

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACION
DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA**



“Diseño de un prototipo de un sistema digital portátil de valoración del grado de desnutrición en los niños entre 0 a 2 años.”

Trabajo Monográfico para optar al Título de Ingeniero Electrónico

Presentado por:

Br. Gretell del Carmen Mercado Rivera
Br. Kennet Ramón Guerrero Pérez

Tutor:

Ing. Álvaro Gaitán

Febrero 2019

Dedicatoria

Br. Gretell del Carmen Mercado Rivera

Este trabajo monográfico está dedicado primeramente a Dios, por darnos la fortaleza de poder seguir adelante con nuestros propósitos.

A mis padres, Octavio Martin Mercado y Xiomara Rivera Rojas, por su apoyo incondicional en que parte de mi vida. Sus enseñanzas que han hecho de mí, la mujer que ahora soy.

A una segunda madre que Dios me permitió tener, Ana Raquel Rivera, quien me ha brindado su apoyo junto a su esposo.

A nuestro tutor, Ing. Álvaro A. Gaitán, por ser nuestro guía y supervisor de este proyecto monográfico.

Br. Kennet Ramón Guerrero Pérez

Nuestro trabajo monográfico va dedicado primeramente a nuestro Dios, que siempre está presente en cada momento dándonos fuerza y bienestar para lograr nuestros propósitos.

A mis padres José Ramón Guerrero y Ana Jacoba Pérez, quienes con su apoyo incondicional han logrado hacer de mi un hombre de bien y con principios.

Nuevamente a nuestro tutor Ing. Álvaro A. Gaitán, quien nos ha dado soporte para poder finalizar este proyecto para optar por nuestro título.

Agradecimientos

Br. Gretell del Carmen Mercado Rivera

Agradezco primeramente a Dios, quien ha guiado mi camino durante mi vida y me ha permitido

Superar cada uno de los obstáculos que se me han presentado.

A mis padres que me han enseñado a no darme por vencida con cada una de las metas que me he propuesto en la vida.

A mis hermanas por su apoyo incondicional y adicional mi sobrina Josmary Urroz, quien fue parte de nuestro proyecto.

A nuestros amigos y demás familiares, que han estado presente en cada lucha por salir adelante.

Br. Kennet Ramón Guerrero Pérez

Agradezco a Dios por haberme permitido llegar hasta donde estoy en este momento de mi vida, por brindarme salud a lo largo de mi vida.

A mis padres por sus consejos y enseñanzas a lo largo de mi vida.

A mi amigo Alejandro Fuentes, por su apoyo en este trabajo monográfico.

A todas esas demás personas que han estado con nosotros apoyando en el proceso.

Resumen

El contenido de este informe, mostrará la elaboración de un proyecto cuyo objetivo será el de diseñar e implementar de manera automatizada un prototipo de medición de nutrición de niños de 0 a 2 años de edad. Esto permitirá que el proceso de medición sea más ágil y en menos tiempo para el personal encargado de esta labor. Este proyecto trabaja con sensores de medición de longitud y peso, cuyos datos obtenidos serán enviados por medio de bluetooth a una aplicación Android. En esta aplicación serán ingresados dos datos requeridos del paciente como son Nombre y Edad, los cuales se sincronizaran con los otros dos datos obtenidos por medio de la conexión bluetooth. Luego de presentar la evaluación completa con todos los datos el personal encargado brindara su diagnóstico y esto quedara almacenado en la base de datos.

Abstract

The content of this report will show the elaboration of a project whose objective will be to design and implement in an automated way a prototype of nutrition measurement of children from 0 to 2 years of age. This will allow the measurement process to be more agile and in less time for the personnel in charge of this task. This project works with sensors measuring length and weight, whose data obtained will be sent via Bluetooth to an Android application. In this application two required data of the patient will be entered, such as Name and Age, which will be synchronized with the other two data obtained through the bluetooth connection. After submitting the complete evaluation with all the data the personnel in charge will provide their diagnosis and this will be stored in the database.

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN	1
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos	2
JUSTIFICACIÓN	3
Capítulo 1: Marco teórico.....	5
1.1. Términos relacionados con la nutrición (Wisbaum, Noviembre 2011)	5
1.2. Antropometría (Valero Cabello, ANTROPOMETRÍA)	5
1.2.1 Objetivos.....	7
1.2.2 Medidas de datos antropométricos.....	7
1.2.3 Equipos de medidas	8
1.3. Sensores.....	8
1.3.1.1 Esquema Eléctrico.....	10
1.3.1.2 Ventajas.....	11
1.3.1.3 Desventajas	11
1.3.2 Celdas De Carga	12
1.3.2.1 Cómo funcionan las celdas de carga	12
1.3.2.2 Características de las celdas de cargas	12
1.3.2.3 Principios operacionales	13
1.3.2.4 Trasmisor de celda de carga HX711.....	13
1.3.2.5 Conexiones entre la Celda de carga, módulo HX711 y Arduino	14
Especificaciones Técnicas:.....	14
1.4 Bascula.....	15
1.4.1 Calibración	17
1.4.2 Tipos de basculas	17
1.5 Arduino Mega 2560 R3	17
1.5.1 Características:.....	18
1.5.2 Especificaciones	18
1.6 Base de datos.....	19
1.6.1 Características	19
1.6.2 Tipos de base de datos.....	19
1.6.3 Modelos de bases de Datos	21
1.6.4 Tipo de información que se puede almacenar	22
1.7 Transmisión de Datos	22
1.7.1 Tipos de transmisión.....	23
1.7.2 Modos de transmisión	23
1.7.3 Modulo bluetooth	24
1.7.3.1 HC-05 Módulo Bluetooth Serial.....	26
1.7.4 Software de adquisición de datos.	28
1.8 Sistema operativo (Android).....	29
1.8.1 Plataforma Android Studio	29

1.8.1.1 Estructura	30
1.8.2 Características	30
Capítulo 2: Análisis y Presentación de Resultados	33
2.1 Etapa de Análisis	35
2.2 Etapa de Diseño	38
2.2.1 Diseño de la Báscula Digital.....	38
2.2.2 Diseño del Pediómetro Digital	39
2.2.3 Diseño de la Infraestructura integradora de la Báscula Digital y el Pediómetro	40
2.2.4 Diseño del Software de Evaluación.....	46
2.2.5 Evaluar el desempeño del sistema de evaluación de desnutrición	55
2.3 Etapa de Implementación	57
Capítulo 3: Conclusiones y Recomendaciones	58
3.1 Recomendaciones	58
3.2 Conclusión	59
Bibliografía.....	60
Anexos.....	62

Lista de Figuras

Figura 1 Algunas de las medidas antropométricas	6
Figura 2 Medición del sensor de distancia.....	10
Figura 3 Esquema Eléctrico.....	10
Figura 4 Esquema de conexión.....	15
Figura 5 Báscula.....	16
Figura 6 Arduino Mega 2560	18
Figura 7 Base de Datos tipo OLTP	20
Figura 8 Base de Datos tipo OLAP	21
Figura 9 Tabla de Registro.....	22
Figura 10 Conexión Paralela.....	23
Figura 11 Conexión Serie.....	24
Figura 12 Esquema Configuración Maestro/Esclavo	25
Figura 13 Esquema Modulo Bluetooth HC-05	28
Figura 14 Pediómetro ajustable para medir bebés sobre una mesa.....	35
Figura 15 Sensor Ultrasónico, para medir distancia	36
Figura 16 Celda de carga, en la cual sobre ella se coloca el peso.....	37
Figura 17 Brazos metálicos que contendrán el sensor de distancia	40
Figura 18 Balanza donde se colocara al niño/a	41
Figura 19 Base que soportar el peso de la balanza.....	42
Figura 20 Algoritmo del proceso en Arduino	43
Figura 21 Librerías agregadas al código arduino	44
Figura 22 Definición de pines	44
Figura 23 Cuerpo del código	45
Figura 24 Cuerpo del código	45

Figura 25	Final cuerpo del código	46
Figura 26	Algoritmo Aplicación Android	48
Figura 27	Algoritmo de Android en código de línea.....	48
Figura 28	Estructura de la Aplicación.....	50
Figura 29	Archivo Manifest.....	50
Figura 30	Programación en Java	51
Figura 31	Diseño en carpeta Res	51
Figura 32	Carpeta Gradle Script.....	52
Figura 33	Declaración de Versión Android	52
Figura 34	Carpetas esenciales de Android	53
Figura 35	Cuerpo del código	54
Figura 36	Cuerpo del código	54
Figura 37	Estructura completa del prototipo	55
Figura 38	Muestra de la niña en el Prototipo	56
Figura 39	Resultados en la aplicación.....	57
Figura 40	Prototipo Final	i
Figura 41	Datasheet Sensor HC-SR04	i
Figura 42	Plataforma Android	ii
Figura 43	Datasheet Celda de Carga	ii

Lista de Tablas

Tabla 1	Presupuesto Báscula.....	39
Tabla 2	Presupuesto Pediómetro.....	42
Tabla 3	Presupuesto Prototipo del Sistema de Medición	49

INTRODUCCIÓN

En las zonas rurales del país se presenta el problema de la gran demanda de atención médica en bebés y el proceso lento de atención por lo que se debe realizar cálculos para comprobar el crecimiento en los bebés.

El proyecto consistió en brindar una solución viable a dicho problema, como es elaborar un sistema digital que ayude a agilizar el proceso de atención médica en las zonas remotas del país, con un alto grado de confiabilidad. Este sistema consta de un aparato donde se colocará al bebé y de manera automática con la ayuda de los sensores este pueda medir y pesar al bebé al mismo tiempo y estos datos serán almacenados en una base de datos.

Una característica importante que tendrá este sistema, es que será accesible y de fácil manejo para las personas encargadas de utilizarlo como serían enfermeros y/o médicos.

Para la realización de este proyecto se utilizó la tecnología de microcontroladores debido a la flexibilidad que presenta lo que permite al diseñador adaptarlo a las distintas necesidades del cliente.

Este proyecto consta de 5 etapas, la primera y segunda etapa fue el diseño de los sistemas de medición para la longitud y el peso mediante el uso de sensores. La tercera etapa fue sobre la infraestructura completa de un sistema más sencillo y factible. En la cuarta etapa se abordó lo del diseño de una base de datos que almacene las variables medidas. Y la última etapa consta de la evaluación del sistema con pruebas reales donde se observan los resultados.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Diseñar un prototipo de un sistema digital portátil de valoración del grado de desnutrición en los niños entre 0 a 2 años, que toma como referencia su edad, peso y longitud.

Objetivos Específicos

- Diseñar una báscula digital que tenga un error a escala completa de 0.5 lb en un rango de 0 – 60 lb.
- Diseñar un pediómetro digital que tenga un margen de error a escala completa de 1mm en la medición de la longitud de los niños en un rango de 0 – 80 cm.
- Construir una infraestructura integradora de la báscula digital y el pediómetro digital que permita una fácil movilidad en zonas remotas.
- Diseñar el software de valoración del grado de desnutrición de los niños, que podrá ser utilizado en un dispositivo portátil Android o en un computador de escritorio; y que permita el almacenamiento de los datos obtenidos del niño en la valoración médica.

JUSTIFICACIÓN

En las comunidades remotas del país cuando se realizan expediciones para hacer un censo del grado de crecimiento en los niños, se toma demasiado tiempo en realizarse el estudio a esto se le suma la dificultad de movilizar los aparatos ya que son muy delicados. El trabajo se realiza respecto a este tema debido a que vemos un déficit a una atención rápida y adecuada en las zonas rurales del país, debido a que no se desarrolla avance tecnológico en el ámbito del electro medicina y siempre se conforman las autoridades con lo convencional. La idea surge en una reunión con representantes de UNICEF que pretenden innovar en diferentes campos que presentan mucho déficit en el país, al presentar los diferentes problemas decidimos realizar la innovación para el área rural con énfasis en los bebés.

El desarrollo de este proyecto beneficiara a ambas partes tanto a médicos como usuarios los cuales serán atendidos. Los médicos podrán realizar sus labores de una manera más fácil y rápida y con más precisión para dar sus últimos diagnósticos al paciente. Y los pacientes no tendrán que estar esperando mucho tiempo al ser atendidos ya que por su facilidad de manejo el proceso puede llevar menos tiempo de lo acostumbrado.

La ventaja de este proyecto es que será más fácil de maniobrar y más accesible para el personal autorizado de realizar las mediciones en los bebés de las comunidades, además en lo que respecta a su transportación hacia las comunidades con difícil acceso será más sencillo por su diseño. Otra ventaja sería que con este sistema se llevara menos tiempo en atender una cantidad de niños por lo que no se estarán realizando mediciones manualmente sino que el equipo las hará automáticamente con la ayuda de los sensores y solamente un dato será ingresado por la persona que es la edad.

Este proyecto vendría ayudar no solo en zonas rurales, sino, también en zonas urbanas ya que es un proyecto electrónico que manda los datos tomados y muestra el resultado

mediante un interfaz interactivo que determina el estado en el cual se encuentra el infante y de esa manera se evita el estar realizando los cálculos de manera convencional al igual que la misma aplicación va creando una base de datos donde se almacenan todos los resultados de los niños revisados con fecha y hora en la que se realizó la evaluación, de esa manera se agiliza el trabajo para el personal de turno. Al igual que cumple con la función de ser un prototipo armable, portable de bajo peso para su mismo traslado que comparado con otras basculas para bebés que dificulta mucho su traslado.

Capítulo 1: Marco teórico.

1.1. Términos relacionados con la nutrición (Wisbaum, Noviembre 2011)

Una buena nutrición es la base de la supervivencia, la salud y el desarrollo infantil. Los niños bien alimentados están mejor preparados para crecer y aprender, para participar en las comunidades y colaborar con ellas, así como para resistir posibles enfermedades, desastres y otras crisis globales.

Sin embargo, para los millones de niños que padecen malnutrición, la realidad es dura. Cada año, alrededor de tres millones de niños mueren a causa de esta enfermedad. Para muchos otros, la malnutrición crónica acaba desembocando en retrasos en el crecimiento, un problema irreversible que, literalmente, atrofia el crecimiento físico y cognitivo de los niños.

La malnutrición ocurre cuando la ingesta alimentaria de un individuo no está equilibrada con sus necesidades nutricionales. La malnutrición incluye mal balance y excesos, tanto por la desnutrición como por la sobrealimentación. La desnutrición se define como la falta de nutrientes causada por una ingesta alimentaria inadecuada y/o por una enfermedad. Abarca una serie de condiciones médicas, incluidas la desnutrición aguda, desnutrición crónica y la deficiencia de micronutrientes. La sobrealimentación ocurre cuando el cuerpo tiene más nutrientes de los que necesita; entre las condiciones médicas de la sobrealimentación se incluyen tanto el sobrepeso como la obesidad.

1.2. Antropometría (Valero Cabello, ANTROPOMETRÍA)

La antropometría es el tratado de las proporciones y medidas del cuerpo humano.

Como tal, la antropometría es una ciencia que estudia las medidas y dimensiones de las diferentes partes del cuerpo humano ya que estas varían de un individuo para otro según su edad, sexo, raza, nivel socioeconómico, etcétera. **Etimológicamente:** la palabra antropometría es de origen griego “ánthropos” que significa “hombre” y “metrón” que expresa “medida” y el sufijo “-ia” que se refiere a “cualidad”. Tal como fue dicho anteriormente, se refiere al estudio de las medidas y proporciones del cuerpo humano.(Ej. En fig.1)

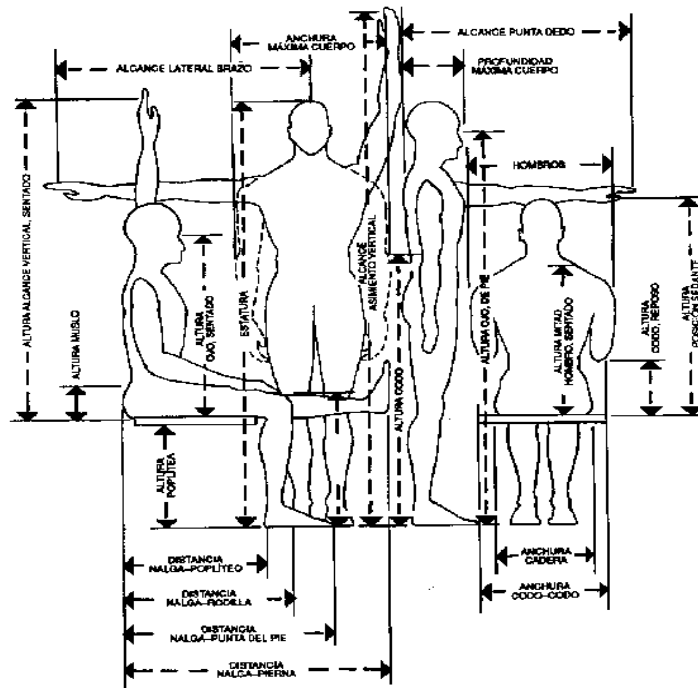


Figura 1 Algunas de las medidas antropométricas

Fuente: ANTROPOMETRÍA, Esperanza Valero Cabello, Centro Nacional de Nuevas Tecnologías.

