

Universidad Tecnológica de El Salvador

FACULTAD INFORMÁTICA Y CIENCIAS APLICADAS
CARRERA TÉCNICO EN INGENIERÍA DE HARDWARE



Tema: “Diseño e implementación de una báscula electrónica digital para el pesaje en experimentos del laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador”.

Trabajo de graduación presentado por:

Marroquín Flores, Francisco Javier

Pérez Hernández, Ervin Alejandro

Vásquez Ponce, Osmín Antonio

Para optar al grado de:

Técnico en Ingeniería de Hardware

Abril, 2016

San Salvador, El Salvador, Centroamérica

Página de autoridades

Ing. Nelson Zárate Sánchez.

Rector

Lic. José Modesto Ventura.

Vicerrector Académico

Ing. Francisco Armando Zepeda.

Decano

Jurado examinador

Ing. José Mauricio Rivera

Presidente

Ing. Hugo Joel Ortiz

Primer vocal

Ing. German Rosa Castellanos

Segundo vocal

Abril, 2016.

San Salvador, El Salvador, Centroamérica.

ACTA DE EXAMEN PROFESIONAL

HABIÉNDOSE REUNIDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

Ing. Hugo Joel Ortíz Zaldaña, Tec. German Antonio Rosa Castellanos,
Ing. José Mauricio Rivera, a las 12:30m. del día Martes, 1 de Diciembre de
dos mil quince.

Y LUEGO DE HABER DELIBERADO SOBRE EL EXAMEN PROFESIONAL DE LOS ALUMNOS:

- | | |
|--------------------------------------|---------------------|
| 1- Francisco Javier Marroquín Flores | Carnet 28-6307-2013 |
| 2- Ervín Alejandro Pérez Hernández | Carnet 28-5315-2013 |
| 3- Osmín Antonio Vásquez Ponce | Carnet 28-5667-2009 |

QUIENES PRESENTARON DEFENSA DE SU TRABAJO DE GRADUACION TITULADO:

"Diseño e implementación de una báscula electrónica digital para el pesaje
en experimentos del laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El
Salvador"

PARA OPTAR AL GRADO DE:

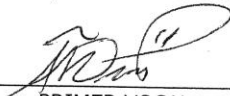
TÉCNICO EN INGENIERIA DE HARDWARE

Y DEL CUAL TAMBIEN EVALUARON LOS CONOCIMIENTOS RELACIONADOS CON EL TEMA DEL
MISMO. POR LO QUE ESTE JURADO RESUELVE DECLARAR EL EXAMEN COMO:

APROBADO

YA QUE CUMPLE CON LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO DE GRADUACION
DE LA UNIVERSIDAD.

San Salvador, 1 de Diciembre de dos mil quince.

F. 
PRIMER VOCAL
Ing. Hugo Joel Ortíz Zaldaña

F. 
SEGUNDO VOCAL
Tec. German Antonio Rosa Castellanos

F. 
PRESIDENTE
Ing. José Mauricio Rivera

Dedicatoria de Ervin Alejandro Pérez Hernández.

Primeramente doy gracias a Dios por todo lo aprendido y vivido en esta universidad.

Doy gracias a la Universidad Tecnológica de El Salvador por abrirme las puertas para cumplir con mis objetivos, propósitos, y así poder superarme académicamente y dar un gran paso en mi educación superior.

Gracias doy a todos los docentes los cuales me enseñaron muchas cosas, por su apoyo, por su paciencia, por sus consejos y por hacer de mí una mejor persona.

También doy gracias a mis compañeros, con los cuales nos apoyamos los unos con los otros, y por el esfuerzo y sacrificio de cada uno hemos salido adelante gracias a Dios.

Estoy muy agradecido con la universidad, porque gracias a la UTEC, a los docentes, compañerismo, esfuerzo, dedicación, sacrificio y en especial gracias a Dios he logrado mi carrera “Técnico en Ingeniería de Hardware”.

Sin más que decir: gracias por todo Universidad Tecnológica de El Salvador.

¡El éxito de la vida no está en vencer siempre, sino en no rendirse nunca!

Dedicatoria de Francisco Javier Marroquín Flores.

Quiero agradecerle de todo corazón a las 3 únicas mujeres en mí vida, a Leyla mi mamá, que siempre ha sido mi luz, mi compañía y todo lo que tengo, a mi hermana Eliana, mi fiel amiga, y a mi abuela Angelina por ser siempre mi segunda madre. A mi abuelo Miguel, por enseñarme siempre el valor del trabajo y que se puede tomar ventaja de lo amargo de nuestra existencia, a mi papá Francisco, y por último a mi tío Omar, por todo su apoyo y hacerme ver mi potencial como persona y ser humano y no dudar nunca de ello.

A mí familia en general, por todas sus muestras de apoyo, pero sobre todo a mi familia de San Miguel, tanto Figueroa, Abarca, González y Francisco, por hacerme sentir siempre bienvenido, a mi mentor Ítalo, por ser en ocasiones casi como un papá, amigo pero sobre todo hermano al igual que Julio, gracias por ser mis hermanos, no de sangre pero si de cariño, lealtad y mucho más.

A mis amigos Fernando, César, Daniel, Rafael, Soto, Víctor y Walter, por siempre estar ahí en momentos difíciles a través del tiempo y sin importar la distancia. De igual forma a mis compañeros de proyecto de tesis Ervin y Osmín, nuestro asesor German Rosa, e igual al Ing. Otoniel por su contribución.

Y un agradecimiento especial para Alexandra Oquendo, por ayudarme a crecer como persona y ser humano, por su existencia y su presencia, que ha traído muchos desafíos, pero sobre todo mucha paz a mi existencia, locura que necesitaba y amor que faltaba en mi vida.

Dedicatoria de Osmín Antonio Vásquez Ponce.

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi preparación profesional y académica, por ser mi fortaleza en todo momento de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias.

Le doy gracias a mis padres Osmín y Rosa por apoyarme en todo momento, por los valores que me inculcaron día con día y por haberme preparado para la vida académica.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida y comprensión por mis días de estrés y enojos.

A Miriam por ser una parte importante de mi vida, por haberme apoyado en las buenas y en las malas, ser mi apoyo esencial en mis tropiezos. A ti mil gracias.

Gracias también a mi tía Miriam Pineda por apoyo incondicional tanto emocional y financieramente posible.

A Yaneth, por darme la virtud de la paciencia y la tolerancia para enfrentar tropiezos en lo académico a ti, mil gracias y T. A. M mi princesa.

Índice

Introducción	i
Capítulo I Situación actual	1
1.1 Situación problemática.....	1
1.2 Enunciado del problema	1
1.3 Justificación	2
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5 Delimitaciones.....	4
1.5.1 Delimitación geográfica.....	4
1.5.2 Delimitación temporal.....	4
1.5.3 Delimitación organizacional	5
1.6 Alcances	6
1.7 Estudio de factibilidad	7
1.7.1 Factibilidad económica.....	7
1.7.2 Factibilidad técnica.....	10
1.7.3 Análisis general.....	14
Capitulo II Documentación técnica.....	15
2.1 Marco teórico de referencia	15
2.1.1 Domótica.....	15
2.1.1.1 Características de un sistema domótico	16
2.1.1.2 Sistema a gestionar de los sistemas domóticos.....	17
2.1.1.3 Aplicación de la domótica al proyecto	19

2.2.1 Inmótica	19
2.2.1.1 Aplicación de la inmótica al proyecto.....	20
2.3.1 El hardware Arduino.....	21
2.3.1.1 El software Arduino	24
2.4.1 Sensores.....	26
2.4.1.1 Características de los sensores	27
2.4.1.2 Tipos de sensores	28
2.5.1 Pantalla LCD.....	30
2.5.1.1 Tamaños	32
2.6.1 Electrónica	32
2.6.1.1 Historia de la electrónica.....	33
2.6.1.2 Tipos de señales	35
2.6.1.3 Ventajas y desventajas de los sistemas digitales.....	37
2.2 Marco teórico de solución	38
2.2.1 Circuito electrónico de pesaje del laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador	38
2.2.2 Firmware de control para sensor de peso	40
2.2.3 Manual para el manejo de báscula electrónica digital	44
2.2.4 Case de báscula electrónica digital para el laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador.....	48
2.2.5 Entrega de báscula electrónica digital para el laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador.....	49
2.3 Marco teórico conceptual	50
2.4 Documentación técnica.....	55

Capítulo III Desarrollo de la solución	58
3.1 Propuesta de la solución.....	58
3.1.1 Algoritmo de firmware de báscula electrónica digital	61
3.1.2 Flujograma de firmware de báscula electrónica digital.....	62
3.1.3 Firmware final para báscula electrónica digital	64
3.1.4 Manual de uso de la báscula electrónica digital	68
3.1.5 Descripción del ensamblaje del prototipo.....	74
3.1.5.1 Conexiones para báscula electrónica digital	76
3.1.5.2 Case o compartimiento para báscula electrónica digital.....	77
3.2 Conclusiones	78
3.3 Recomendaciones	79
3.4 Referencias.....	80
 Anexos.....	 81
Matriz de congruencia.....	81

Introducción

A continuación se presenta la debida documentación para la implementación de una báscula electrónica digital, desarrollada gracias al conjunto de ciertos componentes para que cumplan con la función de báscula, junto a una debida programación para una funcionabilidad estable, esto realizado para lo que es el laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador, de esta forma, el docente, tanto el estudiante, se verán beneficiados durante el desarrollo de sus clases, haciendo de ellas más claras y a su vez contribuyendo a la actual vanguardia tecnológica.

Capítulo I Situación actual: dentro de este capítulo se presenta la situación que atraviesa lo que es el laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador y las diversas problemáticas dentro de él, de igual forma, se plantea la solución a las problemáticas planteadas, se dan a conocer los objetivos, tanto generales y específicos perseguidos dentro del proyecto, los cuales toman como enfoque en implementar una báscula electrónica digital para el laboratorio de física de la Universidad Tecnológica, igualmente se da a conocer su respectiva delimitación en lugar y tiempo, se desea cumplir con lo que es promesa-producto, que denotan lo que son los alcances del proyecto, se presenta un estudio de factibilidad que se da a conocer al final de este capítulo.

En dicho apartado se toma como enfoque los implementos o componentes principales a utilizar, como también se presenta un cuadro de evaluación económica y técnica, estos para definir los gastos que se realizaran para cumplir con el proyecto y seleccionar adecuadamente los componentes a utilizar para cumplir con el proyecto.

Capitulo II Documentación técnica: dentro de este capítulo se da a conocer el marco teórico de referencia, en él se da a conocer y se profundiza en términos importantes como lo es la domótica, que se refiere a la automatización y control de aparatos y sistemas de instalación eléctrica y electrónica. Se toman otros conceptos importantes como inmótica, Arduino; que es la plataforma de desarrollo sobre la cual se implementará la báscula electrónica, de igual forma los sensores, pantallas LCD y la electrónica. Posteriormente se presenta el marco teórico de la solución el cual lo constituye una pequeña muestra de lo que es el circuito electrónico de la báscula, acompañado de lo que es el firmware o software alojado en el microcontrolador de la plataforma Arduino que permitirá realizar la función de báscula a los componentes integrados a dicha plataforma, de igual forma se presenta un avance de su manual de uso, y para finalizar ésta sección se presenta algunas características deseadas para el diseño del contenedor de la báscula.

Se definen algunos conceptos importantes y de mayor realce dentro de la investigación tales como: báscula, programación, etc. Finalmente se presenta la documentación técnica la cual nos da detalles o especificaciones de los implementos a usar dentro del proyecto para elaborar la báscula electrónica.

Capitulo III Desarrollo de la solución: en este capítulo se da a conocer la problemática que se vive en lo que es el laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador, de igual forma se presenta la propuesta de solución a la problemática ya planteada. Se muestra el algoritmo que consiste en los pasos que realizara el firmware que ejercerá la función de báscula; igualmente se presenta el flujograma, que mostrará el funcionamiento lógico de la báscula, el firmware, que consiste en el programa en sí para las funciones que desempeñará la báscula electrónica digital. Se presenta lo que es el manual de uso para el dispositivo, que es un documento claro y preciso sobre el uso correcto de la báscula, se describe lo que es el ensamblaje de los componentes del dispositivo y de igual forma las conexiones de ésta y el contenedor o case de la báscula. Se finaliza con lo que son las conclusiones del proyecto de tesis, las recomendaciones para el debido uso de la báscula y la respectiva bibliografía del documento.

Capítulo I Situación actual

1.1 Situación problemática

En el laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador, los docentes y estudiantes realizan experimentos de pesaje con equipos antiguos o desfasados, en el laboratorio se requiere equipos innovadores que contribuya a la enseñanza y un mejor aprendizaje, igualmente se desea implementar equipo de bajo costo, y si se desea producir en altas cantidades, el costo se verá reducido considerablemente. Actualmente en el laboratorio no se cuenta con ese tipo de equipo, al momento de desarrollar dichos experimentos, de igual forma, estos no pueden realizarse con total seguridad ni exactitud, ya que deben ser calibrados todos los equipos. El alumnado consume más tiempo para preparar y verificar los equipos de trabajo, y en muchas ocasiones perdiendo la concentración durante la clase, la cual requiere de ella para una debida comprensión demandada por la materia.

1.2 Enunciado del problema

¿De qué manera se puede brindar una solución ante el equipo de pesaje desfasado dentro del laboratorio de física para brindar una mejor enseñanza y aprendizaje para los docentes y estudiantes?

