



Diseño de una pulsera de signos vitales visualizada en una aplicación móvil para pacientes con enfermedades cardíacas y respiratorias

Autores:

Carlos José Pérez Amaranto

**Trabajo de grado como prerrequisito para la obtención de grado de
Tecnólogo en Electromedicina**

Director(a):

José Navarro

Facultad de Ingeniería

Programa de Tecnología en Electromedicina

Barranquilla

2022



Título

Diseño de una pulsera de signos vitales visualizada en una aplicación móvil para pacientes con enfermedades cardíacas y respiratorias

Autores:

Carlos José Pérez Amaranto

Director(a):

Jose Navarro

j.navarro@unireformada.edu.co

Facultad de Ingeniería

Programa de Tecnología en Electromedicina

Barranquilla

2022

ÍNDICE

RESUMEN	7
ABSTRACT.....	8
INTRODUCCION	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
OBJETIVOS	13
JUSTIFICACION	14
MARCOS DE REFERENCIA.....	15
MARCO TEORICO.....	17
1. Signos vitales	17
Frecuencia Respiratoria (FP)	18
Frecuencia Cardíaca O Pulso (FC)	19
Temperatura Corporal (T°C)	20
Oximetría de Pulso (SPO2).....	21
Calculo de SPO2.....	21
Anomalías pulmonares y cardíacas.....	22
Dispositivos y/o herramientas para el monitoreo de los signos vitales	24
2. Tecnologías y sistemas.....	26
Sistemas de comunicación	26
Sistemas de información	27
Sistemas de control	28
Wifi	29
Bluetooth.....	30
3. Aplicación móvil	32
Arquitectura	32
4. Módulo de bluetooth HC-06.....	33
5. Arduinos.....	34
6. Pulsera inteligente.....	34
MARCO CONCEPTUAL	36
Monitoreo.....	36
Monitoreo a tiempo real.....	36

Monitorización	36
Sistema	37
Sistema a tiempo real	37
Sensores	37
Tecnologías en aplicaciones móviles	38
Tecnologías en la salud	38
Telemedicina.....	38
MARCO LEGAL.....	40
METODOLOGIA	42
Diseño	42
Materiales y métodos	44
Procedimiento	44
RESULTADOS.....	49
DISCUSION (ANALISIS DE RESULTADOS).....	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS.....	57

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Normativas vigentes en Colombia que acobijan el proyecto.

Tabla 2: Comparación de tecnologías de arduinos.

Tabla 3: Comparación de varios tipos de sensores de temperatura para arduino.

LISTADO DE FIGURAS

- FIGURA 1:** Ejemplo de signos vitales.
- FIGURA 2:** Ejemplo del a toma de frecuencia respiratoria tradicional.
- FIGURA 3:** Ejemplo de pulso cardiaco.
- RIGURA 4:** Ejemplo de temperatura corporal.
- FIGURA 5:** Oximetría de pulso.
- FIGURA 6:** Signos vitales según su edad.
- FIGURA 7:** Sistema de comunicación.
- FIGURA 8:** Sistema de control.
- FIGURA 9:** Conexión inalámbrica: wifi.
- FIGURA 10:** Conexión inalámbrica: Bluetooth.
- FIGURA 11:** Módulo de bluetooth: HC-06.
- FIGURA 12:** Ejemplo de un arduino con sus partes.
- FIGURA 13:** Pulsera inteligente.
- FIGURA 14:** Diagrama de bloques de diseño.
- FIGURA 15:** Arduino Pro Mini.
- FIGURA 16:** Sensor de Temperatura.
- FIGURA 17:** Sensor Max30100.
- FIGURA 18:** Visualización de la aplicación móvil, mediante app inventor.
- FIGURA 19:** Representación de la ley de Lambert-Beer.
- FIGURA 20:** Esquemático del circuito de la pulsera.

LISTADO DE ECUACIONES

- ECUACION 1:** Ecuación de longitud de onda emitida y recibida.
- ECUACION 2:** Formula de la ley de Lambert-Bee

RESUMEN

El aumento de enfermedades cardiovasculares y respiratoria estas se deben someter a control y seguimiento mediante exámenes, análisis, etc. Esto ha exigido una nueva necesidad de llevar el seguimiento y control de la frecuencia respiratoria, temperatura, frecuencia cardiaca y SPO2 a tiempo real, lo cual nos permitirá ayudar a conocer el estado del paciente.

Por lo cual el presente proyecto se ha trabajado el diseño de una aplicación que permita visualizar los signos vitales, el circuito que permitirá esto posible y un diseño en 3D de la pulsera que recopilara la información y la enviara mediante conexión inalámbrica a la app.

Y finalmente se da una conclusión del presente trabajo con recomendaciones relacionadas al desarrollo del prototipo.

Palabras claves: enfermedades cardiovasculares y respiratoria, signos vitales, monitoreo, dispositivo.

ABSTRACT

The increase in cardiovascular and respiratory diseases should be monitored and followed up by examinations, analyses, etc. This has required a new need to monitor and control the respiratory rate, temperature, heart rate and SPO2 in real time, which will allow us to know the state of the patient.

Therefore, the present project has worked on the design of an application that allows visualizing the vital signs, the circuit that will allow this possible and a 3D design of the bracelet that will collect the information and send it by wireless connection to the app.

And finally a conclusion of the present work is given with recommendations And finally a conclusion of the present work is given with recommendations related to the development of the prototype.

Keywords: cardiovascular and respiratory diseases, vital signs, monitoring, device.

INTRODUCCION

El aumento exorbitante de enfermedades que presento el mundo a causa del COVID-19, ha traído consigo la necesidad de estar pendiente y control de los signos vitales, con la meta de conocer el estado del paciente con necesidades de seguimiento y control. De igual manera el estilo de vida, las contaminaciones que se presentan cada segundo en el ambiente que nos rodea, y patologías hereditarias son algunas de las causas mayores que han llevado cada vez las cifras de muertes y enfermos crónicos acerca de enfermedades relacionadas con el sistema cardiovascular y respiratorio. Por lo cual el personal médico debe diagnosticar para poder comenzar con el control y seguimiento, pero la mayoría de veces para la realización de esto tarda más de lo esperado perjudicando la salud del paciente, llevándolo a que la enfermedad empeore y se convierta en algo crónico. Lo que ha hecho surgir la telemedicina que se rige por la resolución 2654 del 2019 que ha permitido. Encuentros no presenciales entre el médico y el paciente, aunque las desventajas se han hecho más evidentes causantes por el acceso al internet o recursos del paciente o la lejanía que se encuentre del centro asistencia.

Por este motivo el presente proyecto busca dar una solución con el planteamiento del diseño de una pulsera de signos vitales con visualización en aplicación móvil, para el seguimiento y control de las enfermedades cardiovasculares y respiratoria. Para la realización de este proyecto se necesitó delimitarlo y enfocarlo en el área de tratamiento y control de la salud. Se escogen solo estas dos por el motivo de que a veces es muy difícil llevar un control y seguimiento adecuado por falta de recursos, o la lejanía del centro asistencial, cuando un empeoramiento de estas, y con el COVID-19 controlándose ha sido necesario buscar una alternativa que ayude aquellas personas que necesitan este seguimiento. Finalmente, este proyecto tiene como finalidad

que la pulsera brinde un apoyo a aquellas personas que necesiten un tratamiento y control con el fin de solventar y disminuir la tasa de muertes en Colombia relacionadas a estas, de igual manera la pulsera puede ser útil para el diagnóstico, o de uso cotidiano para aquellas personas que quieran conocer el estado de su salud.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde décadas la ciencia siempre ha tratado de velar y buscar una solución ya sea a corto o a largo plazo sobre la salud de las personas, para sí poder dar un tratamiento adecuado. Estas inquietudes han permitido el avance, creación e innovación de muchas tecnologías que se pueden apreciar en la actualidad. Lo cual a provocado una mejor recepción en el ámbito de la prestación de servicios en salud y su mejora en el diagnóstico de muchas enfermedades mediante el análisis y medición de los parámetros fisiológicos que son llamados “signos vitales”. Los signos vitales son aquellos parámetros fisiológicos que nos permiten conocer el estado de salud de los pacientes, permitiendo dar un diagnóstico mediante análisis, mediciones y pruebas para enfermedades, para comenzar un seguimiento y tratamientos y poder alargar un poco más la vida de aquellas personas con enfermedades terminales. Estos parámetros son los siguientes; presión arterial, temperatura, frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca, y saturación de oxígeno en la sangre.

Según un reporte del DANE (departamento administrativo nacional estadístico) en el 2019 en Colombia las enfermedades cardiacas con un total de 38.475 muertes fueron la más alta, al igual un reporte emitido por parte de la OMS (organización mundial de la salud) dio a conocer que el 31% de las muertes es causadas por enfermedades en el sistema cardiaco, esto causada aparte de ser hereditarias o patológicas, se debe a la pésima vida alimenticia de las personas, sumado el sedentarismo, y estrés llegas a causar padecimientos de deterioro en la salud, afectado significativamente el sistema cardiaco, siendo detectadas tardíamente y en el 2017 según un reporte de la OMS el 650.000 están relacionadas con problemas respiratorios ya

sean gripe, neumonía, etc. Esto causando así un aumentado significativamente sobre las muertes relacionadas y su porcentaje de infección en todo el mundo.

Lo que lleva a muchas organizaciones entidades a trata de buscar una prevención en pandemias, enfermedades, etc. Para así poder disminuir las cifras que cada vez son más impactantes. A raíz de muchos factores que afectan la salud de las personas, las enfermedades cardíacas y respiratorias son una de las más comunes en la actualidad ya sea por contaminantes expuestos en el medio que rodea o patologías por alguna enfermedad que se presentó, y enfermedades que se heredaran como el caso del asma, por ese motivo y muchas más se ha buscado implementar dispositivo que ayuden al paciente con el tratamiento y seguimiento en las instalaciones de prestación de salud.

Pero las personas con este tipo de enfermedades necesitan un seguimiento y un control que ayude al paciente a saber sus condiciones, aunque existen muy pocos dispositivos que ayuden a un seguimiento continuo y control de estas enfermedades lo que lleva al porqué de este proyecto de grado que trata de buscar. Con el objetivo de diseñar una pulsera de signos vitales que permita el control y seguimiento en monitoreo a tiempo real. *¿Qué Beneficio traería la pulsera de signos vitales para pacientes con enfermedades cardíacas y/o respiratoria con necesidades de control y seguimiento?*

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una pulsera de signos vitales visualizada en una aplicación móvil para pacientes con enfermedades cardiacas y respiratorias

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Identificar los requerimientos de entrada para el diseño de la pulsera de signos vitales y aplicación móvil.
2. Diseñar y programar una aplicación móvil, para la visualización de los signos vitales.
3. Validar el funcionamiento del dispositivo en entorno simulado.

