



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA TEXTIL**

TEMA:

**“DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UNA PRENDA TEXTIL INTELIGENTE
PARA LA TRASMISIÓN DE BIODATOS UTILIZANDO UN TEJIDO
CONDUCTOR”**

AUTORA: ERIKA KARINA CACHIMUEL CHANVA

DIRECTOR: MSC. EDWIN ARMANDO ROSERO ROSERO

IBARRA – ECUADOR

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejamos sentada nuestra voluntad de participar en este proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1726056326		
APELLIDOS Y NOMBRES:	ERIKA KARINA CACHIMUEL CHANVA		
DIRECCIÓN:	San Antonio de Ibarra - Camilo Pompeyo		
EMAIL:	la.karina@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	2030833	TELÉFONO MOVIL:	0988532061

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Diseño y elaboración de una prenda textil inteligente para la transmisión de biodatos utilizando un tejido conductor”
AUTOR:	ERIKA KARINA CACHIMUEL CHANVA
FECHA:	24 de Julio 2018
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSTGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA TEXTIL
DIRECTOR:	Msc. Ing. Edwin Rosero

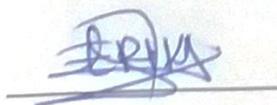
2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Erika Karina Cachimuel Chanva, con cédula de identidad No. 1726056326, en calidad de autora y titular de los derechos Patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 24 de julio de 2018



Nombre: *Erika Karina Cachimuel Chanva.*

Cédula: 1726056326



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Erika Karina Cachimuel Chanva, con cédula de identidad No. 1726056326, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los Derechos Patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4,5 y 6 en calidad de autora de la obra o trabajo de grado denominado: **DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UNA PRENDA TEXTIL INTELIGENTE PARA LA TRASMISIÓN DE BIODATOS UTILIZANDO UN TEJIDO CONDUCTOR**, que ha sido desarrollada para optar por el título de **INGENIERÍA TEXTIL**, en la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, 24 julio de 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Erika', is written over a horizontal line.

Nombre: *Erika Karina Cachimuel Chanva.*

Cédula: 1726056326



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Erika Karina Cachimuel Chanva, con cédula de identidad No. 1726056326, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, y que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las Leyes de Propiedad Intelectual y Normatividad vigente de la misma.

Ibarra, 24 de julio de 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Erika", is written over a horizontal line.

Nombre: *Erika Karina Cachimuel Chanva.*

Cédula: 1726056326



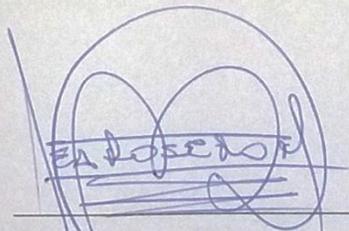
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

Msc. Ing. Edwin Rosero, Director de la tesis de grado desarrollada por la señorita Estudiante Erika Karina Cachimuel Chanva.

CERTIFICA

Que el proyecto de Tesis de grado con el Título **“DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UNA PRENDA TEXTIL INTELIGENTE PARA LA TRASMISIÓN DE BIODATOS UTILIZANDO UN TEJIDO CONDUCTOR”**, ha sido realizado en su totalidad por la señorita estudiante Erika Karina Cachimuel Chanva bajo mi dirección, para obtener el título de Ingeniería Textil. Luego de ser revisado se ha considerado que se encuentra concluido en su totalidad y cumple con todos las exigencias y requerimientos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Textil, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, julio de 2018



Msc. Ing. Edwin Rosero

DIRECTOR DE TESIS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por darme la vida, salud, habilidad, fuerza y la perseverancia necesaria para cumplir con este uno de los más grandes objetivos de mi vida y que sin duda marca el inicio de muchos más, gracias a Él hoy se ve recompensado todo el esfuerzo y sacrificio que me ha permitido llegar hasta aquí.

Sobre todo agradezco por la bendición más grande que pueda tener en la vida, mis padres, los cuales han sido un apoyo fundamental durante mi etapa académica y la vida en general y a quienes les debo cada uno de mis logros y metas cumplidas, gracias por infundir en mi valores, fortaleza y el amor incondicional, los amo inmensamente.

Agradezco también a los docentes quienes han sido una guía importante en mi formación universitaria y apoyo genuino en la vida personal; por sus consejos, por su sabiduría, porque más que docentes fueron amigos, Ing. Elvis Ramírez y Msc. Fernando Fierro asesores de este trabajo de titulación, excelentes personas y profesionales, gracias.

Erika Karina Cachimuel Chanva



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres Anibal Cachimuel y Patricia Chanva quienes has sido mi apoyo incondicional en todo momento, a su lucha, compromiso, paciencia y esfuerzo invertidos por verme cumplir culminar esta etapa.

A mi madre especialmente por ser uno de los pilares más fuertes en mi vida, mujer virtuosa y luchadora a quien admiro grandemente y por quien batallaré por alcanzar muchas metas más.

A mi padre por ser ejemplo de perseverancia y compromiso quien me enseñó el valor de la responsabilidad.

A mi hermana por darme el regalo del amor puro y desinteresado, mi sobrina Galilea.

También dedico este trabajo a demás familiares, amigos, y compañeros por haber sido testigos de estos cinco gratificantes años de carrera universitaria, por todo su apoyo, gracias.

Erika Karina Cachimuel Chanva

Contenido

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

<i>TÉCNICA DEL NORTE</i>	<i>I</i>
<i>CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA</i>	
<i>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</i>	<i>III</i>
<i>DECLARACIÓN</i>	<i>IV</i>
<i>CERTIFICACIÓN DEL ASESOR</i>	<i>V</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i>	<i>VI</i>
<i>DEDICATORIA</i>	<i>VII</i>
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ANEXOS	XV
RESUMEN	XVII
SUMMARY	XVIII
I: TEXTILES ULTRA INTELIGENTES	1
1.1. TEXTILES INTELIGENTE.....	1
1.1.1. Generalidades.....	1
1.1.1.1. Introducción.....	1
1.1.1.2. Definición Textiles inteligentes.....	2
1.2. TEXTILES ULTRA INTELIGENTES	4
1.2.1. Componentes.....	6
1.2.1.1. Sensores.....	7

1.2.1.2. Actuadores.	8
1.2.1.3. Unidad de procesamiento.....	8
1.2.1.4. Medio de comunicación.....	8
1.3. TRANSMISIÓN DE DATOS.....	9
1.3.1. Medio de transmisión de datos.	10
1.3.2. Canal de transmisión.	10
1.3.3. Tipos de medios físicos.	11
1.3.4. Carga y descarga.	12
1.3.5. Transmisión sensor-receptor.	12
1.3.5.1. Arduino	12
1.3.6. Trasmisión de datos en la industria textil.....	15
1.3.6.1. Textiles electrónicos.....	16
1.4. SIGNOS VITALES.....	16
1.4.1. Frecuencia cardiaca.	18
II: CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	21
2.1. CONDUCTIVIDAD.....	21
2.3. LEYES Y MEDICIÓN	22
2.3.1. Ley de Ohm.	22
2.3.1.1. Voltaje.	23
2.3.1.2. La corriente.	23
2.3.1.3. Resistencia.....	23
2.2. EQUIPOS	25
2.2.1. Multímetro.....	25

2.2.1.1. <i>Multímetro analógico</i>	25
2.2.1.2. <i>Multímetros digitales</i>	26
2.2.2. <i>Baterías</i>	26
2.2.2.1. Voltaje, corriente y duración de las baterías.....	28
2.2.3. <i>Sensores</i>	30
2.2.3.1. Sensores ópticos.....	32
2.2.3.2. Sensor de ritmo cardiaco Amped.....	33
III: TEJIDOS	35
3.1. TEJIDO CONDUCTOR PLANO CON MEZCLA DE ELASTÓMERO, ALGODÓN, POLIÉSTER HILOS CONDUCTORES.....	35
3.1.1. <i>Hilo conductor</i>	35
3.1.2. <i>Tejido</i>	36
3.1.3. <i>Tejido conductor</i>	36
3.1.3.1. Características.....	38
3.2. TEJIDO DE PUNTO DE ALGODÓN LICRADO.....	40
3.2.1. <i>Tejido de punto definición</i>	40
3.2.2. <i>Tejido jersey</i>	40
3.2.2.1. Características de la tela Jersey de algodón licrado.....	41
3.2.2.2 Jersey full lycra pesada.....	42
3.2.2.3. Jersey algodón lycra fría.....	43
IV: DISEÑO, PATRONAJE Y CONFECCIÓN	44
4.1. DISEÑO.....	44
4.1.1. <i>Diseño de modas</i>	44

4.2. PATRONAJE	45
4.3. CONFECCIÓN	45
V: SOLIDECES.....	46
5.1. RESISTENCIA AL LAVADO DOMÉSTICO.....	46
5.1.1. Resistencia al Lavado de Color: Acelerado.....	46
5.1.1.1. Principio.	46
5.1.1.2. Evaluación.....	46
5.1.1.3. Equipos.....	47
5.2. RESISTENCIA A LA ABRASIÓN.....	48
5.2.1. Determinación de la resistencia a la abrasión de los tejidos por el método de <i>Martíndale</i>	48
5.2.1.1. Muestreo y preparación de las probetas.	49
5.2.1.2. Equipos.....	49
5.3. RESISTENCIA A LA LUZ.....	51
5.3.1. SOLIDEZ DEL COLOR LA LUZ ARTIFICIAL: PRUEBA DE LA LÁMPARA DE DESVANECIMIENTO POR ARCO DE XENÓN.	51
5.3.1.1. Equipo.	51
VI: ELABORACIÓN DE LA CAMISETA INTELIGENTE	54
6.1. TEJIDOS	54
6.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	56
6.2.1. Diseño.	56
6.2.1.1. Boceto.	56
6.2.1.2. Descripción del proceso de ensamblaje	57

6.2.2. <i>Desarrollo de la parte electrónica</i>	60
6.2.2.1. Hardware	60
6.2.2.2. Software – Programación	63
VII: PRUEBAS PRELIMINARES	67
7.1. CONDUCTIVIDAD	67
VIII: PRUEBAS FINALES DE LAVADO, ABRASIÓN, EXPOSICIÓN A LA LUZ....	69
8.1. RESISTENCIA AL LAVADO DOMÉSTICO.....	69
8.2. RESISTENCIA A LA ABRASIÓN.	72
8.3. RESISTENCIA A LA LUZ.....	73
IX: ANÁLISIS Y RESULTADOS	74
X: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
10.1. CONCLUSIONES	76
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXOS	86

Índice de tablas

Tabla 1. Frecuencia Cardíaca en relación a la edad del Individuo.....	20
Tabla 2. Tipos de conductores según su orden	22
Tabla 3. Características de las baterías.....	28
Tabla 4. Características de sensor de pulso.....	34
Tabla 5. Características del tejido conductor.	38

Tabla 6. Titulación de los hilos que componen el tejido conductor.....	39
Tabla 7. Especificaciones de la tela Jersey licrada.	54
Tabla 8. Especificaciones del tejido conductor.....	55
Tabla 9. Ficha de confección.	58
Tabla 10. Ficha técnica de la Camiseta.....	59
Tabla 11. Comparación de placas Arduino UNO y Lilypad Simblee.	60
Tabla 12. Características de sensor de pulso.....	62
Tabla 13. Tejido conductor	62
Tabla 14. Pruebas de conductividad iniciales.	68
Tabla 15. Conductividad después del primer lavado.	70
Tabla 16. Comportamiento de la Resistencia eléctrica del tejido conductor a los lavados.	71
Tabla 17. Conductividad después del proceso de abrasión.....	72
Tabla 18. Conductividad después del proceso de oposición a la luz.	73
Tabla 19. Resultados Globales: Relación longitud-resistencia eléctrica.	74
Tabla 20. Resultados Globales: Relación lavado-resistencia eléctrica.	74
Tabla 21. Resultados Globales: Relación abrasión y exposición a la luz-resistencia eléctrica.	75

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Medios Físicos de Trasmisión de Datos	11
<i>Figura 2.</i> Software de trabajo para arduino.	13
<i>Figura 3.</i> Tipos de Arduino	14
<i>Figura 4.</i> Arduino UNO.....	14
<i>Figura 5.</i> Arduino Lilypad.....	15

<i>Figura 6.</i> Biodatos Médicos.....	17
<i>Figura 7.</i> Clasificación de los signos vitales	17
<i>Figura 8.</i> Clasificación de los signos vitales	18
<i>Figura 9.</i> Medición del pulso Carotídeo y radial.....	19
<i>Figura 10.</i> Resistencia	25
<i>Figura 11.</i> Analogía voltaje.....	29
<i>Figura 12.</i> Analogía.....	29
<i>Figura 13.</i> Clasificación de los sensores por los principios de transducción.	31
<i>Figura 14.</i> Clasificación de sensores por el tipo de variable medida	32
<i>Figura 15.</i> Secciones del sensor Amped.....	33
<i>Figura 16.</i> LED sensor Amped.....	34
<i>Figura 17.</i> Formas de obtención de hilos conductores	36
<i>Figura 18.</i> Hilo Protex Ag (Carolina Silver Technologies).....	38
<i>Figura 19.</i> Ligamento utilizado en el tejido conductor derivado del Tafetán.	39
<i>Figura 20.</i> Caras de un tejido Jersey.....	41
<i>Figura 21.</i> Ficha técnica de la tela jersey algodón licrado fabricada por Textiles Tornasol ...	42
<i>Figura 22.</i> Camisetas de jersey algodón licrado	43
<i>Figura 23.</i> Lavadora para ensayos	47
<i>Figura 24.</i> Autoclave de tintura para laboratorio.....	47
<i>Figura 25.</i> Martindale de 9 platos.....	50
<i>Figura 26.</i> Detalle de los discos usados para realizar el test Martindale.	50
<i>Figura 27.</i> Máquina para ensayos textiles de oposición a la luz	52
<i>Figura 28.</i> Patrón de la camiseta creado en Audaces patrones.....	56

<i>Figura 29.</i> Flujograma del proceso de obtención de la camiseta.....	57
<i>Figura 30.</i> Batería de litio de 3.7 voltios para ser usado con la placa Arduino Lilypad.....	61
<i>Figura 31.</i> Batería de 7,4 voltios adaptada para ser usada con la placa Arduino UNO	61
<i>Figura 32.</i> Vista interior de la camiseta. Distribución de los componentes electrónicos.....	63
<i>Figura 33.</i> Código fuente de visualización ritmo cardiaco para plataforma Arduino	64
<i>Figura 34.</i> Pantalla de la aplicación "Pulsos Cardiacos"	64
<i>Figura 35.</i> Pantalla de inicio de plataforma Arduino 1.6.7	65
<i>Figura 36.</i> Código modificado de (CarlosVolt Tutoriales, 2018) para usar con Arduino UNO	65
<i>Figura 37.</i> Código modificado de (CarlosVolt Tutoriales, 2018) de para usar con Arduino lilypad	66

Anexos

<i>Anexo 1.</i> Tejido conductor en tres franjas de 5,4 cm ancho y 50 de largo.....	86
<i>Anexo 2.</i> Tabla de condiciones la prueba de lavado acelerado	86
<i>Anexo 3.</i> Corte de probetas para la prueba de lavado acelerado y toma de datos.....	86
<i>Anexo 4.</i> Detergentes normalizados para la prueba de lavado acelerado.....	87
<i>Anexo 5.</i> Pipeteo del detergente	87
<i>Anexo 6.</i> Solución de detergente y bolas de acero para para la prueba de lavado acelerado. ..	87
<i>Anexo 7.</i> Vasos de autoclave con solución prueba para la de lavado acelerado.	88
<i>Anexo 8.</i> Programa de autoclave para la prueba de lavado acelerado.....	88
<i>Anexo 9.</i> Corte y medición de probetas para la prueba de oposición a la luz.	88

<i>Anexo 10.</i> Norma INEN-ISO. 12947-2. Textiles – determinación de la resistencia a la resistencia a la abrasión de los tejidos por el método de martindale.	89
<i>Anexo 11.</i> Corte y toma de datos de las probetas para la prueba de abrasión.	89
<i>Anexo 12.</i> Máquina MiDi-Martindale de 5 cabezales marca James Heal.	90
<i>Anexo 13.</i> Display de la maquina Trufade.	90
<i>Anexo 14.</i> Toma de medidas posteriores a las pruebas.	90
<i>Anexo 15.</i> Ensamblaje del tejido conductor con el delantero de la camiseta en máquina recta.	91
<i>Anexo 16.</i> Delantero de la camiseta con el tejido conductor: Especificación de la zona que requiere costura a mano.	91
<i>Anexo 17.</i> Circuito electrónico con placa Arduino lilypad simblee y Arduino UNO.	92
<i>Anexo 18.</i> Ensamblaje de la parte electrónica en la camiseta.	92
<i>Anexo 19.</i> Adaptación de puertos de conexión en los extremos del tejido conductor.	93
<i>Anexo 20.</i> Prueba de conductividad batería-hilo.	93
<i>Anexo 21.</i> Construcción del bolsillo contenedor del circuito.	93
<i>Anexo 22.</i> Norma ISO 105-B02:2014. Textiles. Pruebas de solidez del color a la luz artificial.	94
<i>Anexo 23.</i> Prueba de funcionamiento del sensor de ritmo cardiaco Amped en diferentes zonas del cuerpo.	94

RESUMEN

Esta investigación pretende incentivar el conocimiento y uso de la nueva tecnología en la creación de los textiles inteligentes de tercera generación así como la aplicación de estos en la transmisión de biodatos, para el control y mejoramiento de los diferentes campos como la medicina, deporte y moda, mediante la elaboración de una camiseta inteligente capaz de transmitir una gráfica de los pulsos cardiacos a un dispositivo móvil, esto sin dejar de lado el diseño de dicha camiseta para que resulte además de útil, llamativa. También se pretende analizar la efectividad de la conductividad eléctrica después de someter el textil al lavado, abrasión y luz solar.

La creación de un textil inteligente capaz de transmitir datos de ritmo cardiaco creará nuevas funcionalidades para una prenda aparte de la vestimenta, llegando así a explotar nuevas áreas de aplicación contribuyendo a que el usuario tenga la experiencia de visualizar la gráfica de las variaciones de su ritmo cardiaco en cualquier momento de su rutina diaria ya que el monitoreo puede conectarse y desconectarse en cualquier momento.

SUMMARY

This research aims to encourage the knowledge and use of new technology in the creation of intelligent textiles of third generation as well as the application of these in the transmission of biodata, for the control and improvement of the different fields such as medicine, sports and fashion, through the development of a smart shirt capable of transmitting a graph of cardiac pulses to a mobile device, this without neglecting the design of said shirt so that it is also useful, striking. It is also intended to analyze the effectiveness of electrical conductivity after subjecting the textile to washing, abrasion and sunlight.

The creation of an intelligent textile capable of transmitting heart rate data will create new functionalities for a garment other than clothing, thus exploiting new areas of application contributing to the user having the experience of visualizing the graph of the variations of their rhythm cardiac at any time of your daily routine since monitoring can be connected and disconnected at any time.

I: Textiles Ultra Inteligentes

1.1. Textiles Inteligente

1.1.1. Generalidades.

1.1.1.1. *Introducción.*

Roldán (2010) menciona que el campo textil se ha transformado con el pasar del tiempo mejorando las áreas básicas de vestimenta y ornamenta e incluso siendo exitosamente combinado con otros campos en los que antes se hubiera prescindido de su uso, es así como se ha prestado gran importancia a la investigación y desarrollo de tejidos con propiedades distintivas que los hacen aptos para ser aplicados en diferentes campos de la actividad humana e industrial que pueden ir desde la cirugía, los deportes de competición para mejorar resultados, la vestimenta de los astronautas, facilitar mayor confort, la construcción e incluso hasta el acondicionamiento de locales. (p.71)

Con respecto a la innovación del sector textil enfocada a prendas de vestir Ayora (2016) comenta que las funciones básicas de las prendas como lo son la protección del cuerpo y mantener el calor corporal ya no son las únicas funciones que hoy en día se puede observar en las prendas de uso diario, esto debido a las investigaciones y desarrollos de los fabricantes de tejidos que han empezado a lanzar al mercado nuevos productos que incrementan la tecnología, brindando beneficios como protección bacteriana, protección de rayos UV, transmisión de datos, usos médicos, permeabilidad, protección ante lesiones entre otras.