La antropometría está relacionada con los estudios de la antropología física o biológica, que se ocupa en analizar los aspectos genéticos y biológicos del ser humano, bien sea grupos, razas, y compararlos entre sí. En vista de su función, la antropometría se clasifica en dos tipos: estructural y funcional. En relación a la primera, se encarga de las medidas de cabeza, troncos, y extremidades en posiciones estándar. Por su parte, la parte funcional toma medidas mientras el tiempo está en movimiento, ambas funciones se completan ofreciendo medidas del propio individuo y el entorno que el mismo necesita para desenvolver sus actividades diarias.

Las distintas medidas antropométricas varían de una población a otra, de lo cual se deriva la necesidad de disponer de los datos antropométricos de la población concreta objeto de estudio.

Son muchos los parámetros que influyen, aunque podemos destacar algunos tales como:

- El sexo: establece diferencias en prácticamente todas las dimensiones corporales. Las dimensiones longitudinales de los varones son mayores que las de las mujeres del mismo grupo, lo que puede representar hasta un 20% de diferencia.

- La raza: Las características físicas y diferencias entre los distintos grupos étnicos están
- La edad: sus efectos están relacionados con la fisiología propia del ser humano. Así, por ejemplo, se produce un acortamiento en la estatura a partir de los 50 años. También cabe resaltar que el crecimiento pleno en los hombres se alcanza en torno a los 20 años mientras que en las mujeres se alcanza unos años antes.
- La alimentación (se ha demostrado que una correcta alimentación, y la ausencia de graves enfermedades en la infancia, contribuyen al desarrollo del cuerpo).

1.2.1 Objetivos

Evaluación del estado nutricional (déficit o exceso de las reservas corporales).

Control del crecimiento en niños.

Valoración del efecto de las intervenciones nutricionales

Es de importancia que el médico sepa cuáles son los valores normales en las medidas antropométricas para que así pueda detectar a tiempo trastornos del crecimiento, desarrollo, nutrición y metabolismo que puedan llevar a enfermedades crónicas, como obesidad, diabetes, así como también la detección oportuna de malformaciones en niños. Es importante recalcar que es imprescindible conocer las técnicas correctas de toma de medidas para una correcta y ética praxis médica.

1.2.2 Medidas de datos antropométricos

Lo ideal sería obtener las medidas antropométricas de nuestra propia población, pero esto es caro y complicado. Por ello, lo habitual es trabajar con datos antropométricos ya publicados.

En general, se trabaja con datos transversales, es decir, medidas obtenidas a partir del estudio de un número grande de individuos, medidos una sola vez y que, generalmente, representan a una población numerosa, y que se han recogido durante un periodo de tiempo lo más corto posible. Esto proporciona una imagen instantánea de la población.

Para que los datos antropométricos obtenidos en un determinado estudio puedan ser comparados con los de otras poblaciones o con los de la misma población pero

tomados en otro momento, es importante medir dimensiones normalizadas, con técnicas e instrumentos igualmente normalizados. No es menos importante que las personas que vayan a realizar las mediciones tengan un entrenamiento adecuado y un correcto conocimiento del método. Otros aspectos a tener en cuenta son la verificación de los instrumentos de medida y el adecuado registro y tratamiento de los datos.

1.2.3 Equipos de medidas

Se utilizan distintos instrumentos dependiendo de las dimensiones a medir. Entre los más empleados podemos destacar el antropómetro, calibres y pie de rey, cinta antropométrica, goniómetros, etc.

El antropómetro es una escala métrica con dos ramas, una fija y otra que se desplaza que se emplea para medir dimensiones lineales y al que se le puede acoplar reglas especiales para medir diámetros. El calibre o pie de rey es similar aunque se emplea para medir dimensiones relativamente pequeñas, se emplea para medir grosores, espesores y distancias entre puntos. Mediante piezas que se le pueden acoplar permite medir dimensiones internas y profundidades. El compás de pliegues cutáneos (plicómetro) se emplea para medir panículo adiposo.

1.3. Sensores.

Un sensor es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia. Estos aparatos pueden transformar las magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas.

Esencialmente existen dos sistemas activos para la medición de proximidad o de distancias sin necesidad de contacto físico: los ópticos y los ultrasónicos. Los sistemas ópticos ofrecen mejor precisión debido a que la longitud de onda involucrada es más corta y debido a que presentan menor sensibilidad a condiciones ambientales como por ejemplo la presión y la temperatura. Por otra parte, las aplicaciones ultrasónicas basadas en la medición del tiempo de vuelo, son más simples y en consecuencia son menos costosas. Sin embargo, en estas últimas, existen una serie de problemas potenciales que requieren atención la absorción o atenuación en el medio, el ancho del haz ultrasónico, la presencia de ruido e interferencia, la alta sensibilidad a la temperatura[Caicedo94] y a la humedad, y la pobre resolución.

La sensorización mediante ultrasonidos se ve afectada por factores medioambientales y por factores relacionados con el objeto reflector. En el caso de aplicaciones de medición

de distancias mediante la técnica del pulso-eco, el factor más importante que afecta la exactitud del sistema está relacionado con la variación de la velocidad de la onda ultrasónica debido a la temperatura y a la composición del medio de transmisión.

1.3.1 Sensor de Distancia de Ultrasonido HC-SR04

El HC-SR04 es un sensor de distancias por ultrasonidos capaz de detectar objetos y calcular la distancia a la que se encuentra en un rango de 2 a 450 cm. El sensor funciona por ultrasonidos y contiene toda la electrónica encargada de hacer la medición. Su uso es tan sencillo como enviar el pulso de arranque y medir la anchura del pulso de retorno. De muy pequeño tamaño, el HC-SR04 se destaca por su bajo consumo, gran precisión y bajo precio por lo que está reemplazando a los sensores polaroid en los robots más recientes.

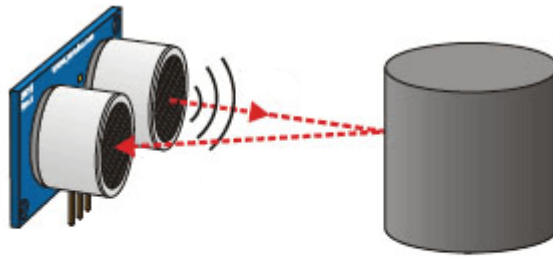
El sensor se basa simplemente en medir el tiempo entre el envío y la recepción de un pulso sonoro. Sabemos que la velocidad del sonido es 343 m/s en condiciones de temperatura 20 °C, 50% de humedad, presión atmosférica a nivel del mar. Transformando unidades resulta.

$$343 \frac{m}{s} \cdot 100 \frac{cm}{m} \cdot \frac{1}{1000000} \frac{s}{\mu s} = \frac{1}{29.2} \frac{cm}{\mu s}$$

Es decir, el sonido tarda 29,2 microsegundos en recorrer un centímetro. Por tanto, podemos obtener la distancia a partir del tiempo entre la emisión y recepción del pulso mediante la siguiente ecuación.

$$Distancia(cm) = \frac{Tiempo(\mu s)}{29.2 \cdot 2}$$

El motivo de dividir por dos el tiempo (además de la velocidad del sonido en las unidades apropiadas, que hemos calculado antes) es porque hemos medido el tiempo que tarda el pulso en ir y volver, por lo que la distancia recorrida por el pulso es el doble de la que queremos medir.



$$\text{Tiempo} = 2 * (\text{Distancia} / \text{Velocidad})$$

$$\text{Distancia} = \text{Tiempo} \cdot \text{Velocidad} / 2$$

Figura 2 Medición del sensor de distancia

Fuente: Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, Sensores de ultrasonidos usados en Robótica para la medición de distancia.

$$\text{Distancia} = \{(\text{Tiempo entre Trig y el Echo}) * (\text{V.Sonido } 340 \text{ m/s})\} / 2$$

1.3.1.1 Esquema Eléctrico

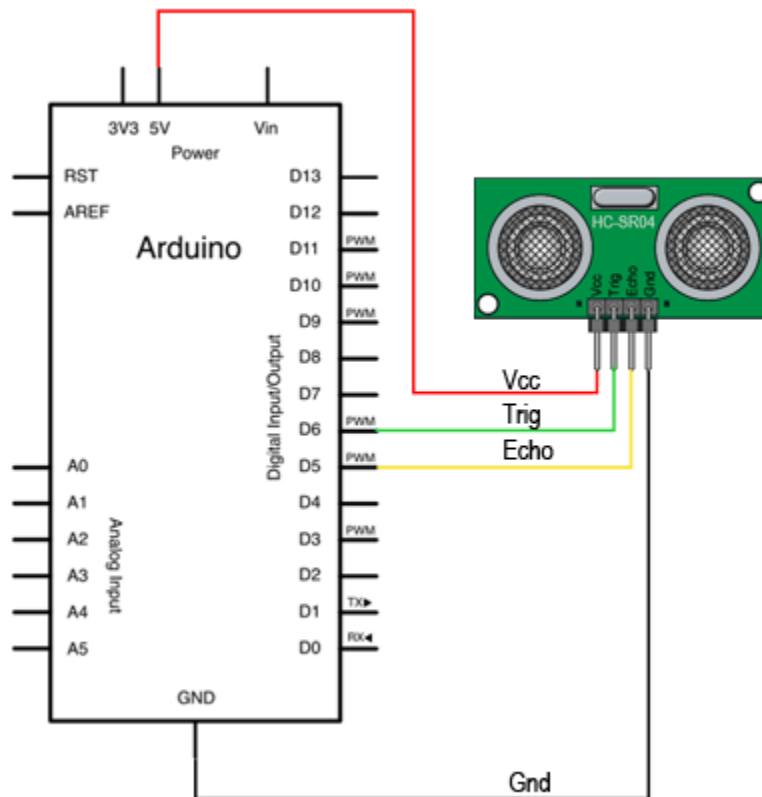


Figura 3 Esquema Eléctrico

Fuente: Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, Sensores de ultrasonidos usados en Robótica para la medición de distancia.

Características

- Dimensiones del circuito: 43 x 20 x 17 mm
- Tensión de alimentación: 5 Vcc
- Frecuencia de trabajo: 40 KHz
- Rango máximo: 4.5 m
- Rango mínimo: 1.7 cm
- Duración mínima del pulso de disparo (nivel TTL): 10 μ S.
- Duración del pulso eco de salida (nivel TTL): 100-25000 μ S.
- Tiempo mínimo de espera entre una medida y el inicio de otra 20 mS.

Pines de conexión:

- VCC
- Trig (*Disparo del ultrasonido*)
- Echo (*Recepción del ultrasonido*)
- GND

1.3.1.2 Ventajas

- Ofrece una excelente detección sin contacto
- Elevada precisión
- Lecturas estables
- Formato fácil de usar
- El funcionamiento no se ve afectado por la luz solar

1.2.1.3 Desventajas

- Poca precisión en zonas ciegas como esquinas
- Materiales suaves como telas pueden ser difíciles de detectar.

1.3.2 Celdas De Carga

Una celda de carga es un transductor capaz de convertir una fuerza en una señal eléctrica, esto la hace a través uno o más galgas internas que posee, configuradas en un puente Wheatstone.

Los diseños de células de carga se pueden distinguir de acuerdo con el tipo de señal de salida generada (neumático, hidráulico, eléctrico) o de acuerdo con la forma en que detectan el peso (flexión, cizalladura, compresión, tensión, etc).

1.3.2.1 Cómo funcionan las celdas de carga

Las celdas de carga convierten la carga que actúa sobre ellos en señales eléctricas. La medición se realiza con pequeños patrones de resistencias que son usados como indicadores de tensión con eficiencia, a los cuales llamamos medidores. Los medidores están unidos a una viga o elemento estructural que se deforma cuando se aplica peso, a su vez, deformando el indicador de tensión. Cuando se deforma el medidor de deformación la resistencia eléctrica cambia en proporción a la carga. Esto se logra por medio de un puente Wheastone, el cual se utiliza para medir resistencias desconocidas mediante el equilibrio de "brazos" del puente. Estos están contruidos por cuatro resistencias que forman un circuito cerrado. En el caso de las celdas de carga las resistencias son los medidores de deformación.

1.3.2.2 Características de las celdas de cargas

- Sistema medidor de deformación:

Toda celda de carga debe poseer un adecuado sistema de deformación, que permita una calibración constante y que sea estable con el tiempo y la temperatura. También debe ser capaz de medir deformaciones con una exactitud de ± 1 u in/in (mt/mt) sobre el rango de deformación de 10% y apto para colocarse y ser usado como elemento sensor en otros sistemas transductores donde la cantidad desconocida tal como la presión es medida en término de deformación.

- Detección y corrección:

Las celdas de carga digitales, mediante sus sistemas electrónicos o el uso de micro computadoras, pueden detectar y a la vez corregir las señales que reciben y se aplican en un sistema mecánico, actuando como un aparato procesador.

- Posibilidad de interfaz:

Las celdas de carga tienen la ventaja de procesar señales en peso kg/lb. Newton o péndales de fuerza, teniendo característica de enviar esta señal a un amplificador digital, como son los display digitales, facilitando el proceso de lectura.

- Control de flujo:

Las celdas de carga, son un sistema de control muy efectivo para el control de flujo en un recipiente cilíndrico en una estructura sometida a cargas.

- Resistencia:

Toda celda de carga tiene límites de resistencia que se establecen al momento de su fabricación, esta capacidad de resistir una carga, permite conocer su aplicación en sistemas mecánicos.

- Sensibilidad:

La sensibilidad de una celda de carga varía en un conjunto de factores, pero debe tomarse en cuenta que la aleación de metales en su fabricación es por excelencia una manera de lograr mejores resultados en los procesos de medición de cargas.

1.3.2.3 Principios operacionales

Los principios operacionales de las celdas de carga, se basan en la transducción eléctrica que transforma o traslada la fuerza o peso a cambios de voltaje. Este principio de operación depende sobre la deflexión de galgas extensiométricas, creando resistencia y una salida. Se debe considerar el grado de sensibilidad de la celda de carga, pues es determinante para conocer la capacidad, el rango de deformación y la máxima de deformación. Toda celda de carga toma en cuenta en sus operaciones; la razón de salida, la seguridad de calibración, la histéresis, escurrimiento y linealidad. Son considerados parámetros básicos operacionales.

1.3.2.4 Trasmisor de celda de carga HX711

Este módulo es una interface entre las celdas de carga y el microcontrolador, permitiendo poder leer el peso de manera sencilla. Internamente se encarga de la lectura del puente Wheatstone formado por la celda de carga, convirtiendo la lectura analógica a digital con su conversor A/D interno de 24 bits.

Es muy utilizado en procesos industriales, sistemas de medición automatizada e industria médica.

Se comunica con el microcontrolador mediante 2 pines (Clock y Data) de forma serial.