JUSTIFICACION

En la sociedad actual las muertes que están relacionadas con el sistema cardiovascular y respiratorio han aumentado de una manera significativa, ya sea por el modelo de vida, contaminación del medio ambiente, o por ser patológicos y hereditarios, esto demuestra una gran necesidad de un monitoreo de frecuencia cardíaca, respiratoria, presión arterial, temperatura, permitiendo llevar un control para poder dar con un diagnóstico y hacerles el seguimiento correspondiente a los pacientes.

De aquí nace la necesidad del proyecto de poder brindarle a la sociedad un dispositivo que les permita llevar un monitoreo contrastante en tiempo real, dando a una solución a un problema a que se ha venido presentado en la actual sociedad, cual es el aumento de enfermedades cardíacas y respiratorias y su cifra de muerte. Se espera que el presente proyecto pueda ayudar al personal médico y al paciente para un monitoreo de los signos vitales, siendo fácil y sencillo de poder llevar la monitorización desde cualquier lugar, así logrando poder dar un diagnóstico que permita comenzar el control y seguimiento al comportamiento de estas enfermedades mediante el monitoreo continuo de los signos vitales, a través de la pulsera y con la visualización en la aplicación móvil.

MARCOS DE REFERENCIA

1. Para obtener la titulación de ingeniería en teleinformática con el título “DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES PARA PERSONAS ADULTAS CON AFECCION CARDIACA” (JOHNSON 2019) este tiene como un objetivo fundamental de monitorear los signos vitales para brindar ayuda oportuna, aportando así una manera más fácil de monitorear los signos vitales.

La idea de poder permitir un monitoreo de los signos vitales ha sido uno de los temas más importantes, esto permite que el médico, y la clínica puedan determinar y poder tener un control a tiempo real del comportamiento de los signos vitales y sus afecciones.

2. En la obtención de la titulación de ingeniero de sistema con título “PULSERA DE CONTROL DE SIGNOS VITALES PARA PACIENTES CON PROBLEMAS DE PRESIÓN ARTERIAL” (FERNANDEZ 2018), tiene como un objetivo para la obtención de signos vitales tales como la frecuencia respiratoria, temperatura, la frecuencia cardiaca, permitiendo detectar así irregularidades en los pacientes a tiempo real.

3. Un artículo de investigación, publicado en la revista dominio de la ciencia, titulado “MONITOREO DEL RITMO CARDÍACO A TRAVÉS DE DISPOSITIVOS MÓVILES” nos presenta la necesidad de sistematizar para la lectura del ritmo cardiaco a través de un software que permite la eficiencia del monitoreo de los pacientes en el área de cardiología, nace por el aumento de personas con enfermedades cardiovasculares. Esto lográndolo con

herramientas tecnológicos, como los software y dispositivo móvil, permitiendo obtener los datos del paciente beneficiando el control y diagnóstico de su frecuencia cardiaca. (Carlos E. Aveiga-Paini, Byron G. Criollo Altamirano, Ana M. Cruz-Quijije).

MARCO TEORICO

En el presente capítulo se enmarcará la recolección teórica en base a la solides del presente proyecto.

1. Signos vitales

Los signos vitales no son más que aquellos parámetros fisiológicos cuantificables que van a permitir al personal clínico, o cualquier persona conocer el estado de salud de los pacientes, permitiendo identificar enfermedades, mostrando que el cuerpo humano no está funcionando correctamente. Las alteraciones y variaciones de los signos vitales van a depender factores como; la edad, patologías no hereditarias y hereditarias, géneros, pérdida de sangre, estilo de vida, hormonas, medicamentos, estado emocional y peso corporal, en el caso de las mujeres cuando están en estados de embarazo, los signos vitales sufren leves alteraciones. Existen 5 tipos de variables fisiológicas principales conocidas como signos vitales que son; frecuencia cardiaca (pulso), frecuencia respiratoria, presión arterial, oximetría y temperatura.

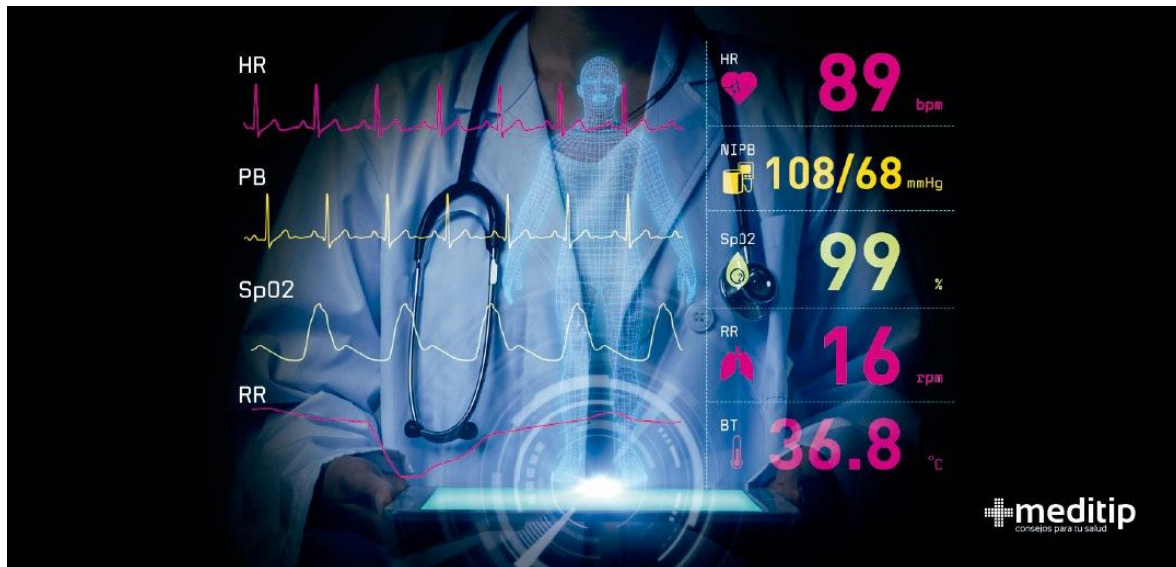


Figura 1. Ejemplo de signos vitales de Imagen extraída de [Signos vitales para dummies: qué son y para qué sirven \(meditip.lat\)](http://Signos vitales para dummies: qué son y para qué sirven (meditip.lat))

Frecuencia Respiratoria (FP)

La respiración se da cuando el oxígeno entra por la vía aérea, pues la nariz, haciendo su recorrido hasta llegar a los alveolos pulmonares y así expulsando el anhídrido de carbono, por lo cual se logra por medio de la ventilación. Se puede ver afectado por alguna enfermedad pulmonar o por alguna irregularidad en la anatomía de la caja torácica.

Por lo cual la **frecuencia respiratoria (FP)** son las cantidades de respiraciones que se dan en un minuto, es decir que las veces que el tórax se ensancha y vuelve a su posición inicial es una respiración, generalmente se miden cuando el paciente está en estado reposo. Con el fin de que no se presenten algún diagnóstico no certero. La frecuencia puede cambiar según las

características ya mencionadas, como ejemplo; edad, patologías, etc. Además, cuando la temperatura corporal aumenta la frecuencia va a sufrir una alteración.



Figura 2. Fuente de Imagen tomada como ejemplo del a toma de frecuencia respiratoria tradicional. Obtenida de <https://saludpublicaymas.wordpress.com/2017/04/10/frecuencia-respiratoria-fr/>

Frecuencia Cardíaca O Pulso (FC)

El sistema cardíaco es uno de los más importantes, ya que este permite que la sangre circule a través de todo el cuerpo humano, además transporta enzimas, proteínas, oxígeno, etc.

Permitiendo que los demás organismos puedan cumplir con sus funciones.

El pulso cardíaco o frecuencia cardíaca, es una onda pulsante de la sangre en el ventrículo izquierdo del corazón como contracción, recordando que en este se encarga de que la sangre bombe y distribuirla por todo el organismo. Esta onda resulta de la expansión y contracción para poder calibrar la presión de la sangre por las arterias. Además, nos proporciona cierta información de utilidad acerca del funcionamiento de la válvula aortica. El pulso es fácil de poder palpar por así decir ya que en cualquier zona donde se encuentre una arteria bastante visible, uno de los ejemplos puede ser en manos, cuello, pies, cara.

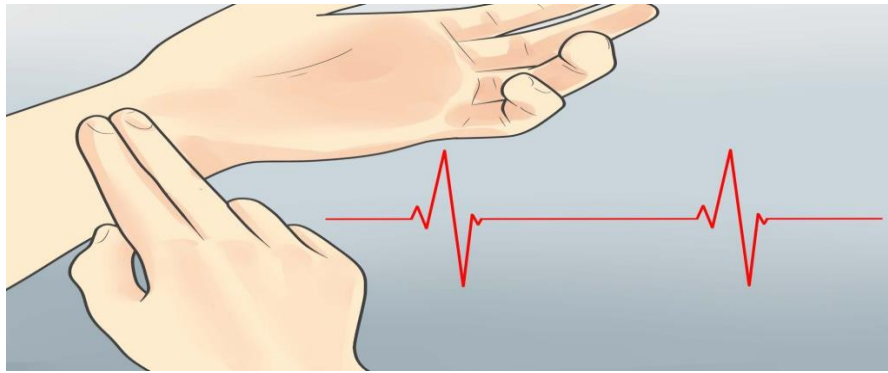


Figura 3. Ejemplo de pulso cardiaco Fuente de Imagen extraída como ejemplo en <https://canitas.mx/guias/frecuencia-cardiaca-en-el-adulto-mayor/>

Temperatura Corporal (T°C)

El centro de termorregulador está ubicado en el hipotálamo. Se conoce como temperatura corporal aquel equilibrio entre la producción de calor del cuerpo y su salida del organismo, o conocida como termogénesis y termólisis. Cuando ocurre alguna irregularidad con la temperatura corporal ya que la temperatura normal es de 36 °C. Si este valor se ve alterado se activa mecanismos de defensa conocido como la vasodilatación, hiperventilación y sudoración por el valor ya mencionado, en caso contrario si es muy baja se aumenta el metabolismo y contracciones espasmódicas que van a producir escalofríos. Se puede medir por vía oral, retal y axilar con un termómetro.



Figura 4. Fuente de Imagen extraída como ejemplo de temperatura corporal https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/9961.htm

Oximetría de Pulso (SPO2)

Esta es una forma de medir la cantidad de oxígeno en la sangre. Este se puede medir mediante un dispositivo llamado oxímetro de pulso lo que permite ver y medir los niveles de saturación de oxígeno. La cantidad normal es de +89% de los glóbulos rojos deben contener oxígeno. Para medir la saturación de oxígeno en la sangre se coloca el oxímetro en el dedo índice para así poder comenzar a medir.