Ayora (2016) cree que esta evolución de los textiles debe su ágil desarrollo a la industria aeroespacial y militar, las cuales llevan décadas invirtiendo en la búsqueda de soluciones para

problemas como las condiciones ambientales extremas. Debido a dichas inversiones se ha definido la aparición de dos áreas diferenciadas dentro de la innovación textil: Los Textiles de Uso Técnico (TUT) y Los Textiles Inteligentes y Tejidos Interactivos (SFIT)

Por su parte Sánchez (2007) menciona que quizá fueran los textiles de uso técnico (TUT) los que cesaron con la herrada creencia de que los tejidos solo servían para vestir a las personas. Hoy en día, la incursión de los TUT en los mercados es mayor y está creciendo velozmente inclusive más que los tradicionales, es así que los geotextiles, microfibras, los elastanos o las membranas impermeables y transpirables ya son reconocidos rápidamente por la industria.

A los Textiles de uso Técnico "Podríamos definirlos como aquellos concebidos para un uso o aplicación específica donde se requiere propiedades técnicas exigentes concretas, como por ejemplo resistencia mecánica, térmica, a los rayos UV o IR, aislamiento [...] considerados los verdaderos precursores de los textiles inteligentes" (Ayora, 2016)

Roldán (2010) cree que esta tendencia se trata de estudios y desarrollos costosos con resultados espectaculares, así como la aplicación de principios y tecnologías punteras que se aplican en la fabricación de estos tejidos especiales.

1.1.1.2. Definición Textiles inteligentes.

“Los textiles inteligentes son los productos, tejidos o materiales textiles que reaccionan de forma activa a un agente o estímulo externo.” (Roldán, 2010, p. 71). Dichos estímulos pueden

deberse a: “condiciones ambientales, de fuentes mecánicas, termal, magnéticas, químicas, eléctricas u otras.” (Syduzzaman, Patwary, Farhana, & Ahmed, 2015)

Sánchez (2007) ofrece una definición extendida acerca de los textiles inteligentes de la siguiente manera:

Se conoce con este nombre a los textiles capaces de alterar su naturaleza en respuesta a la acción de diferentes estímulos externos físicos o químicos modificando alguna de sus propiedades principales con el objetivo de conferir beneficios adicionales a sus usuarios. Algunos de estos materiales son conocidos desde hace años pero la mayoría son de reciente aparición, quizás fuera más apropiado denominarlos tejidos funcionales, tejidos activos o incluso en algunos casos tejidos interactivos pero lo cierto es que tanto en la comunidad científica como de los sectores de la empresa y del comercio se conocen ya popularmente como textiles inteligentes. Entre ellos los hay de muchas clases por ejemplo que proporcionan calor o frío, que cambian de color con memoria de forma, que protege los rayos ultravioletas, que combaten de las bacterias y que regulan la distribución de perfumes o de cosméticos de medicamentos etc. (p. 39)

Ayora (2016) menciona que los textiles inteligentes son capaces de alterar su naturaleza y modificar algunas de sus propiedades debido a la incorporación de dispositivos electrónicos o de materiales inteligentes, es decir, para conseguir estos resultados trabajan en combinación con otras tecnologías como la nanotecnología, la microelectrónica o la biotecnología, por tal motivo los costos de fabricación son muy elevados.

El autor Roldán (2010) afirma que se espera un crecimiento importante de los sectores relacionados a los textiles inteligentes en las próximas décadas, ya que el objetivo es crear productos textiles alejados de los tradicionales y lograr que las propiedades de estos tengan un grado elevado de complejidad técnica en su fabricación, de este modo evitar su fácil reproducibilidad por países en vías de desarrollo y así evitar la competencia.

Ayora (2016) clasifica a los textiles inteligentes dependiendo de la acción que realicen, describe que en la actualidad podemos encontrar tres generaciones bien diferenciadas de textiles inteligentes que son: los Textiles inteligentes pasivos, los Textiles inteligentes activos y los Textiles ultra inteligentes o muy activos.

Rosero P, Rosero E, Pambaquishpe, Chamba, y Umaquina (2017) en su artículo llamado Evolución de los textiles inteligentes: Revisión de Literatura, describen rápida y concretamente a la clasificación de los textiles inteligentes mencionando que la primera generación de los textiles inteligentes solamente pueden detectar las condiciones medioambientales o estímulos del medio, la segunda generación son los textiles inteligentes que tienen la capacidad de detectar y actuar frente a una determinada situación y los textiles ultra inteligentes son la tercera generación, mismos que pueden detectar, reaccionar y adaptarse a las condiciones y estímulos del medio.

1.2. Textiles Ultra Inteligentes

En el artículo Textiles Inteligentes y Nano-Tecnología: Una Visión General, publicado por Syduzzaman et al. (2015) se describe a los textiles muy inteligentes como la tercera generación de textiles inteligentes, denominados de esta forma debido a que pueden sentir, reaccionar y adaptarse

a las condiciones ambientales o estímulos a los que estén expuestos. Un textil muy inteligente está constituido fundamentalmente por una unidad que funciona como el cerebro, es decir, con capacidades de conocer, razonar y activar alguna respuesta requerida para la situación específica. En el artículo también se menciona que la producción de textiles muy inteligentes hoy es posible gracias a la exitosa alianza entre textiles tradicionales y tecnología de prendas con otras ramas científicas como la ciencia de los materiales, la mecánica estructural, la tecnología de sensores, actuadores, procesamiento, comunicación, inteligencia artificial, entre otros.

“Nuevas fibras y materiales textiles, y componentes electrónicos miniaturizados hacen posible la preparación de tejidos inteligentes, con el fin de crear ropa inteligente verdaderamente utilizable. Estas ropas inteligentes se usan como ropa ordinaria, proporcionando ayuda en varias situaciones según las aplicaciones diseñadas.” (Syduzzaman et al. ,2015)

Los textiles ultra inteligentes se han ido diseñado y fabricado para que sean capas de incluir tecnologías que brinden al usuario una mayor funcionalidad, tal como lo mencionan Syduzzaman et al. (2015) y además acotan que dichos textiles tienen numerosas aplicaciones potenciales, entre las que destacan la capacidad de comunicarse con otros dispositivos, conducir energía y otras de este carácter, es por ello que se ha requerido la incorporación al sector textil de la electrónica con la integración de sensores, actuadores, fuentes de energía, fuentes de procesamiento y comunicación dentro de la ropa, los autores resaltan que gracias a esta nueva funcionalidad surge un nuevo termino conocido como la Textrónica.

El grupo de autores Fernández, Piquer, Recio, & Torres, (2008) conceptualiza a la textrónica como: “Un término que proviene de la unión de las palabras textil+electrónica, y que surge precisamente de la integración de la electrónica miniaturizada en sustratos textiles tales como los sensores y microchips que detectan y analizan estímulos proporcionando una respuesta.” (p.78).

Los autores Fernández et al. (2008) mencionan que alrededor de todo el mundo estos métodos de integración son reconocidos con nombres variados siendo los más comunes e-textiles y textronics, pero al igual que la palabra textrónica son usados para describir los resultados de los avances durante los últimos años de estas dos ramas conjuntamente. Aunque las primeras aplicaciones de esta unión fueron exclusivas para prendas militares y prendas médicas, en los últimos años se las ha incluido en los ámbitos deporte y ocio para brindar bienestar, demostrando que cuando la tecnología y la electrónica se incorporan en un diseño de ropa se puede llegar por ejemplo a monitorear el ritmo cardíaco del portador registrar electrocardiogramas, supervisar la respiración, la temperatura y un abanico de funciones vitales alertando al usuario o el médico si hay algún problema.

1.2.1. Componentes.

El grupo de investigadores de Syduzzaman et al. (2015) concluyen que los textiles pueden comportarse inteligentemente con el uso de un sensor, un actuador (textiles inteligentes de primera y segunda generación) y una unidad de control (textiles inteligentes de tercera generación). Estos componentes son íntimamente ligados al sustrato textil y pueden ser incorporados en cualquier etapa del proceso textil, es decir, en hilatura, tejido, acabados e incluso en algunos casos en la obtención de fibra, los autores mencionan además que dichos componentes pueden ser fibra óptica,

materiales de cambio de fase, materiales de memoria de forma, colorantes termo-cromados, pequeños elementos electrónicos, etc.

“El material activo (inteligente) se puede incorporar en la pasta de hilatura o en las virutas de polímero antes de la hilatura [...] Los sensores y activadores también se pueden incrustar en la estructura textil durante la formación del tejido.” (Syduzzaman et al. ,2015)

Para los autores Rosero et al. (2017) los materiales textiles considerados de tercera generación o ultra inteligentes por su capacidad de procesamiento y toma de decisiones están compuestos de cuatro partes esenciales que son: sensores, actuadores, unidad de procesamiento y medio de comunicación. Estos elementos conjuntamente trabajan para brindar al usuario una función determinada, vale añadir que las prendas de vestir que utilizan esta tecnología son conocidas como “Smart cloths”

1.2.1.1. Sensores.

Pambaquishpe (2017) hace referencia a la cita de la autora Xiaoming Tao mencionado que los sensores son dispositivos capaces de transformar una señal de un tipo de energía a otra, en términos generales estos dispositivos son denominados transductores, es así que nos permiten medir la variable física como temperatura, presión etc. Haciendo una analogía se puede decir que los sensores usados en los materiales textiles inteligentes actúan de la misma forma en que lo hace el sistema nervioso de un ser vivo, es decir, detectan las señales del entorno.

1.2.1.2. Actuadores.

“Hacen la función inherente de proporcionar una señal eléctrica al sistema de control. Estos actúan directamente sobre la señal o desde la unidad central de control conjuntamente con los sensores.” (Pambaquishpe, 2017)

Rosero et al. (2017) indican respecto a los actuadores que son sistemas que pretenden responder a una señal que ha sido procesada e interpretada por un componente de procesamiento de datos por lo general eléctrico. Los actuadores pueden reaccionar de diferente forma ante cada situación y son capaces de transformar la energía térmica en movimiento, liberando sustancias, emitiendo ruido, entre muchos más.

1.2.1.3. Unidad de procesamiento.

Nuevamente Pambaquishpe (2017) cita a la autora Xiaoming Tao mencionando que la unidad de procesamiento también conocida como unidad de control es el centro en donde se efectúa la recopilación de la información, el razonamiento, el procesamiento y lo más importante permite la activación o reacción.

1.2.1.4. Medio de comunicación.

Para los autores Rosero et al. (2017) los textiles inteligentes de tercera generación no pueden omitir los Componentes de Comunicación ya que son imprescindibles para que la información obtenida pueda compartirse con el usuario, todos los componentes activos tanto sensores como actuadores y elementos de información deben estar conectados e indicar sus estados para conocer su funcionamiento. Los autores antes mencionados toman referencia de la cita de G. Cho, en su

publicación “Smart Clothing, Technology and Applications” para llegar a la conclusión de que una comunicación del textil con el usuario debe contar con una interfaz entre el sistema y la persona que recoge los datos además de que la comunicación en un textil inteligente no es más que la transferencia de energía entre los componentes de la ropa inteligente.

En la publicación de Rosero et al. (2017) También se menciona que existen dos sistemas de comunicación a base de textiles, están primeramente los sistemas de corto alcance que se puede presentar de forma inalámbrica por medio de infrarrojo, bluetooth o de cableados incorporados en la estructura textil, ejemplos de este tipo de comunicación tenemos ropa inteligente para monitorear signos vitales con distintos objetivos como detectar heridas, para monitorizar pacientes ayudando a estimar la situación de enfermedades; por otro lado la comunicación de largo alcance que emplean tecnología inalámbrica como el Sistema Global para comunicaciones móviles (GSM), permitiendo una comunicación de gran superficie que permite la transferencia de datos, tales como audio, fotos, videos, es decir, así como también la incorporación de GPS.

1.3. Transmisión de Datos.

Creative Commons con sus siglas en ingles CCM (2014) indica que la transmisión de datos es el proceso de transmitir información desde un equipo A hacia un equipo B; para cumplir este objetivo se debe decidir una forma de codificar la información que será enviada (datos), a este proceso se lo denomina representación informática, la misma que variará según el tipo de datos, los cuales pueden ser:

- Datos de audio
- Datos de texto
- Datos gráficos
- Datos de video

CCM (2014) también explica que la representación de datos puede dividirse en dos categorías:

- La Representación digital que consiste en codificar la información como un conjunto de valores binario en una secuencia de 0 y 1.
- La Representación analógica que representa los datos por medio de la variación de una cantidad física constante.

“La transmisión de datos se denomina "simple" cuando hay sólo dos equipos que se están comunicando (...) de lo contrario, es necesario instalar varias líneas de transmisión o compartir la línea entre los diferentes actores que están presentes en la comunicación.” (CCM, 2014).

1.3.1. Medio de transmisión de datos.

Para que la transmisión de datos sea posible es necesaria la codificación de señales mediante la cual se garantice, la velocidad y la integridad de los mismos; la única manera de lograrlo es mediante el uso de un canal, el cual es una línea de transmisión entre dos equipos y cuenta con varios segmentos mediante los cuales será posible el tránsito de señales en forma de oscilaciones del tipo electromagnéticas, eléctricas, lumínicas, acústicas a través de un medio físico, así lo afirma CCM (2014).

1.3.2. Canal de transmisión.

CCM (2014) describe al canal de transmisión de la siguiente forma:

Una línea de transmisión es una conexión entre dos máquinas. El término transmisor generalmente se refiere a la máquina que envía los datos, mientras que receptor se refiere a la máquina que recibe los datos. A veces, las máquinas, pueden ser tanto receptoras como

transmisoras (esto es lo que generalmente sucede con las máquinas conectadas en una red). Una línea de transmisión, también denominada canal de transmisión, no necesariamente consiste en un medio de transmisión físico único. (p. 2)

1.3.3. Tipos de medios físicos.

CCM (2014) define a los medios físicos de transmisión como elementos que posibilitan el flujo de la información entre dispositivos, CCM también los clasifica según el tipo de cantidad física circulante en tres grupos que son: Medios por cable los cuales permiten que una cantidad eléctrica circule en un cable metálico, Medios aéreo que permiten la circulación de ondas electromagnéticas y varios tipos de ondas radioeléctricas algunos ejemplos claros de estos medios son el aire y el espacio vacío, y finalmente los Medios ópticos que son los que transportan la información en forma de luz.(pág. 2)

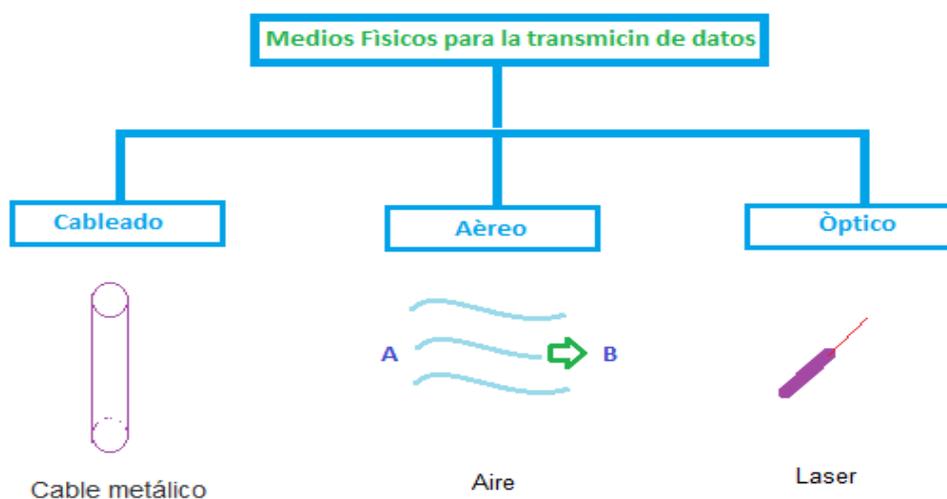


Figura 1. Medios Físicos de Trasmisión de Datos

Fuente: (CCM, 2014)

Elaborado por: Erika Karina Cachimuel

1.3.4. Carga y descarga.

El termino descarga es utilizado cuando la transferencia de datos va desde el servidor al equipo, mientras que carga es todo lo contrario, es la transferencia de datos del equipo al servidor. Es interesante saber que la carga y la descarga ocurren en canales de transmisión separados sea a través de un módem o de una línea utilizada para un propósito especial, así lo explica CCM (2014).

1.3.5. Transmisión sensor-receptor.

MCI Electronics (2018) manifiesta que cuando se trata de proceso de transmisión de datos es imprescindible hablar de una plataforma indispensable para el desarrollo de proyectos que combina la electrónica con otras áreas, se trata de plataforma y componentes de Arduino.

1.3.5.1. Arduino

En la publicación web de MCI Electronics (2018) se describe a Arduino como una plataforma de prototipos electrónicos de uso libre, es decir, de código abierto (open-source), cuyo objetivo es la creación de objetos y entornos interactivos para lo cual utiliza hardwares y softwares flexibles y fáciles de usar.

El Arduino es una placa impresa con todos los componentes de un microcontrolador ATMEL el cual es un circuito integrado o también llamado microhip encargado de almacenar instrucciones, el ingreso de estas instrucciones es posible mediante el uso de un lenguaje de programación que permite al usuario crear programas que interactúan con circuitos electrónicos mediante su comunicación con una computadora a través de comunicación serial; así lo explica González (2015).

MCI Electronics (2018) amplía la información de acerca de la plataforma arduino de la siguiente manera:

Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede interactuar con su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos. El microcontrolador de la placa se programa usando el *Arduino Programming Language* (basado en Wiring) y el *Arduino Development Environment* (basado en Processing). Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador (por ejemplo con *Flash*, *Processing*, *MaxMSP*, etc.). El software se puede descargar gratuitamente. Los diseños de referencia del hardware (archivos CAD) están disponibles bajo licencia open-source, por lo que eres libre de adaptarlas a tus necesidades.

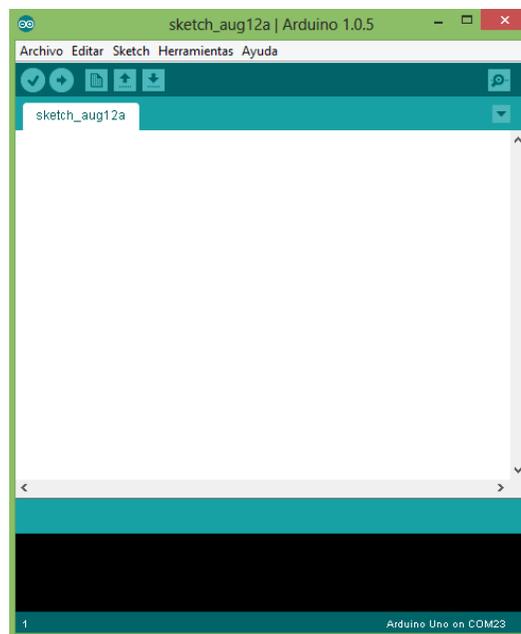


Figura 2. Software de trabajo para arduino.
Fuente: (González, 2015)

“Existen diferentes modelos de Arduino, con múltiples características en cuanto a tamaño, formas, funciones y precios. Todas estas placas comparten una característica: poseen un micro controlador.” (González, 2015)

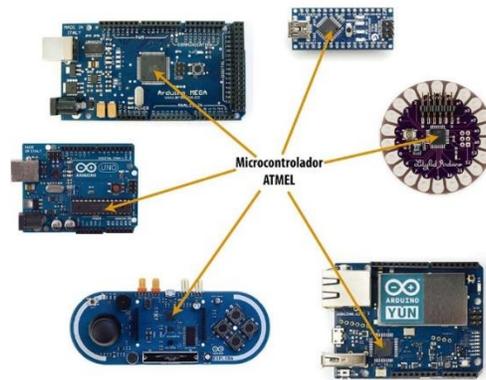


Figura 3. Tipos de Arduino
Fuente: (González, 2015)

Arduino UNO.