1.3 Justificación

Debido al avance tecnológico y la constante innovación de centros educativos, escuelas, universidades, entre otras; se encuentra la necesidad de aportar y adentrarse en la actual vanguardia tecnológica, elaborando una báscula electrónica digital como sistema de pesaje, esto para mejorar la calidad del aprendizaje del estudiante al necesitar pesar objetos para el desarrollo y la debida comprensión de sus clases o prácticas. Esto mediante el uso de la plataforma Arduino y diferentes implementos, que su conjunto y una debida programación de dicha plataforma formarán la mencionada báscula, la cual será elaborada; destinada a formar parte de lo que es el laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

Los beneficios que se desean alcanzar con la báscula electrónica son:

- ✓ Aporte tecnológico y didáctico al laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador.
- ✓ Equipo donado.
- ✓ Mejor comprensión del tema desarrollado durante la materia o clase.
- ✓ Equipo innovador.
- ✓ Mayor exactitud al mostrar resultados.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general:

- ✓ Implementar una báscula electrónica digital para el pesaje en experimentos del laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador.

1.4.2 Objetivos específicos:

- ✓ Diseñar un circuito electrónico basado en microcontrolador que sea de bajo costo y funcional.
- ✓ Desarrollar un software o firmware que sea estable para el funcionamiento de la báscula electrónica.
- ✓ Elaborar un manual de uso de la báscula electrónica.
- ✓ Diseñar un compartimiento único para la báscula digital.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitación geográfica: laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador, ubicado en casa del estudiante 1^{ra} calle poniente entre 19 y 21 avenida norte.

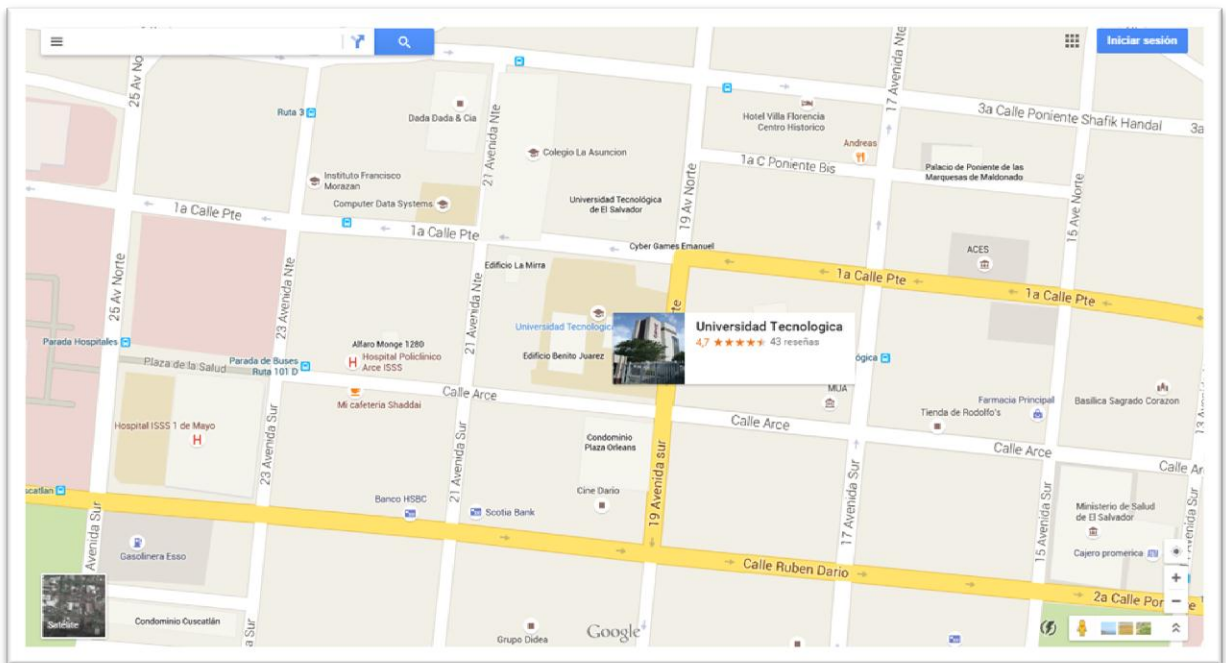


Figura 1.1: Mapa de ubicación de Universidad Tecnológica de El Salvador. Fuente: Google Maps.

1.5.2 Delimitación temporal: el tiempo estipulado para elaborar el proyecto, es durante el ciclo 02-2015, entre el 10 de septiembre y 1 de noviembre de 2015.

1.5.3 Delimitación organizacional: el proyecto a desarrollar es en el laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El salvador, que su organización comprende de la siguiente manera:

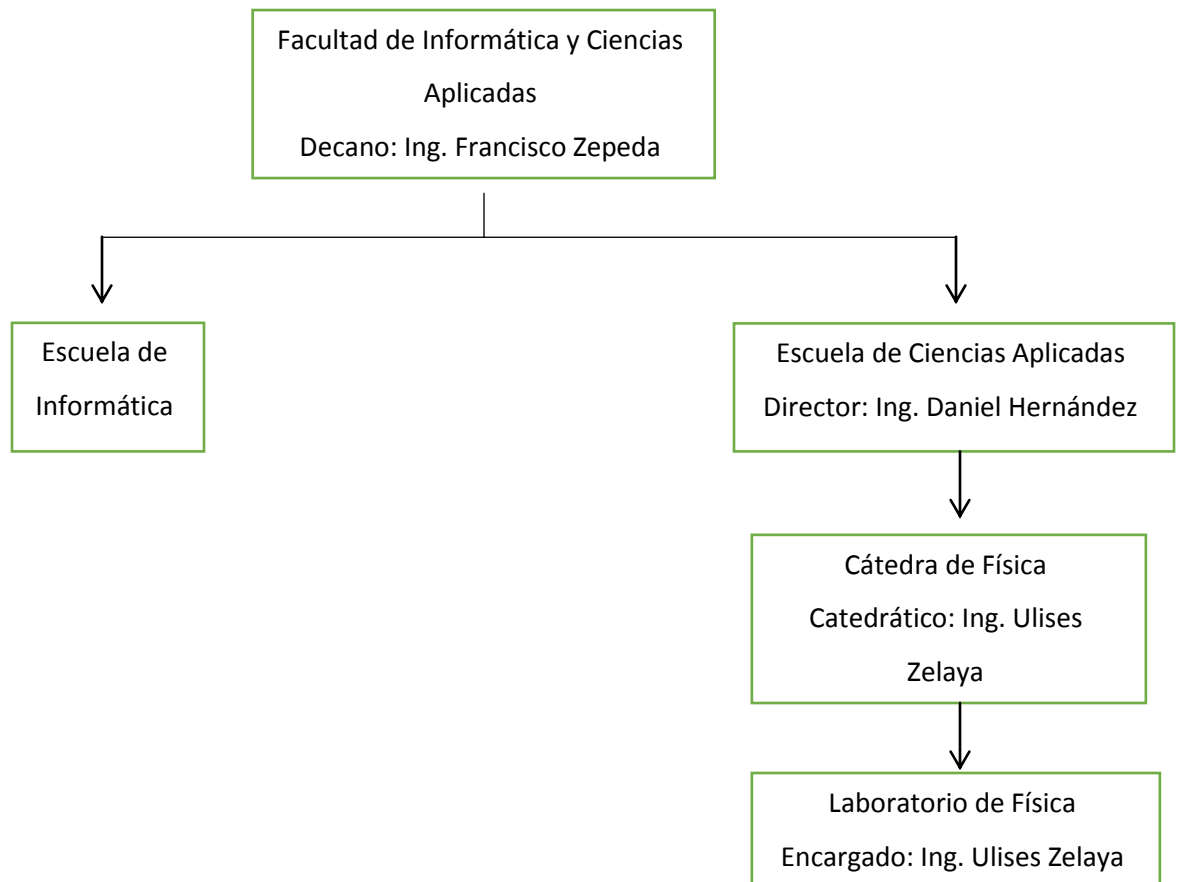


Figura 1.2: Mapa organizacional que apropia al laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador. Fuente: Propia.

1.6 Alcances

Con la presentación de los alcances, se pretende dar a conocer las promesas que abarca el proyecto, cada una de ellas tiene como finalidad un producto en la que se verá reflejada dichas promesas, y con estas cumplidas, se espera concluir con éxito el proyecto planteado.

Promesa	Producto
* Diseñar un circuito electrónico basado en microcontrolador que sea de bajo costo y funcional.	* Presentar un diseño de báscula electrónica, basado en la plataforma Arduino.
* Desarrollar un software o firmware que sea estable para el funcionamiento de la báscula electrónica.	
* Elaborar documentación para un uso debido de la báscula electrónica.	* Entregar un manual de uso para la báscula electrónica digital.

* Diseñar un compartimiento propio.	* Elaborar y diseñar un compartimiento propio para la báscula electrónica.
-------------------------------------	--

1.7 Estudio de factibilidad

En éste apartado se toma como enfoque los implementos o componentes principales a utilizar para elaborar la báscula electrónica digital, se toma en cuenta aspectos económicos y técnicos. Durante la adquisición de los componentes, es de vital requerimiento una debida compatibilidad entre estos. Los componentes principales a utilizar para el desarrollo de la báscula electrónica digital son: tarjeta de desarrollo microcontroladora, pantalla de despliegue digital y sensor de peso.

1.7.1 Factibilidad económica

A continuación se presenta un estudio enfocado a determinar qué componentes son más factibles económicamente, tomando en cuenta marcas, lugar o forma de adquisición de los componentes, aún sin tomar como enfoque las características técnicas de los componentes. Se ha realizado un pequeño estudio por cada componente, y se determinará cuál será el más factible económicamente.

Cuadro de evaluación económica de tarjeta de desarrollo microcontroladora			
Estudio de factibilidad económica			
Nombre del producto	Arduino UNO	Arduino MEGA	Texas Instruments TIVA-C
Precio	\$17.00	\$25.00	\$24.27
Establecimiento consultado o URL	https://www.facebook.com/IngenieriaNacional-151851174965137/?fref=ts		http://www.ebay.com/itm/TM4C123G-LAUNCHPAD-TIVA-C-EVAL-KIT-Part-TEXAS-INSTRUMENTS-EK-TM4C123GXL-/271444916591?hash=item3f3360b96f:g:RF4AAMXQrhdTPxnJ

Se ha obtenido de la evaluación económica más factible el uso de una tarjeta microcontroladora Arduino UNO.

Cuadro de evaluación económica de pantalla de despliegue digital			
Estudio de factibilidad económica			
Nombre del producto	LCD 16X2	LCD 20X4	OLED
Precio	\$6.00	\$4.26	\$6.56
Establecimiento consultado o URL	https://www.facebook.com/IngenieriaNacional-151851174965137/?fref=ts	http://www.ebay.com/itm/Blue-Serial-IIC-I2C-TWI-2004-204-20X4-Character-LCD-Module-Display-For-Arduino-/381375068233?hash=item58cbb9b849:g:oL8AAOSwFAZTviYj	http://www.ebay.com/itm/Blue-0-96-IIC-I2C-128X64-OLED-LCD-Display-Module-Arduino-STM32-AVR-51-NEW-/381445574652?hash=item58cfed8ffc:g:O6wAAOSwNSxVTJkg

Según la evaluación económica se podría utilizar una pantalla desplegable digital LCD 20X4.

Cuadro de evaluación económica de sensor de peso	
Estudio de factibilidad económica	
Nombre del producto	Keyes HX711
Precio	\$6.11
Establecimiento consultado o URL	http://www.ebay.com/itm/KEYES-HX711-Dual-channel-Weight-Sensor-Amplifier-A-D-Module-for-Arduino-/161864845012?hash=item25afe586d4:g:7NAAAOSwl-BWJ1G2

Se ha escogido un sensor de peso Keyes HX711, ya que es de los pocos o únicos sensores de peso compatible con la tarjeta microcontroladora Arduino.

1.7.2 Factibilidad técnica

Se presenta un estudio con enfoque técnico, el cual pretende establecer qué implementos utilizar al momento de realizar la báscula electrónica, pero tomando en cuenta las características técnicas de cada elemento a utilizar y cuál de éstos es más factible por su funcionabilidad, compatibilidad, etc.

Cuadro de evaluación de tarjeta de desarrollo microcontroladora, se requiere un nivel de calificación del 75%							
Característica técnica	Ponderación	Arduino UNO		Arduino MEGA		Texas Instruments TIVA-C	
		Valor	Total	Valor	Total	Valor	Total
Compatibilidad	25%	2	50%	2	50%	1	25%
Facilidad de programación	25%	2	50%	2	50%	0	0%
Memoria	25%	1	25%	1	25%	1	25%
Periféricos	25%	2	50%	2	50%	2	50%
Total	100%	175%		175%		100%	
% Final	%/2	75%		75%		50%	
0= no aplica, 1=aplica a medias, 2=aplica en su totalidad							

Luego de corroborar el estudio anterior, se podría optar por utilizar una tarjeta microcontroladora Arduino UNO.