Figura 5. Oximetría de pulso. Fuente de Imagen obtenida como ejemplo de <https://www.healthline.com/health/es/oximetria-de-pulso>

Calculo de SPO2

Se conoce que por la luz pulsátil de luz que se recibe por la longitud de la onda de esta se relaciona con la sangre arterial. Por esto se debe primeramente calcular cada longitud de onda por la recibida y enviada. Con ello se podrá conocer y evaluar la ratio de oxihemoglobina y hemoglobina reducida.

$$R' = \log(iac) \lambda_1 / \log(iac) \lambda_2$$

Ecuación 1. Ecuación de longitud de onda emitida y recibida

Con esta ecuación y utilizando métodos de laboratorio se puede decir y hacer una aproximación de saturación de oxígeno, implementando y adaptando la anterior formula:

$$SPO_2 = \frac{HbO_2}{HbO_2 + Hb} * 100$$

Ecuación 2. Formula de la ley de Lambert-Beer.

La fórmula anterior es una combinación de dos leyes que dan como resultado la ley de Lambert-Beer, por la cual se puede explicar y observar una relación entre la intensidad saliente que después el medio se haya producido una absorción

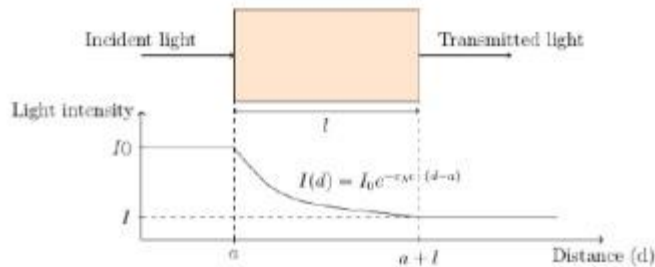


Figura 19. Representación de la ley de Lambert-Beer.

Anomalías pulmonares y cardíacas.

Algunas de las anomalías causan que los signos vitales tengan una alteración, causando así patologías o enfermedades en los pacientes; esto debido a los factores climáticos, ambiental genético, etc.

- **Anomalías pulmonares: Algunas de las anomalías son;**

1. Bradipnea: es cuando la inspiración e expiración es lenta causando que la frecuencia sea menor a 12 respiraciones por min. Este se puede encontrar en aquellos pacientes con alteraciones neurológicas, con infección respiratoria o pleuritis.
 2. Taquipnea: la frecuencia respiración es de 20 por min, causando que sea muy rápido el proceso de expiración e inspiración. Este se presenta cuando se está ansioso, fracturas en el costado o afecciones del SNC.
 3. Apnea: ausencia de movimientos de respiración, este estado es muy peligroso.
 4. Disnea: sensación del paciente que no puede respirar con facilidad, puede ser espiratoria e inspiratoria. Este se presenta por la obstrucción parcial de la vía aérea superior, y la otra puede ser por la estrechez de la luz de los bronquiolos, como los pacientes con asma bronquial o enfisema pulmonar.
- Anomalías cardiovasculares: algunas de las anomalías son;
 1. Hipertensión arterial: se diagnostica cuando las cifras de la presión diastólica >90 mmHg en repetidos exámenes. Este se presente con alzas de fugas de tensión arterial, esta se define por la presión diastólica, ya que es la más estable de las dos.
 2. Hipotensión arterial: se toma en cuenta las alzas de la presión sistólica entre 90 y 110 mmHg puesto que se consideran gasto cardiaco en pacientes diagnosticados con hipovolemia, malnutrición y algunas enfermedades neurológicas.
 3. Arritmias: este es un trastorno de la frecuencia o pulso cardiaco, se dice que cuando el corazón late muy rápido es taquicardia y cuando va demasiado lento se le conoce como bradicardia.

La temperatura también tiene algunas anomalías y son las siguientes;

Pirexia o hipertermia: se diagnostica o se reconoce cuando el valor de temperatura es mayor al normal esta causa aumento de frecuencia cardiaca, escalofríos, piel pálida, frio, etc. Hipotermia: cuando los valores son más bajos que los normales, se puede presentar somnolencia, inducción al coma, aparición de hipotensión, etc.

Figura 6. signos vitales según su edad. Fuente: <https://www.utfalicante.com/blog/tabla-de-signos-vitales-por-edad-211.html>

FRECUCENCIA RESPIRATORIA		
Grupo	Edad	Ventilaciones por minuto
RN	Nacimiento – 6 semanas	40-45
Infante	7 semanas - 1 año	20-30
Lactante mayor	1 – 2 años	20-30
Pre-escolar	2 – 6 años	20-30
Escolar	6 – 13 años	12-20
Adolescente	13 – 16 años	12-20
Adulto	16 años y más	12-20

FRECUCENCIA CARDIACA		
Grupo	Edad	Latidos por minuto
RN	Nacimiento – 6 semanas	120-140
Infante	7 semanas - 1 año	100-130
Lactante mayor	1 – 2 años	100-120
Pre-escolar	2 – 6 años	80-120
Escolar	6 – 13 años	80-100
Adolescente	13 – 16 años	70-80
Adulto	16 años y más	60-80

TEMPERATURA		
Grupo	Edad	Grados Centígrados
RN	Nacimiento – 6 semanas	38
Infante	7 semanas - 1 año	37.5 a 37.8
Lactante mayor	1 – 2 años	37.5 a 37.8
Pre-escolar	2 – 6 años	37.5 a 37.8
Escolar	6 – 13 años	37 a 37.5
Adolescente	13 – 16 años	37
Adulto	16 años y más	36.2 a 37.2

Dispositivos y/o herramientas para el monitoreo de los signos vitales

Desde siempre la medicina ha buscado la forma de monitorear la salud de los pacientes y esto lo realizaban con diferentes dispositivos o herramientas no como en la actualidad que existe un

monitor multiparamétrico que mide y monitorea más de un parámetro fisiológico en el ser humano.

- **Esfigmomanómetro de mercurio** compuesto de un tubo de mercurio y su cubeta, esta va desde 0 a 300 mmhg, además este dispositivo cuenta con porta filtros, depósito de mercurio, llave de seguridad, conector del depósito, perilla de insuflación y su brazaete.
- **Estetoscopio o fonendoscopio** utilizado para poder escuchar frecuencias o sonidos del ser humano en diferentes zonas, habitualmente se encuentra en cada consultorio de una institución prestadora de salud, se utiliza frecuentemente para escuchar la frecuencia o los latidos del **corazón** del paciente y frecuencia **respiratoria**, este está compuesto por; olivas, arco metálico, campana y membrana, y la tubuladora o manguera.
- **Termómetro de Vidrio** Este es instrumento en la antigüedad se confeccionaba de mercurio ya que este al entrar en contacto con el calor que genera el cuerpo humano, subía los indicadores. Como se conoce el mercurio es altamente toxico, puesto a esto, en la actualidad se utiliza alcohol pintado.
- **Oximéetro de pulso** dispositivo que permite conocer la saturación del oxígeno, este está compuesto por una pinza o horquilla que se coloca en el dedo y dentro de este ahí un sensor que mide la saturación, la pinza tiene una pantalla que permite su visualización.
- **Monitor de signos vitales o multiparamétrico** este equipo se encuentra en casi todas las áreas de una institución, ya que permite mirar el estado del paciente a tiempo real, este cuenta con diferentes módulos que permite la toma la medición de los signos vitales desde un módulo de temperatura hasta a uno de cagnografía (cantidad de CO2 en el cuerpo humano).

2. Tecnologías y sistemas.

La tecnología ha avanzado y evolucionado con el pasar de los tiempos como una respuesta a las necesidades del ser humano, ya que los sistemas y tecnologías van cambiando a satisfacer al personal que lo usa para poder brindar una mayor confianza y seguridad, aportando la realización de procesos de maneras más fáciles y eficaz, reuniendo y compartiendo información en plataformas de una manera más fácil de hacer es uno de los aportes más significativos de las tecnologías y sistemas.

Surgiendo dispositivos que han permitiendo más fácil la comunicación, como un ejemplo enviar un correo, antes pasaba por diferentes filtros, para poder llegar al destinatario, pero ahora con un solo clic en enviar el correo llega de manera automática y en segundos, todo esto fue posible al internet, puesto que fue diseñado y creado para fines investigativos, en la era del siglo XXI es un pilar fundamental en la comunicación y en cada sector de cada sector de industrias, desde economía hasta la medicina. Permitiendo muchos avances en la medicina implementando las tecnologías y sistemas en la actual conocida telemedicina.

Sistemas de comunicación

La comunicación funciona cuando existen dos elementos que la componen que son emisor (es el que envía la información) y receptor (recibí la información). Con dichos elementos es como se da la comunicación ya que la información se envía y se recibe de forma fácil y eficaz. Este se

puede transmitir en forma de onda radial, cables coaxiales, y de pared, fibra óptica entre muchos más, el receptor interpreta la señal enviada en forma de código.

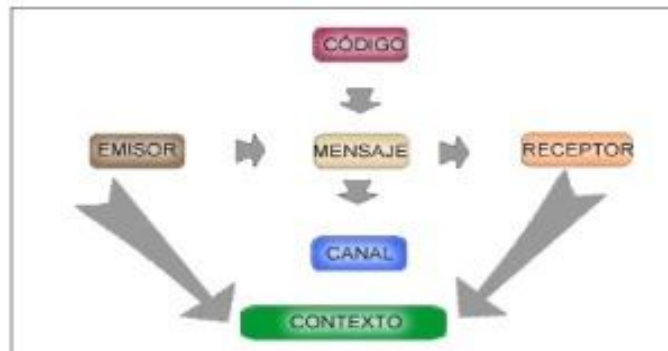


Figura 7. Sistema de comunicación. Fuente que se extrajo la imagen: <https://es.slideshare.net/Koldoparra/tecnologas-y-sistemas-de-comunicacion-57315855>

Sistemas de información

Los sistemas de información son aquellos que permite que un conjunto de datos recolectados que están interactuando entre sí, este permite almacenar y compartir datos, estos se cargan de forma inmediata o de forma manual según como se haya programado la toma de datos. Este sistema se puede hacer digital o no. En la actualidad se le ha dado bastante uso a este sistema, ya sea en procesos informáticos, empresariales, de marketing, etc. Puesto que nos permite recolectar y guarda esta información de forma sencilla en cualquier base de datos.

Este está formado por diferentes elementos que permiten la toma de información como lo son un hardware, software, bases de datos, cada uno de estos tiene una función importante que permite que la información se almacene y se guarde de forma segura y fácil.

Sistemas de control

Los sistemas de control consisten de diferentes elementos que los caracteriza. Este permite la influencia en cualquier sistema y poder controlarlo. Este es posible gracias que el dispositivo reciben una acción externa que se les conoce como las variables de entrada y las internas son las de salida, y la funcionalidad de este tipo de sistema es poder controlar mediante las variables de entrada las variables de salidas dándole o llevándolas hasta el valor señal que se requiera.