Díaz (2016) menciona que Arduino Uno es una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328 la cual posee 14 entradas/salidas digitales y otras 6 entradas analógicas, además, incluye un resonador cerámico de 16 MHz, un conector USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reseteado. La placa incluye todo lo necesario para que el microcontrolador haga su trabajo, basta conectarla a un ordenador con un cable USB o a la corriente eléctrica a través de un transformador.



Figura 4. Arduino UNO
Fuente: Díaz (2016)

LilyPad Arduino, inteligencia textil.

Existe una variante de arduino diseñada exclusivamente para su uso en aplicaciones textiles este tipo de arduino es denominado arduino Lilypad y Cía (2015) amplía la información a continuación:

Dentro de esa tendencia del hardware abierto, uno de los proyectos más destacados es Lilypad Arduino, un conjunto de piezas electrónicas que se pueden coser a los tejidos para darles interactividad con sensores, luces o sonidos. Para ello necesitamos distintos módulos electrónicos, entre ellos un micro controlador programable, hilo conductor de electricidad y algún tipo de suministro de energía

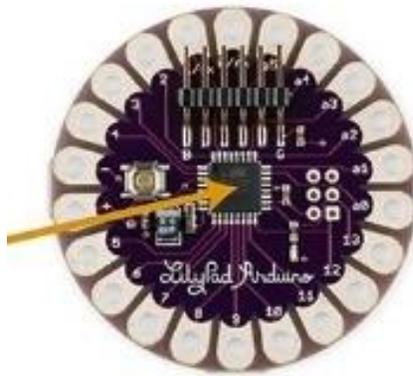


Figura 5. Arduino Lilypad
Fuente: (González, 2015)

1.3.6. Trasmisión de datos en la industria textil.

Algunos ejemplos que podemos encontrar de la transmisión de datos en la industria textil esta relacionados principalmente a la textrónica, a continuación se describen brevemente proyectos en los que se ha dado gran importancia a materiales conductores y trasmisión de datos:

1.3.6.1. Textiles electrónicos.

Ayora (2016) hace hincapié en que la unión de la microelectrónica y la industria textil permite la creación de textiles electrónicos, todo esto gracias al progreso de los sensores y microchips que permiten que la prenda analice estímulos y genere una respuesta. Se ha logrado la aceptación de estos nuevos productos en campos como la salud, un ejemplo de ellos es el poder controlar el ritmo cardíaco del portador, la respiración, la temperatura, y un amplio abanico de funciones vitales, alertando al usuario o al médico si se detecta algún problema.

Algunos ejemplos significativos que describe el autor Ayora (2016) son:

- La Smart T-Shirt, compuesta por una red de fibras ópticas y conductoras que detectan las heridas, su localización exacta y su naturaleza, gracias a unos sensores especiales pegados al cuerpo y que transmiten la información en segundos.
- La LifeShirt, que recopila información de hasta 30 funciones vitales durante la rutina diaria del usuario, tales como los datos cardiacos, pulmonares y físicos. También correlaciona información conectada por dispositivos ópticos periféricos que miden presión arterial, saturación de oxígeno en la sangre, temperatura principal del cuerpo, temperatura de la piel. Varias empresas incluyen en sus catálogos prendas con sistemas de registro de información vital, como Adidas, Numetrex, Zephyr y Polar.

1.4. Signos vitales

En el libro *Técnicas y procedimientos del auxiliar geriátrico* del autor Rodríguez (2006) se explica que los signos vitales son señales presentes en un individuo vivo, dichas señales evidencian las funciones básicas vitales del organismo las cuales pueden ser medidas de dos formas: por observación o mediante el uso de aparatos; debido a que estas constantes del cuerpo vivo permiten

ser medidas se pueden considerar como datos para facilitar la comparación entre sí mismos y detectar o monitorizar problemas de la salud. “De forma más sencilla los signos vitales se pueden definir como señales de vida” (Rodríguez, 2006, pág. 25).

De acuerdo con las citas anteriores se llega a la siguiente analogía:

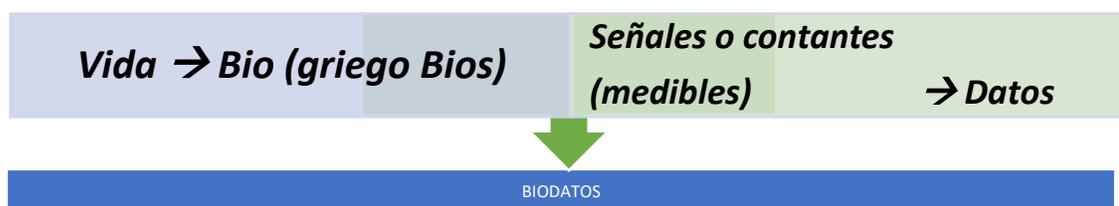


Figura 6. Biodatos Médicos
Fuente: (Rodríguez, 2006)
Elaborado por: Erika Karina Cachimuel

Los autores Fernández y Rodríguez (2003) afirman. “Los signos vitales varían de un sujeto a otro, o en el mismo sujeto como según la edad, composición del cuerpo, el ejercicio, la hora del día, tensión emocional, enfermedades que padezca y sus tipos” (p.110).

Fernández y Rodríguez (2003) proponen que los signos vitales son los siguientes: temperatura corporal, pulso, respiración, presión arterial y reflejo pupilar.



Figura 7. Clasificación de los signos vitales
Fuente: (Fernández & Rodríguez, 2003)
Elaborado por: Erika Karina Cachimuel

1.4.1. Frecuencia cardiaca.

“Frecuencia cardíaca es el número de ciclos cardíacos que se realizan en un minuto (Arias, Aller, Arias, & Aldamendi, 2000, p. 133)”. La frecuencia cardiaca es conocida comúnmente como pulso y se mide contando el número de veces que el corazón late por minuto, esto debido a que cuando el corazón impulsa la sangre a través de las arterias éstas se expanden y se contraen con el flujo de la sangre. (Fernández & Rodríguez, 2003)

El pulso se puede medir en distintos lugares del cuerpo, así lo indica Rodríguez (2006) y añade que normalmente es medido en puntos del cuerpo donde las arterias están ubicadas lo más cerca de la superficie de la piel, estos puntos se describen brevemente en la figura numero 8 basada en la información proporcionada por el autor en su libro Técnicas y procedimientos del auxiliar geriátrico.

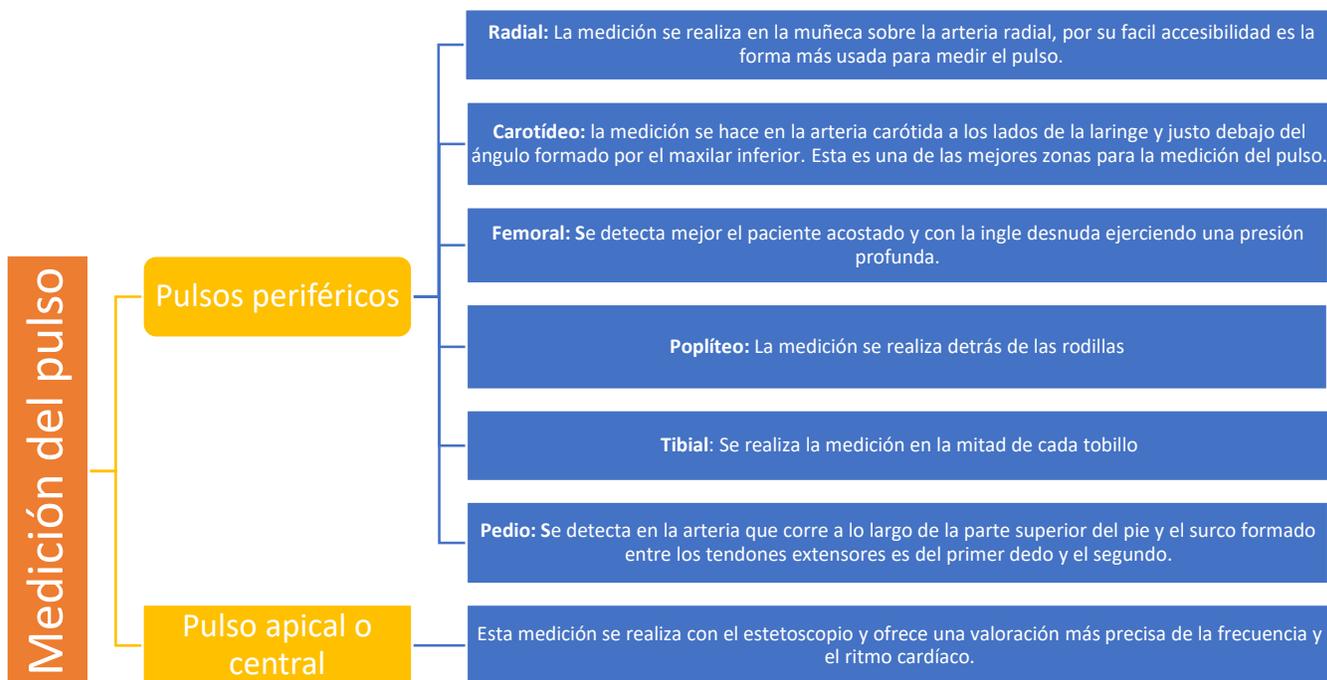


Figura 8. Clasificación de los signos vitales

Fuente: (Rodríguez, 2006)

Elaborado por: Erika Karina Cachimuel

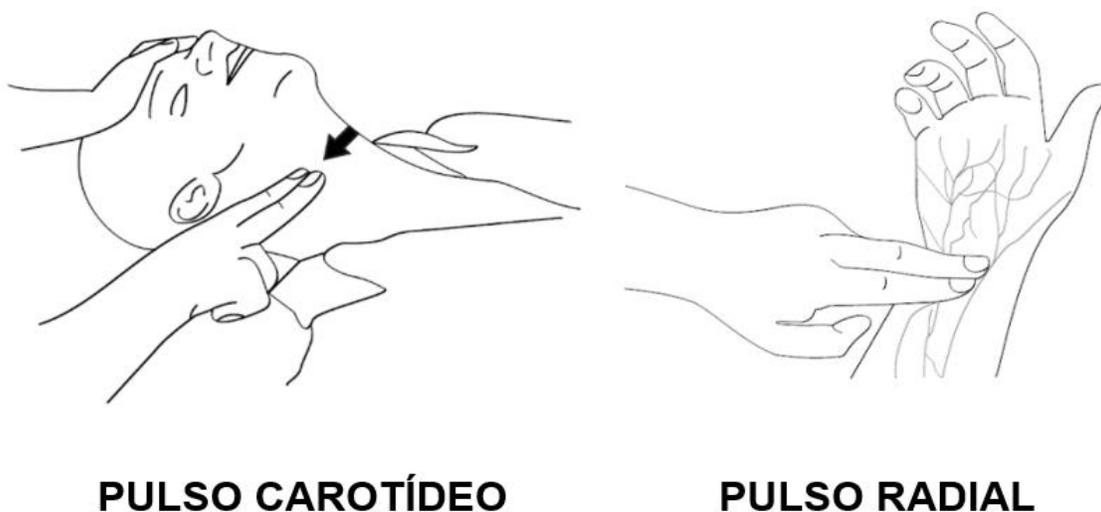


Figura 9. Medición del pulso Carotídeo y radial
Fuente: (Rodríguez, 2006)

Como se ha explicado anteriormente la frecuencia cardiaca varía entre persona y persona por diversos factores que ya han sido mencionados en el documento, pero existe y se maneja un rango de la frecuencia cardiaca considerado normal cuando la persona se encuentra en reposo que va desde los 60 a los 100 latidos por minuto, este rango es aplicable para individuos a partir de los 10, así lo indica MacGill (2016) en su artículo, además acota que deportistas acostumbrados a entrenamientos intensos suelen experimentar una disminución en la frecuencia cardiaca cuando se encuentran en reposo llegando a experimentar hasta 40 latidos por minuto.

En la publicación MacGill (2016) se menciona que la frecuencia cardiaca disminuye con el paso de la infancia hacia la adolescencia, en la tabla 1 se pueden observar un listado de la frecuencia cardiaca en relación a la edad del individuo.

Tabla 1. *Frecuencia Cardíaca en relación a la edad del Individuo.*

Edad	Rango de frecuencia cardíaca (latidos/min)
Primer mes de vida	70-190
Entre uno y once meses:	80-160
Entre uno y dos años de edad	80-130
Entre tres y cuatro años de edad	80-120
Entre cinco y seis años de edad	75-115
Entre siete y nueve años de edad	70-110
A partir de los diez años de edad	60-100

Nota: Atletas bien entrenados: 40-60 latidos por minuto.

Fuente: Adaptación de (MacGill, 2016)

MacGill (2016) en su publicación también menciona lo siguiente:

La American Heart Association indica que la frecuencia cardíaca máxima durante el ejercicio es alrededor de 220 menos (-) la edad de la persona. De este modo, la frecuencia cardíaca máxima en promedio de una persona de 40 años de edad, durante el ejercicio sería alrededor de 180 latidos por minuto ($220 - 40 = 180$).

De acuerdo a esta fórmula se puede evidenciar diferentes anomalías del ritmo cardíaco en base al número de latidos que se presente por minuto dependiendo de la actividad que el individuo esté realizando.

II: Conductividad Eléctrica

2.1. Conductividad

Ávila y Genescá (1995) definen a la conductividad eléctrica como el movimiento de una carga, siendo la habilidad que poseen diferentes sustancias para permitir el flujo de dicha carga, es decir, la movilidad de los electrones portadores de la carga o de los iones que contenga la sustancia. “Mientras mayor sea la conductividad de un material o elemento cualquiera, más fácilmente fluirá la corriente eléctrica por el circuito. La unidad de medida de la conductividad es el siemens/m (S/m).” (García A. , 2015).

Para Lavado (2013) la conductividad eléctrica es la forma en que se mide la capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica, según el tipo de material, dicha capacidad será mayor o menor ya que depende de su estructura atómica y molecular, es por eso que ejemplos de buen conductores son los metales en general debido a que en su estructura existen muchos electrones con vínculos débiles lo que facilita el flujo o movimiento de los mismos, entre mayor sea la conductividad, las cargas eléctricas circularan con mayor libertad, se debe tomar en cuenta que la conductividad también depende de otros factores físicos del propio material y de la temperatura.

Existen algunos tipos de conductores que afectan la conductividad de un circuito, Ávila y Genescá (1995) describen los siguientes en la tabla número 2 a continuación:

Tabla 2. *Tipos de conductores según su orden*

Tipo de conductores	Descripción	Materiales	Relación con la Temperatura
Conductores de primer orden	Poseen conductancia eléctrica, donde los portadores de la carga son los electrones. Se caracterizan por tener una conducción sin transferencia substancial de masa. Conocidos también como conductores metálicos.	La mayoría de los metales, el grafito y algunos óxidos.	Su conductividad decrece cuando aumenta la temperatura.
Conductores de segundo orden	Poseen conductancia iónica o electrolítica, y los portadores de la carga son los iones. En este tipo de conductores se da una transferencia de masa asociada con la conductividad.	Las soluciones acuosas con sales disueltas, los suelos y las sales iónicas	Su conductividad aumenta cuando se incrementa la temperatura.
Conductores mixtos o de tercer orden	Conocidos comúnmente como semiconductores, poseen tanto conductancia iónica como eléctrica. Su conductividad es demasiado baja en general.	La mayoría de los óxidos metálicos (NiO, ZnO, etc.) y algunos metales (Si, Ge, etc.) se agrupan dentro de esta categoría.	Su conductividad aumenta cuando se incrementa la temperatura.

Elaborado por: Erika Karina Cachimuel

Fuente: (Ávila & Genescá, 1995)

2.3. Leyes y Medición

2.3.1. Ley de Ohm.

Los autores de Fundamentos de Ingeniería Eléctrica Gonzalez y Zeitun (2002) explican que la ley de ohm es la relación que existe entre las tres magnitudes fundamentales de Tensión, corriente y resistencia; esta relación se expresa mediante la ecuación $V = I \times R$, donde V es la tensión, I es la corriente y R es la resistencia. De esta fórmula se deduce que la resistencia R es inversamente proporcional a la corriente I , mientras que la relación entre el voltaje y la corriente es directa.

(p.13)

2.3.1.1. Voltaje.

La tensión o más comúnmente voltaje es la energía empleada por unidad de carga necesaria para que un electrón pueda trasladarse de un punto de potencial bajo a un alto, su unidad de medida es el voltio (v); así lo explican Gonzalez y Zeitun (2002).

2.3.1.2. La corriente.

Gonzalez & Zeitun (2002) mencionan que a diferencia del voltaje y la resistencia, la corriente no puede existir por si sola sino que es necesaria la presencia de un camino por el que circule, este camino es un circuito cerrado, entonces la corriente no es más que el desplazamiento que realizan el flujo de electrones a través de un conductor venciendo una resistencia presente, su unidad es el amperio (A). La cantidad corriente puede ser controlada mediante la tensión y la resistencia de un circuito y se produce cuando la diferencia de voltajes son aplicados a una carga, entendiéndose como carga a cualquier dispositivo que consume energía.

2.3.1.3. Resistencia.

La resistencia eléctrica es definida por Ávila y Genescá (1995) como la habilidad de los materiales para oponerse al flujo de corriente que pasa a través de ellos, al saber que los materiales pueden ser clasificados en: buenos conductores, malos conductores y aislantes, se dice que los buenos conductores están hechos de material que presentan una baja resistencia y los malos conductor cuentan con una resistencia alta.

La resistencia de un material depende de factores propios como del tipo de sustancia del que procese y de sus dimensiones en longitud y área, así lo explican Ávila & Genescá (1995), en dicha

publicación se presenta un breve ejemplo comparando un determinado cable de plata con dimensiones dadas que ofrece menor resistencia al paso de la corriente que un cable de cobre de las mismas dimensiones, pero al ser la plata un metal muy costoso para un uso común, se prefiere usar el cobre para el cableado y conexión de circuitos eléctricos. En conductores metálicos la resistencia es generada por choques entre electrones cuando el camino es muy estrecho y demasiado largo ya que esto provoca que los electrones se aglomeren y choquen entre sí lo que provoca una subida de temperatura que es una característica muy fuerte de la resistencia alta.

Para el cálculo de la resistencia existe una fórmula explicada por Mujal, (2002) quien dice que la resistencia de cualquier material depende de sus dimensiones físicas tales como longitud y sección transversal y además de un factor muy importante y único para cada material que es la denominada resistividad.

García (2014) explica la fórmula para el cálculo de la resistencia considerando que la corriente eléctrica pasa uniformemente en todos los puntos de la sección circular s de un conductor con forma rectilínea con una longitud l y posee una resistividad p propia del material.

La fórmula para el cálculo de la resistencia se expresa de la siguiente manera:

$$R = p \times \frac{l}{s}$$

Donde p es la constante de resistividad para cada elemento

l es longitud

y s es área o sección

“A mayor longitud y menor área transversal del elemento, más resistencia, a menor longitud y mayor área transversal del elemento, menos resistencia” (Sinha, 2016)

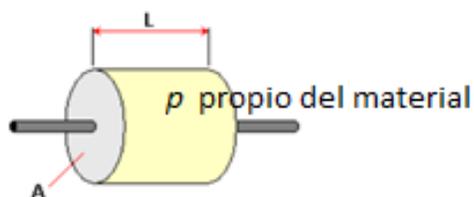


Figura 10. Resistencia

Fuente: Adaptación de (Sinha, 2016)

Resistividad.