Cuadro de evaluación de pantalla de despliegue digital, se requiere un nivel de calificación del 75%							
Característica técnica	Ponderación	LCD 16X2		LCD 20X4		OLED	
		Valor	Total	Valor	Total	Valor	Total
Facilidad de adquisición	25%	2	50%	1	25%	1	25%
Compatibilidad	25%	2	50%	2	50%	2	50%
Conectividad	25%	2	50%	2	50%	2	50%
Consumo eléctrico	25%	1	25%	1	25%	2	50%
Total	100%	175%		150%		175%	
% Final	%/2	87.5%		75%		87.5%	
0= no aplica, 1=aplica a medias, 2=aplica en su totalidad							

Luego del análisis anterior, se asume que se podría utilizar una pantalla LCD 16X2.

Cuadro de evaluación de sensor de peso, se requiere un nivel de calificación del 75%			
Característica técnica	Ponderación	Keyes HX711	
		Valor	Total
Facilidad de adquisición	50%	1	50%
Precisión	50%	2	100%
Total	100%	150%	
%Final	%/2	75%	
0= no aplica, 1=aplica a medias, 2=aplica en su totalidad			

Se concluye que el uso de éste sensor es el indicado para cumplir con las características de la báscula electrónica, además de ser de los únicos compatibles con la plataforma Arduino.

1.7.3 Análisis general:

Como conclusión ante los estudios económicos y técnicos presentados con anterioridad, se ha seleccionado tanto por su costo, lenguaje de programación, y que ésta contiene las características requeridas para desempeñar las funciones requeridas por la báscula a la tarjeta electrónica microcontroladora Arduino UNO. De igual manera se ha optado por comprar una pantalla de despliegue digital LCD 16X2, ya que su adquisición es la menos costosa, y además, el proyecto no demanda mayor espacio dentro de la pantalla. Lo que comprende el sensor de peso, se ha seleccionado por comprar un sensor de pesos Keyes HX711, ya que es de los pocos o únicos compatibles con la tarjeta microcontroladora Arduino.

A partir de estos productos se ha obtenido un costo a partir de los cuadros de factibilidad económica, el cual el costo total de los productos sería de \$29.11, esto solamente incluye el precio del producto, sin incluir gastos de envío e impuestos en aduana del país.

Capítulo II Documentación técnica

2.1 Marco teórico de referencia

2.1.1 Domótica

La palabra domótica, proviene de la unión de la palabra “domo” y el sufijo “tica”. La palabra “domo” etimológicamente proviene del latín “domus” que significa casa, y el sufijo “tica” proviene de la palabra automática. El concepto domótica se refiere a la automatización y control de aparatos y sistemas de instalación eléctrica y electrónica; de forma centralizada o remota. Su objetivo es asegurar al usuario de la vivienda un aumento del confort, de la seguridad, del ahorro energético y de las facilidades de comunicación. (Romero, Vásquez, & De Castro, 2011)

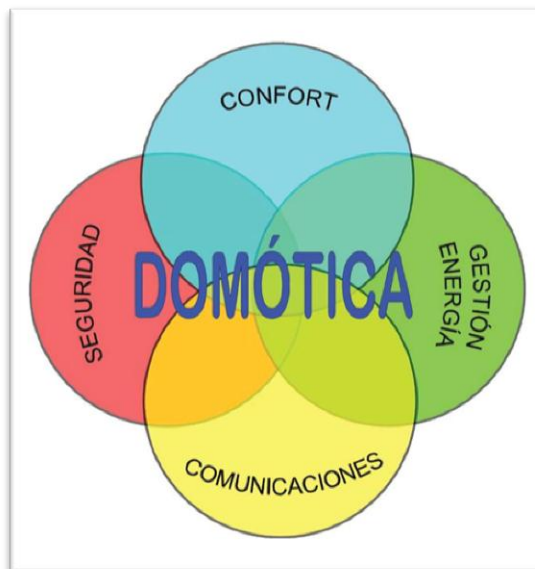


Figura 2.1 Campos que abarca la Domótica.

Fuente: www.sustentable&sostenible.com

2.1.1.1 Características de un sistema domótico

* **Simple y fácil de utilizar.** El sistema de control debe de ser simple y fácil de utilizar para que sea aceptado por los usuarios finales. La interfaz de usuario deberá ser sencilla e intuitiva de utilizar, para permitir un aumento del confort.

* **Flexible.** Debe tener prevista la posibilidad de adaptaciones futuras, de forma que ampliaciones y modificaciones se puedan realizar sin un costo elevado ni un esfuerzo grande.

* **Modular.** El sistema de control del edificio debe ser modular, para evitar fallos que puedan llegar a afectar a todo el edificio, y además debe permitir la fácil ampliación de nuevos servicios.

* **Integral.** El sistema debe de permitir el intercambio de información y la comunicación entre diferentes áreas de gestión del edificio, de forma que los diferentes subsistemas estén perfectamente integrados.

(Romero, Vásquez, Castro, 2011)

2.1.1.2 Sistemas a gestionar de los sistemas domóticos

En un edificio inteligente existe una gran cantidad de sistemas a gestionar. Estos sistemas también se suelen denominar servicios o aplicaciones. La clasificación más habitual de los sistemas a gestionar es aquella que los agrupa dependiendo del tipo de servicio, formando los siguientes sistemas: gestión de la energía, gestión de la seguridad, gestión del confort y gestión de las comunicaciones.

* **Gestión de energía.** Se encarga de gestionar el consumo de energía mediante temporizadores, relojes programadores, termostatos, etc.

- Calefacción.
- Climatización.
- Gestión de tarifas.
- Iluminación.

* **Gestión de confort.** Proporciona una serie de comodidades, como el control automático de los servicios de calefacción, agua caliente, iluminación, etc.

- Mando a distancia.
- Iluminación.
- Riesgo.

* **Gestión de seguridad.** La gestión de la seguridad y vigilancia que proporciona un sistema domótico es más amplia que la que puede proporcionar cualquier otro sistema.

- Alarma técnica.
- Alerta médica.
- Detección de movimiento.
- Detección de fuego.
- Detección de humo.
- Simulación de presencia.

* **Gestión de comunicación.** Se encarga de captar, transportar, almacenar, procesar y difundir datos o información.

- Transmisión de alarmas.
- Comunicación con otros sistemas.
- Telemando telefónico.

(Romero, Vásquez, Castro, 2011)

2.1.1.3 Aplicación de la domótica al proyecto

La aplicación de la domótica dentro del proyecto se puede ver desde el punto de vista de los sensores y las diversas aplicaciones que se pueden llevar a cabo por medio de otro tipo de sensores, ya sea para gestionar el envío de algún dato a un usuario final o presentar la información en otro dispositivo que no sea la pantalla LCD a utilizar, y además este cumple con 3 de las 4 características de un sistema domótico como lo son:

- * Simple y fácil de utilizar.
- * Flexible.
- * Integral.

2.2.1 Inmótica

Es un término algo desconocido que se refiere a la gestión técnica de edificios, y por tanto está orientado a grandes edificios: hoteles, ayuntamientos, bloques de piso, museos, oficinas, bancos, etc. La inmótica abarca edificios más grandes, con distintos fines específicos y orientados no sólo a la calidad de la vida, sino a la calidad del trabajo. Por lo tanto la parte más importante es determinar que funciones se desea gestionar automáticamente, cuándo y cómo. Para ello se emplearán las mismas técnicas de automatización de la domótica pero particularizadas a los sistemas de automatización que se desea incorporar.

Aunque normalmente se entiende a emplear siempre el concepto de sistemas domóticos cuando se trata indistintamente de viviendas o edificios, el concepto apropiado que se debe de emplear cuando se refiere a grandes edificios es el de inmótica y no el de domótica. (Romero, Vásquez, Castro, 2011).

2.2.1.1 Aplicación de la inmótica al proyecto

La inmótica se aplica dentro del proyecto gracias a un sensor fundamental dentro de éste, el cual es el sensor de peso Keyes HX711, por dar un ejemplo, en lo que son los elevadores que todo edificio debe poseer se puede aplicar el uso de este u otro sensor, ya que es importante hacer saber el peso máximo que puede transportar un elevador.



Figura 2.2 Gestión técnica de un edificio inteligente (Inmótica)

Fuente: www.sunsoluciones.com

2.3.1 El hardware Arduino

Arduino es un prototipo de plataforma open-source basado en software y hardware de fácil de uso. Las placas Arduino son capaces de leer entradas, luz en un sensor, un dedo en un botón o un mensaje de Twitter y convertirla en una salida, activar un motor, encender un LED, publicar algo en línea. Se puede decir que lo hace mediante el envío de un conjunto de instrucciones que el microcontrolador hace a la placa. (Creative Commons Attribution, 2015)

En alguna forma se podría pensar en la tarjeta Arduino como hijo de una



computadora de escritorio tradicional, en sus raíces, el Arduino es esencialmente una pequeña tarjeta madre o motherboard, que puede ser programada por medio de un lenguaje de programación, para ejecutar las acciones que 1 usuario requiere.

Figura 2.3 Logo Arduino. Fuente: <http://www.luisllamas.es/tutoriales-de-arduino/>

El desarrollo de la plataforma Arduino y sus aplicaciones están basadas en la filosofía open-hardware-source significa que tanto su diseño electrónico como su distribución en software son libres. Es decir, puede utilizarse libremente para desarrollar cualquier tipo de proyecto sin tener que adquirir ningún tipo de licencia.

El desarrollo de esta herramienta ha dado pie a toda una revolución en el mundo de la computación física ya que ha permitido unir dos grandes campos de las ciencias aplicadas: la electrónica y la informática. Y es un gran apoyo para: programadores experimentados que desean un acercamiento a la electrónica, sin la necesidad de construir sus propias tarjetas de circuito impreso de prototipo.

(Flores, 2013)

El sistema Arduino es la unión de Hardware y Software, que permite el desarrollo de aplicaciones de Computación Física, el hardware de Arduino lo constituyen sus placas o tarjetas electrónicas basadas en el Microcontrolador ATMEGA, e incluyen una interfaz USB para la descarga del firmware además de terminales que ponen a disposición del diseñador los pines de entrada/salida del Microcontrolador interno a la tarjeta.

La tarjeta básica y más popular de Arduino es la modelo UNO que contiene para interacción con el usuario catorce entradas/salidas digitales, seis entradas analógicas y un puerto serial que permite realizar comunicación con periférico, además de un puerto serial una conexión USB.

(Flores, 2013),



Figura 2.4 Placa Arduino UNO. Fuente: <http://5hertz.com>

El microcontrolador es el “cerebro” del Arduino, el elemento que le brinda la capacidad de procesamiento computacional a Arduino, se trata de un pequeño chip que contiene un procesador o CPU para ejecutar las instrucciones de un programa informático almacenado en su memoria interna, este microcontrolador proporciona diversas vías o pines para poder enviar y recibir datos para sensores y actuadores. (Flores, 2013)

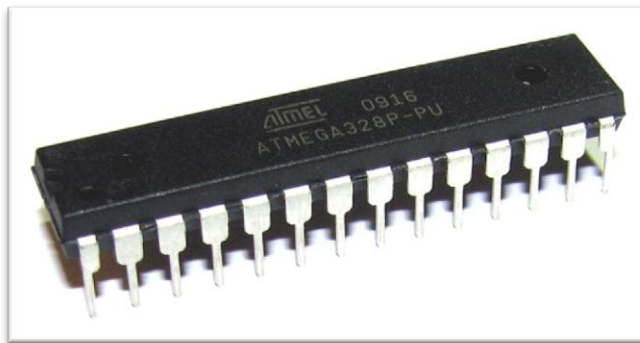


Figura 2.5 Microcontrolador AtMEGA328. Fuente: <http://mikroe.es/>

Un microcontrolador se dice que es una computadora de un solo chip ya que en su interior se encuentran los bloques funcionales necesarios para implementar un sistema computacional, dentro se encuentra una CPU, además de un bloque de memoria (ROM y RAM), un circuito reloj interno, y periféricos de Entrada/Salida para la comunicación externa. (Scherz, 2000)

2.3.1.1 El software Arduino

El otro componente del sistema Arduino es el IDE o software que permite programar la tarjeta Arduino, este IDE es un ambiente integrado de desarrollo donde se puede editar, copiar, compilar y programar el firmware de la aplicación Arduino, el lenguaje de programación es el “lenguaje C/C++”.

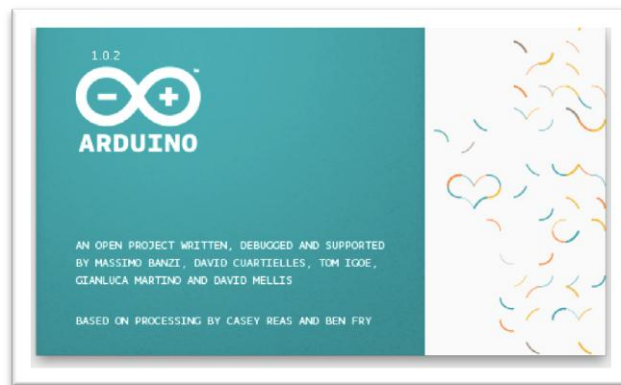


Figura 2.6 Pantalla de inicio de Arduino IDE. Fuente: <https://blog.arduino.cc>

Una ventaja del sistema Arduino es que su IDE es descargable completamente gratis, www.arduino.cc, además debido a que es una plataforma desarrollada bajo la filosofía Open Source Hardware, existe una gran base de conocimiento sobre el uso del IDE y ejemplos de programas de aplicación para Arduino.