1.3.2.5 Conexiones entre la Celda de carga, módulo HX711 y Arduino

Las celdas de carga están formadas por galgas extensiométricas en configuración de puente Wheatstone. Para conectar la celda al módulo HX711 son necesarios 4 cables, los colores utilizados habitualmente son Rojo, Negro, Blanco y Verde. Cada color corresponde a una señal como se muestra a continuación:

Rojo: Voltaje de excitación +, E+, VCC

Negro: Voltaje de excitación -, E-, GND

Blanco: Amplificador +, Señal +, A+

Verde: Amplificador -, Señal -, A-

Conexión entre HX711 y Arduino

Módulo HX711 Arduino UNO, MEGA, NANO

Pin GND Pin GND

Pin DT Pin A1

Pin SCK Pin A0

Pin VCC Pin 5V

Especificaciones Técnicas:

- Voltaje de Operación: 5V DC
- Consumo de corriente: menor a 10mA
- Voltaje de entrada diferencial: $\pm 40\text{mV}$
- Resolución conversión A/D: 24 bit
- Frecuencia de lectura: 80 Hz
- Dimensiones: 38mm*21mm*10mm

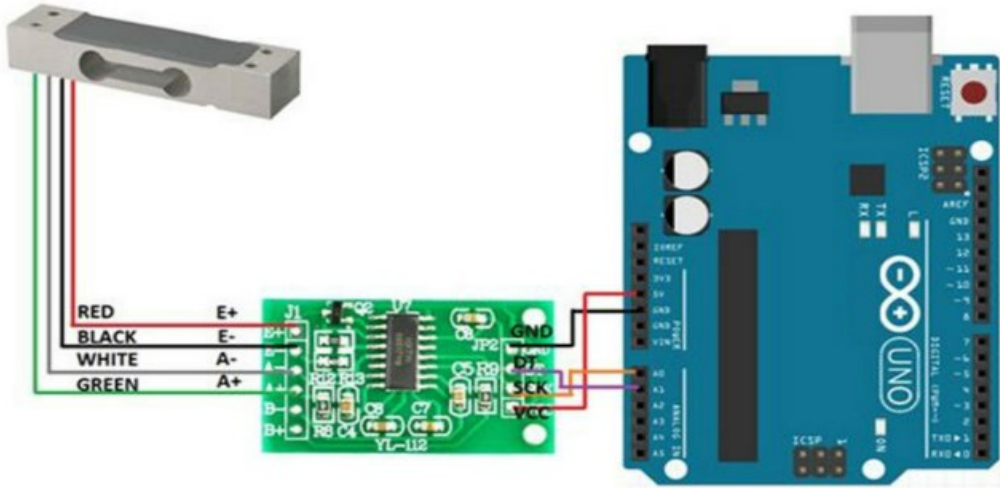


Figura 4 Esquema de conexión

Fuente: Documento en línea de la Plataforma Arduino Fórum

1.4 Bascula.

Las básculas son catalogadas como instrumentos de precisión y es por esto que deben ser utilizadas con mucha precaución, siguiendo siempre las recomendaciones que encontramos descritas en el prospecto de las mismas; esto es tanto para obtener de ellas un servicio óptimo, como así también posibilitar que perduren en el tiempo, previniendo la necesidad de calibrar y recalibrar sus partes. Como se mencionó anteriormente, las básculas son instrumentos que tienen como objetivo pesar y medir cantidades de masa. Existen diferentes tipos de básculas, entre ellas se distinguen las de escala y precisión, las cuales tiene asignados usos muy específicos. (Ver fig. 4)



Figura 5 Báscula

Fuente: Documento en línea acerca de báscula

Actualmente las básculas funcionan con métodos y sistemas electrónicos, mostrando en una pantalla de fácil lectura la masa del objeto que se pesa. Las básculas electrónicas utilizan sensores conocidos como célula de carga o celda de carga. Las celdas de carga convencionales consisten en una pieza de metal a la que se adhieren galgas extensiométricas. Estas galgas cambian su resistencia eléctrica al fraccionarse o comprimirse cuando se deforma la pieza metálica que soporta el peso del objeto. Por tanto, miden peso. El metal se calcula para que trabaje en su zona elástica; esto es lo que define la operatividad de una celda. El ajuste de las resistencias se hace con un puente de Wheatstone, de modo que al alimentarse con un voltaje entregan una salida de voltaje proporcional a la fuerza aplicada en el metal (en el orden de milivoltios). Asimismo se utilizan filtros electrónicos de pasa bajo para disminuir el efecto de las perturbaciones de alta frecuencia.

Cuando la celda se somete a esfuerzos por encima de su capacidad, el metal del cuerpo de la celda pasa a una zona inelástica, adquiriendo deformaciones plásticas o permanentes y ya no regresa a su estado inicial. Antes de llegar a la zona plástica, se sale de la zona de elasticidad lineal, dando lugar a que las deformaciones no sean proporcionales a la fuerza que soporta la célula de carga y, en consecuencia, la salida de voltaje no varíe de manera lineal a la deformación de la pieza metálica y la célula de carga no funcione correctamente. Para evitar esto, los fabricantes colocan tornillos ajustables para limitar el movimiento de la plataforma de la báscula de manera que la celda no se flexione más allá de su rango de funcionamiento.

1.4.1 Calibración

En estas básculas que miden peso mediante la deformación de un elemento elástico, la masa indicada es una medida indirecta que resulta de evaluar el esfuerzo correspondiente al peso del objeto. Tienen que calibrarse periódicamente y cuando son trasladadas, debido a las variaciones en la intensidad gravitatoria de unos lugares a otros. La calibración se hace por comparación con pesas patrones que a su vez estén calibradas con mayor precisión que la correspondiente a la balanza a calibrar según un sistema internacional de trazabilidad y certificación.

1.4.2 Tipos de basculas

Actualmente hay varios tipos de básculas que son bastante representativas:

- Básculas de baño: Se encuentran en muchos hogares y son un elemento muy útil y rápido para conocer el peso de las personas.
- Básculas para pesar personas en farmacias: Son básculas muy sofisticadas que introduciendo una moneda, pesan, miden la estatura y calculan el peso ideal que corresponde a la persona o su índice de masa corporal.
- Báscula para pesar mercancías en empresas y almacenes: Son básculas cuya plataforma está a ras de suelo, y permiten pesar de forma rápida y directa las mercancías que maneja una empresa, hay básculas de diferentes capacidades de peso.
- Báscula para pesar camiones: Son básculas de gran capacidad de peso que se instalan en la entrada de muchas empresas y en las carreteras para pesar directamente a los camiones que acceden a las empresas o controlarlos en las carreteras por si llevan exceso de carga.
- Báscula para pesar gráneles: También llamada *Bulk Weighing* (pesaje en continuo por ciclos), son básculas intercaladas en cintas transportadoras de materiales a granel. El sistema consta de dos tolvas en línea vertical. La superior tiene por objeto almacenar material mientras se produce el pesado del contenido de la tolva inferior. Una vez efectuado el mismo, el granel es liberado a la cinta transportadora y, cuando la tolva se vacía, vuelve a llenarse con el material acumulado en la tolva superior.
- Báscula de dosificación: Son básculas normalmente en forma de tolva suspendida por células de carga. A dicha tolva le llegan unos tornillos sin fin cuyos motores están controlados por un visor dosificador que puede realizar una fórmula con varios componentes.

1.5 Arduino Mega 2560 R3

Arduino Mega es una tarjeta de desarrollo open-source construida con un microcontrolador modelo Atmega2560 que posee pines de entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales. Esta tarjeta es programada en un entorno de desarrollo que

implementa el lenguaje Processing/Wiring. Arduino puede utilizarse en el desarrollo de objetos interactivos autónomos o puede comunicarse a un PC a través del puerto serial (conversión con USB) utilizando lenguajes como Flash, Processing, MaxMSP, etc. Las posibilidades de realizar desarrollos basados en Arduino tienen como límite la imaginación.

1.5.1 Características:

- Microcontrolador ATmega2560.
- Voltaje de entrada de – 7-12V.
- 54 pines digitales de Entrada/Salida (14 de ellos son salidas PWM).
- 16 entradas análogas.
- 256k de memoria flash.

Velocidad del reloj de 16Mhz.

1.5.2 Especificaciones

- Microcontrolador: ATmega2560
- Voltaje Operativo: 5V
- Tensión de Entrada: 7-12V
- Voltaje de Entrada(límites): 6-20V
- Pines digitales de Entrada/Salida: 54 (de los cuales 14 proveen salida PWM)
- Pines análogos de entrada: 16
- Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida: 40 mA
- Corriente DC entregada en el Pin 3.3V: 50 mA
- Memoria Flash: 256 KB (8KB usados por el bootloader)
- SRAM: 8KB
- EEPROM: 4KB
- Clock Speed: 16 MHz



Figura 6 Arduino Mega 2560

Fuente: Documento en línea de la Plataforma Arduino Forum

1.6 Base de datos.

Es un Sistema que nos permite guardar grandes cantidades de información (Datos) de manera organizada, el cual está compuesto por tablas que contienen filas y columnas para tener un mejor orden y fácil accesibilidad a la información cuando se necesite. Las columnas guardan una parte de la información sobre cada elemento de la tabla, y cada fila conforma un registro.

Desde el punto de vista informático, la base de datos es un sistema formado por un conjunto de datos almacenados en discos que permiten el acceso directo a ellos y un conjunto de programas que manipulen ese conjunto de datos.

Cada base de datos se compone de una o más tablas que guarda un conjunto de datos. Cada tabla tiene una o más columnas y filas. Las columnas guardan una parte de la información sobre cada elemento que queramos guardar en la tabla, cada fila de la tabla conforma un registro.

1.6.1 Características

Entre las principales características de los sistemas de base de datos podemos mencionar:

- Independencia lógica y física de los datos.
- Redundancia mínima.
- Acceso concurrente por parte de múltiples usuarios.
- Integridad de los datos.
- Consultas complejas optimizadas.
- Seguridad de acceso y auditoría.
- Respaldo y recuperación.
- Acceso a través de lenguajes de programación estándar

1.6.2 Tipos de base de datos

Existen muchas empresas con diferentes giros y dependiendo del giro será el tipo de procesamiento que se le dará a la información, esto determinará el tipo de base de datos a utilizar. Existen diferentes tipos de bases de datos pero las más comunes son las OLTP y OLAP.

Las bases de datos de tipo ¹OLTP (On Line Transaction Processing) también son llamadas bases de datos dinámicas lo que significa que la información se modifica en tiempo real, es decir, se insertan, se eliminan, se modifican y se consultan datos en línea durante la operación del sistema. Un ejemplo es el sistema de un supermercado donde se van registrando cada uno de los artículos que el cliente está comprando y a su vez el sistema va actualizando el inventario.



Figura 7 Base de Datos tipo OLTP

Fuente: Documento en línea sobre Base de Datos

Las bases de datos de tipo OLAP² (On Line Analytical Processing) también son llamadas bases de datos estáticas lo que significa que la información en tiempo real no es afectada, es decir, no se insertan, no se eliminan y tampoco se modifican datos; solo se realizan consultas sobre los datos ya existentes para el análisis y toma de decisiones. Este tipo de bases de datos son implementadas en Business Intelligence para mejorar el desempeño de las consultas con grandes volúmenes de información.

¹ OLTP: Procesamiento de Transacciones en Línea

² OLAP: Procesamiento Analítico en Línea

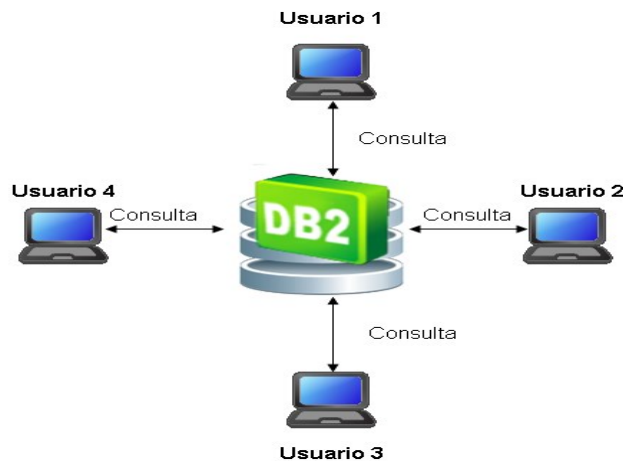


Figura 8 Base de Datos tipo OLAP

Fuente: Documento en línea sobre Base de Datos

1.6.3 Modelos de bases de Datos

Existen diferentes maneras de ordenar y organizar la información para que este sea accesible para nosotros. No existe el sistema de datos perfecto: hay que elegir aquella estructura que mejor se adapte a nuestras necesidades. Los siguientes son los tipos más comunes:

- **Las bases de datos jerárquicas** construyen una estructura de jerarquía con los datos que permite una estructuración muy estable cuando gestionamos una gran cantidad de datos muy interrelacionados.
- **Las bases de datos en red** derivan de las jerárquicas pero mejoran la gestión de datos redundantes manteniendo su rendimiento en consultas de datos.
- **Las bases de datos transaccionales** están diseñadas para el envío y recepción de datos a grandes velocidades y de forma continua. Su único fin es la recepción y envío de información pero la gestión de almacenamiento o redundancia están fuera de su propósito.
- **Las bases de datos relacionales** son las más utilizadas en aplicaciones reales. La información se almacena siempre haciendo referencia a otra por lo que se facilita la gestión y su uso por personal no especialista. En este modelo el lugar y la forma donde se guarde la información es secundario.
- **Las bases de datos orientadas a objetos** han surgido como concepto tras la aparición de los sistemas de programación orientada a objetos.
- **Las bases de datos documentales** están especializadas en el almacenamiento de textos completos, por lo que facilitan el tratamiento informatizado de grandes cadenas de caracteres.

1.6.4 Tipo de información que se puede almacenar

Cuando surgen las bases de datos el tipo de información que se podía almacenar era de tipo estructurada. La información es almacenada en un objeto llamado “Tabla” la cual nos permite organizar la información. Por ejemplo, la tabla de “Empleados” contiene información relacionada al #Empleado, Nombre, Apellido, #Seguro Social, etc. Cada uno de estos elementos en una base de datos recibe el nombre de “Campo” y el conjunto de estos elementos recibe el nombre de “Registro” (También llamado Columna y Renglón, Hilera o Fila).

Tabla Puestos

Clave	Descripcion
CON	Consultor
PM	Líder de proyectos
DEV	Programador
QA	Control de Calidad

Figura 9 Tabla de Registro

Fuente: Documento en línea sobre Base de Datos

Los tipos de datos que se pueden almacenar son diversos, pero los más comunes son de tipo Numérico, Decimales y tipo Texto. Conforme han evolucionado las bases de datos se han expandido los tipos de datos que pueden almacenar. Por mencionar algunos tipos están los CLOB (Character Large Object) y BLOB (Binary Large Object). Los CLOB son utilizados para almacenar documentos y los BLOB para almacenar una imagen o video.

1.7 Transmisión de Datos

Transmisión de datos, es la transferencia física de datos (un flujo digital de bits) por un canal de comunicación punto a punto o punto a multipunto. Ejemplos de estos canales son cables de par trenzado, fibra óptica, los canales de comunicación

inalámbrica y medios de almacenamiento. Los datos se representan como una señal electromagnética, una señal de tensión eléctrica, ondas radioeléctricas, microondas o infrarrojos.

1.7.1 Tipos de transmisión

- Transmisión analógica: estas señales se caracterizan por el continuo cambio de amplitud de la señal. En ingeniería de control de procesos la señal oscila entre 4 y 20 mA, y es transmitida en forma puramente analógica. En una señal analógica el contenido de información es muy restringido; tan solo el valor de la corriente y la presencia o no de esta puede ser determinado.
- Transmisión digital: estas señales no cambian continuamente, sino que es transmitida en paquetes discretos. No es tampoco inmediatamente interpretada, sino que debe ser primero decodificada por el receptor. El método de transmisión también es otro: como pulsos eléctricos que varían entre dos niveles distintos de voltaje. En lo que respecta a la ingeniería de procesos, no existe limitación en cuanto al contenido de la señal y cualquier información adicional.

1.7.2 Modos de transmisión

- Transmisión paralela: Las conexiones paralelas consisten en transmisiones simultáneas de **N** cantidad de bits. Estos bits se envían simultáneamente a través de diferentes canales **N** (un canal puede ser, por ejemplo, un alambre, un cable o cualquier otro medio físico). La conexión paralela en equipos del tipo PC generalmente requiere 10 alambres.

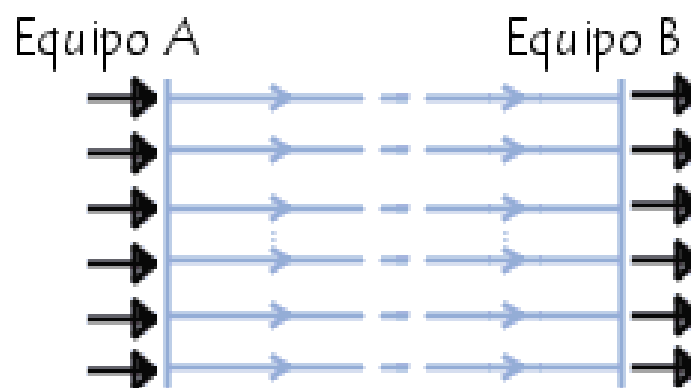


Figura 10 Conexión Paralela

Fuente: Documento en línea sobre Transmisión de datos

Estos canales pueden ser **N** líneas físicas en cuyo caso cada bit se envía en una línea física (razón por la cual un cable paralelo está compuesto por varios alambres dentro de un cable cinta) o una línea física dividida en varios subcanales, resultante de la división del ancho de banda. En este caso, cada bit se envía en una frecuencia diferente.