“La resistividad o resistencia específica es una característica propia de los materiales y tiene unidades de ohmios–metro, y nos indica que tanto se opone el material al paso de la corriente eléctrica.” (Sinha, 2016)

2.2. Equipos

2.2.1. Multímetro.

“Un multímetro, también denominado polímetro o tester, es un instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas, como corrientes y potenciales (tensiones), o pasivas, como resistencias, capacidades y otras.” (Ramírez, 2016)

2.2.1.1. Multímetro analógico.

Los autores Wolf y Smith (1973) definen a los multímetros analógicos como instrumentos eléctricos usados en laboratorio y campo capaces de medir voltaje, corriente, resistencia, ganancia de transistor, caída de voltaje en los diodos, capacitancia e impedancia. Con el pasar del tiempo los multímetros analógicos han sido mejorados logrando ampliar la incorporación de

microprocesadores a los multímetros aumentado así considerablemente sus posibilidades. Sin embargo, se agrega una escala analógica en la escala digital para dar una indicación visual de entradas que varían con el tiempo.

2.2.1.2. Multímetros digitales.

“Los multímetros digitales tienen mejor exactitud y eliminación de errores de lectura” (Wolf & Smith, 1973).

Según Pallás (2007) los multímetros digitales fueron unos de los primeros instrumentos con presentación numérica y han logrado convertirse en el instrumento electrónico de medida más común ya que es el más adecuado al momento de medir tensiones e intensidades de corriente continua y alternad, pero su única desventaja es que no permiten ver la forma de onda de la señal que miden.

2.2.2. Baterías.

“Las baterías eléctricas son dispositivos capaces de generar energía eléctrica a partir de energía química. En nuestra sociedad, las baterías tienen una gran importancia (...) se suelen destinar a tareas de reserva, emergencia y seguridad.” (Boix, Córcoles, & Sainz, 2009)

Según Hiper Shops (2016) las baterías eléctricas también reciben el nombre de acumuladores y son dispositivo formado por una o varias celdas electroquímicas que puede convertir la energía química que almacena en su interior en electricidad pero a diferencia de las pilas la reacción química permite que vuelvan a ser cargadas a través de medios eléctricos.

Boix et al. (2009) Mencionan que se puede clasificar a las baterías en dos grandes grupos: baterías primarias conocidas comúnmente como pilas y baterías secundarias también llamadas acumuladores, a pesar de que los dos tipos basan su funcionamiento en reacciones químicas, las pilas difícilmente pueden ser recargadas de forma eficaz debido a que las reacciones químicas propias de estas son irreversibles. Mientras que las baterías secundarias o acumuladores se basan en reacciones químicas reversibles lo que permite recargarlas haciendo circular corriente en el sentido contrario al de utilización; otra diferencia entre ellas, es que las primarias están listas para usar una vez fabricadas contrario a las secundarias que requieren ser cargadas para el uso.

En la tabla 3 se muestran las características más importantes de las baterías listadas por Hiper Shops (2016).

Tabla 3. *Características de las baterías.*

Características de las baterías	Descripción	Unidad de medida
Tipo o tecnología	Según sea la naturaleza interna de la batería.	—
Tensión o voltaje nominal	Tensión que no debe superar en funcionamiento normal, sirve como distintivo.	Voltios (V)
Capacidad de carga	Determina la intensidad que la batería puede suministrar a lo largo del tiempo a su tensión nominal.	Amperios / hora (Ah)
Energía	Resultado de suministrar una intensidad a una determinada tensión a lo largo del tiempo, resultado de conocer la tensión y la capacidad.	vattios / hora (Wh)
Factor de autodescarga	Nos indica el porcentaje de carga que la batería pierde en un tiempo determinado.	—
Efecto memoria	Efecto no deseado que reduce la capacidad para almacenar energía, se produce cuando una batería se carga sin que antes se haya descargado completamente, ciclos de carga / descarga, temperatura elevada o por grandes demandas de intensidad.	—
Intensidad máxima de carga	Intensidad máxima que una batería puede suministrar durante su descarga. Suelen venir determinados por el tipo de batería y deben observarse para no dañar la batería y acortar su vida útil.	Amperios (A)

Elaborado por: Erika Karina Cachimuel

Fuente: (Hiper Shops, 2016)

2.2.2.1. Voltaje, corriente y duración de las baterías.

En el sitio web WinTablet.Info, Exteban (2013) hace una analogía del voltaje de las baterías comparándolas con una botella llena de agua donde explica que el voltaje o tensión que se expresa en voltios (V) no tiene nada que ver con la capacidad de almacenaje de la batería, si no que en realidad mide la presión que se ejerce sobre los electrones para que estos fluyan; entonces suponiendo que las botellas de la figura 11 son dos batería con las misas características físicas, el voltaje viene a ser la presión a la cual el agua es expulsada de la botella, es por eso que se

recomienda evitar completamente alimentar aparatos electrónicos con un valor de voltaje superior al recomendado de lo contrario se corre el riesgo de que el aparato se quemé.

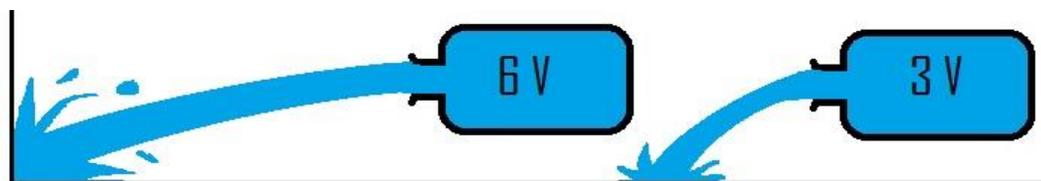


Figura 11. Analogía voltaje

Fuente: (Exteban, 2013)

Exteban (2013) Vuelve a hacer uso de la analogía de las botellas con agua, esta vez para explicar el amperaje y su relación con la duración de la batería, es así como explica que la intensidad de corriente (I) se mide en Amperios representados por la letra (A) y son necesarios para conocer cuanta corriente posee una batería, los Amperios son una unidad muy grande para la mayoría de aparatos que se usan normalmente es por eso que es más común identificar amperios en submúltiplo como milésimas lo que resulta en miliamperios (mA), finalmente lo que se requiere saber de una batería son los miliamperios hora mAh que miden la carga eléctrica específica de la batería, representando lo antes descrito en las botellas los mAh vienen a ser los litros de agua que caben en la botella; entre mayor sea el valor de mAh mayor será la duración de la batería, pero es importante entender que no se puede calcular de manera exacta la duración real de la batería porque bien al ser los mAh una referencia pueden hacer que una batería de 10 Ah , teóricamente puede suministrar los mismos 10 A durante una hora o que 1 A durante 10 horas.

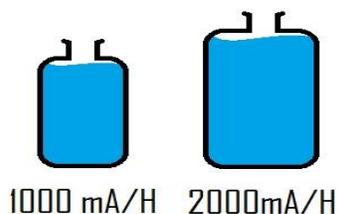


Figura 12. Analogía

Fuente: (Exteban, 2013)

2.2.3. Sensores.

En el libro Sensores y actuadores escrito por los autores Corona, Abarca, y Carreño (2014) se menciona que la importancia del uso de sensores y actuadores ha ido en auge desde que se empezó a incluir la automatización en maquinaria para todo tipo de ramas ya que la posibilidad de obtener energía de la naturaleza y poder transformarla en otro tipo de energía que pueda ser controlada para beneficio del ser humano mediante la observación, cuantificación y modificación de variables ha logrado impulsar el desarrollo tecnológico.

Los sensores son los elementos que conforman un sistema y su función es conectar dicho sistema a un entorno físico sin tomar en cuenta al usuario, dentro del sistema la función del sensor es obtener señales eléctricas en respuesta a magnitudes de entrada no eléctricas. (Pallás R. , 1993)

Para el mejor entendimiento del uso y funcionamiento de un sensor es necesario conocer brevemente las definiciones de variables y magnitudes físicas y la relación que tienen estas con los sensores y los autores; Corona, Abarca, & Carreño (2014) los describen de la siguiente manera:

La representación de un parámetro de algún fenómeno físico, mediante el cual, a su vez, se describa su comportamiento, se conoce como variable física. Por otra parte, el resultado de cuantificar un atributo físico, asignando valores numéricos a estos a través de una variable o constante física, se conoce como magnitud física. Es importante destacar que tanto las variables físicas como las magnitudes físicas siempre están presentes en un sistema de procesamiento de información, ya que cuantificar una variable física constituye el inicio de todo proceso En general, un sistema de ingeniería moderno está compuesto por

un sensor, una unidad procesadora y un sistema de actuación. De este modo, se puede afirmar que, de acuerdo con su función los sensores son dispositivos que permiten cuantificar una variable física, mientras que los actuadores, a partir de la variable física medida por el sensor, tienen la tarea de realizar una acción, como consecuencia de haber procesado la magnitud que tendrá dicha variable. (p.2)

Los autores Corona, et al. (2014). dicen que un sensor se define como un dispositivo de entrada que provee una salida manipulable de una variable física medida, es decir, entregan señales eléctricas a la salida, ya sean analógicas o digitales, el sensor cambia el dominio de la variable física medida y también proporciona un dato de salida que será útil para un sistema de medición, siempre será un intermediario entre la variable física y el sistema de medida; los autores también mencionan que se hacen diferentes clasificaciones de los sensores siendo más frecuente la clasificación por el tipo de variable a medir o por el principio de transducción utilizado, en las figuras número 13 y 14 se muestra las clasificaciones respectivamente.

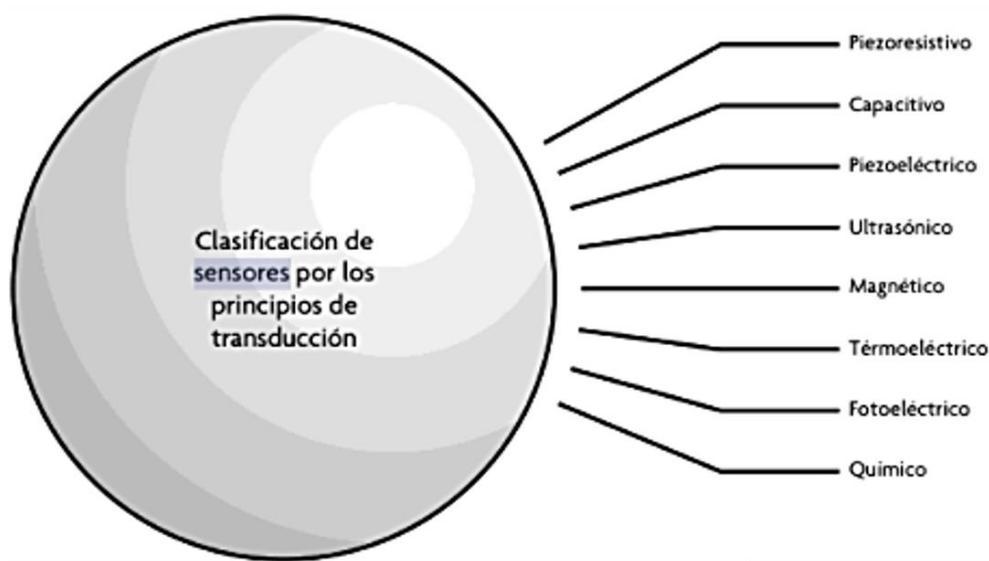


Figura 13. Clasificación de los sensores por los principios de transducción.

Fuente: (Corona, Abarca, & Carreño, 2014)

Clasificación de los sensores según la variable física a medir	De posición, velocidad y aceleración
	De nivel y proximidad
	De humedad y temperatura
	De fuerza y deformación
	De flujo y presión
	De color, luz y visión
	De gas y pH
	Biométricos
	De corriente

Figura 14. Clasificación de sensores por el tipo de variable medida

Fuente: (Corona, Abarca, & Carreño, 2014)

2.2.3.1. Sensores ópticos.

En la publicación de página web por parte de Acero (2010) se habla de los sensores ópticos como todos aquellos sensores que detectan factores a través de un lente óptico, es decir, está basado en el principio de aprovechamiento de la interacción luz - materia que permite determinar las propiedades de la materia analizada, se ha mejorado este tipo de sensores mediante la implementación de fibra óptica como elemento de transmisión de la luz.

Ventajas.

Acero (2010) indica que los sensores ópticos aportan importantes ventaja cuando se pretende determinar propiedades físicas o químicas, a continuación se enumeran algunas de ellas:

- Es un método no destructivo y no invasivo.
- Ofrece posibilidades de integración en sistemas más complejos.
- Bajo coste y tecnología bien establecida.
- Posibilidades de control a distancia de lugares poco accesibles físicamente.
- Capacidad de conformar redes espaciales de sensores para el control de parámetros en grandes superficies.

Desventajas.

Al igual que poseen ventajas, los sensores ópticos también presentan algunas desventajas listadas por Acero (2010) a continuación:

- Distancia de detección corta
- Son muy sensibles a factores ambientales como la humedad
- No selecciona el objeto a detectar

2.2.3.2. Sensor de ritmo cardiaco Amped.

En la página web de Aliatron (2018) se describe al sensor de pulso Amped como un sensor de frecuencia cardíaca o pulso de fácil uso ya que cuenta con la tecnología plug-and-play que puede ser traducido como conéctalo y usarlo, además puede ser usado mediante la plataforma Arduino, es ideal para el desarrollo de proyectos donde se requiera incorporar fácilmente los datos de la frecuencia cardíaca en vivo.

Alcoser (2017) explica que básicamente el sensor utiliza amplificadores de operaciones y filtros para evitar el ruido y de esa manera amplificar la señal proveniente de un sensor óptico, es necesario cubrir la parte posterior para que no se permita el paso de señales distractoras esto se logra con aplicación de silicona caliente, velcro, entre otras. En la Figuras 15 y 16 se visualizan las partes importantes del sensor Amped.

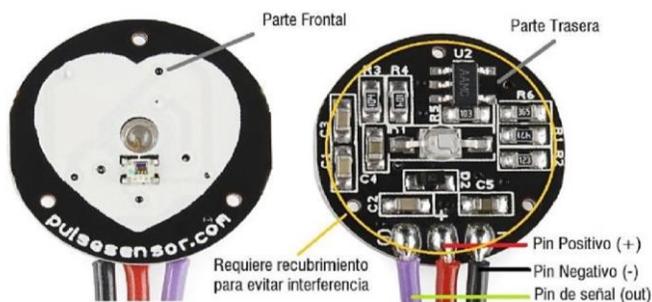


Figura 15. Secciones del sensor Amped
Fuente: (Alcoser, 2017)



Figura 16. LED sensor Amped
Fuente: Adaptación de la web

Alcoser (2017) menciona además que el sensor de pulso Amped es una pieza fundamental en la construcción de un sistema de monitoreo cardiaco, ya que obtiene la lectura del pulso a través de las variaciones ópticas que producen tejidos del cuerpo al momento que la sangre circula a través de este, la señal que obtiene el sensor es un valor analógico que debe ser enviado a una placa Arduino que previamente debe poseer el código de funcionamiento para que las variables sean digitalizadas y arrojen un valor.

Características del sensor de ritmo cardiaco Amped.

En la siguiente tabla propuesta por Alcoser (2017) se muestran algunas características de trabajo del sensor de ritmo cardiaco Amped.

Tabla 4. *Características de sensor de pulso*

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Niveles de Tensión	3 [v] - 5 [v]
Corriente Utilizada	4 [mA]
Puntos de uso	Dedo - Lóbulo oreja
Compatibilidad	Arduino, Rasberry Pi, Adafuit
Dimensiones	Diámetro 16 [mm] Espesor 3 [mm]

Fuente: (Alcoser, 2017)

III: Tejidos

3.1. Tejido conductor plano con mezcla de elastómero, algodón, poliéster hilos conductores

3.1.1. Hilo conductor

Según Climent (2008) un hilo conductor es un hilo con apariencia normal (textil) pero con el objetivo de comportarse como un cable eléctrico, es decir que cumpla con los objetivos propios de un cable usado para la transmisión de energía eléctrica logrando así transferir calor, datos, conectar circuitos como por ejemplo las conexiones de biosensores para la medición de la frecuencia cardíaca, entre otras diferentes aplicaciones.

Pla (2016) señala que existen monofilamentos de metal que pueden ser mezclados con todo tipo de fibras o pueden también ser incorporados en bases de hilos como el algodón, poliéster, poliamidas y aramiditas para ser usados directamente en la tejeduría sea plana o de punto; el autor recalca que las propiedades eléctricas de los filamentos varían según el material con el que fueron elaborado, entre los más comunes se encuentran el cobre (Cu), cobre revestido de plata (Cu/Ag), filamentos de latón (Ms), latón revestido de plata (Ms/Ag), filamentos de aluminio (Ag) y filamentos de aluminio con revestimiento de cobre (CCA).

Pla (2016) menciona algunas formas de obtención de hilos conductores presentadas en el diagrama a continuación:

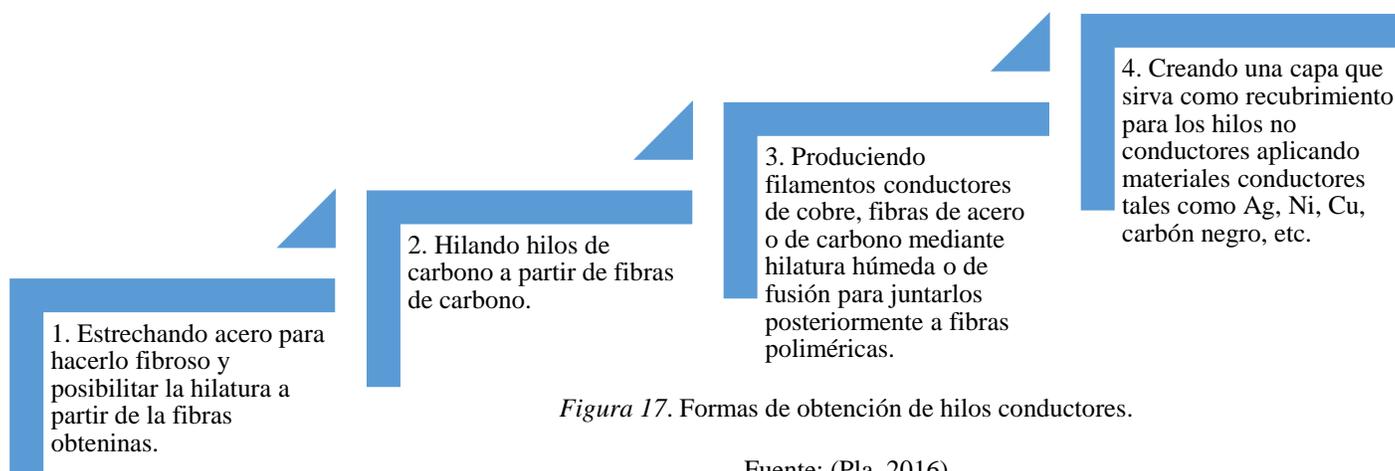


Figura 17. Formas de obtención de hilos conductores.

Fuente: (Pla, 2016)

3.1.2. Tejido

Para el autor Lavado (2012), un tejido es una estructura en forma laminar y flexible que es el resultado de la unión de hilos entrelazados alternativamente en forma ordenada y coherente, que pueden producirse ya sean como género de punto en máquinas circulares o géneros de calada realizadas en telares planos

3.1.3. Tejido conductor

Ensamblando los conceptos propuestos por Lavado (2012) y Climent (2008) respecto al tejido e hilos conductores respectivamente, podemos definir el término tejido conductor como una estructura laminar flexible formada por la mezcla ordenada y repetitiva de hilos de diferente procedencia y composición, como por ejemplo la mezcla de hilos de PES, LY, CO e hilos conductores, donde cada uno tendrá como objetivo proporcionar una propiedad al tejido del cual son parte, entre las propiedades de índole textil están la suavidad, resistencia, flexibilidad, elongación, afinidad tintórea, estabilidad, absorción y las propiedades del hilo conductor adaptadas para el uso en textiles son la conductividad, continuidad y resistencia eléctrica las cuales permiten el paso de energía eléctrica a través de la longitud del tejido.