(Flores, 2013)

La interface y programa IDE Arduino está desarrollado usando el lenguaje Processing, de ahí su enorme parecido con este, el IDE cuenta con todas las herramientas necesarias para codificar, compilar y descargar los programas a la memoria del microcontrolador dentro de la tarjeta Arduino, los archivos de código fuente creados por el IDE tienen la extensión .ino y son denominados sketches.

(Flores, 2013)



Figura 2.7 Interfaz de Arduino IDE. Fuente: <http://www.robotshop.com/>

2.4.1 Sensores

La misión de un sensor es la conversión de magnitudes de una determinada naturaleza a otra, generalmente eléctrica (también se suelen denominar transductores).

En un edificio, se encargarán de proporcionar toda la información necesaria para su posterior gestión. Sensores habituales son los de temperatura, humedad, presencia, iluminación, etc. (Romero, Vásquez, Castro, 2011)



Figura 2.8 Función de un sensor. Fuente: www.bytabil.net

2.4.1.1 Características de los sensores

- * **Amplitud.** Diferencia entre los límites de medida.
- * **Calibración.** Patrón conocido de la variable medida que se aplica mientras se observa la señal de salida.
- * **Error.** Diferencia entre valor medido y valor real.
- * **Exactitud.** Concordancia entre valor medido y valor real.
- * **Factor de escala.** Relación entre la salida y la variable medida.
- * **Fiabilidad.** Probabilidad de no error.
- * **Histéresis.** Diferente recorrido de la medida al aumentar o disminuir ésta.
- * **Precisión.** Dispersión de los valores de salida.
- * **Ruido.** Perturbación no deseada que modifica el valor.
- * **Sensibilidad.** Relación entre la salida y el cambio en la variable medida.

* **Temperatura de servicio.** Temperatura de trabajo del sensor.

* **Zona de error.** Banda de desviaciones permisibles de la salida.

(Romero, Vásquez, Castro, 2011)

2.4.1.2 Tipos de Sensores

Existen muchos tipos de sensores que se pueden agrupar en función de determinados criterios de clasificación: atendiendo a su alimentación, al tipo de señal implicada, y al ámbito de aplicación. (Romero, Vásquez, Castro, 2011)

* **Atendiendo a su alimentación:**

- Activos. Deben ser alimentados eléctricamente a los niveles apropiados (tensión, corriente, etc.). Son los más habituales.
- Pasivos. No necesitan alimentación eléctrica.

* **Atendiendo al tipo de señal implicada:**

- Continuos. Cuando las señales que proporcionan son continuas.
- Discretos. Cuando las señales que proporcionan son discretas.

*** Atendiendo al ámbito de aplicación:**

- Gestión climática. Sensores de temperatura (resistivos, semiconductores, termopares), termostatos, sondas de temperatura para inmersión, para conductos, para tuberías, sensores de humedad, sensores de presión, etc.
- Gestión contra incendio. Sensores iónicos, termovelocimétricos, sensores ópticos, infrarrojos, de barrera óptica, sensores ópticos de humo, de dilatación, etc.
- Gestión contra intrusión/robo. Sensores de presencia por infrarrojos, por microondas o por ultrasonidos, sensores de apertura de puertas o ventanas, sensores de rotura de cristales, etc.
- Control de presencia. Lector de teclado, lector de tarjetas, identificadores corporales (biométricos).
- Control de iluminación. Sensor de luminosidad.
- Otros sistemas. Sensores de lluvia, de viento, de CO, de gas, de inundación, de consumo eléctrico, de consumo de agua, de nivel de depósitos.

(Romero, Vásquez, Castro, 2011).



Figura 2.9 Algunos tipos de sensores. Fuente: <http://es.slideshare.net>

2.5.1 Pantalla LCD

Una pantalla de cristal líquido o LCD (acrónimo del inglés liquid crystal display) es una pantalla delgada y plana, formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos de pilas, ya que utiliza cantidades muy pequeñas de energía eléctrica. Estas pueden desplegar caracteres alfanuméricos: números y letras. (Flores, 2013).

Antes de aparecer los módulos LCD, se utilizaban los DISPLAY de siete segmentos para poder mostrar la información, estos tienen una gran limitación de poder mostrar los caracteres alfanuméricos y símbolos especiales, también consumen demasiada corriente y ocupan demasiado espacio físico. Posteriormente aparecieron otros tipos de DISPLAY más complejos que podían mostrar algunos caracteres y símbolos; pero tenían de igual manera mucho consumo de corriente y ocupaban también bastante espacio físico.

Finalmente aparecieron los módulos LCD o pantallas de cristal líquido la cual tiene la capacidad de mostrar cualquier carácter alfanumérico. Estos dispositivos ya vienen con su pantalla y toda la lógica de control pre-programada en la fábrica y lo mejor de todo es que el consumo de corriente es mínimo y no hace falta realizar tablas especiales como se hacía anteriormente con los DISPLAY de siete segmentos.

(Flores, 2013).



Figura 2.10 Pantalla LCD 16X2. Fuente: <http://articulo.mercadolibre.com.mx/>

2.5.1.1 Tamaños

Los módulos LCD se diferencia entre sí por el número de caracteres que pueden desplegar, se especifican por medio el número de caracteres y líneas, es así como hay LCD 8X2, 16X1, 16X2, 20X2, 20X4, 40X2 y 40X4.

Los módulos LCD más comunes son los 16X2, se pueden visualizar 2 líneas de 16 caracteres cada una, es decir, $2 \times 16 = 32$ caracteres. Tiene un consumo de energía de menos de 5mA y son ideales para dispositivos que requieran una visualización pequeña o media y alimentados por baterías.

(Flores, 2013).

2.6.1 Electrónica

La electrónica es una parte de la física encargada del estudio del electrón y de sus aplicaciones.

Los primeros efectos eléctricos y magnéticos fueron observados por la cultura griega hace más de 2.500 años, si bien en aquella remota época nadie entendía muy bien por qué algunas sustancias como el ámbar (resina seca de algunos árboles) al frotarla atraía pequeños materiales como pelo o papel.

(Pardo, 2012)

2.6.1.1 Historia de la electrónica

El primer descubrimiento del fenómeno magnético se produjo con un mineral bastante común (la magnetita), que tiene la propiedad de ser un imán natural.

Todo esto permaneció en el más absoluto desconocimiento hasta que a finales del siglo XVIII, y durante todo el siglo XIX, el estudio por parte de algunos genios propició el conocimiento de las propiedades eléctricas y magnéticas de las sustancias. Algunos nombres a recordar son Alejandro Volta (inventor de la primera pila eléctrica), Miguel Faraday (inventó el condensador eléctrico y el transformador), Ohm (formuló la ley conocida desde entonces por su nombre).

A finales del siglo XIX el conocimiento de la electricidad permitía un cierto dominio sobre esta ciencia aparecían las primeras aplicaciones prácticas. Los primeros motores eléctricos (Nicola Tesla) y la invención de la bombilla (Thomas Edison) revolucionaron el mundo.

El término “electrónica” apareció durante las primeras décadas del pasado siglo XX. La electrónica como tal aparece con los primeros componentes que permiten el control total del flujo de electrones.

(Pardo, 2012).

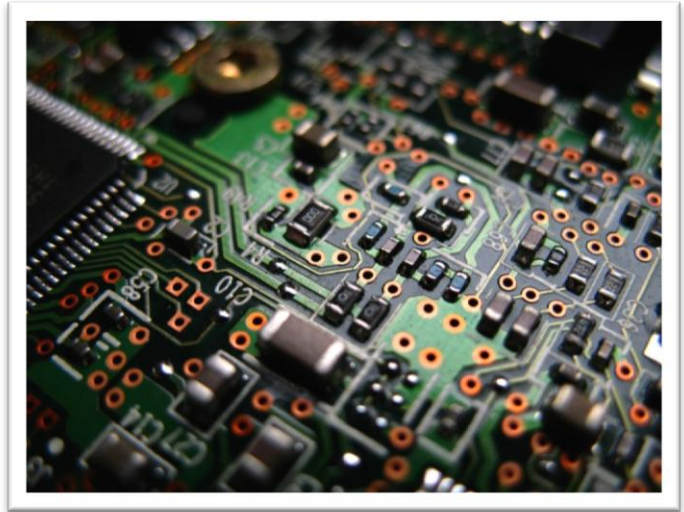
Estos componentes recibieron el nombre de “válvulas electrónicas”, pues efectivamente, al igual que una válvula de agua, permiten abrir, cortar o variar una corriente (en este caso una corriente eléctrica).

La primera válvula, constaba de un filamento y dos electrodos y recibió el nombre de diodo. Este primer componente se inventó gracias a la aportación de Thomas A. Edison en el descubrimiento del efecto que lleva su nombre. Partiendo del diodo el norteamericano Lee de Forest inventó el primer elemento que permite amplificar señales: el tríodo. Esta válvula de un filamento y tres electrodos, permitió el nacimiento de la electrónica como tal, es decir aparecen los primeros receptores y transmisores de radio, la televisión, el radar y tantos otros, hasta la invención del transistor en 1948.

En este año tres científicos norteamericanos inventan el componente conocido como “transistor” que es el acrónimo de la palabra “Transfer Resistor” (transferencia de resistencia). El proceso de fabricación del transistor permite incluir en un mismo encapsulado dos, tres o más transistores. A mediados de los años 50 Jack Kilby inventa el primer “circuito integrado”, donde un circuito completo es implementado dentro de un solo encapsulado.

(Pardo, 2012).

Este suceso permite la aparición de los primeros componentes electrónicos digitales, que posteriormente provocaron la aparición del ordenador y de todos sus elementos asociados.



(Pardo, 2012).

Figura 2.11 Circuitos Integrados.

Fuente: <http://www3.gobiernodecanarias.org/>

2.6.1.2 Tipos de señales

Una señal es la variación de una magnitud que permite transmitir información. Las señales pueden ser de dos tipos:

Señales analógicas: aquellas donde la señal puede adquirir infinitos valores entre dos extremos cuales quiera. La variación de la señal forma una gráfica continua. Para pasar de 20 a 25°C, la temperatura irá tomando los infinitos valores entre 20 y 25°C.

(Landín, 2012)

Señales digitales: las cuales pueden adquirir únicamente valores concretos; no varían de manera continua. Entonces los sistemas digitales que tienen mayor interés, por ser los que se pueden implementar electrónicamente, son los sistemas binarios. Un sistema binario es aquel en el que las señales sólo pueden tomar dos valores, que se representarán ahora en adelante con los símbolos 0 y 1. Por ejemplo, el estado de una bombilla sólo puede tener dos valores (0 apagada, 1 encendida).

(Landín).

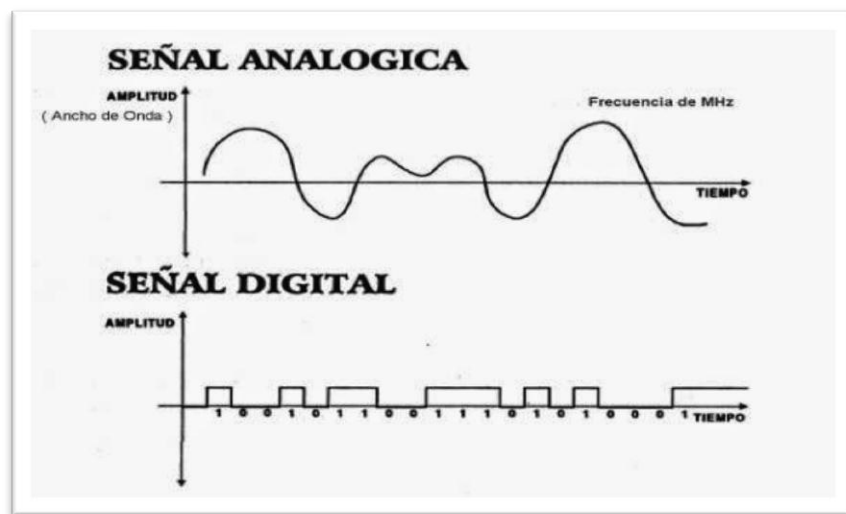


Figura 2.12 Tipos de señales.

Fuente: <http://marliyessenia15.blogspot.com/>

2.6.1.3 Ventajas y desventajas de los sistemas digitales

El mejor argumento a favor de la mayor flexibilidad de los sistemas digitales se encuentra en los actuales ordenadores o computadoras digitales basadas íntegramente en diseños y circuitos digitales. Las principales ventajas de los sistemas digitales respecto a los analógicos son:

- Mayor facilidad de diseño, pues las técnicas están bien establecidas.
- El ruido (fluctuaciones de tensión no deseadas) afecta menos a los datos digitales que a los analógicos), ya que en sistemas digitales sólo hay que distinguir entre valor alto y valor bajo.
- Las operaciones digitales son mucho más precisas y la transmisión de señales es más fiable porque utilizan un conjunto discreto de valores, fácil de diferenciar entre sí, lo que reduce la probabilidad de cometer errores de interpretación.
- Almacenamiento de la información menos costoso.
- Los sistemas digitales presentan el inconveniente de que para transmitir una señal analógica debemos hacer un muestreo de la señal, codificarla y posteriormente transmitirla en formato digital y repetir el proceso inverso.

(Landín).

2.2 Marco teórico de solución

La solución que se ha ofrecido para los equipos de pesaje desfasados del laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador es un dispositivo electrónico de pesaje digital innovador. Este dispositivo estará programado para calcular el peso de objetos y brindar un resultado exacto del objeto que se ha pesado.