Debido a que los alambres conductores están uno muy cerca del otro en el cable cinta, puede haber interferencias (particularmente en altas velocidades) y degradación de la calidad en la señal.

- Transmisión en serie: En una conexión en serie, los datos se transmiten bit por bit a través del canal de transmisión. Sin embargo, ya que muchos procesadores llegan a procesar los datos en paralelo, el transmisor necesita transformar los datos paralelos entrantes en datos seriales y el receptor necesita hacer lo contrario.

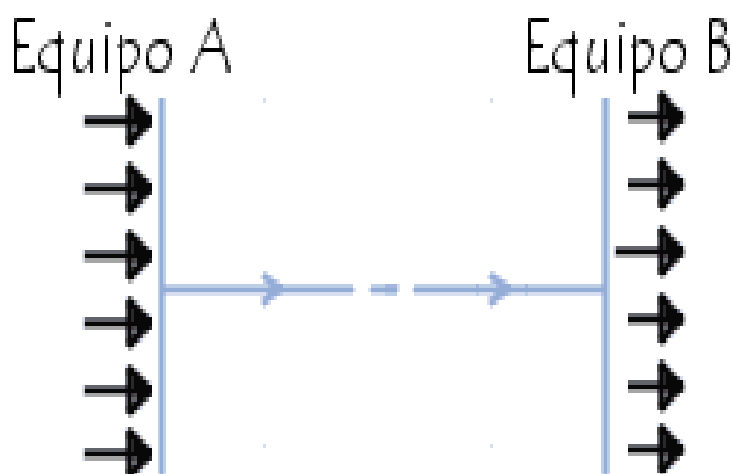


Figura 11 Conexión Serie

Fuente: Documento en línea sobre Transmisión de datos

1.7.3 Modulo bluetooth

Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2.4 GHz. Los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles.
- Eliminar los cables y conectores entre estos.

- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.

Los dispositivos Bluetooth pueden actuar como Masters o como Slaves. La diferencia es que un Bluetooth Slave solo puede conectarse a un master y a nadie más, en cambio un master Bluetooth, puede conectarse a varios Slaves o permitir que ellos se conecten y recibir y solicitar información de todos ellos, arbitrando las transferencias de información (Hasta un máximo de 7 Slaves).

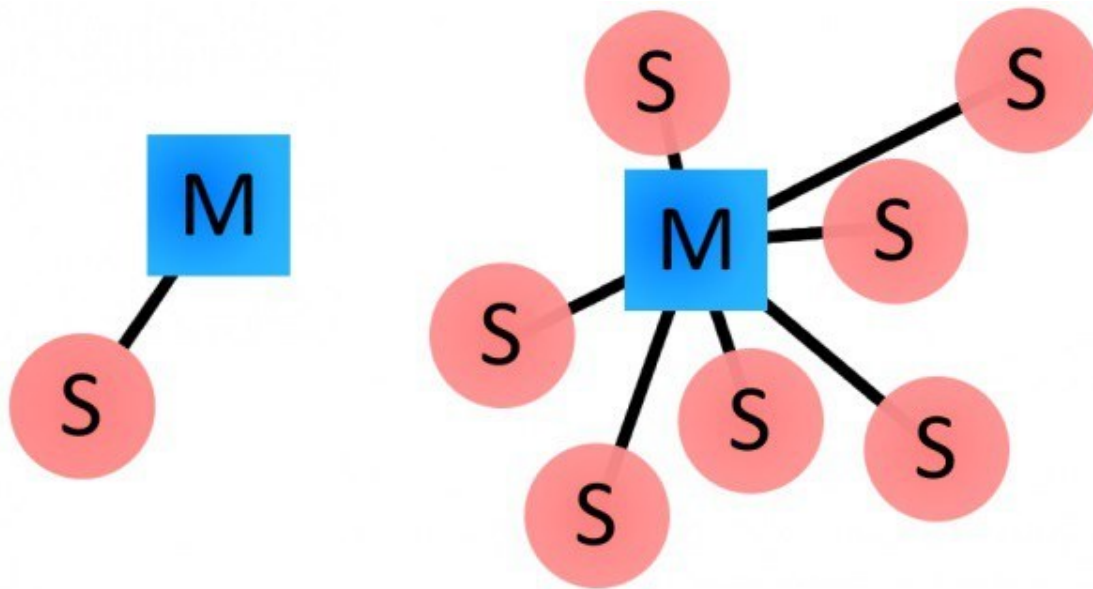


Figura 12 Esquema Configuración Maestro/Esclavo

Fuente: Documento en línea acerca del Módulo Bluetooth

Cada uno de los dispositivos que se identifican vía Bluetooth presenta una dirección única de 48 bits y además un nombre de dispositivo que nos sirva para identificarlo cómodamente a los humanos. Por eso cuando configuras tu móvil puedes especificar un nombre propio que será el que mostrarás a los demás cuando busquen tu teléfono en la inmediaciones.

La dirección propia también se puede identificar pero lógicamente, es un poco menos cómoda y tiene menos utilidad. Tampoco es raro establecer un protocolo IP sobre transporte Bluetooth, con lo que además de su identificación interna Bluetooth (Equivalente al MAC Ethernet) dispondrá de una dirección IP para conectarse a Internet. Por eso puedes conectarte vía Bluetooth a tu PC, por ejemplo, y a través de él conectarte a internet.

Así pues un nodo Bluetooth puede ser Master o Slave y dispone de una dirección única, así como de un nombre para identificarse y muy habitualmente también incluye un PIN de conexión o número de identificación que debe teclearse para ganar acceso al mismo.

Cuando vinculas dos dispositivos BT, se inicia un proceso en el que ellos se identifican por nombre y dirección interna y se solicitan la clave PIN para autorizar la conexión. Si el emparejamiento se realiza con éxito, ambos nodos suelen guardar la identificación del otro y cuando se encuentran cerca se vuelven a vincular sin necesidad de intervención manual.

Para manejar los módulos Bluetooth usamos comandos Hayes o AT:

Comandos AT básicos

- AT+VERSION, versión del Firmware
- AT+NAMEXXX, Programa el nombre que queremos presentar cuando alguien nos busque
- AT+BAUDX, Fija la velocidad de comunicación entre el modulo y la consola según a la siguiente tabla:
 - 1 configura 1200bps
 - 2 configura 2400bps
 - 3 configura 4800bps
 - 4 configura 9600bps (Default)
 - 5 configura 19200bps
 - 6 configura 38400bps
 - 7 configura 57600bps
 - 8 configura 115200bps
- AT+PINXXX, configura el número de identificación personal, que se requerirá para establecer la vinculación
- AT+ROLE Nos informa de si está configurado como Maestro 1, o como esclavo 0.
- AT+ROLE1 Configura el modulo como Master.
- AT+ROLE0 Configura el modulo como Slave.

1.7.3.1 HC-05 Módulo Bluetooth Serial

El módulo de bluetooth HC-05 es el que ofrece una mejor relación de precio y características, ya que es un módulo Maestro-Esclavo, quiere decir que además de recibir conexiones desde una PC o Tablet, también es capaz de generar conexiones hacia otros dispositivos bluetooth. Esto nos permite por ejemplo, conectar dos módulos de bluetooth y formar una conexión punto a punto para transmitir datos entre dos microcontroladores o dispositivos:

-Solicitudes

-Dispositivos informáticos y periféricos

- Receptor GPS
- Control Industrial
- Proyectos MCU

Especificaciones:

Compatible con el protocolo Bluetooth V2.0.

- Voltaje de alimentación: 3.3VDC – 6VDC.
- Voltaje de operación: 3.3VDC.
- Baud rate ajustable: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200.
- Baud rate por defecto: 9600
- Tamaño: 1.73 in x 0.63 in x 0.28 in (4.4 cm x 1.6 cm x 0.7 cm)
- Corriente de operación: < 40 mA
- Corriente modo sleep: < 1mA

La tarjeta incluye un adaptador con 6 pines de fácil acceso para uso en protoboard.

Los pines de la board correspondientes son:

- EN
- VCC
- GND
- TX
- RX
- STATE

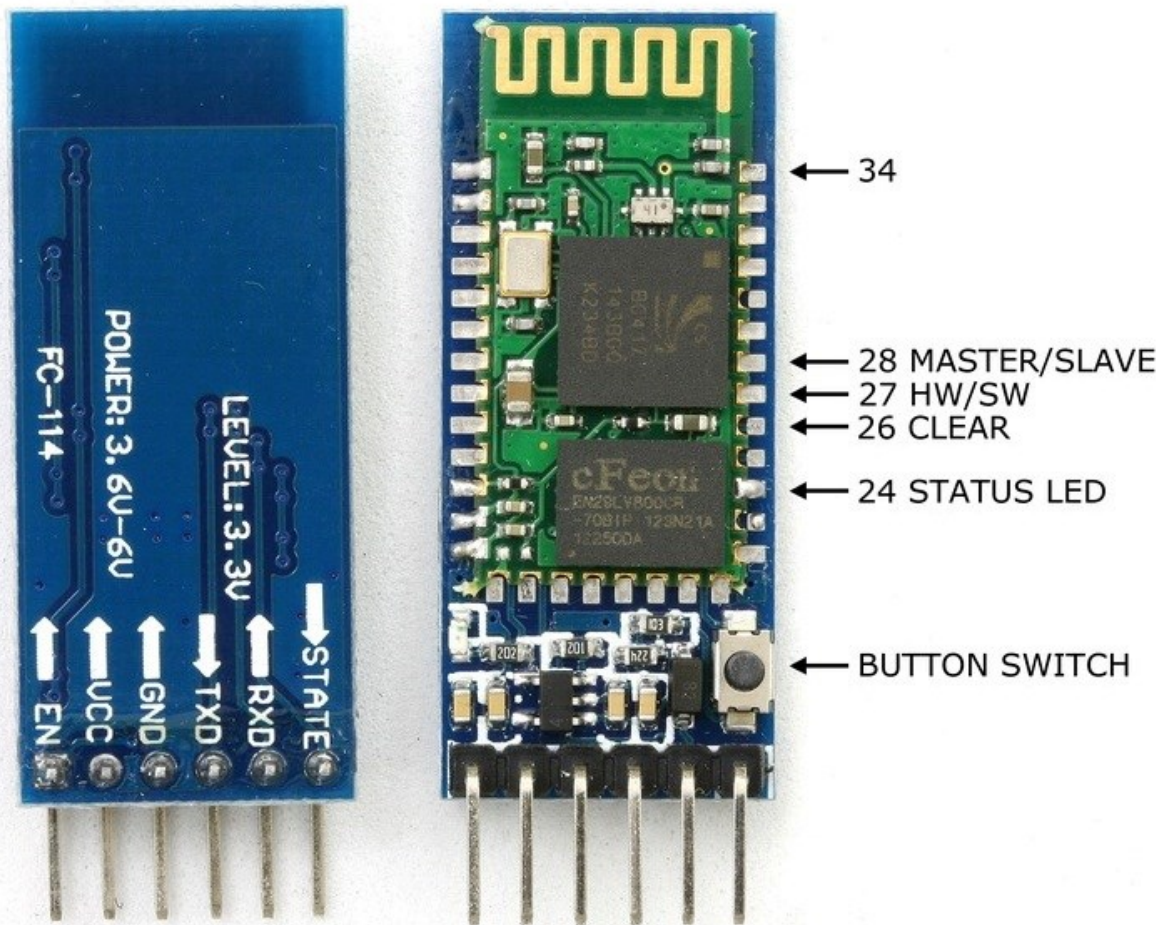


Figura 13 Esquema Modulo Bluetooth HC-05

Fuente: Documento en línea acerca del Módulo Bluetooth

1.7.4 Software de adquisición de datos.

Consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otras electrónicas (sistema digital). Consiste, en tomar un conjunto de señales físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en una computadora. Se requiere una etapa de acondicionamiento, que adecua la señal a niveles compatibles con el elemento que hace la transformación a señal digital. El elemento que hace dicha transformación es el módulo de digitalización o tarjeta de Adquisición de Datos.

1.8 Sistema operativo (Android)

Android, el sistema operativo de Google, se encuentra dentro de unos 2.000'000.000 de dispositivos y es el más utilizado en todo el mundo. Desde su inicio, ha presentado diversas versiones, con cambios, ensayos y errores, los cuales han permitido hacer mejoras en su soporte.

El popular androide tiene dos fechas de nacimiento. La primera se produjo el 5 de noviembre de 2007, cuando se hizo pública su primera versión beta. La segunda, el 23 de setiembre de 2008, fecha en la cual se presentó su primera versión estable: Android 1.0, que aún no contaba con el sobrenombre de una golosina o postre.

Android ha visto numerosas actualizaciones desde su liberación inicial. Estas actualizaciones al sistema operativo base típicamente arreglan fallos y agregan nuevas funciones. Generalmente cada actualización del sistema operativo Android es desarrollada bajo un nombre en código de un elemento relacionado con dulces en orden alfabético.

La reiterada aparición de nuevas versiones que, en muchos casos, no llegan a funcionar correctamente en el hardware diseñado para versiones previas, hacen que Android sea considerado uno de los elementos promotores de la obsolescencia programada.

1.8.1 Plataforma Android Studio

Es un programa o software principal de un ordenador. Es una plataforma que proporciona la interacción del usuario entre el mismo con los programas del dispositivo de hardware.

El sistema operativo es el que gestiona el hardware desde los niveles más básicos al encender el dispositivo, cabe mencionar que los sistemas operativos no solo funcionan en computadoras sino también en la mayoría de dispositivos electrónicos que utilizan microprocesadores (como en nuestro caso de dispositivos móviles), el sistema operativo cumple las funciones básicas: suministro de interfaz de usuario, administración de recursos, administración de archivos, administración de tareas y servicio de soporte.

Una de las mejores características de este sistema operativo es que es libre. Es decir ni para editar el código, ni para incluir en un teléfono se debe de pagar. Y esto lo hace muy popular entre los fabricantes y desarrolladores, cualquiera puede bajar el código fuente, inspeccionarlo, copiarlo e incluso cambiarlo. Esto da seguridad a los usuarios, ya que el código es abierto nos permite detectar fallas en el código de manera rápida.

1.8.1.1 Estructura

Cada proyecto en Android Studio contiene uno o más módulos con archivos de código fuente y archivos de recursos. Entre los tipos de módulos se incluyen los siguientes:

- módulos de apps para Android
- módulos de bibliotecas
- módulos de Google App Engine

De manera predeterminada, Android Studio muestra los archivos de tu proyecto en la vista de proyectos de Android

Todos los archivos de compilación son visibles en el nivel superior de Secuencias de comando de Gradle y cada módulo de la aplicación contiene las siguientes carpetas:

- Manifests: contiene el archivo `AndroidManifest.xml`.
- Java: contiene los archivos de código fuente de Java, incluido el código de prueba JUnit.
- Res: Contiene todos los recursos, como diseños XML, cadenas de IU e imágenes de mapa de bits.