Pla (2016) indica que para la fabricación de tejidos conductores de electricidad existe varias procesos, uno de ellos consiste en integrar hilos conductores en una estructura textil, específicamente un tejido, pero se debe tomar en cuenta que es un método complejo ya que se debe garantizar que el tejido eléctricamente conductor resulte cómodo de llevar y suave al contacto; el tejido debe brindar la posibilidad de utilizarlo como parte de circuitos eléctricos elaborados con numerosos componentes eléctricamente conductores y no conductores, además de ser estructurado para dar lugar a la adición de dispositivos electrónicos. Otros de los procesos por los cuales se puede dar origen a un tejido conductor es mediante el depósito de partículas por encima del tejido, o también puede estar bañando en algún material conductor.

Sánchez (2007) al igual el anterior autor, explica que existen varias maneras de obtener tejidos conductores de electricidad, en primer lugar se encuentra el uso de fibras propiamente conductoras como las metálicas o de carbono; otra forma es la aplicación de fibras con partículas conductoras sobre la superficie del sustrato, como las utilizadas por Resistat Basf y DuPont; en tercer lugar se encuentran los hilos Híbridos que resultan de la mezcla mediante la manufactura de hilos textiles de fibras conocidas con fibras de propiedades conductoras; y finalmente se encuentran los hilos metalizados como los hilos Rhodiastat y Texmet.

En la figura 18 a continuación se aprecia al hilo Protex Ag en cual es fabricado depositando partículas de plata pura sobre el sustrato textil que en este preciso caso es un hilo, logrando que el mismo adquiera conductividad eléctrica y otras propiedades particulares de la plata como la

conductividad térmica y poder antimicrobiano. Este sistema de fabricación entra en la segunda clasificación descrita anteriormente por el autor Sánchez (2007).

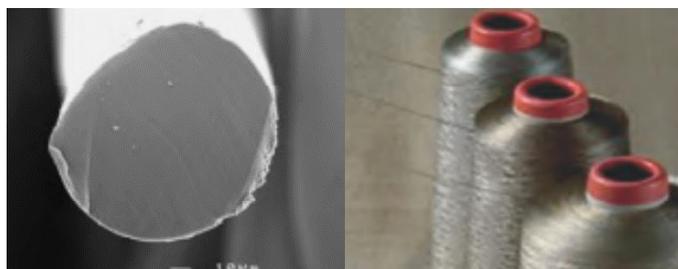


Figura 18. Hilo Protex Ag (Carolina Silver Technologies)

Fuente: (Sánchez, 2007)

Ayora (2016) menciona que las prendas fabricadas con tejidos conductores además cuentan con propiedades anti estrés, esto debido a que las cargas eléctricas que se generan por el rozamiento en prendas sintéticas son eliminadas.

3.1.3.1. Características.

Lima (2018) presenta los siguientes datos de un tejido conductor desarrollado en un telar artesanal, los datos fueron obtenidos en 40 cm de longitud de dicho tejido.

Tabla 5.

Características del tejido conductor.

Sustrato Textil		%		Densidad Hilos/pulg		Disposición de hilos		Conductividad	Resistencia a la tracción
		Urdimbre	Trama	Urdimbre	Trama	Urdimbre	Trama		
Tejido conductor de 40 cm	Hilo conductor	2,33 %	-	48	27	33	287	24,02 Ω	581,57 cN
						Poliéster	Algodón		
	Algodón	-	93%			1 Hilo	30		
						Conductor	Elastano		
	Poliéster	97,67%	-	18	112	Poliéster	Algodón		
	Elastano	-	7%			33	-		
						Poliéster			

Fuente: (Lima, 2018)

En la tabla 6 elaborada por Lima (2018) se presentan los tipos de hilos utilizados para la elaboración del tejido conductor, sus respectivos títulos y valores de resistencia a la tracción:

Tabla 6. *Titulación de los hilos que componen el tejido conductor.*

Sustrato Textil		Titulación	Conductividad	Resistencia a la tracción
Hilos	Hilo conductor	4 /1Ne	32,8 Ω (2 cabos)	1252,06 cN
	Poliéster	345 Den	-	1203,6 cN
	Algodón	20/1Ne	-	645,14 cN
	Elastano	61F40 Den	-	124,3 cN

Fuente: (Lima, 2018)

Mediante la siguiente figura, Lima (2018) representa el ligamento del que está formado el tejido conductor y puntualiza que se trata de un ligamento derivado del Tafetán.

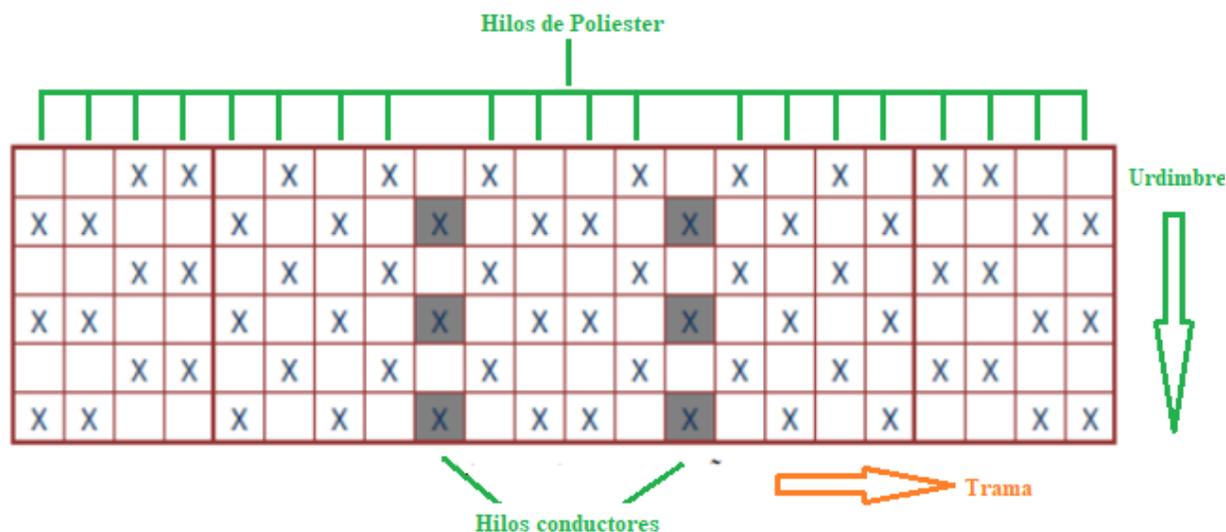


Figura 19. Ligamento utilizado en el tejido conductor derivado del Tafetán.

Fuente: Adaptación de (Lima, 2018)

En la figura 19 se puede apreciar la posición de los hilos conductores dentro del ligamento del tejido, los cuales se encuentran en el centro del mismo, quedando así protegidos del maltrato al cual podría estar expuesto al momento de la confección de la prenda inteligente.

3.2. Tejido de Punto de Algodón Licrado

3.2.1. Tejido de punto definición

Un tejido de punto es una estructura que se forma a partir de un solo hilo que con ayuda de agujas especiales se va entrelazando de manera que forman bucles llamados mallas, las cuales quedan unidas unas a las otras formando el tejido, como lo explica La Colonial (2014) “En los tejidos de punto se emplea sólo un hilo que se va entrelazando entre sí para dar lugar al tejido”.

3.2.2. Tejido jersey.

Según el portal web de La Tela feliz (2016) el tejido jersey es un género de punto muy versátil y es el tejido más conocido en el mundo en su género por su tacto suave, su perfecta caída, fácil y rápida fabricación, entre otras cualidades. El tejido jersey se utiliza en su mayoría para la confección de camisetas, ropa deportiva, ropa infantil, por considerarse ideal para prendas suaves, elásticas y cómodas las cuales puedan ser usadas en todo momento. El nombre que se le dio a este tejido fue en honor a la isla Jersey, ubicada entre Francia y Gran Bretaña, debido a que allí la produjeron por primera vez en la época medieval.

Este tipo de tejido puede ser fabricado utilizando únicamente hilo de algodón 100% o bien con una mezcla de algodón y materiales sintéticos, pero se ha demostrado que una adición del 5 a 8% de elastano al tejido aporta para que la tela resulte más cómoda para llevar, debido a que se estira sin perder la calidad y la forma que ofrece el algodón, es ideal para elaborar ropa infantil de todo tipo, mantiene mejor la forma y es más suave que el jersey de 100% algodón y además, sirve para casi todo: camisetas, leggings, vestidos, pijamas, ropa interior, así lo afirma La Tela feliz (2016).

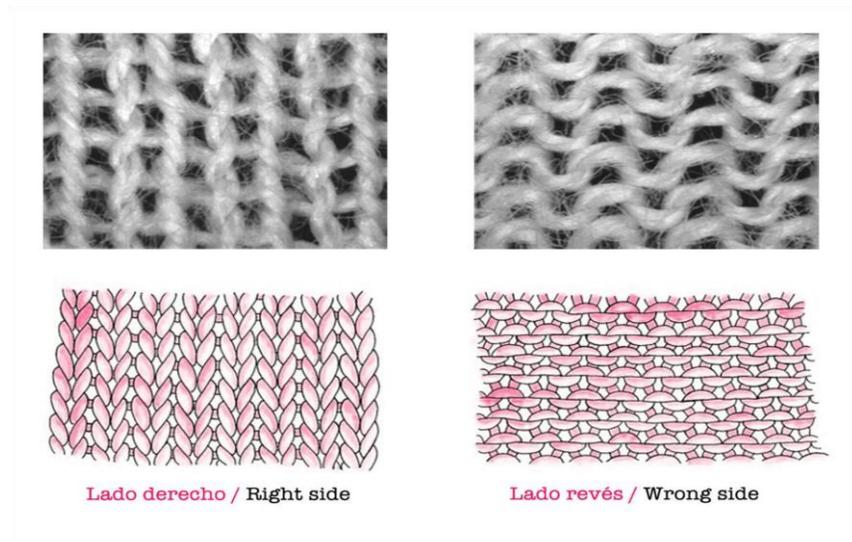


Figura 20. Caras de un tejido Jersey

Fuente: (La Tela feliz, 2016)

3.2.2.1. Características de la tela Jersey de algodón licrado.

Algunas de las cualidades tela de Jersey de algodón expuestas en el sitio web La Tela feliz (2016) son las siguientes:

- Ligera y muy cómoda de utilizar.
- La tela se extiende fácilmente.
- Gran suavidad al tacto.
- Se estira bien por ambos lados.

En la figura 21 a continuación se muestra una ficha técnica de la tela jersey algodón licrado fabricada por la empresa ecuatoriana Textiles Tornasol, donde se detallan características tales como: composición, rendimiento, ancho útil mínimo, entre otros.

Textiles Tornasol		FICHA TECNICA		CGP 001 04 FTL
PROPIEDAD				REVISION 1
				PAGINA 1 DE 1
ASPECTO TECNICO	NORMA	UNIDAD	CARACTERISTICAS	
ESPECIFICACIONES BASICAS DE LA TELA				
COLOR				N/A
TIPO DE TELA		VISUAL		Jersey
DENOMINACION				LYCRA
COMPOSICION	AATCC 20			
POLIESTER				65
ALGODÓN		%		35
PESO MINIMO	ISO 38-01	GR/MT2		438
RENDIMIENTO		MT/KG		1,2
CAMBIO DIMENSIONAL	AATCC 135			
LONGITUDINAL				1,66%
TRANSVERSAL		%		3,33%
VARIACION DEL COLOR				DE 1,5
ANCHO UTIL MINIMO		CM		94
ESPECIFICACION				TUBULAR
SOLIDEZ DEL COLOR AL LAVADO MIN	ISO 105 C03			4
SOLIDEZ A LA LUZ (40 HORAS) MIN				4
ACABADO ESPECIAL				
DRI FIT				SI REQUIERE
PROTECTOR UV		50 UPF		SI REQUIERE
ANTIBACTERIAL				SI REQUIERE
NOTA:	Cuidados de la prenda: Lavar en agua fria, no dejar en remojo, no usar blanqueadores ni cloro Secar sin exposicion directa al sol, enjuagar bien no dejar residuos de jabon En lavadora (ciclo suave)			
GERENCIA DE PLANTA		ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD		
CRUDO :HILO 24/1 CO PEINADO / 23,5 MALLAS				
ACABADO: 22X17 MXC/ COMPACTADO / SUAVISADO 30 GR/LT MICROEMULSION				

Figura 21. Ficha técnica de la tela jersey algodón licrado fabricada por Textiles Tornasol

Fuente: Erika Cachimuel

3.2.2.2 Jersey full lycra pesada

Según Telas Perú (2015) la tela jersey licrada es un artículo de gran popularidad para la elaboración de leggings ya que es una tela lycra pesada con una densidad de 280gr, generalmente tiene una composición de 92% algodón y 8% elastano y por lo general recibe acabados en tubular con un ancho promedio de 0.82m.

“En esta tela se puede trabajar con bordados, estampados, etc. Los hilos que podemos trabajar son de diversa calidad Policotton, Open End, Cardado, Peinado, Tanguis, Pima.” (Telas Perú, 2015)

3.2.2.3. Jersey algodón lycra fría

Telas Perú (2017) describe al género de punto jersey lycra fría como un tejido fresco al tacto, ideal para realizar prendas con diversos estampados y bordados, su composición es de 95% algodón y 5% elastanos, similar a la descrita anteriormente, con la diferencia que su caída es mucho más notoria y que esta tela se amolda fácilmente al movimiento del cuerpo, se usa mayormente en prendas casuales y deportivas, debido a la elasticidad de la tela es de buena caída. El ancho de terminado de la tela normalmente es de 1.62m con un rendimiento de 3.40m por Kg.



Figura 22. Camisetas de jersey algodón licrado

Fuente: (Telas Perú, 2015)

IV: Diseño, Patronaje y Confección

4.1. Diseño

General (2015) Describe al diseño en general de la siguiente manera:

Un diseño es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática particular, pero tratando en lo posible de ser práctico y a la vez estético en lo que se hace. Para poder llevar a cabo un buen diseño es necesario la aplicación de distintos métodos y técnicas de modo tal que pueda quedar plasmado bien sea en bosquejos, dibujos, bocetos o esquemas lo que se quiere lograr para así poder llegar a su producción y de este modo lograr la apariencia más idónea y emblemática posible.

4.1.1. Diseño de modas

Educaweb (2018) define al diseño de moda como la acción de crear y desarrollar vestimenta tomando en cuenta ciertos factores como las tendencias culturales y sociales que son cíclicas en el tiempo, otro factor importante es el tipo de público al que va a dirigirse, los estilos y materiales de producción. Cada colección suele especializarse en un área en concreto como la ropa femenina, para niños o la de deporte.

“Cuando hablamos de diseño de moda nos referimos al diseño de vestuario, definido según la temporada del año en la que se encuentre, ya sea de otoño/invierno o primavera/verano. “ (Equipo Dsigno, 2016)

4.2. Patronaje

Para Vera (2010) el patronaje es un sistema organizado para la construcción y ensamblaje de una prenda de vestir, el proceso consta del desglose primeramente en papel y posteriormente en tela de piezas separadas de las diferentes áreas del cuerpo humano a vestir, el objetivo es lograr que cada pieza de tela se adapte a ese área específica y que la unión de todas las piezas en un orden predeterminado produzca como resultado un modelo de prenda que se corresponda con el diseño del modelo propuesto.

“A cada una de estas piezas, dibujadas y cortadas en papel o cartón, se las llama patrón de la pieza y al conjunto de todas ellas se llama patrón del modelo. Cada pieza y el conjunto ordenado de todas ellas pueden copiarse en serie y reproducirse a escala” (Vera, 2010).

4.3. Confección

Conocimientos web (2013) en su sitio web describe a la confección como el arte de unir las piezas de tela previamente cortadas mediante costuras. Dentro de la confección en serie se tienen máquinas especiales para cada operación; es aquí donde se selecciona la máquina más adecuada para cada operación.

Conocimientos web (2013) presenta una lista de conceptos básicos de la confección:

- a) **Trazo.**- Delinear gráficamente en un papel mediante el uso correcto de las reglas las plantillas de espalda, frente, mangas, falda, etc., Es lo que se conoce como trazo.
- b) **Plantillas.**- Son piezas o trazos base elaboradas en cartón, sin pestañas útiles para la transformación y elaboración de patrones.
- c) **Transformación.**- Aplicación de cortes a las plantillas base, de acuerdo a un diseño en especial.
- d) **Patrón.**- Plantillas transformadas que conforman una prenda de vestir.
- e) **Corte.**- Es la separación de una tela en piezas, mediante el uso de tijeras o de cortadora eléctrica, las cuales conforman en su conjunto una prenda de vestir.

V: Solideces

5.1. Resistencia al Lavado Doméstico

5.1.1. Resistencia al Lavado de Color: Acelerado.

Según la norma de resistencia al lavado publicada por (American Association of Textile Chemists and Colorists (AATCC), 2007) los ensayos de lavado acelerado tienen por objeto evaluar la solidez del color al lavado de textiles que se espera puedan soportar el lavado frecuente. La pérdida de color de la tela y los cambios en la superficie resultantes de la solución de detergente y la acción abrasiva de cinco lavados caseros o domésticos típicos, el tiempo requerido para esta prueba es de 45 minutos

5.1.1.1. Principio.

La AATCC (2007) mantiene que para realizar la prueba de lavado acelerado las muestras son sometidas a condiciones apropiadas con respecto a la temperatura, solución de detergente y acción abrasiva, de tal manera que el resultado se asemeje a la acción de cinco lavados de manos o en casa, pero con la variante de que el cambio producido (resultado) se note en un tiempo convenientemente corto. “La acción abrasiva es el resultado de los efectos de fricción de la tela contra el bote, de la baja proporción de líquido y del impacto de las bolas de acero sobre la tela.” (AATCC, 2007).

5.1.1.2. Evaluación.

La normativa AATCC 61-2007 establece que la evaluación del grado de cambio de color debe hacerse mediante la utilizando la escala de grises para el cambio de color. Los grados de solidez del color se clasifican del 1 al 5, donde 5 equivale al mejor grado de solidez, es decir, insignificante o sin cambios y el grado 1 equivale a una pésima solidez

5.1.1.3. Equipos.

Para la ejecución de este proceso se requiere de una lavadora para pruebas textiles o a su vez se puede simular el procedimiento en una maquina autoclave de tintura de laboratorio.

James Heal (2017) presenta a Wascator una Lavadora para ensayos de estabilidad dimensional y solides al lavado que no requiere anclaje, tiene control dual del volumen (peso) y nivel de agua y además tiene una gran flexibilidad de programación.



Figura 23. Lavadora para ensayos

Fuente: (James Heal, 2017)



Figura 24. Autoclave de tintura para laboratorio

Fuente: www.technodeter.com

5.2. Resistencia a la Abrasión

Modacasa (2015) en su sitio web explica que existen una serie de ensayos textiles de laboratorio diseñados para determinar la resistencia que posee cada tipo de tejido a la abrasión, se menciona dos métodos que son los más aceptados y apropiados para la ejecución de dichos ensayos los cuales son Martindale y Wyzenbeek pero realmente se considera al Martindale como una referencia en la industria textil

5.2.1. Determinación de la resistencia a la abrasión de los tejidos por el método de Martindale.

La Norma Internacional ISO 12947-2 establece los parámetros necesarios para ejecutar la prueba de la resistencia de un determinado tejido a la abrasión, esta norma específica se aplica para determinar el intervalo de inspección antes de que ocurra la rotura de la muestra, es aplicable para todos los tejidos textiles, incluyendo los no-tejidos, excepto para los tejidos en los cuales la débil resistencia a la abrasión está indicada en la especificación del comportamiento final. (NTE INEN-ISO, 2013)

NTE INEN-ISO (2013) establece que la prueba se efectúa en una probeta de forma circular de diámetro igual a 38mm montada en un porta probetas y sometida a una carga definida dependiendo el tipo de tejido al que pertenezca, se somete a la probeta a al frotamiento de un tejido abrasivo normalizado, el porta probetas gira en su propio eje siguiendo el movimiento de traslación de la curva de lissajous. La evaluación de la resistencia a la abrasión del tejido se determina en cada intervalo de inspección antes de la rotura de la probeta y los resultados son determinados por los intervalos de inspección antes de la rotura de la probeta.