El sistema de control de bucle abierto permite controlar de manera manual o sea que un humano lo controle y el sistema de control de bucle cerrado reciben la información sobre la variable que se va a control, estas son muy independientes ya que toman decisiones de control automáticas sin necesidad de intervención humana por así decir. Estos sistemas se caracterizan por la sencillez y su facilidad, dependencia de calibración etc.

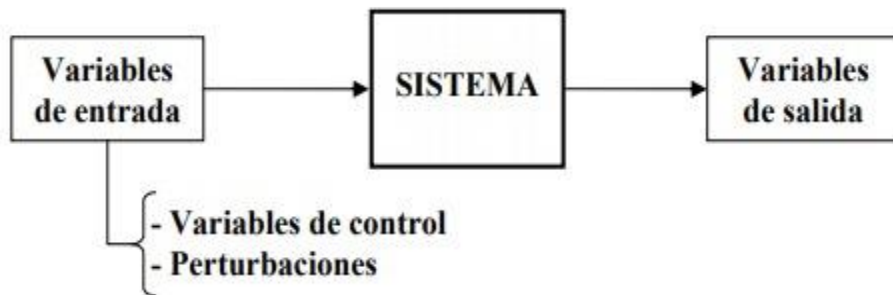


Figura 8. Sistema de control. Fuente que se extrajo la imagen:
https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/sistemas-de-control.html

2.4 Sistema de conexión inalámbrica

Los sistemas inalámbricos de comunicación son los más utilizados en la actualidad ya que este abarca un sinnúmero de medios de comunicación desde una radio hasta un teléfono móvil. Este consta igual que una comunicación normal de un emisor y receptor, pero no se encuentran unidos físicamente, para establecer su conexión esta debe enviar una señal y que el otro dispositivo la

capte creando una onda de información unión al transmisor y el receptor, ya que esto se da por medio frecuencias de diferentes ondas electromagnéticas a través del espacio. En la comunicación inalámbrica un dispositivo puede ser el transmisor de diferentes dispositivos a la misma vez sin ninguna complicación.

Una de las ventajas de este tipo de comunicación:

- su conexión es de manera rápida y sencilla, se puede conectar los dispositivos a cualquiera hora y sin necesidad de usar tantos cables para poder recibir la información o enviarla.
- La forma de recibir información de transmitirla se ha vuelto mucho más sencillo, con este tipo de comunicación.
- Ha permitido un avance en la medicina moderna, en ingeniería, psicología, y otras profesiones.

Y una de sus desventajas es:

- La seguridad no es la mejor y su vulnerabilidad es muy alta.

Existen dos tipos de comunicación inalámbrica;

A largar distancia que están compuesta por las ondas reflejadas por los satélites, las ondas superficiales y las ondas directas, podemos catalogar a los televisores y radios en esta categoría.

A corta distancia que está compuesta por wifi, bluetooth y radiación infrarroja.

Wifi

Este es el más utilizada en la actualidad por todo tipo de usuarios de bajo costo. Este compuesto por rúter inalámbrico que envía ondas de radiofrecuencia que los dispositivos que estén a la distancia programada pueda recibir su señal. Su aplicación se utiliza para redes

inalámbricas locales, como un ejemplo en la casa, en la empresa, en los transportes públicos, etc.

Este tipo de comunicación puede llevar una transmisión de 100Mbps. Se compone igual que las demás comunicaciones un emisor y receptores. Este tipo de comunicación permite la conexión a internet para los dispositivos.



Figura 9. Conexión inalámbrica: wifi. Fuente de la imagen como referencia: <https://es.slideshare.net/Koldoparra/tecnologas-y-sistemas-de-comunicacion-57315855>

Bluetooth

Es un módulo de comunicación inalámbrico que permite el envío de multimedia, señales, etc. Aun dispositivo que este en su perímetro de radio. Las ondas de radios que este operan son una frecuencia de GHz de 2,4. El bluetooth se puede comportar cuando los dispositivos tengan el modulo que les permita su vinculación, a diferencia del wifi ese solo se puede conectar dispositivo a dispositivo, su conexión no genera un consumo alto, ya que la transferencia de datos es bastante rápida.

La forma en que se comporta el bluetooth es sencillo los dispositivos que se quieran enviar información deben vincularse mediante un chip o modulo previamente configurado, al vincularse cada dispositivo puede tomar dos posiciones esclavo o dominante, con el esclavo. Este recibe

toda la información, pero cuando es dominante es el que envía la información, permitiendo un balance entre los dos. El bluetooth se puede conectar a computadores de mesa, los portátiles, los teléfonos móviles, dispositivos de audio y video, deportivos, etc.

Ventajas

- Facilita las comunicaciones entre los dispositivos
- Su conexión es inalámbrica lo elimina los conectores
- Ofrece una innovación con la creación de pequeñas redes de conexión inalámbricas para su sincronización entre dispositivos
- Su accesibilidad es bastante asequible, ya que no requiere configuración para lograr la conexión y hacer transferencia.

Desventajas

- Su velocidad es inferior a otro tipo de comunicación inalámbrica.
- No se puede conectar al internet, ya que se relaciona a su velocidad.



Figura 10. Conexión inalámbrica: Bluetooth. Fuente de Imagen extraída de: Comunicaciones Inalámbricas - Tecnologías de la comunicación (google.com)

3. Aplicación móvil

App o aplicación móviles es un programa de software diseñada para realizar con las funciones específicas programadas y satisfacer al usuario que la utiliza, se pueden ejecutar tanto en Smartphone o tabletas, computadores y cualquier dispositivo electrónico. Las aplicaciones móviles o cualquier otro tipo de aplicación han contribuido la impulso y crecimiento de las tecnologías, esto ha ayudado a facilitar la vida cotidiana, en la productividad, y su utilización en las empresas, facilitando procesos internos y externos, en la medicina las aplicaciones se han utilizado en las tecnologías vanguardista para uso médico permitiendo con más facilidad la telemedicina y una atención más eficaz. Hoy en día existen tipo de aplicaciones móvil que facilitan, ayudan y entretienen a muchos de los usuarios, además en el ámbito de la medicina se ha venido utilizando mucho hoy en día, muchas entidades prestadoras de salud tienen sus propias apps que permiten al usuario poder consultar los resultados de análisis, o apartar citas, etc.

Arquitectura

Las aplicaciones móviles se componen de arquitecturas basadas en las tareas y servicios que van a prestar y ser utilizadas por los usuarios, esta describe patrones y técnicas que van a ayudar a saber el orden en que se deben ejecutar las tareas. En la arquitectura se divide en dos el frontend que se refiere a lo que va a experimentar el usuario al utilizar la app y la backend es el proporciona el tema de los accesos a información, datos, servicios etc. Y los demás servicios que van a permitir el funcionamiento de la app. Para diseñar una aplicación se debe escoger el

lenguaje de programación el diseño del software. Algunas desarrolladoras son Swift para el desarrollo de las apps móviles.

4. Módulo de bluetooth HC-06

El módulo de BT permite la conexión inalámbrica entre dos dispositivos para enviar y recibir información, estos se pueden utilizar como esclavo o maestro, queriendo decir que según la función que se le quiera dar al módulo y se va a programar dicho modulo, permitirá que si el módulo sea el que va a conectar al dispositivo su programación será de esclavo, pero si es al contrario que dispositivos se conectaran al módulo será el maestro. Cuenta con 4 pines que se pueden programar como esclavos y solamente así, ya que esta permite una conexión más rápida mediante los comandos de AT y la comunicación por voz y datos que se envían a través de una red inalámbrica conocida como WPAN, además posee un led que permite saber cuándo se ha emparejado con el dispositivo, si este parpadea no está emparejado, y cuando se queda encendido constante es que ya se emparejo con un dispositivo.

Funciones

- Este remplaza los enlaces por cables.
- Tiene un perfil Wireless Serial Port.
- Se puede utilizar en Arduino, PIC, Atmel, y en PC. Entre otras muchas más.

Figura 11. Módulo de bluetooth: HC-06 Fuente de la imagen como referencia:

https://naylampmechatronics.com/blog/12_tutorial-basico-de-uso-del-modulo-bluetooth-hc-06-y-hc-05.html



5. Arduinos

Basado en software y hardware con versatilidad e infinidad de posibilidades a la hora de la programar algún proyecto, lo cual lo lleva a ser una plataforma de código abierto. Esto permite que genere muchas y distintas posibilidades de controlar y programa en solo una placa que cuenta con conexión de poder, botón de reinicio, pines de entrada y salida digital y de entrada analógica, microcontroladores de comunicación y programación, y los diferentes puertos de periféricos o módulos.

Arduino sirve como plataforma principal para el desarrollo de elementos autónomos mediante su programación, lo que le permite la conexión con otros dispositivos de una forma sencilla y más económica a la hora de programar algún motor, sensor, o módulos. Igualmente se utiliza mucho como un microcontrolador.

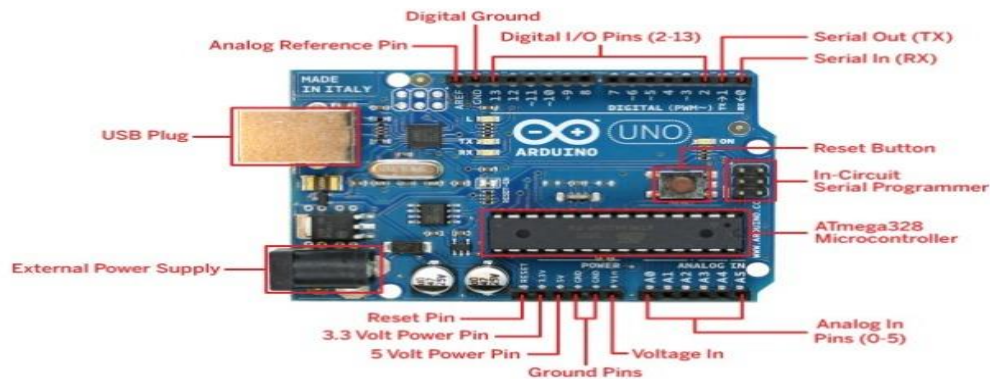


Figura 12. Ejemplo de un arduino con sus partes. Obtenida <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/pines-arduino/>

6. Pulsera inteligente

Las pulseras inteligentes permiten el monitoreo de la activada física del ser humano, fundamentada en las pulsaciones y trayectorias que se recorre. Cada vez las pulseras se están utilizando en diferentes disciplinas lo que se han convertido en utilidad múltiple, como su conexión con páginas web hasta su uso en el deporte y alternativa para conocer cómo se

encuentra día a día su estado físico. Como se dijo anteriormente las pulseras no solo se utilizan solo para la actividad física sino también el control de alimentación, sueño, y la salud, lo que ha generado que este tipo de pulsera está a la vanguardia en tecnologías modernas ayudando y facilitando al día a día con ciertos límites. Este dispositivo permite el almacenamiento de datos a través de enviar la información mediante un dispositivo conectado vía BT, con una interfaz sencillas en fácil de usar y manejar.