2.2.1 Circuito electrónico de pesaje del laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador

Las partes con las que constará el proyecto están conformadas por una tarjeta Arduino Uno, la cual se encargará del control del sistema digital a diseñar, un sensor de peso Keyes HX711 y una pantalla LCD 16x2.

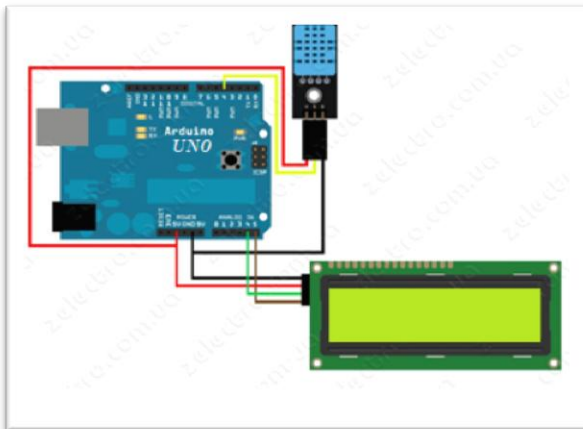


Figura 2.13 Simulación de la conexión de los componentes principales del proyecto.

Fuente: <http://www.ebay.es/itm/10-PCSRegulador-depesaje-AMS1117-AMS117-5-0-5-0V-1A-SOT-223-/121609190111>.

El circuito propuesto constará de tres bloques: bloque de entrada, bloque de proceso, y bloque de salida. A continuación se detallará cada uno de ellos.

* **Bloque de entrada:** la entrada de datos del circuito electrónico de la solución planteada estará conformada por un sensor de peso. La función de este bloque será detectar y pesar los objetos que se deseen.

* **Bloque de proceso:** este bloque estará constituido por la tarjeta Arduino Uno, será el más importante del circuito electrónico, ya que estará encargado de procesar la información del objeto detectado y pesado por el sensor, de igual forma se encargará de enviar los datos obtenidos al bloque de salida.

* **Bloque de salida:** este bloque de salida está conformado por una pantalla LCD 16x2, su función es recibir el resultado de la información procesada y mostrar el peso exacto del objeto que se ha pesado. Una vez recibida la información, mostrara un texto con dicho resultado.

2.2.2 Firmware de control para sensor de peso

Se presenta el código o firmware que estará alojado en la plataforma Arduino, que permitirá un comportamiento estable para el conjunto de componentes, para que su función sea desempeñada una vez al colocar un objeto sobre la plataforma de la báscula.

```
/**Firmware para control de báscula electrónica digital**/
```

```
//Firmware para el control de báscula electrónica digital
```

```
//para el pesaje en experimentos
```

```
//del laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador
```

```
//para ser presentado como proyecto de tesis.
```

```
//Proyecto presentado por:
```

```
//Marroquín Flores, Francisco Javier
```

```
//Pérez Hernández, Ervin Alejandro
```

```
//Vásquez Ponce, Osmín Antonio
```

```
//Asesor:
```

```
//Tec. German Rosa
```

```
#include "HX711.h"
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 16,2); //Se incluye libreria para pantalla digital  
LCD.
```

```
#include <Wire.h> //Se incluye librería "Wire" como complemento de la  
pantalla digital LCD.
```

```
#define CLK 9
```

```
#define DOUT 10
```

```
HX711 bascula (DOUT, CLK);
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
    Serial.begin (9600);
```

```
    lcd.init ();
```

```
    lcd.backlight ();
```

```
    lcd.begin (16,2);
```

```
Serial.print ("Lectura del valor del ADC:t");

Serial.print (bascula.read());

lcd.setCursor (0,0);

lcd.print ("No ponga");

lcd.setCursor (0,1);

lcd.print ("ningun objeto");

delay (2000);

lcd.clear ();

Serial.print ("Destarando...");

Serial.print ("...");

bascula.set_scale (-421.2573); // Establecemos la escala

bascula.tare (20); //El peso actual es considerado tara.


lcd.setCursor (0,0);

lcd.print ("Listo para pesar");

delay (2000);

}
```

```
void loop ()  
{  
  lcd.clear ();  
  lcd.setCursor (2,0);  
  lcd.print ("Masa");  
  lcd.setCursor (2,1);  
  lcd.print (bascula.get_units(20),1);  
  lcd.setCursor (10,1);  
  lcd.print ("Gramos");  
  delay (500);  
}
```


2.2.3 Manual para el manejo de báscula electrónica digital

Se entregará un manual para el usuario final, que constará de información precisa sobre los componentes principales de la báscula electrónica digital.

A continuación se presenta solamente información de los componentes a utilizar para la báscula electrónica, esto es solamente un avance antes de entregar un manual completo.

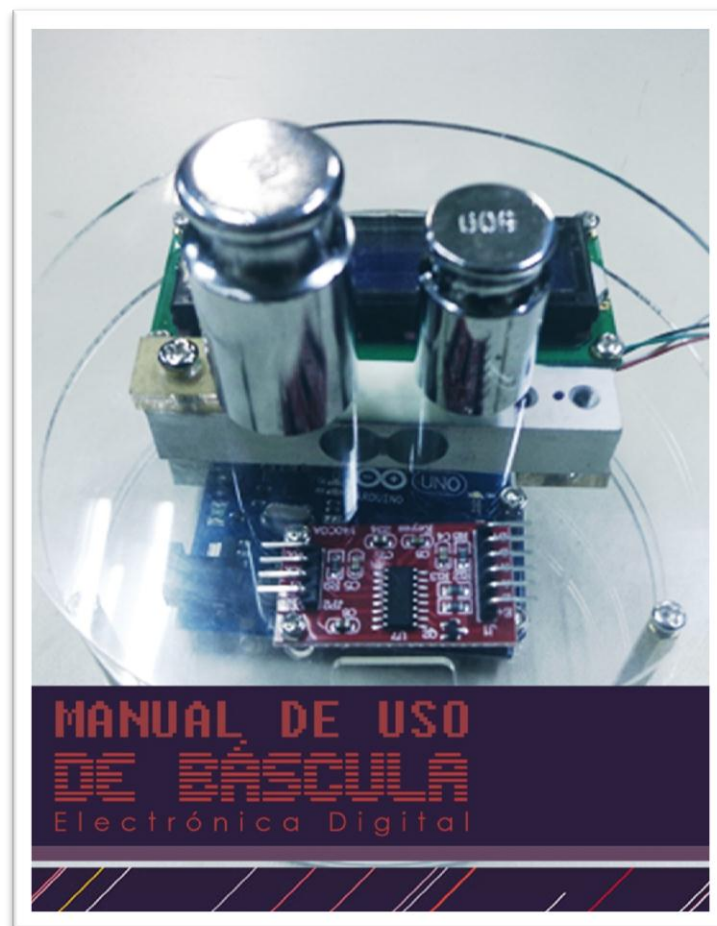


Figura 2.14 Página uno manual de uso de báscula. Fuente: Propia

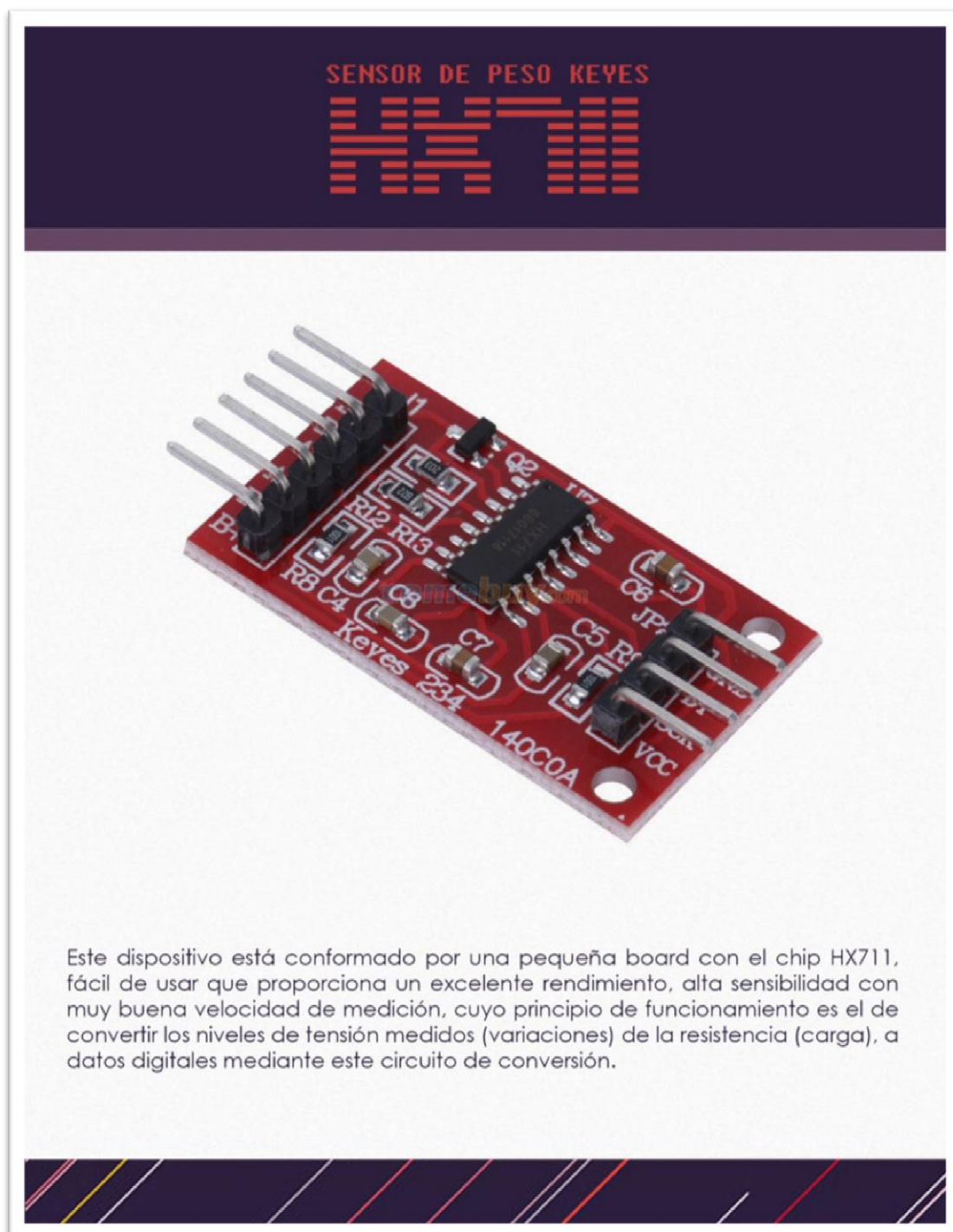
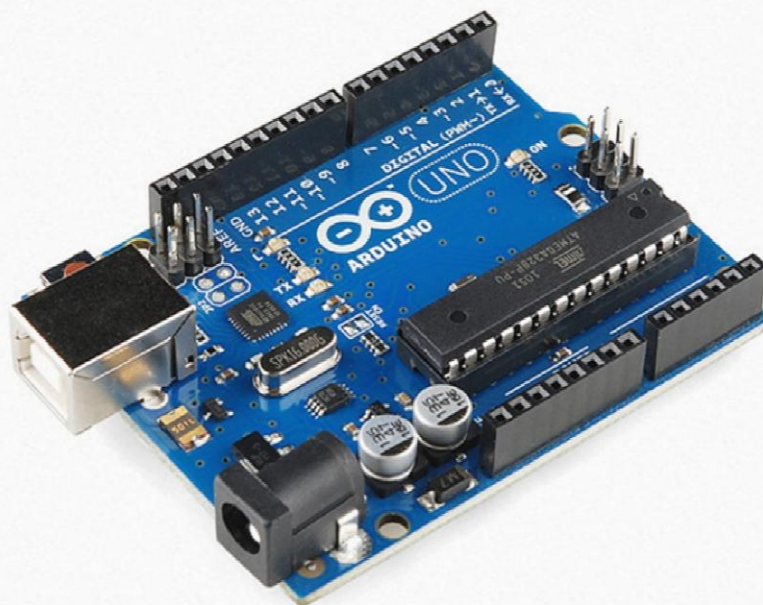


Figura 2.15 Página dos manual de uso de báscula. Fuente: Propia

PLATAFORMA ARDUINO

UNO



Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida. Los microcontroladores más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, y Atmega8 por su sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples diseños.

Figura 2.16 Página tres manual de uso de báscula. Fuente: Propia

PANTALLA DE DESPLIEGUE DIGITAL LCD



Una pantalla de cristal líquido o LCD (acrónimo del inglés liquid cristal display) es una pantalla delgada y plana, formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos de pilas, ya que utiliza cantidades muy pequeñas de energía eléctrica. Estas pueden desplegar caracteres alfanuméricos: números y letras.

Figura 2.17 Página cuatro manual de uso de báscula. Fuente: Propia

2.2.4 Case de báscula electrónica digital para el laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador

Se ha determinado entregar junto a la báscula electrónica un compartimiento o case propio por motivos de estética, esto con el fin de presentar un diseño único para lo que es la báscula. Se pretende que sea de un material resistente y apropiado para lo que será su contenido, que no genere problemáticas por los implementos electrónicos que se encontrarán dentro del case.

