD3, RD4, RD5, RD6 y RD7).
MATRIZ 32X8	Para habilitar las líneas de selección del integrado MAX7219 en la matriz de 32x8, debe activar las líneas conectadas al DIP SW9 (RC7) y SW10 (RB1), seguido de las líneas de datos conectadas al DIP SW9 (RD0, RD1, RD2 o RD3) o SW10 (RB4, RB5, RB6 y RB7) de acuerdo a la programación. Asegúrese de desconectar otros periféricos de las líneas de interfaz para no interferir con la integridad de la señal/datos.
RESETEO	En la parte inferior derecha de la tarjeta entrenadora, hay un botón RESET, que se puede usar para reiniciar manualmente el microcontrolador. Este botón está directamente.

Fuente: Elaboración propia