1.8.2 Características

Características y especificaciones actuales:

Diseño de dispositivo	La plataforma es adaptable a pantallas de mayor resolución, VGA, biblioteca de gráficos 2D, biblioteca de gráficos 3D basada en las especificaciones de la OpenGL ES 2.0 y diseño de teléfonos tradicionales.
Almacenamiento	SQLite , una base de datos liviana, que es usada para propósitos de almacenamiento de datos.
Conectividad	Android soporta las siguientes tecnologías de conectividad: GSM/EDGE , IDEN , CDMA , EV-DO , UMTS , Bluetooth , Wi-Fi , LTE , HSDPA , HSPA+ , NFC y WiMAX , GPRS, UMTS y HSDPA+.
Mensajería	SMS y MMS son formas de mensajería, incluyendo mensajería de texto, además del servicio de Firebase Cloud Messaging (FCM) siendo la nueva versión de Google Cloud Messaging (GCM) bajo la

	marca Firebase con los nuevos SDK para realizar el desarrollo de mensajería en la nube mucho más sencillo.
Navegador web	El navegador web incluido en Android está basado en el motor de renderizado de código abierto WebKit , emparejado con el motor JavaScript V8 de Google Chrome. El navegador por defecto de Ice Cream Sandwich obtiene una puntuación de 100/100 en el test Acid3.
Soporte de Java	Aunque la mayoría de las aplicaciones están escritas en Java, no hay una máquina virtual Java en la plataforma. El bytecode Java no es ejecutado, sino que primero se compila en un ejecutable Dalvik y se ejecuta en la Máquina Virtual Dalvik, Dalvik es una máquina virtual especializada, diseñada específicamente para Android y optimizada para dispositivos móviles que funcionan con batería y que tienen memoria y procesador limitados. A partir de la versión 5.0, se utiliza el Android Runtime (ART) . El soporte para J2ME puede ser agregado mediante aplicaciones de terceros como el J2ME MIDP Runner.
Soporte multimedia	Android soporta los siguientes formatos multimedia: WebM , H.263 , H.264 (en 3GP o MP4), MPEG-4 SP , AMR , AMR-WB (en un contenedor 3GP), AAC , HE-AAC (en contenedores MP4 o 3GP), MP3 , MIDI , Ogg Vorbis , WAV , JPEG , PNG , GIF y BMP .
Soporte para streaming	Streaming RTP/RTSP (3GPP PSS, ISMA), descarga progresiva de HTML (HTML5 <video> tag). Adobe Flash Streaming (RTMP) es soportado mediante el Adobe Flash Player. Se planea el soporte de Microsoft Smooth Streaming con el port de Silverlight a Android. Adobe Flash HTTP Dynamic Streaming estará disponible mediante una actualización de Adobe Flash Player.
Soporte para hardware adicional	Android soporta cámaras de fotos, de vídeo, pantallas táctiles, GPS, acelerómetros, giroscopios, magnetómetros, sensores de proximidad y de presión, sensores de luz, gamepad, termómetro, aceleración por GPU 2D y 3D.
Entorno de desarrollo	Incluye un emulador de dispositivos, herramientas para depuración de memoria y análisis del rendimiento del software. Inicialmente el entorno de desarrollo integrado (IDE) utilizado era Eclipse con el plugin de Herramientas de Desarrollo de Android (ADT). Ahora se

	considera como entorno oficial Android Studio , descargable desde la página oficial de desarrolladores de Android.
Google Play	Google Play es un catálogo de aplicaciones gratuitas o de pago en el que pueden ser descargadas e instaladas en dispositivos Android sin la necesidad de un PC.
Multi-táctil	Android tiene soporte nativo para pantallas capacitivas con soporte multitáctil que inicialmente hicieron su aparición en dispositivos como el HTC Hero. La funcionalidad fue originalmente desactivada a nivel de kernel (posiblemente para evitar infringir patentes de otras compañías). Más tarde, Google publicó una actualización para el Nexus One y el Motorola Droid que activa el soporte multitáctil de forma nativa.
Bluetooth	El soporte para A2DP y AVRCP fue agregado en la versión 1.5; el envío de archivos (OPP) y la exploración del directorio telefónico fueron agregados en la versión 2.0; y el marcado por voz junto con el envío de contactos entre teléfonos lo fueron en la versión 2.2. Los cambios incluyeron:
Videollamada	Android soporta videollamada a través de Hangouts (antiguo Google Talk) desde su versión HoneyComb.
Multitarea	Multitarea real de aplicaciones está disponible, es decir, las aplicaciones que no estén ejecutándose en primer plano reciben ciclos de reloj.
Características basadas en voz	La búsqueda en Google a través de voz está disponible como "Entrada de Búsqueda" desde la versión inicial del sistema.
Tethering	Android soporta <i>tethering</i> , que permite al teléfono ser usado como un punto de acceso alámbrico o inalámbrico (todos los teléfonos desde la versión 2.2, no oficial en teléfonos con versión 1.6 o inferiores mediante aplicaciones disponibles en Google Play (por ejemplo PdaNet). Para permitir a un PC usar la conexión de datos del móvil Android se podría requerir la instalación de <i>software</i> adicional.

Capítulo 2: Análisis y Presentación de Resultados

En este capítulo se detalla la metodología utilizada en el diseño del prototipo del sistema de medición de nutrición de niños de 0 a 2 años. La investigación será de tipo aplicada, ya se quiere solucionar un problema con el diseño de un sistema que trabaje en menor tiempo y sea accesible al personal capacitado. Esto quiere decir que será aplicado y manipulado en la realidad.

Primeramente, se tomaron en cuenta los diseños que se han realizado anteriormente para este tipo de valoración, se han observado por ejemplo en diferentes centros de salud, que el proceso que realizan es el siguiente, para empezar colocan al bebé en una báscula que contiene una pantalla digital donde presenta el peso exacto. Posterior, colocan al bebé en un estilo de regleta, lo que hacen es que con un estilo del regla o centímetro, lo miden de pies a cabeza, dando su longitud exacta. Luego de realizar todo este proceso, los datos debían someterse a cálculos de forma manual, cuyos resultados establecían en qué nivel de desnutrición está el paciente. Esta es la manera convencional con la que han trabajado en los últimos tiempos.

A pesar de trabajar de esta manera, los expertos siempre realizan de manera eficiente su labor, considerando todos estos términos, se pensó el diseñar el prototipo que trabaja unificado. Es decir que al momento en el que infante sea colocado en la báscula, por medio de unos brazos metálicos que contienen el sensor de distancia, sea medida también la longitud, esos datos por medio de la conexión bluetooth serán enviados a una aplicación en un dispositivo Android donde se proyectaran los demás datos ingresados, obteniendo así el mismo resultado que se obtienen con los equipos convencionales, sin embargo, esta aplicación ya tendrá las diferentes tablas que determinaran dependiendo del resultado en que índice estará ubicado el infante, sin necesidad que los expertos que realizan el trabajo, se tomen el tiempo de realizar los cálculos, de manera inmediata se les presentaran en pantallas, dando con esto, el diagnóstico.

Además, normalmente se tendrían que estar llenando hojas de datos de cada paciente y estos ser archivados en carpetas y además removidos hacia otros centros, de ser necesarios. Por esa razón, adicional, se agregó a la aplicación la manera de que esta hiciera su base de datos, donde mantuviera almacenada la información, ya sea por hora, día, semana, según la manera en que los médicos deseen llevar su historial. Añadiendo también la opción de exportar estos documentos hacia una carpeta en el dispositivo, donde presentara toda la información necesaria.

Cabe mencionar además, que esta aplicación que trabaja con los datos recibidos por vía bluetooth, también está diseñada para laborar de manera manual, es decir, los médicos y/o enfermeras pueden agregar todos los datos solicitados directamente, sin esperar los que están siendo medidos por los sensores, de esta manera este diseño puede ser implementado sin necesidad de que cuenten con el prototipo que se está presentando.

2.1 Etapa de Análisis

La idea surge en una reunión con representantes de UNICEF que pretenden innovar en diferentes campos que presentan mucho déficit en el país, al presentar los diferentes problemas decidimos realizar la innovación para el área rural con énfasis en los bebés.



Figura 14 Pediómetro ajustable para medir bebés sobre una mesa

Fuente: ANTROPOMETRÍA, Esperanza Valero Cabello, Centro Nacional de Nuevas Tecnologías.

Se tomó en cuenta que los aparatos encargados de realizar estas funciones eran manuales por lo tanto tomaba mucho tiempo el evaluar la situación de un niño, ya que el personal encargado tomaba las medidas de forma manual y procedía a realizar los cálculos necesarios para determinar su estado y luego dar su diagnóstico final.

La idea de este prototipo es el de minimizar tiempo en este proceso, ya que las dos mediciones que estará realizando se harán automáticamente por medio de los sensores y estos datos al ser recibidos por medio del bluetooth hacia la aplicación, dará inmediatamente el resultado del estado del niño para que el personal pueda dar su diagnóstico.

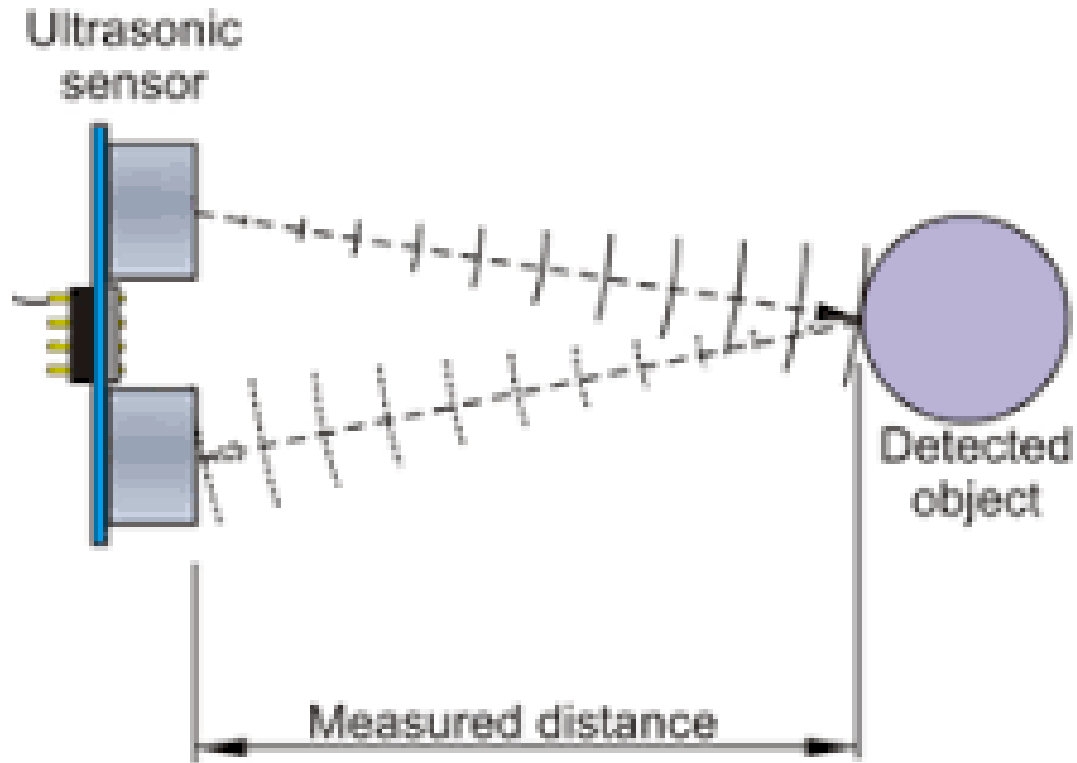


Figura 15 Sensor Ultrasónico, para medir distancia

Fuente: Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, Sensores de ultrasonidos usados en Robótica para la medición de distancia.

Para esta parte, que es la medición de la longitud, se está utilizando el sensor de distancia HC-SR04, este calcula la distancia medida por el ultrasonido. Trabaja con el pin Trig, que se encarga del disparo del ultrasonido, y el pin Eco, que es el que recibe el ultrasonido, dando la distancia de este al momento. Por medio de una ecuación donde se toma como datos...

Para instalar la celda de carga hay que hacerlo con separadores, los cuales deben de distanciarse a la base y recipiente de la celda para que la parte central quede libre; además hay que tener en cuenta que el sentido de la flecha indica la dirección de la fuerza o peso a aplicar.



Figura 16 Celda de carga, en la cual sobre ella se coloca el peso.

Fuente: Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, Medidores de deformación por resistencia, galgas extensiométricas.

En esta etapa, se está utilizando la celda de carga con el peso de 50kg, con un módulo de transmisión HX711. La celda de carga consta en el interior uno o más galgas que posee, configuradas en un puente Wheatstone. La celda de carga convierte el peso en señales eléctricas enviadas por medio de conexión cableada hacia el transmisor HX711, este módulo actúa como interface entre la celda de carga y la tarjeta arduino, permitiendo leer el peso de manera sencilla. Se encarga de la lectura del puente de Wheatstone, formado por la celda de carga, convirtiendo la lectura analógica a digital con su conversor A/A interno de 24 bits. Se comunica mediante dos pines (clock y data).

De este modo el transmisor, de igual manera cableado hacia el microcontrolador (Tarjeta Arduino Mega 2530) enviara el dato del peso colocado en la celda de carga.

2.2 Etapa de Diseño

2.2.1 Diseño de la Báscula Digital

Como primer diseño de este prototipo se consideró utilizar 4 sensores de peso, con el máximo de soporte de 10kg cada uno, los cuales haciendo los respectivos cálculos, sumándolos nos darían un soporte de 40kg equivalentes a 88 libras, sobrepasando el rango establecido en nuestros objetivos, sin embargo al momento de realizar investigaciones e implementar pruebas físicas con ellos se observó que debido a los muchos componentes y diferentes conexiones se vería complicado lo que es el diseño armable que se esperaba realizar, y también considerando que los componentes tienen su tiempo de vida útil, al momento de realizar mantenimiento en él, conllevaría a un riesgo de dañarlo o que no quedara totalmente seguro para el uso correspondiente.

En esta etapa se consideró revisar otros diseños para tener un patrón establecido que cumpliera con la calidad necesaria que se necesita para esta área, al igual se consideró el hecho de que solo se estaba trabajando con un sensor de peso, en este caso uno que soporta un máximo de peso de 50kg equivalentes a 110 libras, lo cual también sobrepasa el rango establecido, sin embargo eso no afecta al diseño y uso del equipo. Debido a que es un prototipo de proyecto armable, la base donde se encuentra el sensor tiene un diseño de cuadrilátero, cada lado con la misma medida de 40x40 cm para dar una mayor estabilidad en el peso, ya que el soporte donde se pondrán los bebés es de mayor diámetro y de forma rectangular con medidas de 34x74 cm, el sensor está fijo en la base debido a que todo el circuito del prototipo se encuentra ubicado en ese mismo sector para dar una mayor seguridad ante golpes. Este tiene una medida de 13 cm, quedando en el centro, el lado del sensor que va a soportar el peso.

Este sensor va conectado a un módulo de transmisión HX711, el cual recibe la señal analógica y la convierte a digital al momento de recibirla la tarjeta arduino, lo que nos proporciona una salida de datos numéricos, dándonos los resultados de peso del objeto que está colocado en ese momento.

Componentes	Modelo	Capacidad	Costo	Cantidad	Total
Celda de Carga	YZC-1B	40-50 kg	\$.2.60	1	\$.2.60
Transmisor de Señal	HX-711	-	\$1.00	1	\$1.00
Base de Madera	-	40-50 kg	\$6.13	1	\$6.13

Tabla 1 Presupuesto Báscula

2.2.2 Diseño del Pediómetro Digital

Se realizaron varias pruebas para poder llegar al diseño final, en primera instancia se pensó en dejar la estructura del pediómetro en una sola pieza pero abarcaba más de 80 cm en longitud y no seguía la idea de una pieza fácil de llevar y armable, al igual se tuvo en mente realizar la pieza de 80 cm en 2 piezas con su respectiva bisagra que se pudiera abrir y cerrar pero tendría una longitud de 40 cm la pieza ya juntas, en esa instancia es muy largo para su traslado, por eso se llegó a la idea de realizarlo en 2 piezas de 25 cm cada una. Al igual que seguía la idea de un prototipo armable y portable.

En este diseño se hace en referencia a dos brazos de acero inoxidable debido que una sola pieza sería complicada en transportar por a su tamaño. Van sujetos a la base de madera y la parte superior de cada brazo sobresale de la báscula que estará soportando el peso del infante. Se realizó en 2 piezas debido que sigue el concepto de prototipo portable/armable de esa manera tenemos 2 piezas de 25 cm cada una en vez de una sola pieza de 80cm, que se ahorra gran cantidad de espacio de igual manera mucho más cómodo al momento de transportarse, en una de ellas estará ubicado el sensor de distancia, en la otra un cuadro metálico donde se reflejara la señal del sensor siendo los dos móviles para una mayor percepción en cuanto a la longitud del niño, se estarán ubicando en la parte de la cabeza del

niño/a, y el otro en la parte de los pies, tomando así la longitud o tamaño exacto que puede tener el niño/a, en medidas de centímetros.