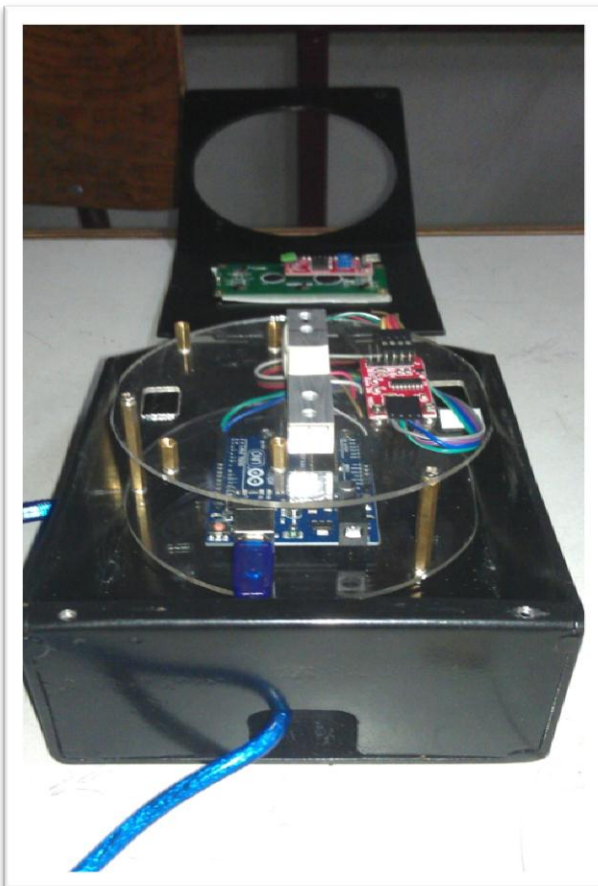


Figura 2.18: Case de báscula electrónica digital. Fuente: Propia.

2.2.5 Entrega de báscula electrónica digital para el laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador

La báscula será entregada ya conectada entre sus 3 componentes principales, que lo conforman la plataforma Arduino, el sensor de peso y su respectiva pantalla LCD 16X2, todo esto alojado dentro de un case que aún se discute su material. La báscula electrónica digital está destinada a formar parte del laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador, estará ubicado en una de las mesas de trabajo o en otro lugar designado aún por discutir, siempre dentro del laboratorio de física. Esto representa una idea general de la ubicación que formará parte el producto final que se pretende entregar, todo esto sujeto a cambios.

2.3 Marco teórico conceptual

A continuación se muestran una serie de conceptos, cada uno con su significado, los cuales forman parte fundamental del proyecto.

Arduino: es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.



Figura 2.19 Plataforma Arduino UNO.

Fuente: https://electronicavm.files.wordpress.com/2011/01/arduino_uno_angle.png

Báscula: es un instrumento de medición que se utiliza para determinar el valor de la masa de un objeto, siendo ésta masa la cantidad de materia de dicho objeto.

Báscula digital: las básculas electrónicas (también conocidas como básculas digitales) son un instrumento equipado con componentes electrónicos que permiten obtener una indicación o lectura digital con cifras exactas.



Figura 2.20 Báscula digital o electrónica.

Fuente:<http://basculasdeprecision.net/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/b/a/bascula-digital-mesa-myweigh-7001dx.jpg>

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

Electrónica: es la rama de la física y especialización de la ingeniería, que estudia y emplea sistemas cuyo funcionamiento se basa en la conducción y el control del flujo de los electrones u otras partículas cargadas eléctricamente.



Figura 2.21 Electrónica. Fuente: <http://www.electronicasi.com/wp-content/uploads/2012/11/electronica-si-980x500.jpg>

Hardware libre: se llama hardware libre a aquellos dispositivos de hardware cuyas especificaciones y diagramas esquemáticos son de acceso público, ya sea bajo algún tipo de pago, o de forma gratuita.

Información: la información es un conjunto organizado de datos procesados, que constituyen un mensaje que cambia el estado de conocimiento del sujeto o sistema que recibe dicho mensaje.

Inmótica: bajo este nuevo concepto se define la automatización integral de inmuebles con alta tecnología. La centralización de los datos del edificio o complejo, posibilita supervisar y controlar confortablemente desde una PC, los estados de funcionamiento o alarmas de los sistemas que componen la instalación, así como los principales parámetros de medida.

Pantalla LCD: es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora.



Figura 2.22 Pantalla LCD Electrónica.

Fuente: http://mlm-s1-p.mlstatic.com/display-lcd-16x2-compatible-con-arduino-unomegapi-7809-MLM5287608628_102013-F.jpg

Programación: es el proceso de diseñar, codificar, depurar y mantener el código fuente de distintos programas. El código fuente es escrito en un lenguaje de programación. El propósito de la programación es crear programas que exhiban un comportamiento deseado.

A screenshot of a code editor with a dark background and light blue/green syntax highlighting. The code is JavaScript, showing two functions: 'updatePhotoDescription' and 'updateAllImages'. The first function has an if-statement and a document.getElementById call. The second function has a while loop with several nested if-statements and document.getElementById calls. Line numbers 155 through 169 are visible on the left side of the code block.

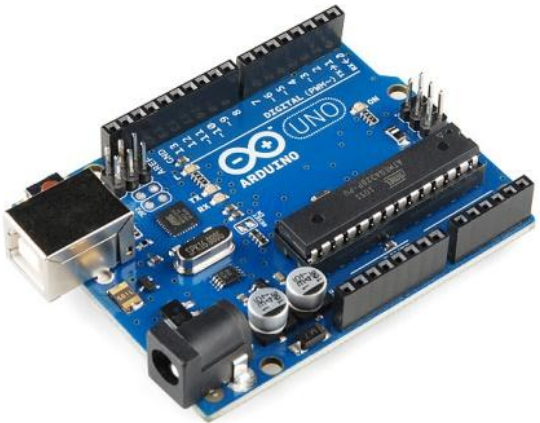
```
155 function updatePhotoDescription() {  
156   if (descriptions.length > (page * 9) + (currentImage.starting() - 1)) {  
157     document.getElementById( "imageClass" ).next().id = "descriptionPage " + currentImage.starting() + " " + (page * 9) + (currentImage.starting() - 1) + ".html";  
158   }  
159 }  
160  
161 function updateAllImages() {  
162   var i = 1;  
163   while (i < 10) {  
164     var elementId = "foto" + i;  
165     var elementIdBig = "bigimage" + i;  
166     if (page * 9 + i - 1 < photos.length) {  
167       document.getElementById( elementId ).src = "images/" + photoPage + " " + (page * 9) + (i - 1) + ".html";  
168       document.getElementById( elementIdBig ).src = "images/" + photoPage + " " + (page * 9) + (i - 1) + ".html";  
169     } else {  
170       document.getElementById( elementId ).src = "";  
171     }  
172     i++;  
173   }  
174 }
```

Figura 2.23 Programación.

Fuente: http://i.kinja-img.com/gawker-media/image/upload/s--PWuLlsfL/c_fit,fl_progressive,q_80,w_636/ik94so7cfpzyni8rqvsc.jpg

Sensor: un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

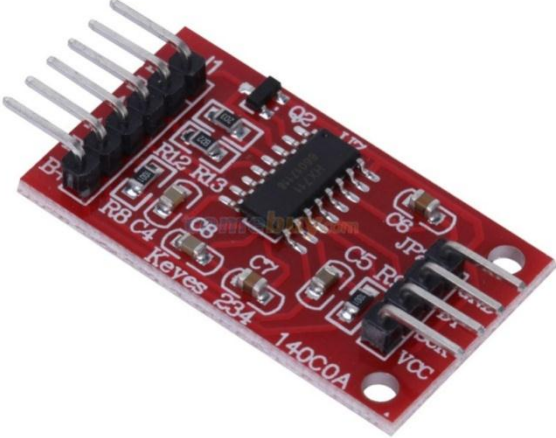
2.4 Documentación técnica

Producto	Especificaciones
Arduino UNO 	*Microcontrolador: ATmega328P *Voltaje de Operación: 5V *Voltaje de Entrada (Recomendado): 7-12V *Voltaje de Entrada (Limite): 6-20V *Pines de Entrada/Salida Digital: 14 (De las cuales 6 proporcionan salida PWM) *Pines de Entrada/Salida Digital PWM: 6 *Pines de Entrada/Salida Análoga: 6 *Corriente Directa por Entrada/Salida de pines: 20 mA *Corriente Directa por Pin 3.3V: 50 mA * SRAM : 2KB (ATmega328P) *Largo: 68.6 mm *Ancho: 53.4 mm *Peso: 25 g

Recuperado de: <https://www.arduino.cc>

Producto	Especificaciones
Pantalla LCD 16X2 	Pin 1: Tierra Pin 2: Tensión de alimentación para la lógica Pin 3: Fuente de alimentación para LCD Pin 4: Datos y código de instrucción Pin 5: Lectura y escritura Pin 6: Activa señal Pin 7-14: Línea de bus de datos Pin 15: Potencia de luz de fondo (5V) Pin 16: Potencia de luz de fondo (0V)

Recuperado de: <http://www.aprenderobotica.com/>

Producto	Especificaciones
Sensor de peso Keyes HX711 	*Largo: 1.38 c.m. *Ancho: 0.79 c.m. *Peso: 5g

Recuperado de: <http://www.dx.com>

Capítulo III Desarrollo de la solución

3.1. Propuesta de la solución

Al encontrarse con la actual vanguardia tecnológica que se vive no solo en el país sino en el mundo, nos vemos en la necesidad de innovar y realizar aportes tecnológicos, utilizando implementos con los que se tiene más familiarización. Dentro de lo que es la Universidad Tecnológica de El Salvador se encuentra el laboratorio de física, en el cual se elaboran prácticas referentes a la materia de física u otras, en ocasiones se hace uso de lo que son las básculas para el pesaje en experimentos, las cuales son utilizadas para dichos experimentos y para el desarrollo de las clases y demás.

Estas básculas se encuentran en estados deteriorados, y estas deben calibrarse para disminuir u omitir el margen de error que podrían mostrar al realizar pesajes en ellas, durante esos lapsos de tiempo al querer calibrar las básculas, los alumnos pierden la atención al desarrollo de la clase, que en algunos casos puede llegar afectar su rendimiento académico ante materias o clases que demandan mucha atención por su dificultad. Al ver estos hechos dentro de lo que es el laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador, se optó por realizar una báscula electrónica digital, dentro de un case y desarrollada con implementos vistos durante la carrera de Técnico en Ingeniería de Hardware.

La báscula electrónica digital está conformada por 3 implementos clave para su correcta funcionabilidad, los cuales son: sensor de peso Keyes HX711, placa microcontroladora Arduino UNO y pantalla digital LCD. La unión de estos 3 implementos y su debida programación en lenguaje “Arduino C” permite que su conjunto acompañado de otros implementos pequeños se convierta en una báscula electrónica digital.

La mencionada báscula tiene un funcionamiento similar o igual que el de las básculas tradicionales, solamente se coloca el objeto a pesar y esta mostrará su peso.

Su funcionamiento se debe gracias a la potencia que la plataforma Arduino UNO permite, ya que en esta se encuentra alojado el código o firmware desarrollado en lenguaje de programación “Arduino C” para manejar tanto el sensor de peso Keyes HX711 y la pantalla digital LCD. De una forma simple se puede decir que su funcionabilidad consistirá en recibir la información que detecta el sensor de peso Keyes HX711, ésta la envía a la plataforma Arduino UNO para procesar toda la información recibida por medio de comandos y librerías especiales para el correcto funcionamiento, al tener la información ya procesada, esta será desplegada o vista en lo que es la pantalla digital LCD, que mostrará el peso colocado sobre la báscula.

El proyecto va dirigido a diversos grupos, en especial a los estudiantes de carreras como informática y electrónica, ya que se han tomado las dos ramas para trabajar en dicho proyecto, y así aportar un poco de motivación a ejecutar sus propios proyectos.

De igual forma el proyecto fue realizado gracias a los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera de Técnico en Ingeniería de Hardware, especialmente en materias como lo que son: Electricidad básica, electrónica analógica, electrónica digital, microcontroladores, domótica y robótica, que por su contenido en el plan de estudios se logra una mayor comprensión para desarrollar el proyecto de tesis y a la vez crear soluciones ante problemáticas presentadas durante el proceso, sin esos conocimientos previos sería difícil llevar a cabo la conclusión del proyecto.