Figura 13. Pulsera inteligente. Fuente de la imagen de referencia: [Pulseras inteligentes: controla tu actividad diaria | EDUCACIÓN 3.0 \(educaciontrespuntocero.com\)](http://educaciontrespuntocero.com)

MARCO CONCEPTUAL

Monitoreo

No es más que un proceso sistemático que busca la recolección de información continua, para un análisis. Ya con la información recolectada se busca hacer un seguimiento para el cumplimiento de los objetivos. Dirigidos a los procesos de cómo, donde, y cuando de las actividades de un programa o de una persona. Organización mundial de la mujer (ONU mujer, 2010)

Monitoreo a tiempo real

El monitoreo a tiempo real es el proceso por el cual un sistema o administrado puede evaluar, revisar, recolección de datos a tiempo real mediante modificaciones de un software. Este permite revisar y visualizar información al mismo tiempo que se está recolectando, ya sea gráficos, base de datos, imágenes, video, etc. (techopedia, 2022)

Monitorización

La monitorización es un proceso de supervisión, análisis, seguimiento y control del estado de algo. Esta consiste en indicadores que van a permitir indagar y llevar un control planificado de antemano, permitiendo conocer cuando se da una irregularidad para poder intervenir. (Tilio, 2022)

Sistema

Un sistema es el conjunto de varios componentes con un mismo común entre sí, que permite abarca diferentes disciplinas desde la informática hasta la biología. De igual manera un sistema informativo está compuesto de varios componentes que va a permitir la recolección y comunicación de diferentes datos, mediante un software que también es un sistema ya que este permite realizar, controlar y administrar ya sea en un ordenador o en cualquier aparato electrónico que cuente con este. (Equipo editorial, 2022)

Sistema a tiempo real

Existe un sistema a tiempo real de digitalización que va a interactuar en un ambiente dinámico en relación con entradas y salidas de información para poder dar un correcto funcionamiento de acuerdo a ciertos conceptos. De igual manera un sistema de tiempo real se puede realizar de manera cotidiana puesto que la germinación de una semilla es un proceso de sistema de tiempo real por la evolución que esta transcurre, dicho esto el concepto no es más que un sistema informático que tiene la facilidad de poder interactuar con un entorno físico, puede ejecutar y supervisar tareas, para poder realizar un control para un buen funcionamiento de manera inmediata sobre una tarea o varias actividades al mismo tiempo. (universidad tecnológica de hondura, 2010)

Sensores

Dispositivo con capacidad de detectar diferentes materiales con un solo objetivo que es el mandar señales y permitir que se efectuó un proceso o la detección de algún cambio en un sistema. Son capaces de poder medir las magnitudes físicas o químicas de algo, y de transfórmalas en magnitudes eléctricas (señales). Los sensores poseen unas características que son estáticos y dinámicos lo cual les permite transformar las magnitudes con diferentes

limitantes y funciones, los sensores pueden ser analógicos y digital, y existen variedades de sensores para diferentes modalidades, como de temperatura, presión, ECG, etc. (Mecanifex, 2021)

Tecnologías en aplicaciones móviles

Se trata del conjunto de información y tecnologías involucradas en el desarrollo de una app móvil, desde la escritura de software para dispositivos hasta interfaz gráficas. Así que abarca diferentes programas de desarrollo. El desarrollo de las apps ha ido avanzado desde su primera que necesitaba múltiples plataformas para poder ejecutarse, y los códigos que son su lenguaje y denotan las funciones eran muy pocos y cada app es un mundo y código diferente, pero en la actualidad existen muchas formas de desarrollar de manera, más rápida y/o sencilla. Una de las herramientas y lenguaje más utilizados son C#, JavaScript, y Jenkins que permite el desarrollo para Android, iOS, y Google. (David & Clark, 2021)

Tecnologías en la salud

Las tecnologías de la salud abarcan varios aspectos desde los equipos utilizados para análisis, hasta el de apoyo de vida, al igual que cualquier intervención que se utiliza para promover la salud, diagnósticas, o tratar enfermedades o de cuidados ya sean a corto o largo plazo, incluyendo cualquier procedimiento médico y quirúrgico que se usa para la atención, de igual manera los productos farmacéuticos. Red Internacional de Agencias de Evaluación de Tecnologías de la Salud (INAHTA, ley 4107 de 2011)

Telemedicina

Es la provisión de servicios de salud que se brinda a distancia para la prevención, diagnósticos, tratamiento y rehabilitación, por los profesionales de salud, mediante el uso de

tecnologías de información y comunicación, que permite el intercambio de los datos con el propósito de la facilidad al acceso de prestación de salud a los pacientes que no dispongan de transporte o no puedan desplazarse por una incapacidad, o por la lejanía del centro de atención a la salud. Ministerio de salud (minsalud, resolución 2654 del 2019)

MARCO LEGAL

Se establecerán aquellas resoluciones, normas, decretos, etc. Que sobrecogen al proyecto expuesto en este documento. Permitiendo dar a conocer y conocer su marco legal vigente, evitando vacíos legales, para un futuro al desarrollo del prototipo.

Normativa	Aplica	No aplica
Decreto 4725 del 2015	X	
Resolución 3100 del 2019		X
Ley 100 del 1993	X	
Resolución 2654 del 2019	X	
Resolución 434 del 2001	X	
Normas NTC 2050	X	

Tabla 1: Normativas vigentes en Colombia que acobijan el proyecto.

- Decreto 4725 del 2015 *“Artículo 1°. Objeto y ámbito de aplicación. El presente decreto tiene por objeto, regular el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria en lo relacionado con la producción, procesamiento, envase, empaque, almacenamiento, expendio, uso, importación, exportación, comercialización y mantenimiento de los dispositivos médicos para uso humano, los cuales serán de obligatorio cumplimiento por parte de todas las personas naturales o jurídicas que se dediquen a dichas actividades en el territorio nacional.”*
- Ley 100 del 1993 *“Preámbulo. La Seguridad Social Integral es el conjunto de instituciones, normas y procedimientos, de que disponen la persona y la comunidad para gozar de una calidad de vida, mediante el cumplimiento progresivo de los planes y programas que el Estado y la sociedad desarrollen para proporcionar la cobertura integral de las contingencias, especialmente las que menoscaban la salud y la*

capacidad económica, de los habitantes del territorio nacional, con el fin de lograr el bienestar individual y la integración de la comunidad.”

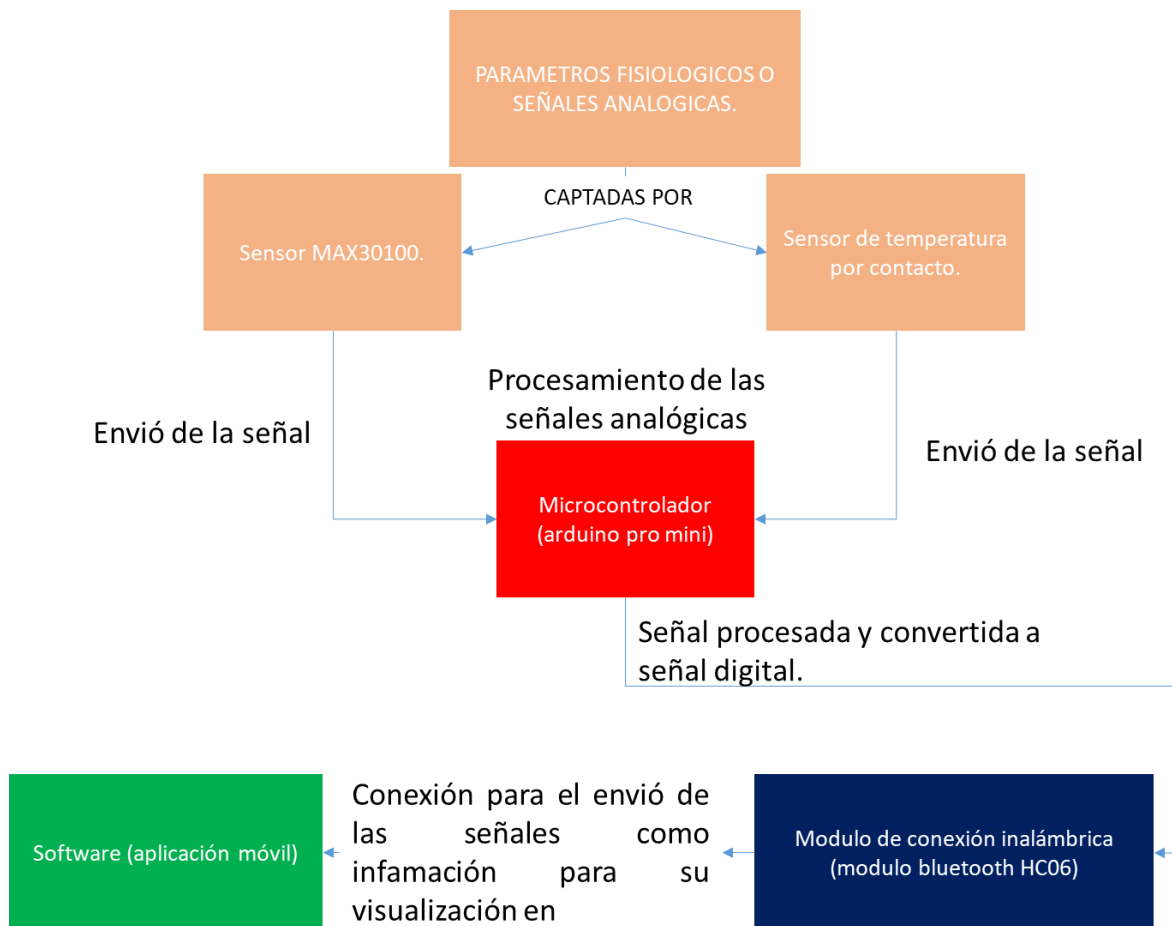
- Resolución 2654 del 2019 *“Por la cual se establecen las disposiciones para la telesalud y parámetros para la práctica de telemedicina en el país.”*
- Resolución 434 del 2001 *“ARTÍCULO 3o. DEFINICIONES. Para efectos de la presente resolución se entiende por: Tecnología biomédica. La aplicación de los conocimientos científicos representados en los medicamentos, equipos, dispositivos y procedimientos médicos y quirúrgicos utilizados en la atención en salud y los sistemas de administración y apoyo por medio de los cuales se proporciona esta atención.”*

METODOLOGIA

Diseño

Se realizó un enfoque metodológico tanto cuantitativa, cualitativa y aplicada, dando una metodología mixta. Puesto que se recolecta información de distintas fuentes dándole una solidez al proyecto, su enfoque cuantitativo, con las mediciones de los parámetros fisiológicos que se analizarán en un futuro mediante la app móvil y aplicativo ya que en el presente diseño del prototipo busca solventar una necesidad que se está presentando en la actualidad.