La masa del Porta probetas a utilizar depende del tipo de tejido que se desea analizar por ejemplo se utiliza una masa de 795 g \pm 7 g para las prendas de trabajo, los tejidos de tapicería y los artículos para cama y los tejidos para el uso técnico mientras que para tejidos de vestuario y el uso doméstico incluyendo tapicería y los artículos para cama se utiliza 595 g \pm 7 g. NTE INEN-ISO (2013)

5.2.1.1. Muestreo y preparación de las probetas.

Antes de tomar las probetas es necesario acondicionar las muestras manteniendo la tela extendida en una superficie lisa horizontal y libre de tensión durante al menos 18 horas antes de la extracción de la probeta con circulación de aire libre en condiciones de ambientes normalizadas, se requiere al menos de 3 muestras para que el estudio tenga validez. Para los tejidos de calada se debe tomar probetas que contengan diferentes Hilos de urdimbre y de trama. La preparación de las probetas garantiza resultados más certeros, se debe asegurar que las probetas sufran la menor tensión posible durante el muestreo con el fin de evitar una extensión incorrecta del tejido, se debe tomar la muestra para laboratorio en todo el ancho del tejido; otro punto clave para la extracción de probetas el punto de extracción este 100mm alejado del orillo como mínimo. NTE INEN-ISO (2013)

5.2.1.2. Equipos.

James Heal (2017) en su sitio web ofrece una breve descripción de las máquinas martindale que distribuye, indicando que son fabricadas con 2, 5 o 9 estaciones o platos adaptables para probar la abrasión y la formación de pilling en una variada gama de aplicaciones textiles como en calcetines, cuero, tapicería recubierta, alfombras, camisas entre otros.



Figura 25. Martindale de 9 platos.

Fuente: (James Heal, 2017)

La máquina Martindale está constituida de varios platos sobre los cuales se colocan muestras de una misma tela, el objetivo del procedimiento es realizar frotos con un movimiento oscilatorio rotatorio conocido como figura de Lissajous sobre las muestras mediante una serie de discos con distintos grados de abrasión, posteriormente las telas son analizadas continuamente para determinar cuándo se genera el desgaste o la rotura de la fibra, el resultado de la prueba se determina en base al número de ciclos a los cuales resistió la muestra, así lo explica Modacasa (2015)



Figura 26. Detalle de los discos usados para realizar el test Martindale.

Fuente: (Modacasa, 2015)

UTS Instruments (2017) señala que el método de pruebas Martindale es usado para probar la resistencia de un sustrato textil (tejido o no tejido) a la abrasión y pilling múltiple y determinar por ende la durabilidad del textil y calidad del mismo dependiendo del uso para el cual fue creado, el principio de la prueba consiste en someter una muestra circular de tejido bajo una presión determinada que procede a efectuar el desgaste en la superficie en la muestra con el abrasivo estándar siguiendo la curva de la pista de Lissajous se toman los tiempos de la abrasión hasta cuando la tela se rompe y se interpreta como su resistencia a la propiedad de la abrasión.

“Los resultados de los test se valoran en un unidades de mil en mil, cuanto más alto es el número de ciclos más resistente a la abrasión es la tela.” (Modacasa, 2015).

5.3. Resistencia a la Luz

5.3.1. Solidez del color la luz artificial: Prueba de la lámpara de desvanecimiento por arco de Xenón.

La norma ISO 105-B02: 2014 especifica un método destinado a determinar el efecto sobre el color de los textiles de todo tipo por la exposición a una fuente de luz artificial que simula la luz natural (D65). El método también se aplica a los textiles blancos (blanqueados o iluminados ópticamente). (ISO, 2014)

5.3.1.1. Equipo.

Controltécnica (2018) presenta a Xenotest- Envejecimiento acelerado que es un equipo de nueva generación con refrigerados por aire, creado para ensayos de exposición acelerada a la luz e intemperie, perfecto para ensayos bajo condiciones normales, alta temperatura y condiciones de

alta energía, estándares en industrias como la textil, automoción, plástico, recubrimiento, pinturas y pigmentos, tintas de impresión geotextil, farmacia, etc. La radiación luminosa es emitida gracias a la lámpara de xenón que proporciona un espectro desde el ultravioleta hasta el infrarrojo, con una gran semejanza a la luz solar sobre la superficie de la Tierra.



Figura 27. Máquina para ensayos textiles de oposición a la luz

Fuente: (Controltécnica , 2018)

Controltécnica (2018) presenta a Xenotest- Envejecimiento acelerado que es un equipo de nueva generación con refrigerados por aire, creado para ensayos de exposición acelerada a la luz e intemperie, perfecto para ensayos bajo condiciones normales, alta temperatura y condiciones de alta energía, estándares en industrias como la textil, automoción, plástico, recubrimiento, pinturas y pigmentos, tintas de impresión geotextil, farmacia, etc. La radiación luminosa es emitida gracias a la lámpara de xenón que proporciona un espectro desde el ultravioleta hasta el infrarrojo, con una gran semejanza a la luz solar sobre la superficie de la Tierra.

Algunas de las características del equipo mencionadas por Controltécnica (2018) son las siguientes:

- Microprocesador de Control mediante panel táctil en varios idiomas
- Display en color que indica el estado actual del ensayo en curso, así como la progresión gráfica de los parámetros de ensayo de envejecimiento acelerado
- Control y monitorización de potencia de lámpara en W/m^2 (o en %)
- Rack rotatorio que maximiza la uniformidad de exposición de todas las muestras
- Control y monitorización de la temperatura estándar negra a nivel de muestra
- Sensor de radiación y temperatura de última generación Xenosensiv
- Sistema de humidificación ultrasónico
- Sistema de spray para muestras, para simular ciclos de lluvia
- Cumplen con una amplísima gama de normas internacionales y métodos de ensayo

VI: Elaboración de la Camiseta Inteligente

6.1. Tejidos

Para la elaboración de la camiseta inteligente se precisa la combinación de dos tipos de tejido (plano y de punto) para lo cual se ha buscado que cuenten con ciertas características semejantes.

El primero tejido el cual constituirá el cuerpo principal de la camiseta es el tejido de punto jersey simple de algodón licrado, ya que brinda algunas de las propiedades necesarias para ser parte de una camiseta como por ejemplo el confort, frescura, elongación, suavidad etc. A continuación en la tabla número 7 se describen las características de este tejido.

Tabla 7. *Especificaciones de la tela Jersey licrada.*

TELA JERSEY LICRADA			
Especificaciones básicas	Ligamento fundamental		Jersey simple
	Color		Plomo ratón Jaspeado
	Ancho tejido tubular (m)		0,98
	Rendimiento (m/kg)		1,2
	Gramaje (gr/m ²)		342
	Densidad (cm)		Columnas ↓
17			22
Características de la composición	Fibra	Títulos	Composición en tejido %
	Hilo peinado (65/35 Co/Pes)	24/1 Ne	95%
	Elastano	40 Den	5%

Fuente: Autoría. Los datos especificados en la tabla pertenecen al tejido utilizado para la elaboración de la camiseta inteligente y se encuentran detallados en la ficha técnica del tejido facilitado por la empresa "Textiles tornasol".

El segundo tejido que será usado en la elaboración de la camiseta inteligente es un tejido plano conductor en forma de faja que será parte fundamental en la comunicación electrónica, este tejido tiene características únicas que son descritas en la tabla número 8.

Tabla 8. *Especificaciones del tejido conductor*

TEJIDO CONDUCTOR				
Especificaciones básicas	Ligamento fundamental		Tafetán	
	Color		Crudo	
	Ancho (cm)		Fondo	Orillo
			3,8	0,8 x 2
	Densidad (Pulg)		U ↓	t →
			48	27
Características de la composición	Fibra	Títulos	Composición en tejido%	Disposición en tejido
	Algodón	20/2 Ne	93%	Trama
	Elastano	61 f 40 Den	7%	Trama
	Poliéster	38 Tex	97.67%	Urdimbre
	Conductor	8/2	2.33%	Urdimbre

Fuente: Autoría. Los datos presentes en la tabla pertenecen a las especificaciones del tejido conductor utilizado en la camiseta inteligente y se encuentran descritos en el trabajo de grado de Lima (2018).

6.2. Descripción del Proceso

6.2.1. Diseño.

Se ha utilizado el programa Audaces para el desarrollo del diseño de la prenda, debido a que es un programa especializado y enfocado en la creación de diseños para vestuario, además es el programa más conocido y utilizado por su fácilmente comprensible sistema de trabajo e interfaz.

6.2.1.1. Boceto.



Figura 28. Patrón de la camiseta creado en Audaces patrones

Elaborado por: Erika Cachimuel

En la figura 28 se presenta el diseño de la camiseta realizado en el programa Audaces Patrones donde se puede observar las diferentes piezas que lo conforman.

El corte de las piezas delantero, espalda y mangas corresponde al tejido jersey polialgodón licrado, los vivos al tejido jersey de poliéster licrado y la franja al tejido conductor que será el cuerpo principal del circuito electrónico; por otro lado se requiere del uso de un no tejido llamado pelón con el fin de crear la caja contenedora de los componentes electrónicos (arduino y sensor) ubicados al interior de la camiseta en la sección izquierda superior del delantero.

6.2.1.2. Descripción del proceso de ensamblaje

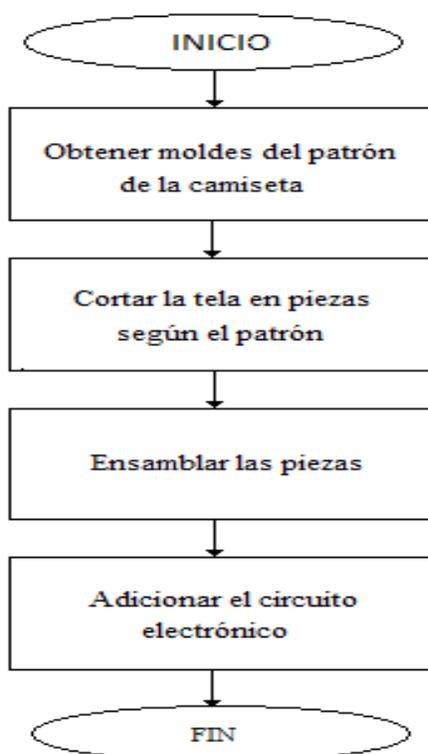


Figura 29. Flujograma del proceso de obtención de la camiseta.

Elaborado por: Erika Cachimuel

En la tabla número 9 se presenta la ficha de confección y especificaciones técnicas de la camiseta inteligente.

Tabla 9. *Ficha de confección.*

FICHA DE CONFECCIÓN ESPECIFICACIONES TÉCNICAS			
IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO CAMISETA			
DESCRIPCIÓN: Camiseta a dos colores, con aplique frutal, bolsillo interno y tejido			
DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES, MATERIALES E INSUMOS			
CANTIDAD	PARTES DE LA PRENDA	TIPO DE TEJIDO	COMPOSICIÓN
1	Delantero	Punto	Polialgodón Lycrado
1	Espalda	Punto	Polialgodón Lycrado
2	Mangas	Punto	Polialgodón Lycrado
1	Conductor	Plano	CO-PES-LY- ACERO INOXIDABLE
5	Vivos	Punto	Pes 100%
1	Bolsillo interno	Punto	Polialgodón Lycrado
ORDEN OPERACIONAL Y ESQUEMA DE COSTURA			
	OPERACIONES	MÁQUINA	OBSERVACIONES /DESCRIPCIÓN
OPERACIONES DE PREPARACIÓN	Unir tejido plano conductor al delantero de la camiseta	Overlock	La costura horizontal que une el delantero a la parte superior del tejido conductor se debe realizar a mano.
	Pespuntar tejido plano conductor y delantero de la camiseta	Recta	
	Amar bolsillo	Recta	
OPERACIONES DE ENSAMBLE	Unir hombros	Overlock	
	Pegar mangas	Overlock	
	Pegar vivo de escote	Overlock	
	Pegar vivos de mangas	Overlock	
	Pegar vivos de costados	Overlock	
	Cerrar costados	Overlock	
	Pespuntar vivos	Recta	
	Hacer dobladillo inferior de la camiseta	Overlock / Recta	
OPERACIONES DE TERMINACIÓN	Pegar pieza de velcro al interior de la camiseta	Manual	Arriba del tejido conductor en la posición requerida para añadir la caja del circuito.
	Pegar bolsillo interno inferior al delantero	Recta	Hacer la costura por la parte interna de la camiseta.
	Pegar aplique frutal	Plancha	Pegar en el delantero cubriendo la zona del velcro.

Elaborado por: Erika Cachimuel

A continuación se presenta una ficha técnica con las especificaciones de la camiseta

Tabla 10. Ficha técnica de la Camiseta

FICHA TÉCNICA I			
ARTÍCULO	CAMISETA	DISEÑADOR	Erika Cachimuel
TALLA	10	PANTONE 	
TELA	DESCRIPCIÓN		
JESEY	Poli algodón lycrado		
FRANJA(T. PLAN)	Conductor		
Descripción: camiseta de algodón lycrado con teñido conductor vertical			
			
MUESTRA DE TEJIDOS			
USO Y UBICACIÓN		USO Y UBICACIÓN	
1	 Delantero, posterior y mangas	3	 vivos
2	 Bolsillo interno	4	 franja, costado izquierdo
AVISO: Evitar las costuras a máquina transversales al tejido conductor, para evitar el daño de los hilos conductores			

Elaborado por: Erika Cachimuel

6.2.2. Desarrollo de la parte electrónica.

6.2.2.1. Hardware.

Componentes.

Para la realización de la parte electrónica de este proyecto se ha optado por realizar dos pruebas con el fin de comparar la efectividad, ventajas y desventajas del uso de diferentes placas arduino en el circuito eléctrico.

La prueba número uno requiere del uso de la placa Arduino UNO y la segunda del Arduino Lilypad, las placas toman el papel del cerebro del circuito.

En la siguiente tabla se muestra una comparación de las características de los Arduino UNO y Lilypad Simblee.

Tabla 11. *Comparación de placas Arduino UNO y Lilypad Simblee.*

Placa	Voltaje de operación	Voltaje de alimentación	I/O pines - PWM	Características especiales
Arduino UNO	5V	7V – 12V	14 - 6	Conector USB, adaptador para fuente externa
Arduino LilyPad Simblee	5V	5V -7V	6 - 4	Es una placa que puede ser cosida a una prenda, componentes como baterías, sensores y actuadores pueden ser acoplados a través de hilo conductor. Cuenta con bluetooth para aplicaciones móviles BLE. Conector FTDI.

Fuente: (Alcoser, 2017)

Batería.

La batería es el componente del circuito cuyo objetivo es alimentar de energía a la placa y demás componentes acoplados, en el prueba número uno dichos componentes son el sensor de ritmo cardíaco y un módulo bluetooth mientras que para la placa Lilypad únicamente el sensor. El tejido conductor estará conectado a las baterías mediante pines que serán asegurados a los cabos de los hilos conductores para que el circuito pueda ser desconectado fácilmente al momento de requerirlo.

Las baterías seleccionadas para el proyecto son:



Figura 30. Batería de litio de 3.7 voltios para ser usado con la placa Arduino Lilypad

Fuente: Erika Cachimuel



Figura 31. Batería de 7,4 voltios adaptada para ser usada con la placa Arduino UNO

Fuente: Erika Cachimuel

Sensor de ritmo cardiaco.

La función del sensor es captar información del pulso cardiaco, el sensor estará ubicado en el lado izquierdo interno de la camiseta a la altura del pecho y tendrá contacto directo con la piel del usuario para poder hacer las respectivas mediciones, de esta manera se obtendrán valores que serán enviados a la placa para su interpretación.

Tabla 12. *Características de sensor de pulso.*

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Niveles de Tensión	3 [v] - 5 [v]
Corriente Utilizada	4 [mA]
Puntos de uso	Dedo - Lóbulo oreja
Compatibilidad	Arduino, Rasberry Pi, Adafuit
Dimensiones	Diámetro 16 [mm] Espesor 3 [mm]

Fuente: (Alcoser, 2017)

Tejido conductor.

El tejido conductor es el cuerpo del circuito ya que servirá como conexión para que sea posible la transmisión de corriente eléctrica desde la batería ubicada en la parte inferior izquierda de la camiseta hasta el lugar donde se encuentra la placa y los demás componentes.

Tabla 13. *Tejido conductor*

Tejido conductor	
Características	
Longitud	35 cm
Ancho requerida para la confección	3 cm
Número de conductores	2 cabos, para uso de polos
Resistencia(Ω)	31
Conductividad	Positiva

Elaborado por: Erika Cachimuel

Ubicación del sistema de monitoreo de pulso cardiaco.

A continuación, en la Figura 32 se muestra la distribución de los elementos, en base al patrón de la camiseta talla 10 para niña.



Figura 32. Vista del revés de la camiseta. Distribución de los componentes electrónicos.

Fuente: Erika Cachimuel

6.2.2.2. Software – Programación

El sitio web <http://rogerbit.com> es un blog web creado con fines didácticos donde se enseña paso a paso la creación de proyectos electrónicos que pueden ser usados por cualquier persona interesada en aprender de ellos y ponerlos en práctica dentro de cualquier ámbito. Carlos Volt Tutoriales es el autor del artículo “Visualizar gráfica cardíaca en smartphone con cheapduino y sensor de pulsos” publicado en este sitio web y permite el uso de la aplicación y código creados con el fin de observar la frecuencia cardíaca desde un celular inteligente.

Como software se requiere el uso del código serial créalo por CarlosVolt Tutoriales mediante la plataforma arduino, dicha codificación permite la comunicación del sensor de ritmo cardiaco y la placa arduino. También es necesario el uso de la aplicación “PulsosCardiacos App” para smartphones desarrollada por el mismo creador donde se visualiza la lectura de las señales recolectadas por el sensor.

El código y el enlace a la aplicación se encuentran en el siguiente link.