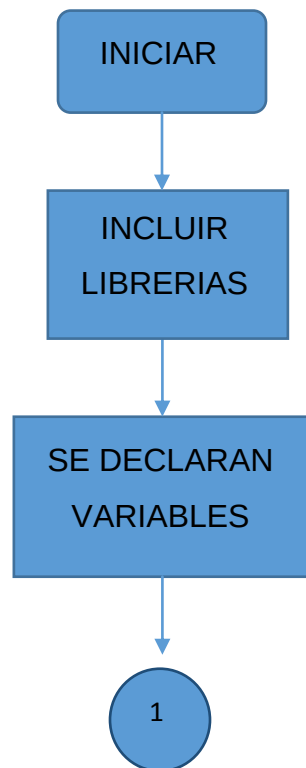
3.1.1 Algoritmo de firmware de báscula electrónica digital

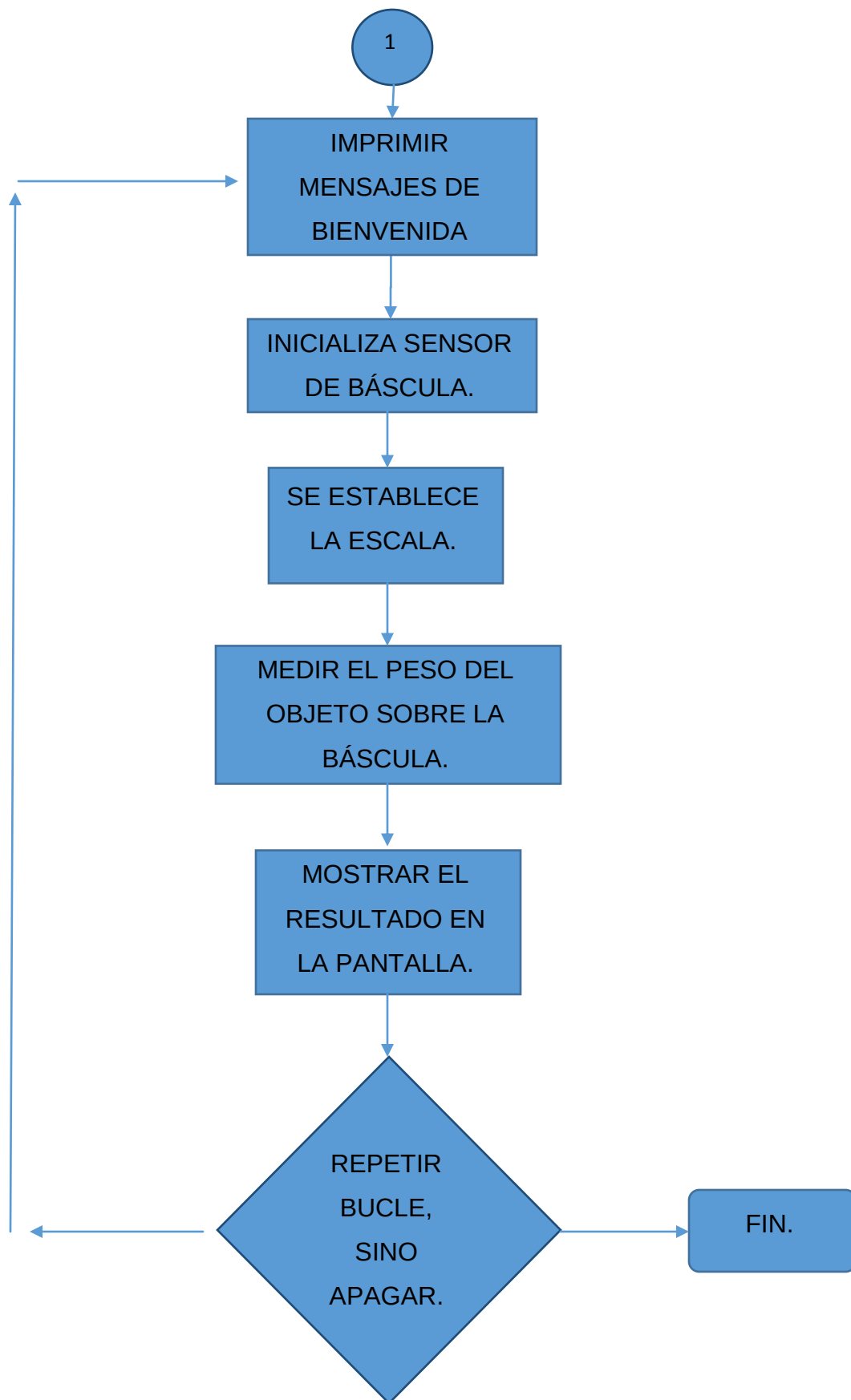
Se presenta lo que es el algoritmo del firmware alojado en la plataforma Arduino UNO, que son los pasos a seguir para el correcto funcionamiento de la báscula electrónica.

1. Iniciar el programa
2. Se incluyen las librerías a usar, específicamente el uso del sensor HX711 y de la comunicación serial con la pantalla LCD.
3. Se declaran las variables de uso general, que servirán para guardar datos temporales de las lecturas realizadas al sensor HX711.
4. Bucle principal
 - a. Imprimir mensajes de bienvenida.
 - b. Inicializar el sensor de la báscula.
 - c. Se establece la escala.
 - d. Medir el peso del objeto sobre la báscula.
 - e. Mostrar el peso en la pantalla.
5. Volver al paso 4.

3.1.2 Flujograma de firmware de báscula electrónica digital

Se presenta lo que es el flujograma del firmware, que son los pasos lógicos del programa alojado en la plataforma Arduino UNO.





3.1.3 Firmware final para báscula electrónica digital

A continuación se presenta el firmware o sketch para el funcionamiento de la báscula electrónica digital.

*/**Firmware para control de báscula electrónica digital**/*

//Firmware para el control de báscula electrónica digital

//para el pesaje en experimentos

//del laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador

//para ser presentado como proyecto de tesis.

//Proyecto presentado por:

//Marroquín Flores, Francisco Javier

//Pérez Hernández, Ervin Alejandro

//Vásquez Ponce, Osmin Antonio

//Asesor:

//Tec. German Rosa

```
#include "HX711.h"
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 16,2); //Se incluye libreria para pantalla digital  
LCD.
```

```
#include <Wire.h> //Se incluye librería "Wire" como complemento de la pantalla  
digital LCD.
```

```
#define CLK 9
```

```
#define DOUT 10
```

```
HX711 bascula (DOUT, CLK);
```

```
void setup ()
```

```
{
```

```
    Serial.begin (9600);
```

```
    lcd.init ();
```

```
    lcd.backlight ();
```

```
    lcd.begin (16,2);
```

```
Serial.print ("Lectura del valor del ADC:t");  
  
Serial.print (bascula.read());  
  
lcd.setCursor (0,0);  
  
lcd.print ("No ponga");  
  
lcd.setCursor (0,1);  
  
lcd.print ("ningun objeto");  
  
delay (2000);  
  
lcd.clear ();  
  
Serial.print ("Destarando...");  
  
Serial.print ("...");  
  
bascula.set_scale (-421.2573); // Establecemos la escala  
  
bascula.tare (20); //El peso actual es considerado tara.  
  
  
  
lcd.setCursor (0,0);  
  
lcd.print ("Listo para pesar");  
  
delay (2000);  
  
}
```

```
void loop ()  
{  
  lcd.clear ();  
  lcd.setCursor (2,0);  
  lcd.print ("Masa");  
  lcd.setCursor (2,1);  
  lcd.print (bascula.get_units(20),1);  
  lcd.setCursor (10,1);  
  lcd.print ("Gramos");  
  delay (500);  
}
```


3.1.4 Manual de uso de la báscula electrónica digital

Se muestra lo que será el manual de uso para la báscula electrónica que será entregado al encargado del laboratorio de física de la Universidad Tecnológica, lo cual muestra lo que son los 3 componentes principales, cómo funciona y algunas recomendaciones a seguir para prolongar el tiempo de vida de la báscula.



Figura 3.1 Página uno de manual de uso. Fuente: Propia.

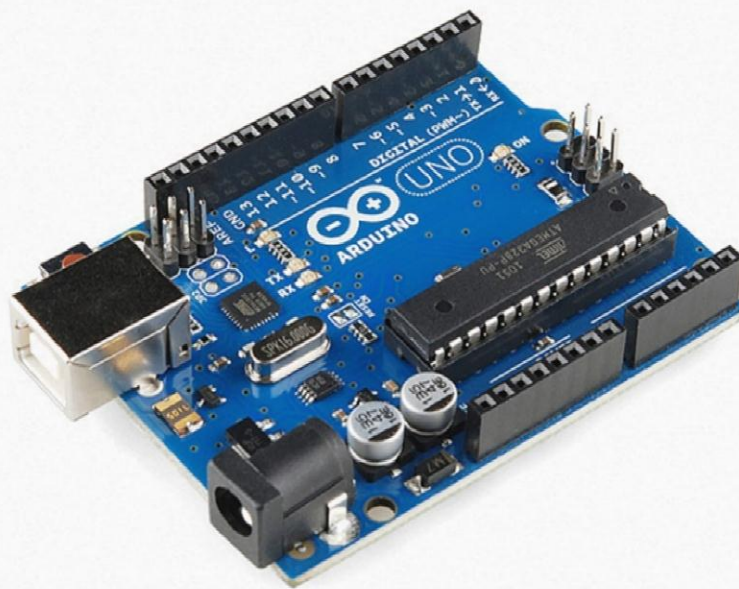


Este dispositivo está conformado por una pequeña board con el chip HX711, fácil de usar que proporciona un excelente rendimiento, alta sensibilidad con muy buena velocidad de medición, cuyo principio de funcionamiento es el de convertir los niveles de tensión medidos (variaciones) de la resistencia (carga), a datos digitales mediante este circuito de conversión.

Figura 3.2 Página dos de manual de uso. Fuente: Propia.

PLATAFORMA ARDUINO

UNO



Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida. Los microcontroladores más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, y Atmega8 por su sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples diseños.

Figura 3.3 Página tres de manual de uso. Fuente: Propia.

PANTALLA DE DESPLIEGUE DIGITAL LCD



Una pantalla de cristal líquido o LCD (acrónimo del inglés liquid crystal display) es una pantalla delgada y plana, formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos de pilas, ya que utiliza cantidades muy pequeñas de energía eléctrica. Estas pueden desplegar caracteres alfanuméricos: números y letras.

Figura 3.4 Página cuatro de manual de uso. Fuente: Propia.

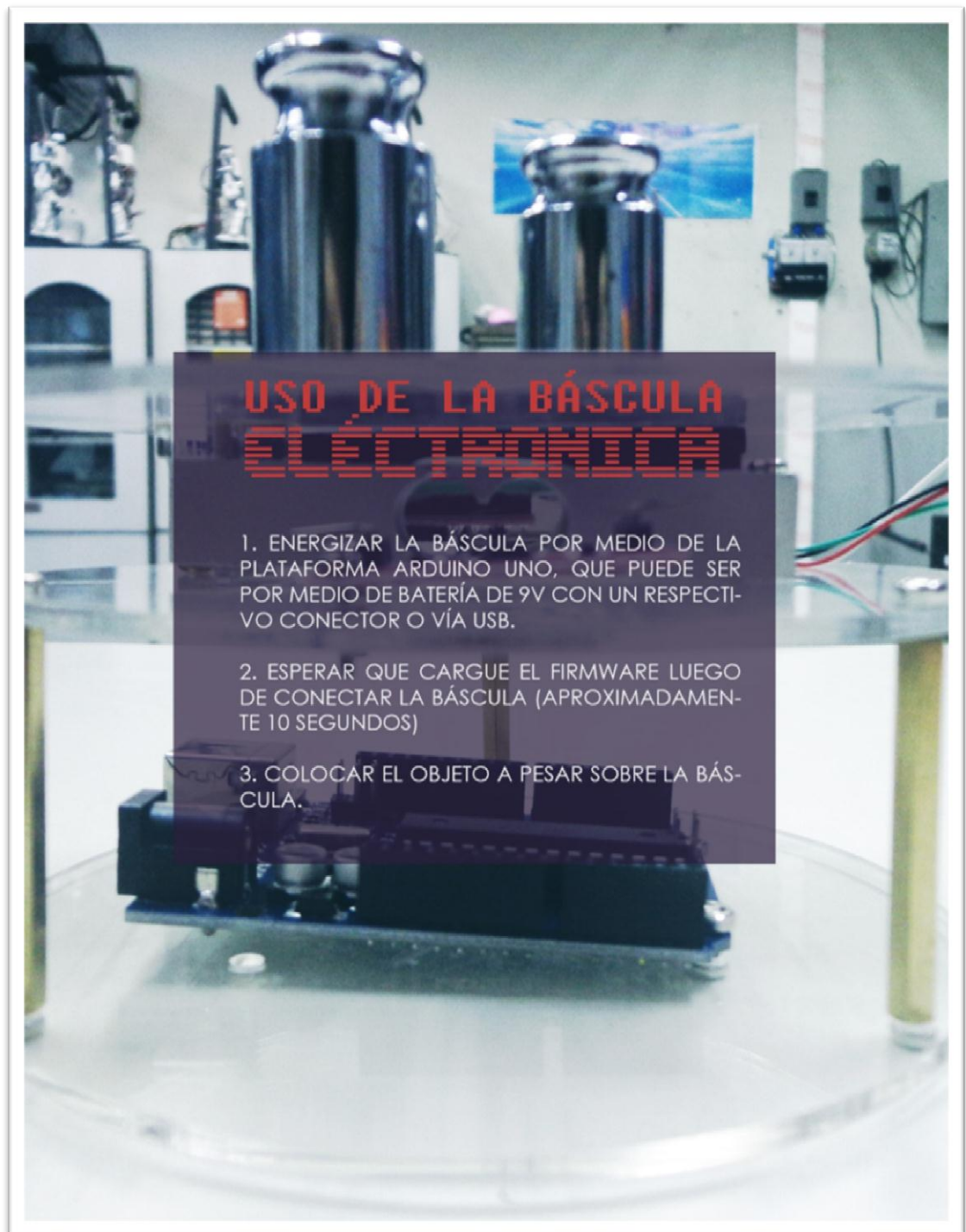


Figura 3.5 Página cinco de manual de uso. Fuente: Propia.