Figura 14. Diagrama de bloques de diseño.



Enfoque Cualitativo

Se tuvieron en cuenta la recolección de información de diferentes bases de datos, sitios web, tesis, artículos científicos, etc. Para la elaboración de la presente propuesta. Sobre cómo se comportan los signos vitales en los seres humanos, sus parámetros, como se miden, y cuáles son las causas que permiten alteraciones en estos, y consecuencias que acarrea. Además, para conocer acerca de sistemas que permiten una conexión inalámbrica y que a través de estos se reciba y envíe información y plataformas y software que permitan la realización del presente proyecto.

Enfoque Aplicado

El proyecto, corresponde también a enfoque aplicado ya que se busca diseñar un nuevo dispositivo que permita la monitorización del estado del paciente constante, solventando las necesidades de los pacientes dificultades específicas y al personal asistencial le sería más fácil llevar un seguimiento.

Enfoque Cuantitativo

Igualmente, también corresponde a un enfoque cuantitativo ya que se realizó comparaciones entre dispositivos ya realizados, y que beneficio trae el presente, además se necesita cuantificar las mediciones de los signos vitales como ejemplo el SPO2, y ecuaciones que permiten conocer lo necesario para que el dispositivo funcione en un futuro. Y por consiguiente se realizó una encuesta que permite conocer las necesidades que se presentan.

Materiales y métodos

Se describirán las herramientas y métodos que se utilizan para poder adquirir la información para un futuro llevar del diseño al prototipo.

Para la recolección de información acerca del diseño se realizó investigaciones en diferentes sitios web, desde artículos académicos hasta proyecto de tesis o grados ya publicados.

Herramientas informáticas que ayudaran a la programación de la aplicación móvil que permitirá la visualización de los signos vitales de los pacientes. Sensores que permitirán las obtenciones de los parámetros fisiológicos y su medición, módulo de conexión inalámbrica que recibirá las señales para que mediante el software de la aplicación se pueda visualizar mediante parámetros estadísticos el estado del paciente cuya información se ira recolectando en una base de datos para luego ser enviada al personal médico por el paciente.

Además, se realizó una encuesta que a una población en especifica que permitió conocer de antemano las necesidades y opiniones acerca de poder contar con un dispositivo que monitorea a tiempo real y constante.

Procedimiento

Para el procedimiento se tomará en cuenta varios arduinos, sensores y plataformas de desarrollo de aplicaciones móviles, y simuladores que van a permitir conocer como quedara el diseño del prototipo de la pulsera y sus componentes como sus conexiones, envío de señal, etc. Esto con el fin de conocer cuál será el adecuado para el proyecto y se adapte a las necesidades. Lo cual se realizará una comparación de tecnologías y escoger el más adecuado según los criterios técnicos que sean más apropiados.

Arduinos

Se comparan los tipos de arduino de acuerdo a su tecnología, características técnicas y capacidad.

Arduino UNO	Arduino DUE	Arduino Leonardo
Gama básica, microcontrolador ATmega328, 14 pines entradas/salidas digitales lo cual 6 se pueden usar como PWM y además cuenta con 6 entradas analógicas, con I2C, SPI, y módulo UART. Capacidad de voltaje de 5V.	Microcontrolador de 32 bits (AT91SAM3X8E) con capacidad de 3,3V, cuenta con 54 pines de entrada y salida digital, lo cual 12 son de salida digital, 12 de entrada analógicas funcional con todo los módulos que están basados con capacidad de 3,3V. Cuenta con 2 buses TWI, SPI Y 4 UARTs, y 2 puertos USB.	Microcontrolador de ATmega32u4, con capacidad de 5V. cuenta con 20 pines de entrada y salida digital, 12 de entradas analógicas y 7 se pueden utilizar como PWM. Tiene comunicación TWI, SPI, y dos UART, no cuentas con puerto USB.
Arduino YUN	Arduino Mega ADK	Arduino MICRO
Microcontrolador ATmega32u4 o 32u48, capacidad de 5V. Velocidad de 16 MHz, con 20 pines de entrada/salida digital 12 de entrada analógica y 7 se pueden utilizar como PWM. Versátil, trabaja por separado de forma complementaria, cuenta con Ethernet, slot SD, y WIFI incluido controlado por Linux.	Microcontrolador ATmega25690, con capacidad de 5V. cuenta con 54 pines de entrada/salida digital lo cual 15 se pueden utilizar como salida de PWM, y 16 de entrada analógica, memoria de 256 KB, cuenta con USB Host.	Microcontrolador ATmega32u4. Con una capacidad de 5V, cuenta con 20 pines de entrada y salida lo cual 7 se pueden utilizar como salidas de PWM, y 12 de entrada analógicas, su tamaño es bastante reducido y comparte características similares con el Leonardo. Este se debe instalar de forma externa, compatible con las shield de arduino.
Arduino Nano	Arduino Mini	Arduino Pro Mini
Microcontrolador ATmega328, con una capacidad 5V, cuenta con 14 pines de entrada y salidas digitales lo cual 6 se pueden utilizar como salidas de PWM y 8 pines de estrada analógica. Con puerto USB. Tiene diferente forma de conexión en el ordenador para su programación, tiene una velocidad de 16 MHz.	Microcontrolador ATmega328, con capacidad de 5V y de entrada de 7 a 9V, cuenta con 14 pines de entrada y salida digital, lo cual 6 se pueden utilizar como salidas de PWM, y 8 pines de entrada analógica. Puerto de USB o RS232 a TTL.	Microcontrolador ATmega328P, con una capacidad de 5V. cuenta con 14 pines de entrada y salida digitales, 6 o 8 se pueden utilizar como salida de PWM, y 6 de entradas analógicas, resonador integrado, conectores de 6 pines FTDI, comunicación puertos: 1 UART, bus SPI y bus i2C, cuenta con 2 interruptores externos.
Arduino Pro		
Con un microcontrolador ATmega368, con una capacidad de 5V (para módulos 3,3V). cuenta con 14 pines de entrada y salida de los cual 6 se pueden utilizar como salidas de PWM, y 6 pines de entrada analógica, velocidad de reloj de 8 MHz. Conmutador de encendido y apagado, conexión de UART.		

Tabla 2: Comparación de tecnologías de arduinos.

- **¿Qué arduino se escogió? ¿Por qué se escogió?**

Como se muestra anterior en la tabla se realizó una comparación para escoger el arduino a utilizar en un futuro, es el arduino Pro mini, su tamaño de 18 x 33 mm lo hace un candidato favorable a la hora de diseñar la pulsera ya que como no es de gran tamaño, permitiría un mejor diseño, su capacidad, y las conexiones que permite como ejemplo la i2C, adaptándose al diseño que se requiere.

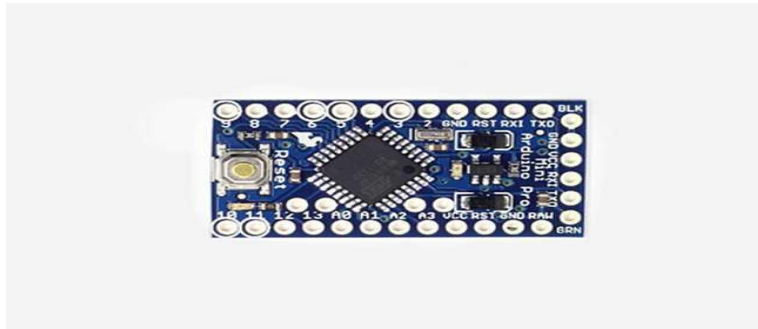


Figura 15. Arduino Pro Mini. Obtenida. <https://docs.arduino.cc/retired/boards/arduino-pro-mini>

Sensores de temperatura

Sensor de temperatura TMPS36	Sensor de temperatura DHT11	Sensor de temperatura MLX90614ESF
Se puede medir temperaturas bajo cero, sin la necesidad de suministrar voltaje negativo tiene precisión de 2°C, con voltaje de funcionalidad de 2,7 a 5,5V, intervalos de medición desde -40 a 150 °C, tiempo de respuesta o resolución de 8 minutos.	Sensor digital con medición de humedad incluida, rango de temperatura de 0 a 50 °C, internamente realiza las conversiones a grados Celsius, pero el tiempo de lectura es cada 2 segundos. Con capacidad de 3 a 5,5V, precisión de 2°C y resolución de 0,5s.	Cuenta con luz infrarroja que mide sin necesidad de estar en contacto con un cuerpo. Precisión de 0,002°C, y resolución de 10 bit, se puede comunicar mediante I2C y un pin PWM. Puede medir intervalos de temperatura desde -20 a 120°C, con un peso de 24 g.

Tabla 3: Comparación de varios tipos de sensores de temperatura para arduino.

- **¿Cuál de los sensores se escogió? ¿Por qué se escogió?**

Se escogió un sensor que permita la medición de temperatura a contacto, permitiendo así su toma de manera eficaz y sencilla. Este tipo de sensor se adapta a lo buscado y propuesto.

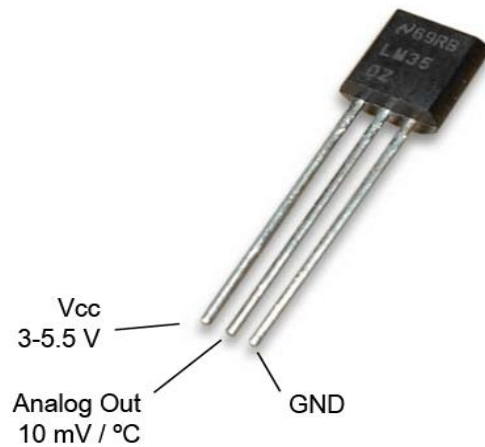


Figura 16. Sensor de Temperatura. Obtenida. <https://techmake.com/blogs/tutoriales/empezando-con-arduino-3a-sensor-de-temperatura-en-monitor-del-arduino-ide>

Sensor de frecuencia cardiaca, respiratoria y SPO2

Sensor de pulso cardiaco, saturación de oxigeno Max30100

Sensor con una solución acerca de integración de varios sensores en uno por lo cual se le conoce como solución integra de oximetría de pulso y monitoreo de frecuencia cardiaca, y la frecuencia respiratoria se puede conocer por medio de la oximetría. Esta combina dos LED, fotodetector, óptica optimizada y pensamiento de señales análogas de bajo ruido con la finalidad de detectar la oximetría de pulso y las señales de frecuencia cardiaca. Con una capacidad de 5V y para usar con tarjetas que trabajan a 3,3V, funciona igual con alimentación de 1,8 a 3,3V, se puede apagar mediante atreves de software previamente programado, su tamaño es ideal para proyectos que no requieran mucho espacio, adaptándose lo mejor posible.