Figura 17 Brazos metálicos que contendrán el sensor de distancia

Fuente: Autor

Componentes	Modelo	Capacidad	Costo	Cantidad	Total
Sensor de Distancia	HC-SR04	Rango de 2 a 450 cm	\$1.25	1	\$1.25
Brazos Metálicos	-	-	\$3.06	2	\$6.12

2.2.3 Diseño de la Infraestructura integradora de la Báscula Digital y el Pediómetro

En esta etapa se tendrá la infraestructura completa del sistema, es decir, se trabajará en lo que es la unión de los dos sistemas mencionados anteriormente, para lograr tener

uno solo que trabaje con más facilidad y tenga un solo costo. Por lo tanto, se construirá la PCB del sistema de medición y transmisión de datos integrados.

Cabe resaltar que se utilizaron materiales rústicos debido a que la empresa (Sunny Solar) que decidió tomar el reto y realizar las piezas de nuestro diseño cerró, debido a que se presentaron problemas económicos en la misma.

Primero, se consideró la siguiente estructura, para la parte de la báscula, ya que la lógica del diseño sería hacerlo armable y de fácil movilidad, se había planteado realizarlo en dos partes, es decir, en vez de una báscula de 80cm como se muestra en la fig. 19, serían dos piezas de 40 cm, las cuales al momento de unificar toda la estructura, estas dos se unirían para formar una sola de manera que la celda de carga localizada en la base, quedara centrada en la parte de abajo, sosteniendo de manera uniforme estas dos piezas.



Figura 18 Balanza donde se colocara al niño/a

Fuente: autor

Componentes	Modelo	Capacidad	Costo	Cantidad	Total
Bascula	Acero Inoxidable	-	\$3.06	1	\$3.06
Cuerina	-	-	\$1.25	1	\$1.25

Tabla 2 Presupuesto Pediómetro

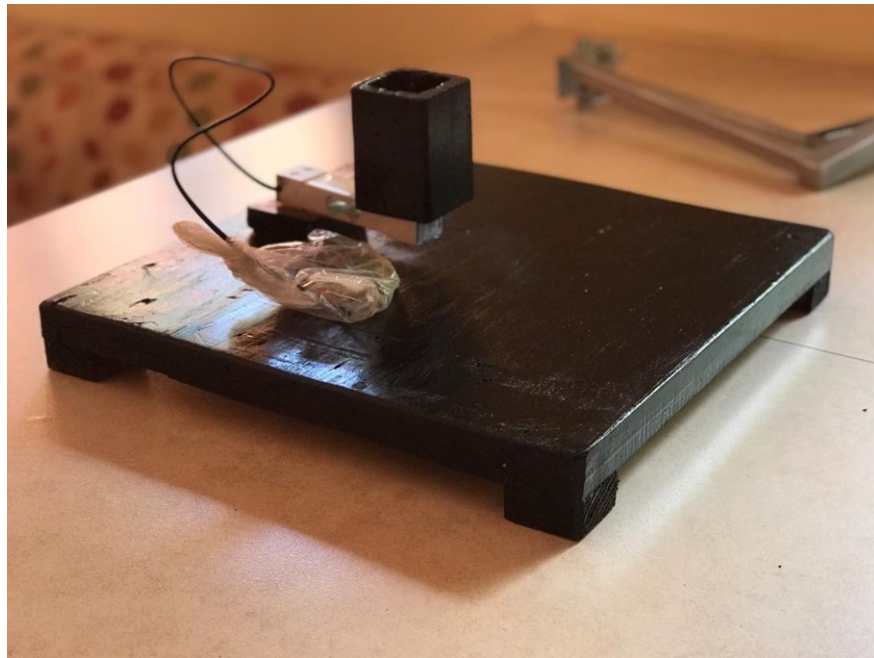


Figura 19 Base que soportar el peso de la balanza

Fuente: autor

Además también se visitaron otras empresas, las cuales no pudieron brindarnos ayuda con el diseño y creación de la misma, la razón fue por el hecho de que ellos tenían sus propios diseños con sus componentes y solo facilitaban ya esos propios diseños. Por tal razón, se tomó la decisión de adquirir un diseño un poco rustico, con diferentes materiales y no un solo como se estaba considerando.

Como continuación de diseño, comentaremos acerca de cómo se llevó la realización del software que junto a los datos emitidos por los diferentes sensores, llevara a cabo el proceso de medición de los datos necesarios. En la siguiente figura se mostrara el algoritmo del proceso que realizara el código en arduino.

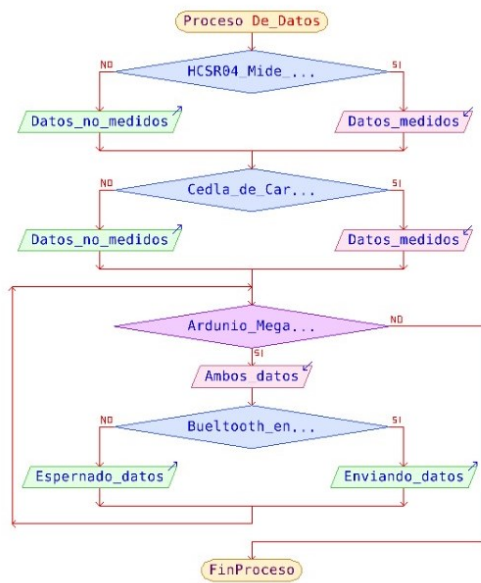


Figura 20 Algoritmo del proceso en Arduino

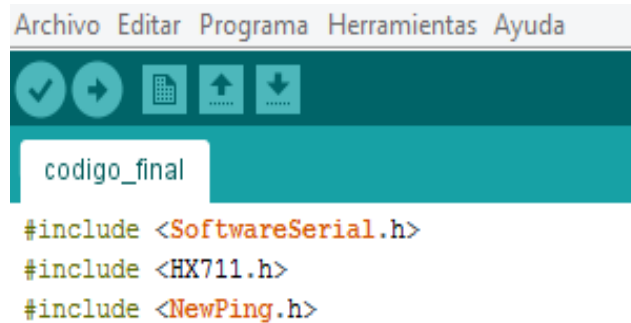
Fuente: Autor

Empezaremos mencionando la utilización de la plataforma arduino IDE, donde se diseñó un código que abarca el desempeño de cada uno de los dispositivos que estarán interactuando con el sistema, tales como el sensor de peso, el sensor de distancia y el modulo bluetooth.

En el código se ve reflejado el proceso que realizara cada dispositivo, cada uno de ellos con sus diferentes conexiones hacia la tarjeta arduino MEGA con la cual se está trabajando, ya que prácticamente esta tarjeta recibirá los datos medidos y por medio del módulo bluetooth los enviara a la base de datos diseñada en Android para un dispositivo móvil.

A continuación se mencionara lo que contiene en si el código para su funcionamiento: Primeramente, se incluyen las librerías, estas contienen la información de procesamiento de cada componente, utilizamos tres, la primera de SoftwareSerial, está siendo implementada para el proceso que realizara el modulo bluetooth HC-05. La librería HX711, se agregó para el funcionamiento del módulo de transmisión que va conectado a sensor de peso, ya que él es el que recibe la señal emitida por el sensor y la transporta hacia la tarjeta arduino. Por último tenemos la librería NewPing, esta es la

que se utiliza para el sensor de distancia HC-SR04. Cada una de las librerías permitirá que su componente realice el funcionamiento que se le estableció.



```
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
codigo_final
#include <SoftwareSerial.h>
#include <HX711.h>
#include <NewPing.h>
```

Figura 21 Librerías agregadas al código arduino

Fuente: autor

En la siguiente imagen se aprecia la declaración de conexión que tendrán los componentes con sus respectivos pines, primeramente están los pines del sensor de distancia, el pin echo que es el que recibe el pulso luego de determinar la distancia en la que este choca, va conectado al puerto número 6 de la tarjeta arduino y el pin trig, es el que envía el impulso, va conectado al puerto número 7 de la tarjeta arduino.

Continuamos con los pines del módulo de transmisión que va conectado al sensor de peso, el pin dout (data) va conectado al puerto analógico A1 de la tarjeta, y el pin clk (clock) va conectado al puerto analógico A0 de la tarjeta.

```
#define Pecho 6
#define Ptrig 7
#define DOUT A1
#define CLK A0
```

Figura 22 Definición de pines

Fuente: autor

En las siguientes imágenes, mas que todo se ve el cuerpo del código de programación en arduino, de la función que realizará cada componente. Las sentencias declaradas, con el proceso que se llevará a cabo. Ver img(,,)

```
void setup() {
  Serial.begin(9600); //Inicializa el puerto serial para monitorear
  BTSerial.begin(9600);
  pinMode(Pecho, INPUT); //Define el pin 6 como entrada
  pinMode(Ptrig, OUTPUT); //Define el pin 7 como salida

  Serial.begin(9600);
  Serial.print("Lectura del valor del ADC: ");
  Serial.println(balanza.read());
  Serial.println("No ponga ningun objeto sobre la balanza");
  Serial.println("Destarando...");
  Serial.println("...");
  balanza.set_scale(74911.46); // Establecemos la escala
  balanza.tare(20); //El peso actual es considerado Tara.

  Serial.println("Listo para pesar");

  pinMode(9, OUTPUT); // this pin will pull the HC-05 pin 34 (key pin) HIGH to switch module to AT mode
  digitalWrite(9, HIGH);
  Serial.begin(9600);
}
```

Figura 23 Cuerpo del código

Fuente: autor

```
void loop(){
  digitalWrite(Ptrig, LOW); //Un pulso bajo para asegurar que este apagado
  delayMicroseconds(2); //Se mantiene el pulso bajo
  digitalWrite(Ptrig, HIGH); //genera el pulso del trig por 10ms
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(Ptrig, LOW); //Se manda a apagar el pulso
```

Figura 24 Cuerpo del código

Fuente: autor

```

duracion=pulseIn(Pecho,HIGH);
distancia=(duracion/2)/29;//Calcula la distancia en cm.

if(distancia>=500 || distancia<=0)
{
  Serial.print("----");//No mide nada
  flagdistancia =false;
}
else
{
  flagdistancia =true;
}
delay(500);//Espera 500ms para lograr ver la distancia

Peso=(balanza.get_units(20));
Serial.println(" Peso: ");
Serial.print(Peso);
Serial.println(" kg");
String identificador="P";
BTSerial.print(identificador+ (Peso*-1));
BTSerial.print("#");//final de la cadena
delay(20);
if(flagdistancia)
{
  Serial.print(distancia);//Imprimir el valor
  Serial.print("cm");//Le coloca los cm
  String identificador="D";
  BTSerial.print(identificador+distancia);
  BTSerial.print("#");//final de la cadena
  delay(20);
}
1

```

Figura 25 Final cuerpo del código

Fuente: autor

Mencionaremos además el material utilizado para la creación del sistema de medición, primero, la base, fue creada a con una material de madera, ahí va situado lo que es el sensor de peso, y además la ubicación de la tarjeta arduino MEGA, donde irán las diferentes conexiones. La parte de la báscula que va unida con el pediómetro, se creó de un material de acero inoxidable, este fue considerado, ya que en él se pondrá al niño/a, y como es un material ligero no va a interferir en lo que es el cálculo del peso exacto que vaya a tener él niño/a.

2.2.4 Diseño del Software de Evaluación

La tercera etapa abarcara lo que es el diseño del sistema inalámbrico de transmisión y recepción de datos entre el sistema de medición y el computador y el diseño del software de valoración nutricional para niños entre las edades de 0 a 2 años. El software generará un reporte que mostrará el grado de desnutrición del niño y las

medidas que deben tomarse (de acuerdo a la OMS³) de acuerdo a ese grado de desnutrición. También, el software almacenará los datos del paciente en una base de datos.

En el desarrollo de la base de datos utilizamos sqlite debido a que es un software libre, al igual que existe una compatibilidad del 100 % con los sistemas operativos para móviles. El trabajo con este sistema es muy sencillo, se crea la base de datos en Android el cual es el sistema operativo que se está utilizando. Al descargar la aplicación en el móvil, se crea la base de datos ya programada y el sistema se guarda en el dispositivo móvil, a como se explicó al inicio debido a su gran compatibilidad no se presentaron problemas de ninguna índole entre sistemas, al igual en el momento de realizar las pruebas.

La aplicación fue diseñada en Android Studio, es el entorno de desarrollo integrado oficial para la plataforma Android. Fue anunciado el 16 de mayo de 2013 en la conferencia Google I/O, y reemplazó a Eclipse como el IDE oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android. La primera versión estable fue publicada en diciembre de 2014.

El lenguaje de programación utilizado fue JAVA, que es nativo de Android. Para la base de datos se utilizó SQLite, que es un sistema de gestión de bases de datos relacional compatible con ACID, contenida en una relativamente pequeña biblioteca escrita en C. SQLite es un proyecto de dominio público creado por D. Richard Hipp y es la mejor base de datos en cuestión de rendimiento para celulares.

Está estructurado como casi todo, en capas, los archivos separados según funcionalidad, no hay en sí un modelo de estructura ya que Android no lo toma en cuenta, porque todo al fin cuenta como clases.

Las clases en Java (Java Class) son plantillas para la creación de objetos, en lo que se conoce como programación orientada a objetos, la cual es una de los principales paradigmas de desarrollo de software en la actualidad.

En esta imagen mostraremos al algoritmo de la aplicación, donde se puede apreciar la secuencia del desarrollo de la aplicación.

³ Organización Mundial de la Salud

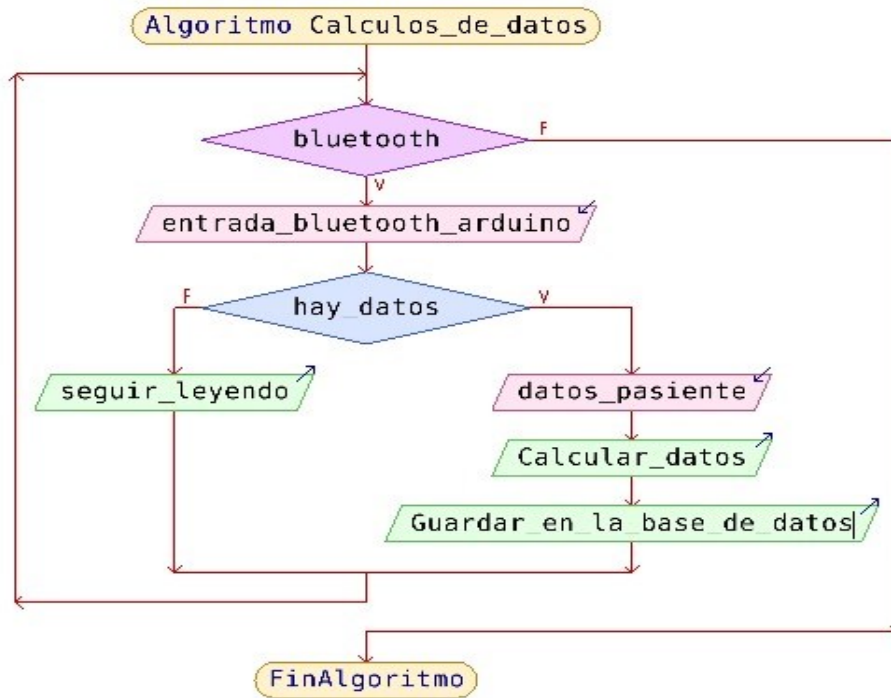


Figura 26 Algoritmo Aplicación Android

Fuente: autor.

Algoritmo de la aplicación en línea de código.

```

Algoritmo Calculos_de_datos
  Mientras bluetooth Hacer
    Leer entrada_bluetooth_arduino
    Si hay_datos Entonces
      Leer datos_pasiente
      Escribir Calcular_datos
      Escribir Guardar_en_la_base_de_datos
    SiNo
      Escribir seguir_leyendo
    Fin Si
  Fin Mientras

FinAlgoritmo
  
```

Figura 27 Algoritmo de Android en código de línea

Fuente: Autor

El proceso de adquisición de datos y evaluación que realiza la aplicación diseñada para Android es el siguiente:

- ❖ Paso 1: Al ingresar a la aplicación, le solicita verificar si el bluetooth del dispositivo esta encendido, si no es así, envía una notificación de inmediato para que sea encendido y pueda conectarse al módulo bluetooth del prototipo el cual está enviando los datos.
- ❖ Paso 2: Una vez encendido el bluetooth, solicita conectar con los dispositivos emparejados, en esa opción se selecciona el módulo bluetooth que en nuestro prototipo lleva el nombre de SDIGI.
- ❖ Paso 3: A continuación se procede a lo que es el llenado de datos de forma manual, como se menciona anteriormente lo que es agregar Nombre, Edad y Género. Una vez agregados, se presiona en el icono ubicado en la parte inferior para que presente los datos que se están obteniendo del sistema.
- ❖ Paso 4: Al mostrar ya todos los datos obtenidos, en la parte superior derecha, aparece una opción de siguiente, al presionar, muestra ya un resultado total de la evaluación que realizo la aplicación, con los datos ya almacenados en ella, es decir, las tablas con los rangos específicos para determinar el grado de desnutrición de los niños/as.