Figura 3.6 Página cinco de manual de uso. Fuente: Propia

3.1.5 Descripción del ensamblaje del prototipo

Ya con los componentes a utilizar que son el sensor Keyes HX711, plataforma Arduino UNO y pantalla digital LCD, se da por iniciado el proceso de ensamblado. La plataforma Arduino consta del microcontrolador AtMega 328 para su programación y la comunicación entre los componentes mencionados. Como primer paso se colocó la plataforma Arduino UNO sobre una base de acrílico.

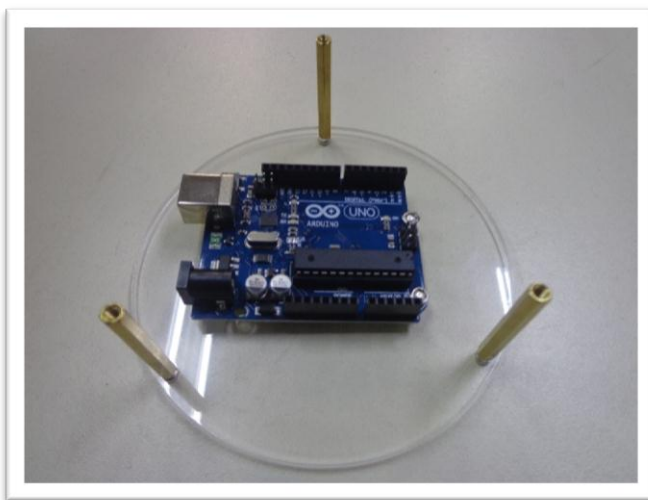


Figura 3.7 Plataforma Arduino UNO sobre base de acrílico.

Fuente: Propia.

Posteriormente se puede comenzar a colocar los demás componentes en otra base de acrílico que serán una celda de carga, acompañado de dos separadores, los cuales separarán la celda de la base sobre la que está colocada y sobre el siguiente piso que será donde se colocarán los objetos a pesar, de igual forma se colocará la pantalla digital LCD en ese mismo acrílico o piso.

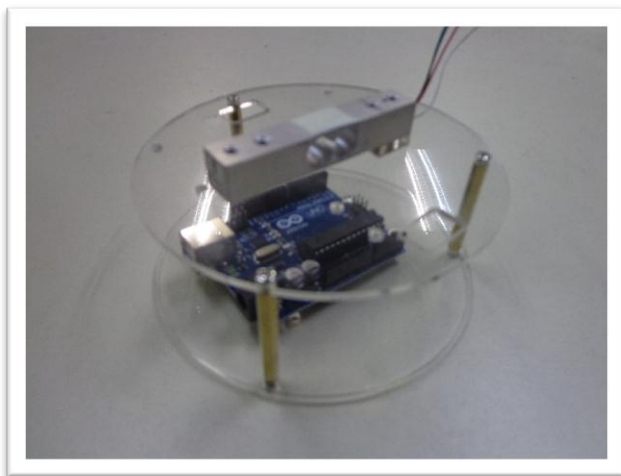


Figura 3.8 Acrílico con celda de carga. Fuente: Propia.

Por último se coloca la pantalla digital LCD en ese mismo piso y se coloca un último acrílico, en el cual se colocarán los objetos a pesar.

El armado de la báscula electrónica concluye al colocar el último acrílico, que será la base donde se colocarán los objetos a pesar, con el único requerimiento que no sean objetos que sobrepasen los 5kg (5000 gramos).

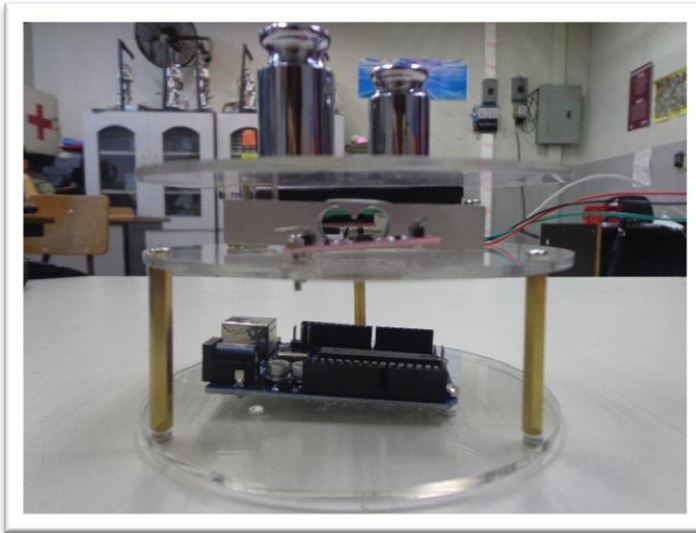


Figura 3.9 Báscula electrónica digital armada con dos objetos a pesar.

Fuente: propia

3.1.5.1 Conexiones para báscula electrónica digital

A continuación se presentan las conexiones de la báscula electrónica digital.

*Conexión entre celda de carga y sensor Keyes HX711.

Celda de carga	Módulo HX711
Cable rojo	Pin E+
Cable negro	Pin E-
Cable blanco	Pin A-
Cable verde	Pin A+

*Conexión entre sensor Keyes HX711 y plataforma Arduino.

Módulo HX711	Plataforma Arduino UNO
Pin VCC	Pin 5V
Pin GND	Pin GND
Pin SCK	Pin 9
Pin DT	Pin 10

3.1.5.2 Case o compartimiento para báscula electrónica digital

Se ha elaborado un case o compartimiento metálico para la debida protección de la báscula, siendo ésta aislada cuidadosamente del contacto con los componentes electrónicos de lo que conforman la báscula electrónica, siendo de color negro con un peso considerable y con el traslado de la pantalla digital LCD hacía la parte delantera del case de la báscula, igualmente sellada para que no sea manipulada en su interior, ya sea del cableado o los componentes que la conforman.



Figura 3.10 Case de báscula electrónica digital.

Fuente: Propia.

3.2 Conclusiones

Una vez con el proyecto de tesis concluido que fue denominado “Diseño e implementación de una báscula electrónica digital para el pesaje en experimentos del laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador” se ha concluido que la implementación del proyecto es un aporte importante para lo que es el laboratorio de física, ya que será una contribución al equipo existente en el laboratorio, además de ser un prototipo innovador, podrá contribuir a disminuir las problemáticas planteadas con anterioridad, como era pérdida de tiempo al calibrar las básculas ya existentes en el laboratorio y la pérdida de concentración por el alumnado mientras se calibran las básculas.

Todo fue posible gracias a diferentes análisis dentro del proceso de tesis, como lo fueron los estudios de factibilidad y técnica de los componentes utilizados, gracias a ello se logró comprar implementos funcionales y de buena calidad, de igual forma se analizó la compatibilidad entre ellos buscando que sea satisfactoria.

3.3 Recomendaciones

A continuación se presentan algunas recomendaciones para el uso y cuidado de la báscula electrónica digital, esto para evitar posibles errores o fallas en lo que es la báscula y prolongar su tiempo de vida, otorgando una funcionabilidad estable.

- ✓ Mantener la báscula en temperatura ambiente o no exponer a altas temperaturas.
- ✓ Mantener sobre una superficie plana.
- ✓ Respetar las conexiones entre los dispositivos de la báscula.
- ✓ No ejercer presión sobre el acrílico donde se colocan los objetos a pesar.
- ✓ No sobrepasar la cantidad máxima que puede pesar la báscula (5KG).
- ✓ No energizar la plataforma Arduino a más de 5V.
- ✓ Recordar el margen de error que posee el dispositivo que es +/- 0.5 gramos.
- ✓ Si se desea se puede aumentar la capacidad máxima de peso soportado por la báscula.
- ✓ Se pueden implementar el uso de otros dispositivos junto con la báscula, si así lo desea.

3.4 Referencias

Creative Commons Attribution. (2015). *Arduino*. Recuperado de www.arduino.cc.

Flores, O. O. (2013). *Aprende Arduino*. (1ra. Ed.). San Salvador, El Salva.

Landín. (2012). *Electrónica Digital*. Recuperado de <http://pelandintecno.blogspot.com/2012/12/actualizacion-apuntes-electronica.html>

Pardo, A. E. (2012). *¿Qué es la electrónica?* Recuperado de <http://www.electronicasi.com/enseanzas/que-es-la-electronica/>

Romero, C., Vásquez, F., & De Castro, C. (2011). *Domótica e Inmotica-Viviendas y Edificios Inteligentes*. (3ra. Ed.) Mexico DF: Alfaomega Grupo Editor.

Scherz, P. (2000). *Practical Electronics for Inventors*. (3ra. Ed.). Mexico DF: McGraw-Hill.

Anexos

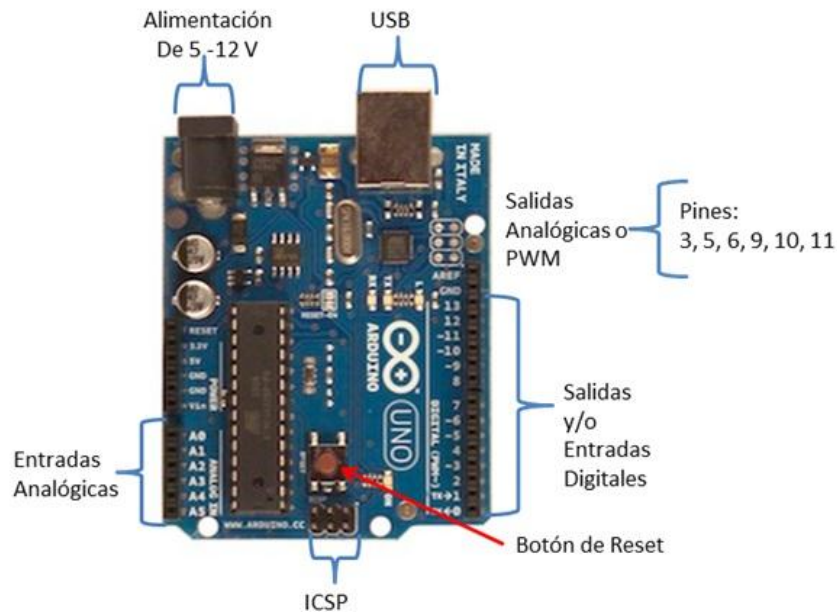
Matriz de congruencia

Matriz de Congruencia			
Tema: “Diseño e implementación de una báscula electrónica digital para el pesaje en experimentos del laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador”.			
Enunciado: ¿De qué manera se puede brindar una solución ante el equipo de pesaje desfasado dentro del laboratorio de física para una mejor enseñanza y aprendizaje para los docentes y estudiantes?			
Objetivo General: Implementar una báscula electrónica digital para el pesaje en experimentos del laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador.			
Objetivos Específicos			
1. Diseñar un circuito electrónico basado en microcontrolador que sea de bajo costo y funcional.	2. Desarrollar un software o firmware que sea estable para el funcionamiento de la báscula electrónica.	3. Elaborar un manual de uso de la báscula electrónica.	4. Diseñar un compartimiento propio para la báscula electrónica.

Promesas		
1. Diseñar un circuito electrónico basado en microcontrolador que sea de bajo costo y funcional.	2. Elaborar documentación para un uso debido de la báscula electrónica.	3. Diseñar un compartimiento propio.
Producto		
1. Presentar un diseño de báscula electrónica, basado en la plataforma Arduino.	2. Entregar un manual de uso para la báscula electrónica digital.	3. Elaborar un compartimiento propio para la báscula electrónica.

Documentación Técnica

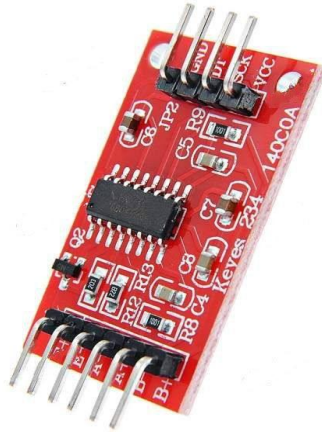
Arduino UNO:



LCD 16X2:

PIN Nº	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	V_{SS}	Patilla de tierra de alimentación
2	V_{DD}	Patilla de alimentación de 5 V
3	V_O	Patilla de contraste del cristal líquido. Normalmente se conecta a un potenciómetro a través del cual se aplica una tensión variable entre 0 y +5V que permite regular el contraste del cristal líquido.
4	RS	Selección del registro de control/registro de datos: RS=0 Selección del registro de control RS=1 Selección del registro de datos
5	R/W	Señal de lectura/escritura R/W=0 El módulo LCD es escrito R/W=1 El módulo LCD es leído
6	E	Señal de activación del módulo LCD: E=0 Módulo desconectado E=1 Módulo conectado
7-14	D0-D7	Bus de datos bi-direccional. A través de estas líneas se realiza la transferencia de información entre el módulo LCD y el sistema informático que lo gestiona

Sensor de peso Keyes HX711:



Proyecto temático: “Diseño e implementación de una báscula electrónica digital para el pesaje en experimentos del laboratorio de física de la Universidad Tecnológica de El Salvador.”

Elemento 1: tarjeta de desarrollo microcontroladora.	Elemento 2: pantalla de despliegue digital.	Elemento 3: sensor de peso.
Precio: \$17.00.	Precio: \$6.00.	Precio: \$6.11.
Oferta económica: elementos principales.		
Elemento 1: Arduino UNO.	Elemento 1: LCD 16X2.	Elemento 1: Keyes HX711.
Precio: \$17.00	Precio: \$6.00	Precio: \$6.11