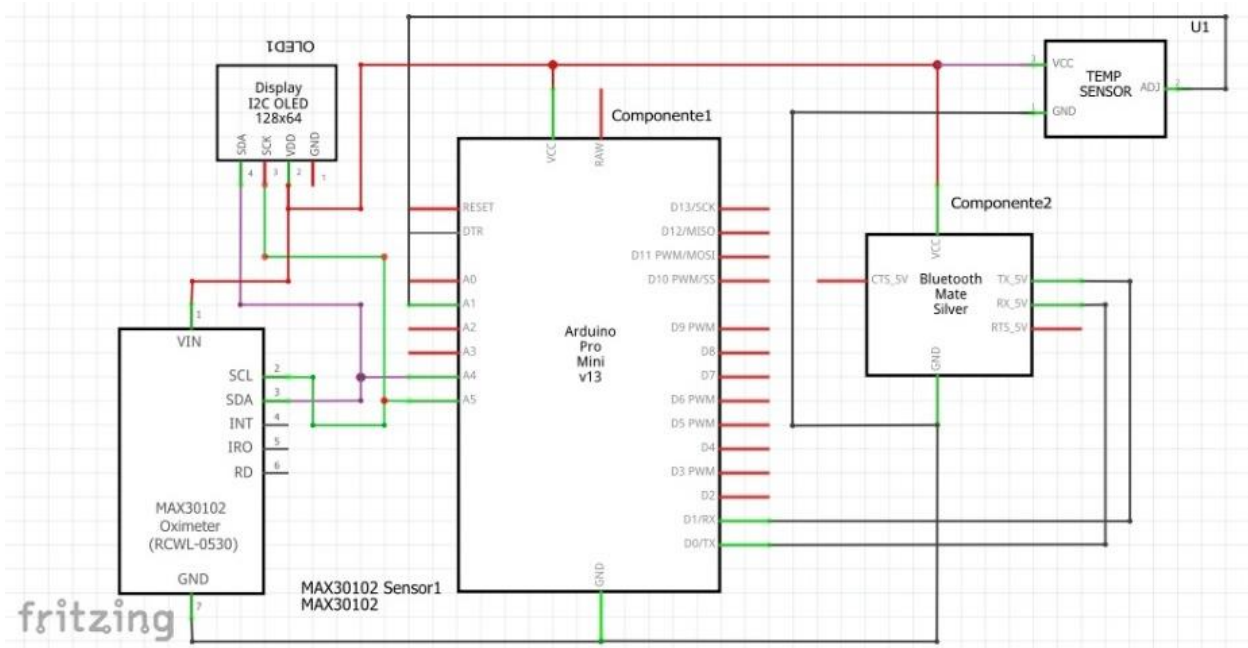
Figura 17. Sensor Max30100. Obtenido. [Biomédicos: Sensor de concentración de oxígeno y ritmo cardiaco MAX30100 \(didacticaselectronicas.com\)](#)

RESULTADOS

En esta se evidenciará los esquemáticos electrónicos con sus conexiones internas que son fundamental para el desarrollo a un futuro permitiendo así el funcionamiento. Así mismo el diseño de la aplicación, y el diseño de la pulsera.

En el presente diagrama se muestra los componentes y conexiones que constituirán la pulsera de signos vitales, contara con un sensor de temperatura, el MAX30100, modulo bluetooth, pantalla I2c de 128x64 y arduino Pro Mini. El arduino cumplirá con la función de microcontrolador, funcionando como un sistema de control sobre los demás módulos y sensores que están conectados a él, y cumplirá el papel de procesador donde la información se guardará, procesará y enviada en forma de señal digital. Los sensores realizaran las mediciones correspondientes de los parámetros fisiológicos, una vez ya tomada esta se enviará al microcontrolador que realizara la función de procesar y convertir las señales analógicas en digitales, una vez ya realizado este proceso, esta información será enviada mediante el módulo de conexión inalámbrica que está conectado a los pines D1/RX Y D0/TX, permitiendo que este transmita la información recolectada a la aplicación móvil, donde se visualizara los parámetros fisiológicos a tiempo real, permitiendo un seguimiento de estos.

Figura 20. Esquemático del circuito de la pulsera.



En el presente diagrama se presenta el modelo diseñado de la aplicación móvil en app inventor, teniendo como opción de conectarse y desconectarse a la pulsera mediante bluetooth, al igual un encendido y apagado del cuadro donde se visualizará los parámetros fisiológicos, la opción de seleccionar ver el parámetro que quiera ver. Anticipadamente se tendrá que llenar los datos con información personal.

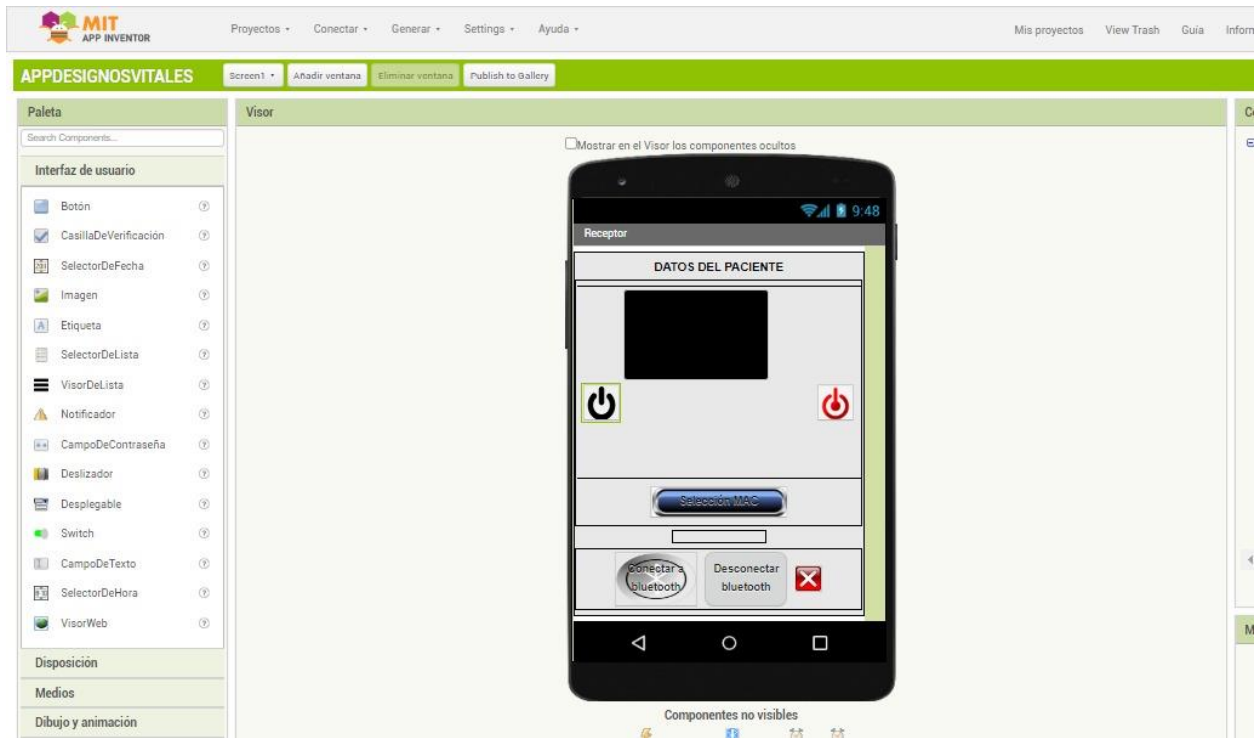


Figura 18. Visualización de la aplicación móvil, mediante app invento

DISCUSION (ANALISIS DE RESULTADOS)

Los resultados obtenidos en el presente proyecto cumplieron con los esperados. El proyecto sufrió el cambio de desarrollo a diseño por el tiempo de desarrollo este no siendo impedimento a la hora del desarrollo del proyecto. Los objetivos se lograron con éxitos gracias a las tecnologías que están presentes que ayudaron al desarrollo del circuito esquemático de la pulsera y el desarrollo de la aplicación móvil que fue la que más se pensó y se ideó por el corto tiempo que se tenía, pero al final se logró el desarrollo gracias a la plataforma de APP INVENTOR, permitiendo visualizar el cómo quedaría la app móvil, y su funcionamiento que fue el esperado. Dando la viabilidad y las bases necesarias para aquella persona que quiera continuar en la siguiente fase del proyecto o las fases que piense que sean necesarias brindando las herramientas y materiales y circuito necesario.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como conclusión luego todo el proceso del desarrollo del presente proyecto, la recolección de información mediante diferentes fuentes, y la detección de la tecnología necesaria, se puede afirmar la viabilidad y el gran apoyo que aportara en el ámbito de diagnósticos para las enfermedades cardiovasculares y respiratoria permitiendo un tratamiento y control en los pacientes con eficacia que permitirá al personal asistencial y al paciente conocer su estado continuamente, aportando de manera significativa en el ámbito de la telemedicina.

Se puede afirmar que el proyecto está listo para la siguiente y última fase que es la de construcción, ya que en esta fase de diseño se realizó la recolección de información y se escogieron los materiales pertinentes para su construcción y ensamble para una proyección meramente financiera sea rentable, y se le pueda dar el uso correspondiente en el ámbito de telemedicina en la parte de control y tratamiento, en centros asistenciales, o uso cotidiano.

Como recomendaciones se da que la tecnología está en constante cambio, por lo que se genera avances en cuanto a tamaños y capacidades de elementos electrónicos, por lo que se considera una recomendación el uso de tecnologías micro y nano en la parte de desarrollo del circuito de la pulsera, de igual manera se recomienda contar con los softwares necesarios en la programación y desarrollo de la aplicación móvil.

REFERENCIAS

1. Linda J. Vorvick, MD, Clinical Associate Professor, Department of Family Medicine, UW Medicine, School of Medicine, University of Washington, Seattle

(16 de enero del 2021). Obtenido de <https://medlineplus.gov/ency/article/002341.htm>
2. Las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de muerte en Colombia y el mundo (1 de septiembre del 2020) obtenido de global Bayer: <https://www.bayer.com/es/co/las-enfermedades-cardiovasculares-son-la-primera-causa-de-muerte-en-colombia-y-el-mundo#:~:text=septiembre%2001%2C%202020-,Las%20enfermedades%20cardiovasculares%20son%20la%20primera%20causa%20de%20muerter%20en,15.543%20a%20enfermedades%20cerebrovasculares1>.
3. Johnson J. (abril del 2019). Diseño de un sistema de monitores de signos vitales para personas con afecciones cardíacas. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/46727/1/JOHNSON%20MOSCOSO%20MELODY%20ESTEFAN%c3%8dA.pdf>
4. Fernández. A. Enrique. C. (2018). Pulsera de control de signos vitales para los pacientes con problemas de presión arterial. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/4809/-PT-UTB-FAFI-SIST-00021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. Carlos E. Aveiga-Paini, Byron G. Criollo-Altamirano, Ana M. Cruz-Quijije (2018). Revista científica. Monitoreo del ritmo cardiaco a través de dispositivo móvil. Obtenido de <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/775>

6. Ellie G. (15 de febrero del 2018). Ellis: Knowing Your Vital Signs is Important. Obtenido de <https://www.birminghamtimes.com/2018/02/ellis-knowing-your-vital-signs-is-important/>

7. Universidad autónoma del estado de hidalgo (UAEH). (2021). Arduino. Modulo bluetooth.

Obtenido de

http://ceca.uaeh.edu.mx/informatica/oas_final/OA4/mdulo_bluetooth.html#:~:text=El%20M%C3%B3dulo%20Bluetooth%20HC%2D06,para%20generar%20peticiones%20de%20conexi%C3%B3n.