Se muestra en la parte inferior un recuadro de observación, ahí el especialista puedo ingresar alguna información importante o necesaria que quedaría almacenada para darle seguimiento a la evaluación de ese paciente.

- ❖ Paso 5: Al terminar ese proceso, la aplicación te da la opción de guardar y salir, para dirigirse a la pantalla principal donde muestra el registro de pacientes, o la opción de guardar y continuar, para que se almacene la información y pueda seguir el proceso con otro paciente de inmediato.
- ❖ Paso 6: Adicional se agregó a la aplicación, la opción de importar archivos a los documentos del dispositivo, presionando en la opción que dice importar documento, luego se dirige a la carpeta de archivos del dispositivo móvil, donde le aparece un documento en Excel que refleja el historial de evaluación que se realizó en una determinada fecha y hora. Esto para que mantenga sus registros dependiendo del proceso que quieran llevar, ya sea por día, semana, mes o año.

A continuación se mostrara la explicación de cómo funciona en si la plataforma Android Studio donde se realizó el diseño de la aplicación.

- Estructura de la aplicación

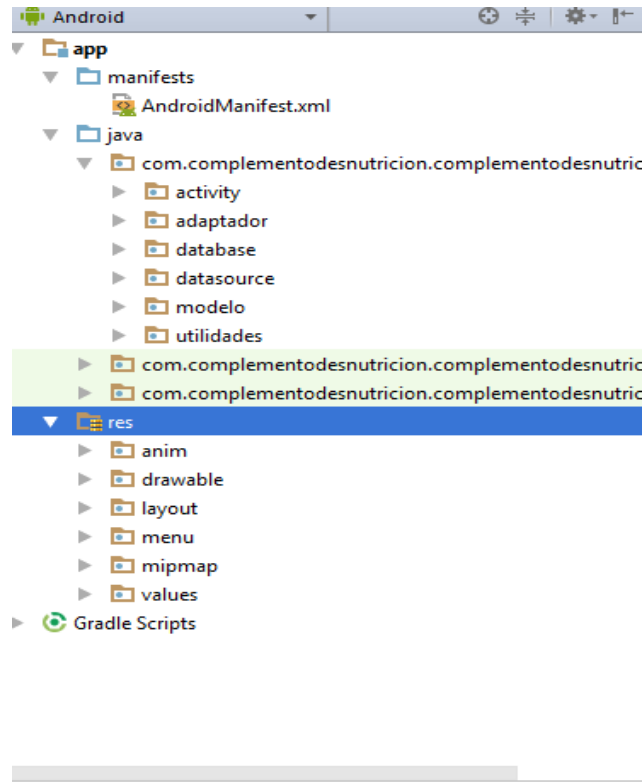


Figura 28 Estructura de la Aplicación

Fuente: autor

Empezamos por la carpetas manifest, java, res, Gradle script

El manifest es un archivo que controla ni las pantalla del sistema y los permiso que requiere el dispositivo ya sea del bluetooth, leer directorio, escribir en directorio.

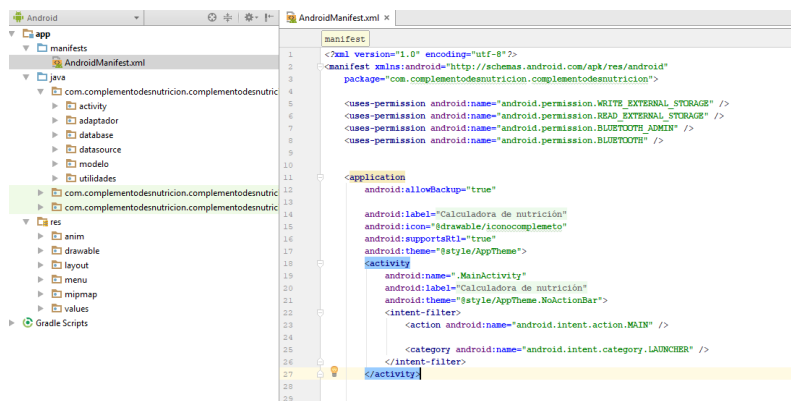


Figura 29 Archivo Manifest

Fuente: autor

La carpeta **java** contiene toda la programación y lógica de negocio de la aplicación de toda las clases, adaptadores, base de datos ,activity , modelos , y utilidades que se pueda ocupar, además crea dos carpeta que ocupa Android internamente para compilar y instalar la aplicación en el dispositivo.

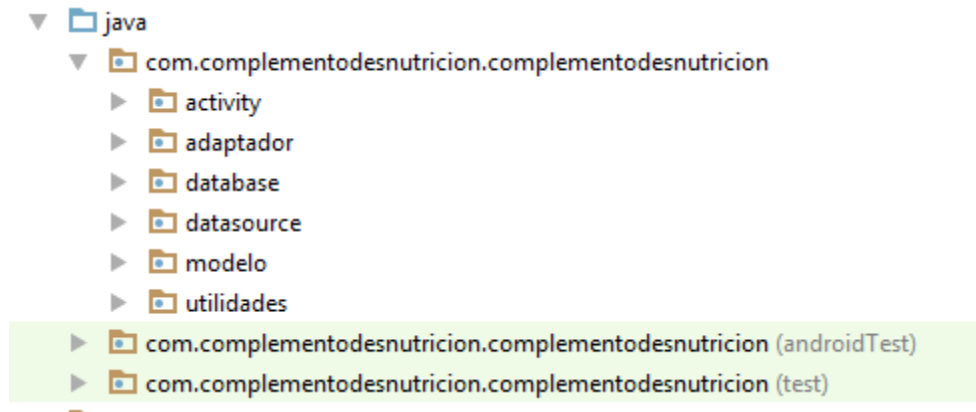


Figura 30 Programación en Java

Fuente: autor

La carpeta **res** contiene toda la parte del diseño.

Diseño de iconos, el diseño del sistema y cualquier otro recurso que se ocupe en el sistema, el diseño de la lista.



Figura 31 Diseño en carpeta Res

Fuente: autor

La última carpeta es el **Gradle script**

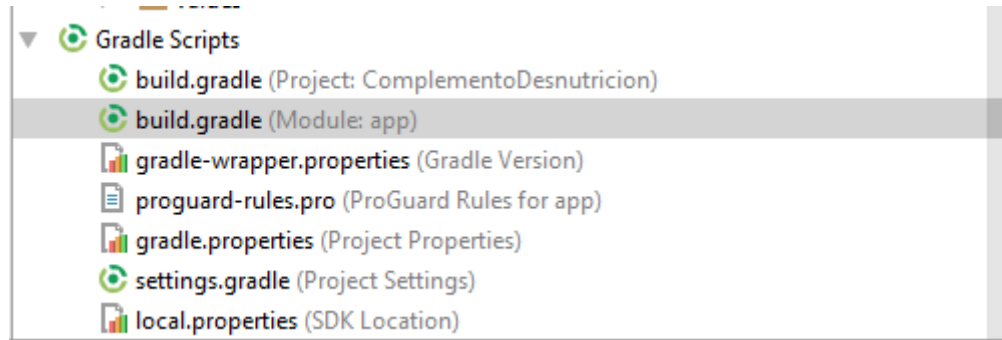


Figura 32 Carpeta Gradle Script

Fuente: autor

Es el lugar donde se declara la versión del Android a ocupar y donde se hacen referencia a las librerías que no viene instalado en la plataforma.

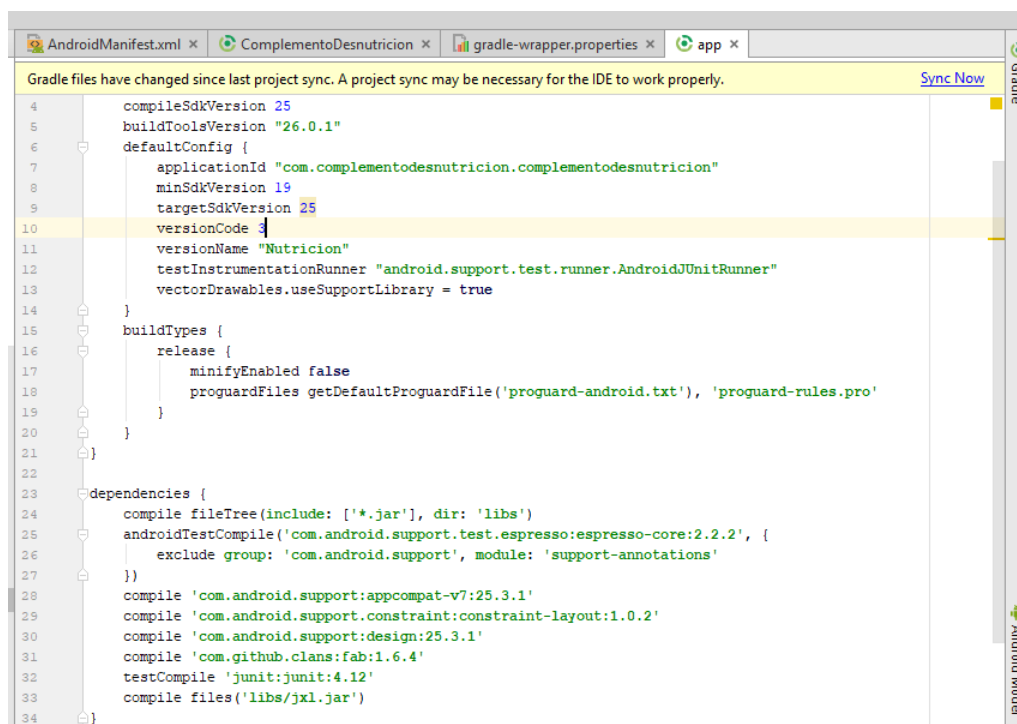


Figura 33 Declaración de Versión Android

Fuente: autor

Este archivo lo autogenera Android cuando se crea el proyecto, se muestran las versiones , el sdk = Un kit de desarrollo de software (**SDK**) es generalmente un conjunto de herramientas de desarrollo de software que le permite al programador o desarrollador crear una aplicación informática para un sistema concreto, por ejemplo ciertos paquetes de software, entornos de trabajo, plataformas de hardware , es decir la versión del Android que se ocupara como base del sistema y y luego se muestran las librería que se ocuparon.

Estas son las carpetas esenciales del sistema

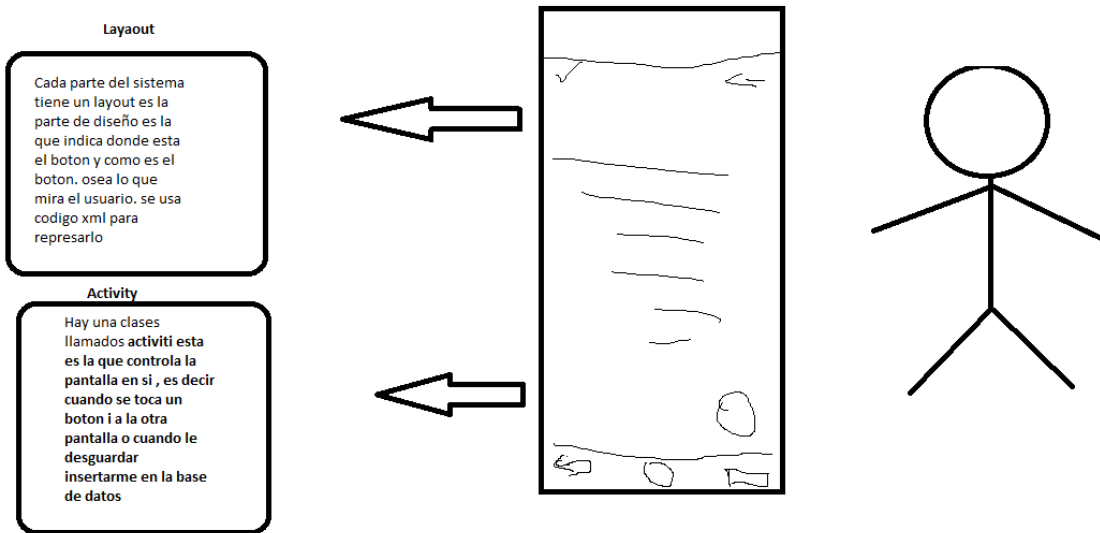


Figura 34 Carpetas esenciales de Android

Fuente: autor

La vista del usuario se controla usando los archivos que están en la carpeta layout que es la parte de diseño y los archivo que están en la carpeta activity eso son el cerebro del programa la lógica como tal del negocio, para usar cada activity se debe de declarar en el manifes porque Android no dará permiso de utilizarlo en el sistema.

La base de datos como previamente había dicho se utiliza sql lite. Un archivo que se creó en la carpeta java llamado MySglLiteHelpert, puede llevar cualquier nombre, solo es el nombre de la clase, ahí se declara toda las base de datos y todo las tablas que se ocupan.

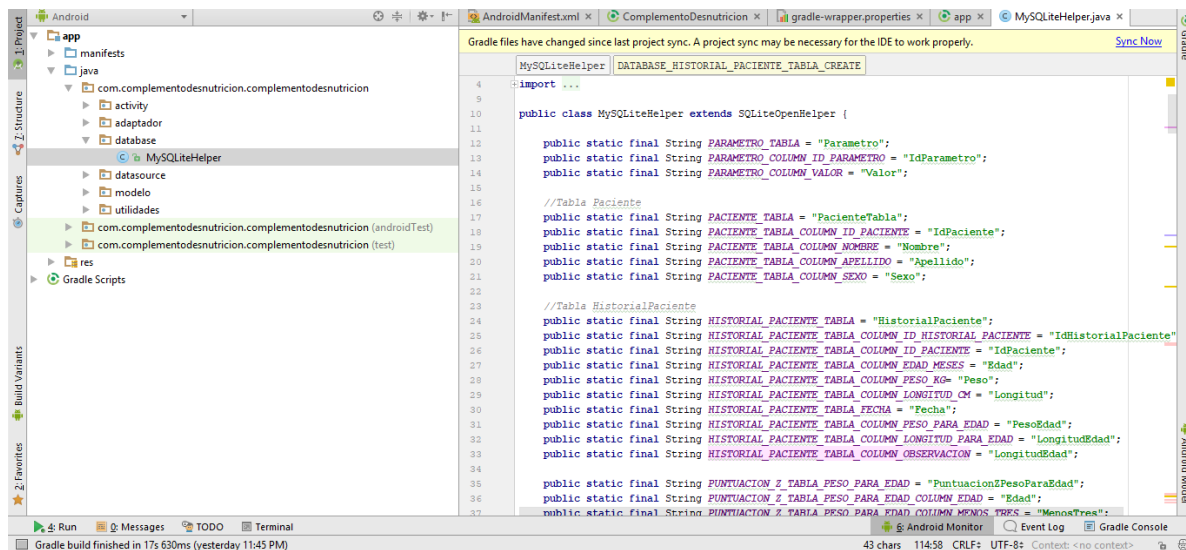


Figura 35 Cuerpo del código

Fuente: autor

Se crea una variable y se hace la consulta como tal para crear la tabla, se especifica el tipo de campo y se guarda en un STRING (cadena de letras). Cuando se están creando simplemente se ejecutan los string que se diseñaron.