- <http://rogerbit.com/wprb/2018/02/visualizar-grafica-cardiaca-en-smartphone-con-cheapduino-y-sensor-de-pulsos/>

```
// Este ejemplo muestra un pulso de latido del corazón humano en directo.
// Se puede visualizar en "Serial Plotter" de arduino o en aplicación de APP inv
// Sonará un buzzer con cada latido de tu corazón.
// Esta es la señal directa del sensor de pulso.

// Variables
int buzzer = 11;
int pulso;
int limite = 550; // Determine qué señal "se contará como un latido"
void setup() {
  pinMode(buzzer, OUTPUT); //buzzer sonará al ritmo de tu corazón!
  Serial.begin(9600); // Configura la comunicación serial a 9600(depend
}
void loop() {
  pulso = analogRead(A0); // Lee el valor del pin analógico 0, y Asigna este val
  Serial.print(" "); //Este caracter lo filtra la aplicación en APP inventor
  Serial.println(pulso); // Envie el valor de pulso al Plotter serial. Comentar si
  if(pulso > limite){ // Si la señal es superior a "55
    digitalWrite(buzzer, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(buzzer, LOW); // De lo contrario, deja de sonar
  }
  delay(35);
}
```

Figura 33. Código fuente de visualización ritmo cardiaco para plataforma Arduino

Fuente: (CarlosVolt Tutoriales, 2018)

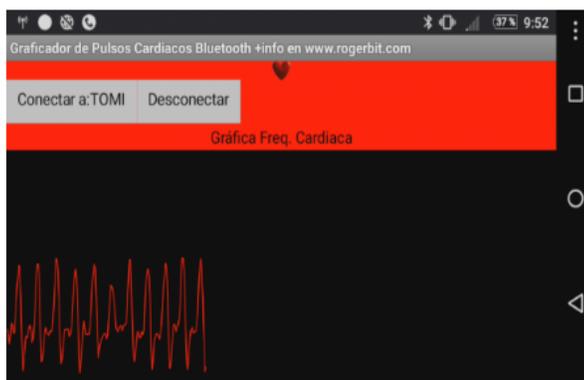


Figura 34. Pantalla de la aplicación "Pulsos Cardiacos"

Fuente: (CarlosVolt Tutoriales, 2018)

El código de la figura 34 fue modificado para poder ser usado con Arduino UNO y Arduino Lilypad, para lo cual se usó la plataforma arduino 1.6.7

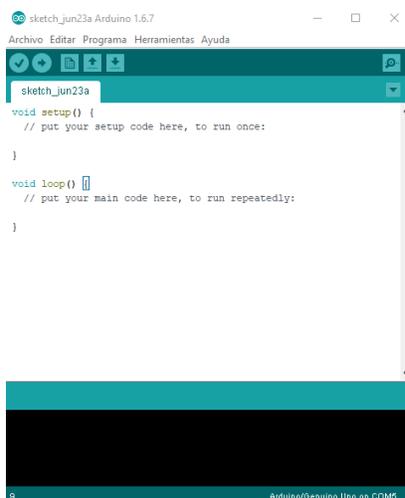


Figura 35. Pantalla de inicio de plataforma Arduino 1.6.7

En las figuras 36 y 37 se observa las adaptaciones que requirió el código citado anteriormente para poder ser cargado en las placas Arduino UNO y Lilypad respectivamente. En el momento que el código compila se comprueba que se encuentra libre de errores y puede ser cargado en las placas mediante un cable serial para el Arduino UNO y mediante un grabador FTDI para Arduino Lilypad.

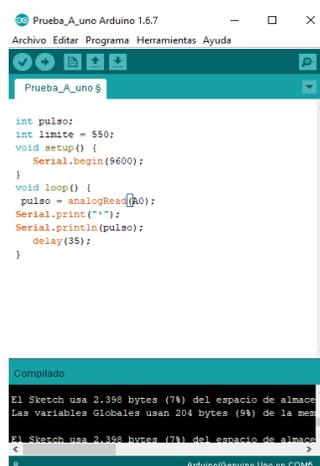
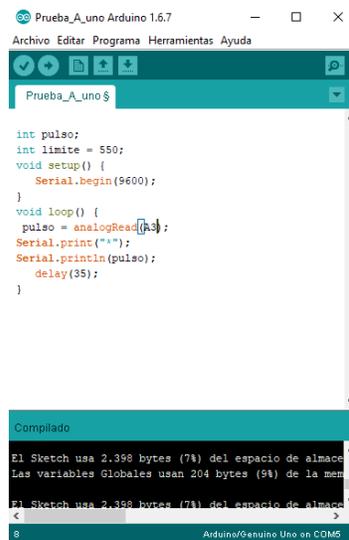


Figura 36. Código modificado de (CarlosVolt Tutoriales, 2018) para usar con Arduino UNO



```
Prueba_A_uno Arduino 1.6.7
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Prueba_A_uno $

int pulso;
int limite = 550;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  pulso = analogRead(A3);
  Serial.print(" ");
  Serial.println(pulso);
  delay(35);
}

Compilado
El Sketch usa 2.398 bytes (7%) del espacio de almacenaje
Las variables Globales usan 204 bytes (9%) de la memoria
El Sketch usa 2.398 bytes (7%) del espacio de almacenaje
Arduino/Genuine Uno on COM5
```

Figura 37. Código modificado de (CarlosVolt Tutoriales, 2018) de para usar con Arduino lilypad

En este punto se debe mencionar el código que la programación del lilypad no pudo ser cargado a la placa debido a que requiere un tipo de programación diferente a la del Arduino UNO por tal motivo se desestimó su uso en los siguientes paso del proceso.

VII: Pruebas preliminares

Las pruebas de conductividad eléctrica se realizaron directamente al tejido conductor.

7.1. Conductividad

Es necesario aclarar que en el cuerpo de la franja de tejido conductor están ubicados en el sentido de la urdimbre dos hilos conductores paralelos entre sí, esto debido a la necesidad de conectarlos a los polos positivo y negativo dentro del circuito electrónico que tendrá lugar en la camiseta, es por eso que la prueba de resistencia eléctrica se lleva a cabo en cada hilo individualmente y estos serán denominados como Hilo (A) para el polo positivo e Hilo (B) para el polo negativo.

Otro punto a considerar es que las diferentes probetas o muestras para cada prueba perteneces a la misma franja es así que la denominación de Hilo (A) e Hilo (B) corresponderá al mismo hilo en cada una de las muestras, por tal motivo se evidencia un rango distintivo del valor de la resistencia del Hilo (A) a comparación del Hilo (B).

Para la ejecución de las pruebas de resistencia eléctrica se precisa el uso de un multímetro digital marca Truper, modelo MUT-308.

En la tabla número 14 se muestran los valores de mediciones de la resistencia eléctrica del tejido conductor en diferentes longitudes, con el fin de identificar en qué proporción varía a medida que aumenta la longitud de entre 3,8 a 35 cm, medidas que corresponden a las especificaciones para las muestras de cada proceso.

Para la ejecución de las pruebas de ohmiaje iniciales se ha tomado como referencia el número de pruebas indicadas por Lima (2018) en el trabajo de grado llamado “Elaboración de un tejido conductor para la fabricación de un textil inteligente”. El número de muestras analizadas fueron 5 mediciones de las cuales se calcularon la Desviación estándar de la muestra y el coeficiente de variación mediante las siguientes formulas proporcionadas por Ekuatio (2017).

Desviación estándar de la muestra

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Coeficiente de variación

$$s / \bar{x}$$

Tabla 14. *Pruebas de conductividad iniciales.*

PRUEBAS DE CONDUCTIVIDAD INICIALES RESISTENCIA ELÉCTRICA Ω								
LONGITUD	32,8 mm		100 mm		200 mm		350 mm	
MUESTRA	HILO A	HILO B	HILO A	HILO B	HILO A	HILO B	HILO A	HILO B
1	3,1	2,6	9,7	8,5	18,7	17,85	31,78	30,5
2	3,4	2,8	9,8	8,8	18,5	18,2	31,8	31,15
3	2,8	2,9	9,6	8,99	19	18,1	31,95	30,75
4	2,9	2,5	9,9	8,6	18,8	17,2	30,9	29,97
5	2,87	3,02	9,87	8,92	18,72	17,7	30,76	30,02
MEDIA	3,01	2,76	9,77	8,76	18,74	17,81	31,44	30,48
Desviación Estándar	0,243	0,213	0,124	0,208	0,181	0,394	0,561	0,498
Coeficiente de Variación	8,06%	7,72%	1,27%	2,38%	0,96%	2,21%	1,78%	1,64%

Elaborado por: Erika Cachimuel

VIII: Pruebas finales de lavado, Abrasión, exposición a la luz

Las siguientes pruebas en las que se somete al tejido conductor a los procesos de lavado, abrasión y exposición a la luz solar son realizados en base a las normas de solises al color AATCC 61-2007, ISO 12947-2 y ISO 105-BO2 respectivamente las cuales han sido adaptadas para ser usadas en la presente investigación.

8.1. Resistencia al lavado doméstico.

Para la prueba de lavado se tomó como referencia la norma AATCC 61-2007. Resistencia al Lavado de Color: Acelerado, donde se detallan ciertos parámetros que pretenden lograr que la prueba se asemeje a un total de cinco lavados caseros a mano, cabe recalcar que dicha norma es usada con el fin de medir el grado de solidez del color que posee determinado tejido al lavado, pero para la presente prueba solo se ha utilizado la tabla de condiciones, es decir, se omitieron los pasos del procedimiento que están enfocados a la determinación de la solides del color ya que son irrelevantes para el objetivo de la investigación.

Las condiciones del lavado están detalladas en la norma AATCC 61-2007 de acuerdo al tipo de lavado 1A donde se especifican que las medidas de las probetas son 100 mm x 50mm, para la ejecución de la prueba la medida de mayor longitud ha sido designada para la urdimbre y la menor en el sentido de la trama.

Tabla 15. *Conductividad después del primer lavado.*

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL TEJIDO FRENTE AL LAVADO 1A SEGÚN LA NORMA AATCC 61-2007				
CONDICIONES DE LA PRUEBA	Temperatura: 40 °C		Tiempo de lavado: 45 min	
	Medidas de las probetas: Ancho 5 cm Largo 10 cm		Detergentes: Polvo 37% del total del baño Líquido 56% del total del baño	
	Volumen baño: 200 ml		Número de bolas de acero:10	
	RESISTENCIA ELÉCTRICA Ω			
PROBETA	INICIAL		FINAL	
	A	B	A	B
1	10,08	8,51	7,7	5,9
2	10,02	8,63	7,3	5,7
3	9,87	8,92	6,6	6,1
4	9,6	9,5	6,5	6,1
MEDIA	9,893	8,890	7,025	5,950
Desviación estándar	0,214	0,442	0,574	0,191
Coefficiente de Variación	2,16%	4,97%	8,17%	3,22%

Elaborado por: Erika Cachimuel

Adicional al lavado número 1 se realizaron 4 lavados más a las mismas probetas manteniendo las condiciones del primer lavado con el objetivo de determinar si existe un desgaste progresivo del hilo conductor que altere el valor de la resistencia eléctrica con cada lavado, haciendo un total de 5 lavados a cada probeta.

Tabla 16. *Comportamiento de la Resistencia eléctrica del tejido conductor a los lavados.*

		RESISTENCIA ELÉCTRICA Ω									
		LAVADO 1		LAVADO 2		LAVADO 3		LAVADO 4		LAVADO 5	
PROBETA	HILO	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
		1	6,6	5,9	7,6	5,7	7,8	5,8	7,68	6,08	7,62
	2	6,5	5,7	7,2	6,1	7,5	6,05	7,31	6,36	7,51	6,09
	3	7,3	6,12	7,1	6,3	7,3	7,15	7,09	7,05	7,38	7,04
	4	7,7	6,19	6,3	7,02	6,2	7,3	6,9	7,1	6,7	7,19
	MEDIA	7,03	5,98	7,05	6,28	7,20	6,58	7,25	6,65	7,30	6,64
	Desviación típica	0,574	0,222	0,545	0,553	0,698	0,760	0,335	0,507	0,413	0,558
	Coefficiente de Variación	8,17%	3,72%	7,73%	8,80%	9,69%	11,56%	4,62%	7,63%	5,66%	8,40%

Elaborado por: Erika Cachimuel

8.2. Resistencia a la abrasión.

Tabla 17. Conductividad después del proceso de abrasión.

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL TEJIDO FRENTE A LA ABRASIÓN				
CONDICIONES DE LA PRUEBA	NORMA ISO 12947-2		Número de ciclos : 7502	
	Medidas de las probetas: Diámetro de 3,8 mm		Tiempo: 3.20 horas	
PROBETA	RESISTENCIA ELÉCTRICA Ω			
	INICIAL		FINAL	
	A	B	A	B
1	3,1	2,6	5,8	5,1
2	3,4	2,8	6,1	5,5
3	2,8	2,9	5,6	4,89
4	2,9	2,5	5,7	5,2
MEDIA	3,05	2,70	5,80	5,17
Desviación típica	0,265	0,183	0,216	0,254
Coefficiente de Variación	8,67%	6,76%	3,72%	4,90%

Elaborado por: Erika Cachimuel

8.3. Resistencia a la Luz

Tabla 18. Conductividad después del proceso de oposición a la luz.

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL TEJIDO FRENTE A LA EXPOSICIÓN DE LUZ				
CONDICIONES DE LA PRUEBA	NORMA ISO 105 BO2		Tiempo: 40 horas	
	Medidas de las probetas: Ancho 4 cm Largo 10 cm		Lampara: Xenón con filtro óptico KG1	
	Temperatura: 36 °C		Humedad relativa: 45% RH	
PROBETA	RESISTENCIA ELÉCTRICA Ω			
	INICIAL		FINAL	
	A	B	A	B
1	9,7	8,5	10,9	9,93
2	9,8	8,8	11,1	9,83
3	9,6	8,99	10,7	10,09
4	9,9	8,6	11,36	9,6
MEDIA	9,75	8,72	11,02	9,86
Desviación típica	0,129	0,218	0,282	0,205
Coefficiente de Variación	1,32%	2,49%	2,56%	2,08%

Elaborado por: Erika Cachimuel

Adicional a la prueba de exposición a la luz realizada en el laboratorio usando la maquina Trufade se realizó una prueba de exposición directa del tejido a la luz solar durante 40 horas (no consecutivas). Los resultados obtenidos son los siguientes:

Inicial \rightarrow Hilo A 9,8 Ω ; Hilo B 8,26 Ω .

Final \rightarrow Hilo A 10,9 Ω ; Hilo B 9,5 Ω .

IX: Análisis y Resultados

Tabla 19. Resultados Globales: Relación longitud-resistencia eléctrica.

LONGITUD cm	RESISTENCIA ELÉCTRICA Ω				Ω /cm
	HILO A	HILO B	MEDIA A y B	DIFERENCIA A y B	
3,8	3,01	2,76	2,89	0,25	0,76
10	9,77	8,76	9,27	1,01	0,93
20	18,74	17,81	18,28	0,93	0,91
35	31,44	30,48	30,96	0,96	0,88
PROMEDIO	15,74	14,9525	///////	0,79	0,87
				5,003%	

Elaborado por: Erika Cachimuel

Tabla 20. Resultados Globales: Relación lavado-resistencia eléctrica.

		RESISTENCIA ELÉCTRICA Ω							
		INICIAL		FINAL		PERDIDA DE RESISTENCIA			
		A	B	A	B	A	B	MEDIA	%
LAVADO	1	9,893	8,89	7,03	5,98	2,86	2,91	2,89	30,74
	2			7,05	6,28	DIFERENCIA DEL VALOR MÁS ALTO ENTRE EL VALOR MÁS BAJO		HILO A 0,27	
	3			7,2	6,58			HILO B 0,66	
	4			7,25	6,65	MEDIA 0,46			
	5			7,3	6,64				
MEDIA		9,39							

Elaborado por: Erika Cachimuel

Tabla 21. *Resultados Globales: Relación abrasión y exposición a la luz-resistencia eléctrica.*

PRUEBA		RESISTENCIA ELÉCTRICA Ω							
		INICIAL			FINAL			AUMENTO DE RESISTENCIA	
		HILO	A	B	MEDIA	A	B	MEDIA	VALOR
ABRASIÓN		3,05	2,7	2,88	5,8	5,17	5,49	2,61	90,78
EXPOSICIÓN A LA LUZ	LAMPARA DE XENÓN	9,75	8,72	9,24	11,02	9,86	10,44	1,205	13,05
	LUZ SOLAR	9,8	8,26	9,03	10,9	9,5	10,20	1,17	12,96

Elaborado por: Erika Cachimuel

X: Conclusiones y Recomendaciones

10.1. Conclusiones

Después de analizar los resultados obtenidos de las pruebas y de elaborar la camiseta se llega a las siguientes conclusiones:

1. Para la elaboración del cuerpo de la camiseta inteligente se requirió el uso del tejido jersey de polialgodón licrado de 438 gr/m^2 (VER FIGURA N°21) debido a que tiene una excelente flexibilidad, elongación y estabilidad a la hora de sostener el peso del circuito electrónico y de dar soporte al tejido conductor evitando que este se doble o se estire innecesariamente, además se amolda al cuerpo del portador brindando el ajuste necesario para que el sensor permanezca en contacto con la piel en todo momento.
2. La resistencia eléctrica del tejido conductor es igual a $0,87\Omega$ por cada centímetro del mismo (VER TABLA N°19), por lo tanto la resistencia eléctrica es directamente proporcional al aumento de longitud del tejido conductor e inversamente proporcional a la conductividad.
3. Existe una diferencia del valor de resistencia eléctrica de $0,79 \Omega$ del hilo B (polo negativo) con respecto al hilo A (polo positivo), por lo cual el hilo B (-) se comporta $5,003\%$ mejor conductor que el hilo A (+). (VER TABLA N°19).

4. Para la realización de la prueba de resistencia del tejido conductor al lavado se siguieron las condiciones de prueba especificadas en la norma: AATCC 61-2007. Resistencia al Lavado: Acelerado (VER ANEXO N°2), donde se especifica que cada lavado bajo esta normativa simula un total 5 lavados caseros a mano; en total cada probeta fue sometida a 5 lavados en las mismas condiciones (VER TABLA N° 16), por lo que se concluye que la camiseta puede ser usada y lavada por al menos 25 veces garantizando la conductividad de electricidad siempre y cuando el lavado sea ligero y a mano.
5. La resistencia eléctrica del tejido conductor aumenta cuando es sometido a la abrasión directa, en la prueba realizada en la máquina MiDi-Martindale de 5 cabezales marca James Heal (VER ANEXO N°12) en la que el tejido fue sometido a 7502 ciclos el valor de la resistencia eléctrica aumenta de 2.88Ω a 5.49Ω , es decir que pierde el 90,78% de su conductividad. (VER TABLA N° 21).
6. Después de someter al tejido conductor a la exposición de la luz de Xenón durante 40 horas se evidencia una pérdida de la conductividad en 13,05%, lo mismo sucede con la exposición directa a la luz solar perdiendo un 12,96% de la conductividad. (VER TABLA N° 21).
7. Se desestimó el uso de la placa Arduino LilyPad en el desarrollo de esta investigación debido a que requiere un tipo de programación de mayor complejidad para su funcionamiento, por lo que se optó por utilizar la placa Arduino UNO.

10.2. Recomendaciones

1. Se recomienda que al momento de ensamblar el circuito electrónico los hilos conductores A y B que servirán como extensión de los polos positivo y negativo nunca entren en contacto, debido a que se produce un cortocircuito quemando los hilos y dejándolos obsoletos, esto es debido a que los hilos conductores son semejantes a cables sin aislante.
2. Se recomienda iniciar una nueva investigación, usando la placa arduino lilypad simblee en la que se desarrolle la programación requerida para el funcionamiento de esta placa con el objeto de optimizar la camiseta.
3. Con la finalidad de reducir la tensión en los bordes del tejido conductor al momento de unirlo al delantero de la camiseta, se recomienda agregar una pieza extra denominada vivo de costura la cual servirá como medio de tensión entre el tejido conductor y la camiseta.
4. Se recomienda mantener protegido los puntos en los que el tejido conductor se dobla durante el ensamblaje debido a que si el dobles se encuentra pronunciado y expuesto es más propenso a la abrasión provocando un mayor desgaste de manera que la conductividad se verá afectada.
5. Es necesario utilizar un no tejido llamado pelón para construir un contenedor del circuito electrónico que le brinde estabilidad y protección de tal manera que permita sujetarlo en la posición requerida al interior de la camiseta con la ayuda de velcro.