8. Movaaps. (2021). ¿Qué es una app? Tipos de aplicaciones y ejemplos. Obtenido de

<https://www.movapps.com.ar/que-es-una-app.html>

9. Villegas Gonzales, J, Villegas Arena, O, A., Villegas Gonzales. V. (diciembre del 2012).

Semiología de los signos vitales: Una mirada novedosa a un problema vigente. Obtenida de

<https://www.redalyc.org/pdf/2738/273825390009.pdf>

11. Kennedy, S. M. (2 de diciembre del 2016). An introduction to pulse oximeters: equations and theory. ECE/BME 462 -Biomedical Instrumentation. Obtenido de

<https://studylib.net/doc/7274733/an-introduction-to-pulse-oximeters--equations-and-theory>

12. ministerio de la protección social (26 de diciembre del 2005). Decreto número 4725 de 2005.

Obtenido de

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Decreto-4725-de-2005.pdf>

13. Abad García S. (22 de abril 2016). Pulseras Inteligentes, Funcionalidad y Moda. OBS

business school. Obtenido de [https://www.obsbusiness.school/blog/pulseras-inteligentes-](https://www.obsbusiness.school/blog/pulseras-inteligentes-funcionalidad-y-moda)

[funcionalidad-y-moda.](https://www.obsbusiness.school/blog/pulseras-inteligentes-funcionalidad-y-moda)

14. "Sistema". Autor: Equipo editorial, Etecé. De: Argentina. Para: *Concepto.de*. Disponible en: <https://concepto.de/sistema/>. Última edición: 22 de octubre de 2021. Consultado: 22 de octubre de 2022
15. David, M., & Clark, K. (agosto de 2021). *desarrollo de aplicaciones moviles*. Obtenido de techtarget: <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Desarrollo-de-aplicaciones-moviles>
16. Elvir Ortiz, D. O. (27 de septiembre de 2010). *sistema de tiempo real*. Obtenido de universidad tecnologica de hondura: <https://docs.google.com/document/edit?id=1QWdZfVdJ9WndrUfces9AqVAvZTtZOHpVUegPeql3SRQ&hl=en#>
17. *Tecnologías y Herramientas para desarrollar aplicaciones móviles*. (2020). Obtenido de tecnologías informacion: <https://www.tecnologias-informacion.com/herramientasmoviles.html>
18. Tilio, A. (2022). *monitorizacion*. Obtenido de desinificados: <https://desinificados.com/monitorizacion/>
19. topdoctorscolombia. (2020). *diccionario medico: enfermedades respiratorio*. Obtenido de ¿que son las enfermedades respiratoria : <https://www.topdoctors.com.co/diccionario-medico/enfermedades-respiratorias>
20. Comunicaciones Inalámbricas - Tecnologías de la comunicación. (s/f). Google.com. Recuperado el 9 de noviembre de 2022, de <https://sites.google.com/site/tecnologiascomunicacionutiel/home/comunicaciones-inalambricase>
21. De Colombia, M. de S. y. P. S. (s/f). Páginas - Medicamentos y tecnologías. Gov.co. Recuperado el 9 de noviembre de 2022, de <https://www.minsalud.gov.co/salud/MT/Paginas/medicamentos-y-tecnologias.aspx?ContentTypeId=0x0107&RootFolder=/salud/MT/Lists/Resolucion+de+inquietudes+sobre+el+estandar+de+dat/Resoluci%C3%B3n+de+inquietudes+sobre+el+est%C3%A1ndar+de+datos+de+medicamentos&DiscussionParentID=45>
22. Decreto 4725 de 2015. (2005 12). Gov.co. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Decreto-4725-de-2005.pdf>
23. INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA VALORACIÓN DE SIGNOS VITALES
Contenido: Valoración de Signos Vitales Objetivos: Conocer los diferentes instrumentos utilizados en la valoración de Signos Vitales Modulo: Medición y Control de Parámetros Básicos en Salud Fecha: 04 de Mayo hasta 08 de mayo. (s/f). Colegiofernandodearagon.cl. Recuperado el 9 de noviembre de 2022, de <https://colegiofernandodearagon.cl/wp->

content/uploads/2020/05/3%C2%B0-MEDIO-MEDICI%C3%93N-Y-CONTROL-DE-PAR%C3%81METROS-B%C3%81SICOS-EN-SALUD-CLASE-7.pdf

24. Ley Número 100 del 1993. (s/f). Gov.co. Recuperado el 9 de noviembre de 2022, de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/ley-100-de-1993.pdf>

25. Mecafenix, I. (2021, mayo 20). Tipos de sensores y sus características. Ingeniería Mecafenix. <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/>

26. monitoreo. (s/f). ONU Mujeres. Recuperado el 9 de noviembre de 2022, de <https://www.unwomen.org/es>

27. Normograma SNS - Resolución 434 de 2001 MS. (s/f). Superintendencia Nacional de Salud - Supersalud. Recuperado el 9 de noviembre de 2022, de http://normograma.supersalud.gov.co/normograma/docs/resolucion_minsalud_r0434001.htm

28. Parra, K. (s/f). Tecnologías y sistemas de comunicación. Slideshare.net. Recuperado el 9 de noviembre de 2022, de <https://es.slideshare.net/Koldoparra/tecnologas-y-sistemas-de-comunicacion-57315855>

29. ¿Qué es el Bluetooth y para qué sirve? (s/f). SoftwareLab. Recuperado el 9 de noviembre de 2022, de <https://softwarelab.org/es/bluetooth/>

30. ¿Qué es una arquitectura de aplicaciones? (s/f). Redhat.com. Recuperado el 9 de noviembre de 2022, de <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-native-apps/what-is-an-application-architecture>

31. resolucion 2654 de 2019. (s/f). Gov.co. Recuperado el 9 de noviembre de 2022, de https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%202654%20de%202019.pdf

32. ¿Sabes qué es un Arduino y para qué sirve? (2017, febrero 27). Fundación Aequae. <https://www.fundacionaequae.org/wiki/sabes-arduino-sirve/>

33. SERIE DE INFORMACIÓN AL PACIENTE. (s/f). Thoracic.org. Recuperado el 9 de noviembre de 2022, de <https://www.thoracic.org/patients/patient-resources/resources/spanish/pulse-oximetry.pdf>

34. (S/f). Edu.co. Recuperado el 9 de noviembre de 2022, de https://www.ugc.edu.co/pages/juridica/documentos/institucionales/Norma_%20NTC_2050_98_codigo_electrico_col.pdf

35. (S/f). estrategia magazine. Sistemas de Información y Tecnología de la Información. recuperado el 9 de noviembre de 2022, de <https://www.estrategiamagazine.com/tecnologia/sistemas-de-informacion-tecnologia-de-la-informacion/>

36. Brunete, A., & Segundo y Rebeca Herrero, P. S. (n.d.). 1.5 Sistemas de control. Bookdown.org. Retrieved November 9, 2022, from https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/sistemas-de-control.html

ANEXOS

The screenshot shows the MIT App Inventor interface for a project named "SIGNOSVITALES". The workspace displays a visual programming script for a screen named "Visor". The script includes the following logic blocks:

- When Screen1 Initialized:** Call ActivityStarter1 to start the activity.
- When selection Before Selection:** Set the BluetoothClient1 Directions and Names to "seleccion".
- When conectar Click:** Call BluetoothClient1 to connect. If connected, set "desconectar Visible" to true and "conectar Visible" to false.
- When desconectar Click:** Call BluetoothClient1 to disconnect. Set "conectar Visible" to true and "desconectar Visible" to false.
- When Clock1 Timer:** If BluetoothClient1 is connected, call "BytesDisponiblesParaRecibir" with a value of 0. Then, call "OcultarTeclado" on TextBox1, set its text to "", and call "RecibirTexto" on BluetoothClient1 with "númeroDeBytes" set to 0. Finally, call "BytesDisponiblesParaRecibir" on BluetoothClient1.
- When OFF Click:** If BluetoothClient1 is connected, call "EnviarTexto" on BluetoothClient1 with the text "B".
- When ON Click:** If BluetoothClient1 is connected, call "EnviarTexto" on BluetoothClient1 with the text "A".
- When cerrar Click:** Call "cerrar la aplicación" to close the app.

The screenshot shows the MIT App Inventor interface for a project named "PDESIGNOSVITALES". The workspace displays a visual programming script for a screen named "Visor". The script includes the following logic blocks:

- When Screen1 Initialized:** Call ActivityStarter1 to start the activity.
- When selection Before Selection:** Set the BluetoothClient1 Directions and Names to "seleccion".
- When conectar Click:** Call BluetoothClient1 to connect. If connected, set "desconectar Visible" to true and "conectar Visible" to false.
- When desconectar Click:** Call BluetoothClient1 to disconnect. Set "conectar Visible" to true and "desconectar Visible" to false.
- When Clock1 Timer:** If BluetoothClient1 is connected, call "BytesDisponiblesParaRecibir" with a value of 0. Then, call "OcultarTeclado" on TextBox1, set its text to "", and call "RecibirTexto" on BluetoothClient1 with "númeroDeBytes" set to 0. Finally, call "BytesDisponiblesParaRecibir" on BluetoothClient1.
- When OFF Click:** Call "cerrar la aplicación" to close the app.

Encuesta de necesidad de monitoreo de signos vitales

 **perezamarantocarlos@gmail.com** (no compartidos) 
[Cambiar de cuenta](#)

*Obligatorio

Nombre y Apellido *

Tu respuesta _____

Edad *

17 a 25

25 a 30

30 o mas

Otro: _____

Genero *

M

F

¿Sufre de alguna enfermedad cardiovascular o respiratoria? *

sí

no

si escogió la opción SI ¿Cuál ha padecido o padece? *

Tu respuesta _____

¿Cree que es necesario un seguimiento y control de los signos vitales? *

sí

No

¿adquiriría una pulsera de signos vitales de monitoreo a tiempo real? *

Tu respuesta _____