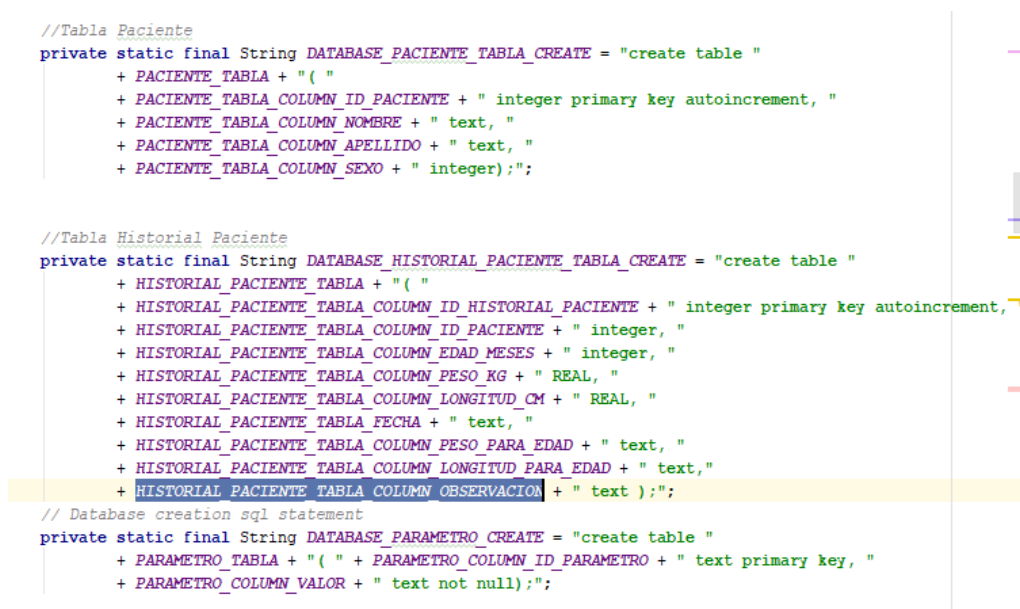


Figura 36 Cuerpo del código

Fuente: autor

2.2.5 Evaluar el desempeño del sistema de evaluación de desnutrición

Primero se unificaron las piezas del prototipo, se procedió a realizar las conexiones de los diferentes componentes que se utilizaran. Una vez ensamblada la estructura final y confirmada todas las conexiones, antes de colocar a la niña, se hizo una prueba de medición de ambos sensores, verificando los datos en la computadora por medio de la plataforma de arduino, al mismo tiempo comprobando también que la aplicación en el dispositivo móvil estuviese recibiendo esos mismos datos.



Figura 37 Estructura completa del prototipo

Fuente: autor

Posterior a eso, se colocó a la niña en el equipo, se ajustaron los brazos donde está ubicado el sensor de distancia a la medida de la longitud de la niña. En ese momento se verificó nuevamente la aplicación. Se ingresaron los siguientes datos de forma manual: Nombre, Género, Edad. Luego por medio de la conexión bluetooth se tomaron el resto de datos que estaban siendo medidos, como son longitud y peso.



Figura 38 Muestra de la niña en el Prototipo

Fuente: autor

Una vez el sistema obtuvo los datos completos, se selecciona la opción de siguiente en la parte superior derecha de la aplicación, donde se reflejan los resultados finales del paciente y además presenta el estado actual en el que este se encuentra, de acuerdo a los datos presentados por la OMS, que fueron ingresados en el código de la aplicación.

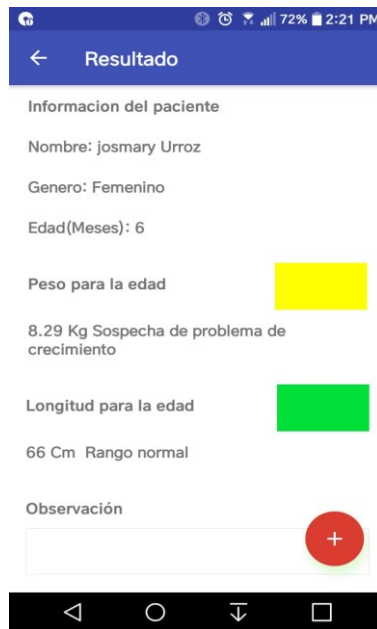


Figura 39 Resultados en la aplicación

Fuente: autor

2.3 Etapa de Implementación

En esta etapa se lleva a cabo la implementación total de los diseños del prototipo, es decir se muestra la infraestructura completa de este, indicando paso a paso cual será el proceso que se va a realizar para su uso.

Esta etapa no se pudo completar de manera exitosa en un centro de salud debido a la situación lamentable que se presentó en el país, al momento de solicitar el permiso para poner en función el aparato, se negaron de manera rotunda ya que alegaban que nuestra finalidad era perjudicar un sistema ya establecido que tenía buenos resultados y que se sentían bien con el mismo. Se trató de convencer al personal pero en los 2 centros solicitados la respuesta fue negativa.

Capítulo 3: Conclusiones y Recomendaciones

3.1 Recomendaciones

Como parte de las recomendaciones que se darán, será realizar un nuevo proyecto con los materiales adecuados y un diseño que pueda ser más armable, ejemplo de esto sería lo que es la báscula donde se coloca al niño/a, podría realizarse en dos piezas que se puedan juntar al momento de ensamblar toda la infraestructura.

Además, nosotros utilizamos estos tipos de sensores por las investigaciones que se hicieron donde encontramos que eran los más recomendables por la precisión y buen funcionamiento, sin embargo, hoy en día se pueden encontrar diversos sensores para diferentes mediciones a realizarse, pueden tener una opción más viable y de menos costo para realizar este tipo de trabajo.

Otra recomendación, sería en la estructura de los brazos, ampliar la altura de estos, ya que al momento de colocar al paciente, este podría interferir en la señal que el sensor de distancia este emitiendo.

3.2 Conclusión

Se realiza un dispositivo que cumple con los objetivos planteados, el diseño del mismo lo hace portable debido a que es un dispositivo armable y de buena calidad, al igual que no tiene los materiales de alta calidad se ve de manera robusta que no presentara problemas a corto plazo a pesar de su uso. La aplicación cumple con las expectativas propuestas que al igual se le añadieron diferentes funciones para que sea una aplicación más completa y contribuya en el trabajo de los especialistas para tener un mejor orden en el menor tiempo posible.

El desempeño del dispositivo por motivos ajenos a nuestra voluntad y situación complicada del país no se pudo realizar en centros médicos debido a que se negó el acceso. Sin embargo se pudo evaluar el desempeño de manera independiente donde probó con un infante, y los resultados fueron comparados con los que los datos que el médico pediatra del infante diagnostico en una cita previa. Dando de esa manera el visto bueno que cumple la tarea de manera perfecta por la cual fue realizado, al igual destaco la gran ayuda que realiza la aplicación de llevar un registro de los pacientes que se evalúan en la misma.

Bibliografía

- Castro Rojas, A. A. (Julio del 2008). *Sensores utilizados en la Automatización*. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio.
- Antropometria: Niños menores de 5 años-Food and nutrition technical assistance. (2011).
- Bolzan, A., Mercer, R., Ruiz, V., & Brawerman, J. (s.f.).
- Cogil, B. (2003). *Anthropometric Indicators Measurement Guide*, Food and nutrition technical assistance.
- Custodio Ruiz, A. (1999). **SENSORES INTELIGENTES: LA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA DE LA INSTRUMENTACIÓN.**
- Estado nutricional de niños y niñas menores de cinco años. República de Panamá. Encuesta de Niveles de Vida. (s.f.). 2008.
- Evaluación Nutricional de niños entre 1 y 5 años de edad en un consultorio médico de familia. (1999).
- Fernández Madrid, C. (s.f.). *FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS.*
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF),Evaluación del crecimiento de niños y niñas. (2012).
- Gomez Parra, M. K. (s.f.).
- Manual del antropometrista- Dirección técnica de demografía e indicadores sociales. (2012).
- Marx, J., Adroque, G., Carioli, N., & Cordero , C. (s.f.).
- Medidores de deformacion por resistencia: galgas extensiométricas Scientia Et Technica. (s.f.). 2007.
- Moncada Chevez, A. (s.f.). *Manual de medidas antropométricas.*
- Pavon Mestras, J. (s.f.). *PHP y MySQL, Aplicaciones Web/Sistemas Web.*
- SENSORES DE ULTRASONIDO USADOS EN ROBÓTICA MÓVIL PARA LA MEDICIÓN DE DISTANCIAS.** (2004).
- Valero Cabello, E. (s.f.). *ANTROPOMETRÍA.* Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Valero Cabello, E. (s.f.). Antropometria .

Vidaurrezaga Lopez, Y. (s.f.).

Wisbaum, W. (Noviembre 2011). *Desnutricion infantil, Causas, consecuencias y estrategias*. UNICEF España.

ANEXOS

- Proyecto Final

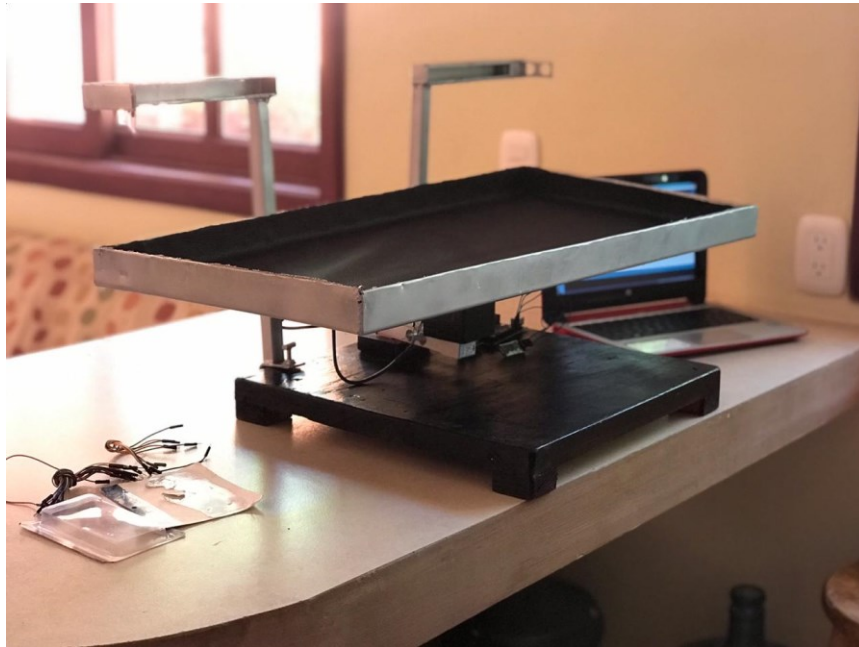


Figura 40 Prototipo Final

Fuente: autor

- HC-SR04

HC-SR04 Ultrasonic Range Finder

Manual

Features

- Distance measurement range: 2cm - 400cm
- Accuracy: 0.3cm
- Detect angle: 15 degree
- Single +5VDC operation
- Current consumption: 15mA



Fig. 1

How It Works

HC-SR04 consists of ultrasonic transmitter, receiver, and control circuits. When triggered it sends out a series of 40KHz ultrasonic pulses and receives echo from an object. The distance between the unit and the object is calculated by measuring the traveling time of sound and output it as the width of a TTL pulse.

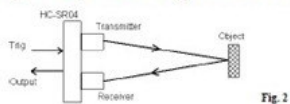


Fig. 2

How To Use It

To measure distance you need to generate a trig signal and drive it to the Trig input pin. The trig signal level must meet TTL level requirements (i.e. High level > 2.4V, low level < 0.8V) and its width must be greater than 10us. At the same time you need to monitor the Output pin by measuring the pulse width of output signal. The detected distance can be calculated by the formula below.

$$\text{Distance} = \frac{\text{Pulse Width} \times \text{Sound Speed}}{2}$$

where the pulse width is in unit of second and sound speed is in unit of meter/second. Normally sound speed is 340m/s under room temperature.



Fig. 3

www.AccuDIY.com

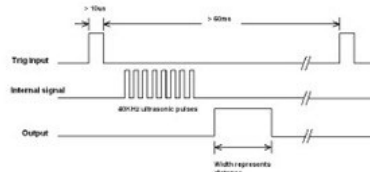


Fig. 4

- Notes: 1. The width of trig signal must be greater than 10us
2. The repeat interval of trig signal should be greater than 60ms to avoid interference between consecutive measurements.

Specifications

Parameters	Specification
Operating Voltage	+5V DC
Operating Current	15mA
Operating Frequency	40KHz
Maximum Distance	400cm
Minimum Distance	2cm
Detect Angle	15 degree
Resolution	0.3cm
Input Trig Signal	>10us TTL Pulse
Output Signal	TTL Pulse with width representing distance
Weight	
Dimension	45 x 20 x 15 mm

Copyright 2011 AccuDIY.com All rights reserved

Figura 41 Datasheet Sensor HC-SR04

Fuente: Hoja de Datos Sensor Ultrasónico HC-SR04

- Entorno de Android Studio

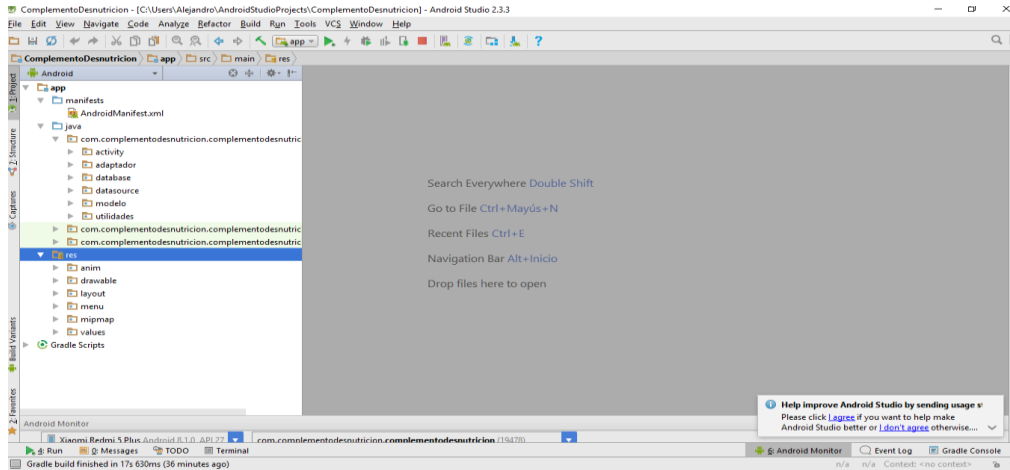


Figura 42 Plataforma Android

Fuente: autor

- Celda de carga

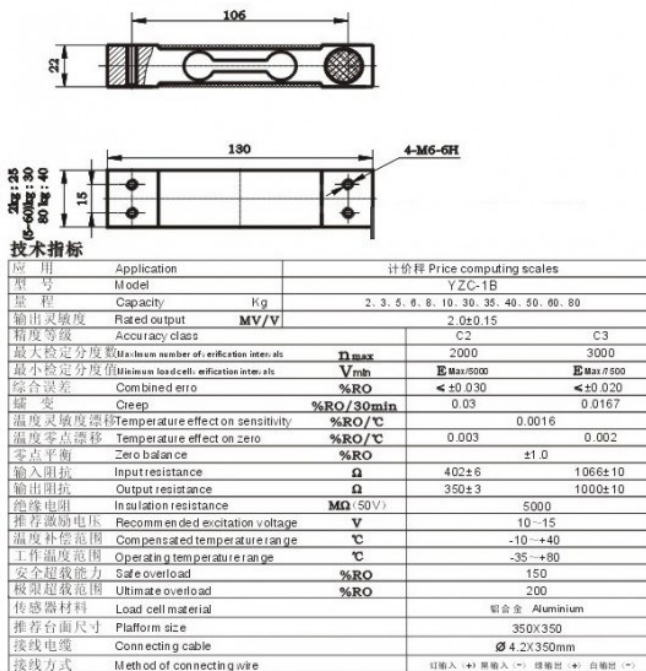


Figura 43 Datasheet Celda de Carga

Fuente: Hoja de Datos Celdas de Carga

Componentes	Modelo	Capacidad	Costo	Cantidad	Total
Celda de Carga	YZC-1B	40-50 kg	\$2.60	1	\$2.60
Transmisor de Señal	HX-711	-	\$1.00	1	\$1.00
Base de Madera	-	40-50 kg	\$6.13	1	\$6.13
Sensor de Distancia	HC-SR04	Rango de 2 a 450 cm	\$1.25	1	\$1.25
Brazos Metálicos	-	-	\$3.06	2	\$6.12
Bascula	Acero Inoxidable	-	\$3.06	1	\$3.06
Cuerina	-	-	\$1.25	1	\$1.25
Arduino Mega 2506			\$10.00	1	\$10.00
Modulo Bluetooth HC-05			\$5.00	1	\$5.00
Total				10	\$36.41

Tabla 3 Presupuesto Prototipo del Sistema de Medición

Fuente: autor