6. Se recomienda hacer estudios acerca del efecto que generan las cargas eléctricas en el cuerpo humano debido a que el tejido conductor se encuentra en contacto directo con la piel.
7. La placa Arduino lilypad simblee es la más adecuada para la creación de textronics porque está especialmente diseñada para el uso en textiles, debido a su tamaño compacto es ideal para que pase desapercibida en una prenda y además suprime el uso de un módulo bluetooth externo ya que lo tiene integrado, pero la desventaja de trabajar con este tipo de placa es que es mucho más sensible a la variación de la carga eléctrica y el voltaje de la fuente de energía debido a que no cuenta con un transformador incorporado al contrario que la placa Arduino UNO con el que se puede trabajar a mayor valor de amperaje y voltaje sin riesgo alguno.
8. Durante el ensamblaje se debe tomar en cuenta que la costura horizontal que une el delantero a la parte superior del tejido conductor no debe ser realizada con ayuda de una máquinas de coser debido a que el paso directo de las agujas por el tejido provoca el rompimiento y seccionamiento de los hilos conductores cortando el paso de la corriente, por tal motivo se recomienda que la costura en esta zona específica se realice a mano.
9. Es necesario que la costura que une el tejido de punto y el tejido conductor se encuentre alejada al menos 10mm de los hilo conductores ya que la constante tensión que existe en dicha zona provocada por el uso de la prenda puede modificar la estructura del tejido y la posición de los hilos.

Bibliografía

- Acero. (8 de Septiembre de 2010). *Sensor optico*. Obtenido de Es.slideshare.net:
<https://es.slideshare.net/josueacerov/sensor-optico>
- Alcoser, J. (2017). Tesis de pregrado. *Desarrollo de un wearable de monitoreo y detección de anomalías en la señal cardiaca a través de la comparación de una señal ECG y la utilización de tecnología bluetooth y plataformas de software y hardware libre para el cuidado de la salud cardiovascular*. Ibarra, Imbabura, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Aliatron. (2018). *Aliatron*. Obtenido de Sensor de Ritmo Cardiaco Amped: http://aliatron.pt/e-biz/product_info.php/products_id/1595/osCsid/gtb3
- American Association of Textile Chemists and Colorists (AATCC). (2007). Método de prueba AATCC 61-2007. *Resistencia al lavado de color: Acelerado* .
- Arias, J., Aller, M. Á., Arias, J., & Aldamendi, I. (2000). *Enfermería médico quirúrgico I*. Tebar.
- Ávila, J., & Genescá, J. (1995). Fundamentos de la electricidad. En *Más allá de la herrumbre II*. México: Fondo de cultura económica, S. A. Obtenido de Biblioteca Digital:
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/079/htm/sec_4.htm
- Ayora, A. (12 de Septiembre de 2016). *Tejidos inteligentes: La tecnología detrás de las prendas*. Obtenido de Desnivel : <http://desnivel.com/material/noticias/tejidos-inteligentes-la-tecnologia-detras-de-las-prendas>
- Boix, O., Córcoles, F., & Sainz, L. (2009). *Tecnología eléctrica* (Vol. (2a. ed.)). Barcelona: Cano Pina. Obtenido de
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/utnortesp/detail.action?docID=3226770>.

- CarlosVolt Tutoriales. (4 de Febrero de 2018). *Visualizar gráfica cardíaca en smartphone con cheapduino y sensor de pulsos*. Obtenido de <http://rogerbit.com>:
<http://rogerbit.com/wprb/2018/02/visualizar-grafica-cardiaca-en-smartphone-con-cheapduino-y-sensor-de-pulsos/>
- CCM. (Junio de 2014). *Transmisión de datos: Introducción*. Obtenido de Creative Commons :
<http://es.ccm.net/contents/686-transmision-de-datos-introduccion>
- Cía, J. (4 de Febrero de 2015). *Tejidos inteligentes: Lilypad Arduino, el corazón de la ropa que 'piensa'*. Obtenido de BBVA: <https://bbvaopen4u.com/es/actualidad/tejidos-inteligentes-lilypad-arduino-el-corazon-de-la-ropa-que-piensa>
- Climent, C. (2008). *Smart Textiles: la moda puede esperar*.
- Conocimientos web. (4 de Octubre de 2013). *Conceptos dentro de la industria de la confección*. Obtenido de Conocimientos web:
<http://www.conocimientosweb.net/descargas/article269.html>
- Controltécnica . (2018). *Xenotest- Envejecimiento acelerado*. Obtenido de cts-clima.com:
<https://www.cts-clima.com/es/envejecimiento-y-solidez-a-la-luz/xenotest.html>
- Corona, L., Abarca, G., & Carreño, J. (2014). *Sensores y Actuadores. Aplicaciones con Arduino* . México D.F.: Patria S.A de C.V.
- Díaz, J. (21 de Enero de 2016). *Placa Arduino UNO*. Obtenido de www.iescamp.es:
<http://www.iescamp.es/miarduino/2016/01/21/placa-arduino-uno/>
- Educaweb. (2018). *Diseñador de modas*. Obtenido de Educaweb:
<http://www.educaweb.com/profesion/disenador-moda-91/>

- Ekuatio. (2017). *Medidas de dispersión: Recorrido, desviación media, varianza y desviación típica*. Obtenido de <https://ekuatio.com/>: <https://ekuatio.com/medidas-de-dispersion-recorrido-desviacion-media-varianza-y-desviacion-tipica/>
- Equipo Dsigno. (19 de Octubre de 2016). *Eagister*. Obtenido de <https://www.emagister.com/blog/tipos-diseno-moda/>
- Exteban. (15 de Abril de 2013). *Lo que hay que saber de las baterías*. Obtenido de WinTablet.com: <http://wintablet.info/2013/04/lo-que-hay-que-saber-de-las-baterias/>
- Fernández, A., Piquer, J., Recio, R., & Torres, M. (Junio de 2008). *Presente y futuro de la I+D+i en el sector textil / Confección*. Talavera de la Reina: ASINTEC.
- Fernández, J., & Rodríguez, F. (2003). *Manual del técnico auxiliar de geriatría*. Sevilla: MAD, S.L.
- García, A. (Septiembre de 2015). *Qué es la conductancia y la conductividad*. Obtenido de Así funciona: http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_conductancia/ke_conduct_2.htm
- García, J. (2014). *Fundamentos de Tecnología Eléctrica*. Madrid: Dextra. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/utnortesp/reader.action?ppg=6&docID=3229441&tm=1521392386037>
- General, D. (15 de Enero de 2015). *Concepto de definición*. Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/disenos/>
- González, A. G. (20 de Mayo de 2015). *¿Qué es Arduino y para qué se utiliza?* Obtenido de Panamá Hitek: <http://panamahitek.com/que-es-arduino-y-para-que-se-utiliza/>
- Gonzalez, R., & Zeitun, G. S. (2002). *Fundamentos de Ingeniería Eléctrica: Manual de Prácticas*. Santo Domingo: Instituto Tecnológico de Santo Domingo.
- Heart Rhythm Society. (2013). Ritmo cardiaco rápido . *Heart Rhythm Society*.

Hiper Shops. (Jueves 24 de Noviembre de 2016). *TodoSai2.0*. Obtenido de

<https://todosai.com/blog/baterias-tipos-y-usos-b50.html>

ISO. (Septiembre de 2014). Solidez del color a la luz artificial: Prueba de la lámpara de

desvanecimiento por arco de Xenon. *Textiles-Pruebas de solidez del color - Parte B02*.

James Heal. (2017). *Martindale – James Heal*. Obtenido de James-heal.co.uk:

<https://www.james-heal.co.uk/instrument/martindale/>

La Colonial. (26 de Enero de 2014). *Tejido a la plana y tejido de punto* . Obtenido de

lacolonial.wordpress.com: <https://lacolonial.wordpress.com/2014/01/26/tejido-a-la-plana-y-tejido-de-punto/>

La Tela feliz. (14 de Abril de 2016). *¿Qué tipo de tela es punto de algodón o el algodón Jersey?*

Obtenido de La Tela feliz: <http://www.latelafeliz.com/es/blog/56-que-tipo-de-tela-es-punto-de-algodon-o-el-algodon-jersey>

Lavado, F. (2013). *III. La Industria Textil y su Control de Calidad: Hilandería*.

Lavado, F. E. (2012). *IV. La industria textil y su control de calidad. Tejeduría*.

Lima, T. (23 de Marzo de 2018). Elaboración de un tejido conductor para la fabricación de un textil inteligente. Ibarra, Imbabura, Ecuador: Universidad Técnica del norte .

MacGill, M. (21 de Enero de 2016). *Medical News Today*. Obtenido de ¿Qué es la frecuencia cardíaca? ¿Cuál es la normal?: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/291182.php>

MCI Electronics. (2018). *¿QUÉ ES ARDUINO?* Obtenido de Arduino CL: <http://arduino.cl/que-es-arduino/>

Modacasa. (28 de Mayo de 2015). *Resistencia de las telas. Test Martindale*. Obtenido de

Modacasa.es: <http://www.modacasa.es/resistencia-de-las-telas-ciclos-martindale/>

Mujal, R. (2002). *Electrónica* . Barcelona: UPC Universidad Politècnica de Catalunya.

- NTE INEN-ISO. (2013). NTE INEN-ISO 12947-2. *Textiles – determinación de la resistencia a la resistencia a la abrasión de los tejidos por el método de martindale*. Ecuador .
- Pallás, A. (2007). *Instrumentos electrónicos básicos*. Barcelona: Marcombo.
- Pallás, R. (1993). *Adquisición y distribución de señales*. Barcelona: Marcombo.
- Pambaquishpe, L. (2017). Evolución de los textiles ultra inteligentes o de tercera generación. Ibarra.
- Pla, J. (2016). Caracterización de sensores integrados en prendas textiles deportivas para la práctica del triatlón. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Ramírez, S. (14 de Julio de 2016). Obtenido de Autosoporte.com:
<http://www.autosoporte.com/blog-automotriz/item/449-que-puedes-medir-con-un-multimetro>
- Rodríguez, F. (2006). *Técnicas y procedimientos del auxiliar geriátrico*. Sevilla: MAD, S.L.
- Roldán, A. (2010). Textiles Inteligentes. *Revista de la Asociación de Autores Científico-Técnicos y Académicos*.
- Rosero, E., Rosero, P., Pambaquishpe, L., Chamba, E., & Umaquina, A. (24 de Abril de 2017). Evolución de los textiles inteligentes: revisión de literatura. Ibarra, Ecuador.
- Sánchez, J. R. (Abril de 2007). Los textiles inteligentes y el desarrollo tecnológico de la industria textil. España: Fundación Técnica Industrial.
- Sinha, S. (2016). *Resistividad, resistencia específica*. Obtenido de Electrónica Unicrom:
<https://unicrom.com/resistividad-resistencia-especifica/>
- Syduzzaman, M., Patwary, S. U., Farhana, K., & Ahmed, S. (24 de Enero de 2015). Textiles inteligentes y nanotecnología: una visión general. *Journal of Textile Science & Engineering*.

Telas Perú. (2 de Marzo de 2015). *Jersey full lycra Pesada*. Obtenido de Telas Perú:

<http://www.telasperu.com/jersey-full-lycra-241/>

Telas Perú. (23 de Mayo de 2017). *Jersey Algodón Lycra, Lycra Fría*. Obtenido de Telas Perú:

<http://www.telasperu.com/jersey-algodon-lycra-lycra-fria-jersey-full-lycra/>

UTS Instruments. (02 de 08 de 2017). *¿Cuál es la prueba de abrasión Martindale y cómo*

realizarla? Obtenido de Es.utstesters.com: http://es.utstesters.com/blog/what-s-the-martindale-abrasion-test-and-how-to-perform-it_b4

Vera, C. (17 de Abril de 2010). *Patronaje Montessori*. Obtenido de

<http://patronajemontessori.blogspot.com/2010/04/patronaje-industrial.html>

Wolf, S., & Smith, R. (1973). *Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio*.

Kathleen Schiaparelli.

Anexos



Anexo 1. Tejido conductor en tres franjas de 5,4 cm ancho y 50 de largo

Fuente: Erika Cachimuel

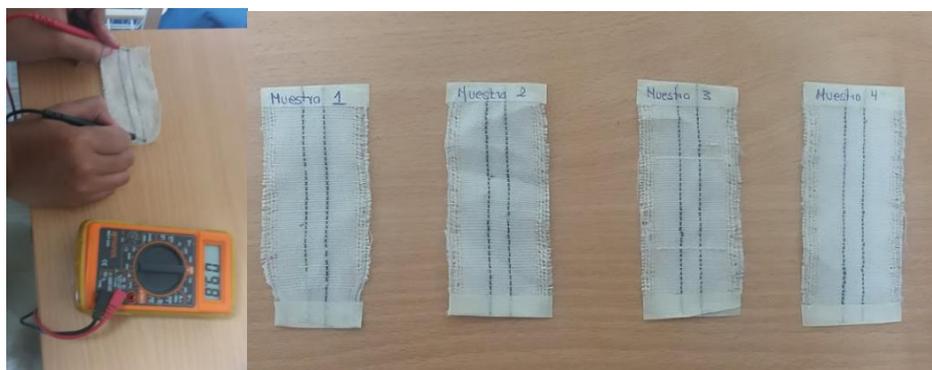
Table I—Test Conditions^a

Test No. ^b	Temp		Total Liquor Volume (mL)	Percent Powder Detergent of Total Volume	Percent Liquid Detergent of Total Volume	Percent Available Chlorine of Total Volume	No. Steel Balls	No. of Rubber Balls	Time (Min)
	°C (± 2)	°F (± 4)							
1A	40	105	200	0.37	0.56	None	10	0	45
1B ^c	31	88	150	0.37	0.56	None	0	10	20
2A	49	120	150	0.15	0.23	None	50	0	45
3A	71	160	50	0.15	0.23	None	100	0	45
4A	71	160	50	0.15	0.23	0.015	100	0	45
5A	49	120	150	0.15	0.23	0.027	50	0	45

^a Refer to Section 9 for objectives for each test method.
^b All Tests include an alternate use for 2003 AATCC Standard Liquid Detergent.
^c Test 1B provides for the use of White Rubber Balls instead of Stainless Steel Balls.

Anexo 2. Tabla de condiciones la prueba de lavado acelerado

Fuente: (AATCC, 2007)



Anexo 3. Corte de probetas para la prueba de lavado acelerado y toma de datos.

Fuente: Erika Cachimuel



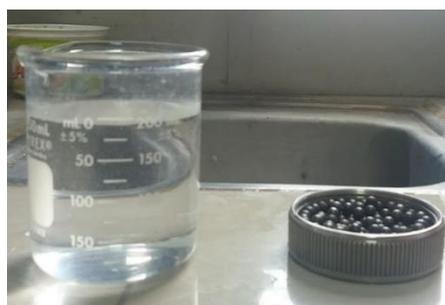
Anexo 4. Detergentes normalizados para la prueba de lavado acelerado

Fuente: Erika Cachimuel



Anexo 5. Pipeteo del detergente

Fuente: Erika Cachimuel



Anexo 6. Solución de detergente y bolas de acero para para la prueba de lavado acelerado.

Fuente: Erika Cachimuel



Anexo 7. Vasos de autoclave con solución prueba para la de lavado acelerado.

Fuente: Erika Cachimuel



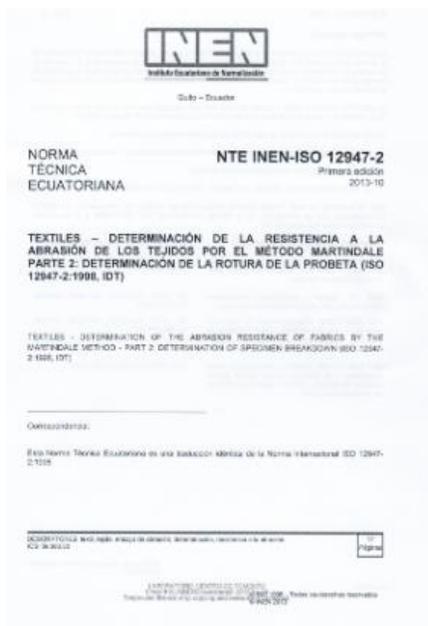
Anexo 8. Programa de autoclave para la prueba de lavado acelerado

Fuente: Erika Cachimuel



Anexo 9. Corte y medición de probetas para la prueba de oposición a la luz.

Fuente: Erika Cachimuel



Anexo 10. Norma INEN-ISO. 12947-2. Textiles – determinación de la resistencia a la resistencia a la abrasión de los tejidos por el método de martindale.



Anexo 11. Corte y toma de datos de las probetas para la prueba de abrasión.

Fuente: Erika Cachimuel



Anexo 12. Máquina MiDi-Martindale de 5 cabezales marca James Heal.

Fuente: Erika Cachimuel



Anexo 13. Display de la maquina Trufade.

Fuente: Erika Cachimuel



Anexo 14. Toma de medidas posteriores a las pruebas.

Fuente: Erika Cachimuel



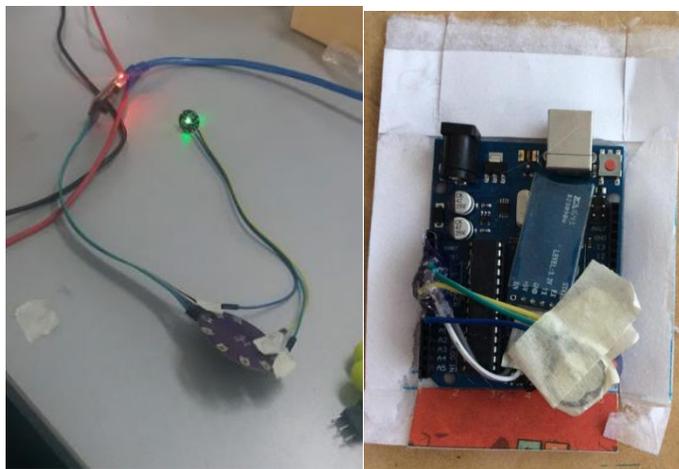
Anexo 15. Ensamblaje del tejido conductor con el delantero de la camiseta en máquina recta.

Fuente: Erika Cachimuel



Anexo 16. Delantero de la camiseta con el tejido conductor: Especificación de la zona que requiere costura a mano.

Fuente: Erika Cachimuel



Anexo 17. Circuito electrónico con placa Arduino lilypad simplee y Arduino UNO.

Fuente: Erika Cachimuel



Anexo 18. Ensamblaje de la parte electrónica en la camiseta.

Fuente: Erika Cachimuel



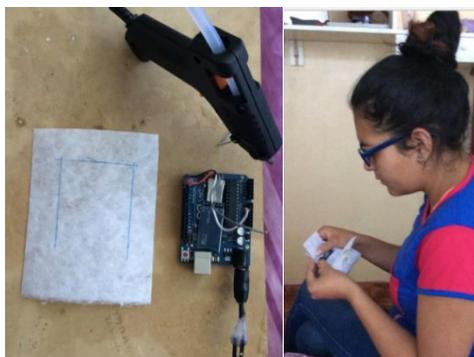
Anexo 19. Adaptación de puertos de conexión en los extremos del tejido conductor.

Fuente: Erika Cachimuel



Anexo 20. Prueba de conductividad batería-hilo.

Fuente: Erika Cachimuel



Anexo 21. Construcción del bolsillo contenedor del circuito.

Fuente: Erika Cachimuel

ISO Organización Internacional para la Estandarización
Cuando el mundo está de acuerdo

Estándares | Todo sobre ISO | Participando | Almacenar

Catálogo de normas | Publicaciones y productos

ISO 105-B02: 2014 **Avance**

Textiles - Pruebas de solidez del color - Parte B02: Solidez del color a la luz artificial: Prueba de la lámpara de desvanecimiento por arco de Xenon

ISO 105-B02: 2014 especifica un método destinado a determinar el efecto sobre el color de los textiles de todo tipo y en todas sus formas, sobre la acción de una fuente de luz artificial representativa de la luz natural (D65). El método también se aplica a los textiles blancos (blanqueados o iluminados ópticamente).

Este método permite el uso de dos conjuntos diferentes de referencias de lana azul. Los resultados de los dos conjuntos diferentes de referencias pueden no ser idénticos.

Compre este estándar

Formato: PDF + ePub | Idioma: Inglés

Papel: Inglés

CHF 158

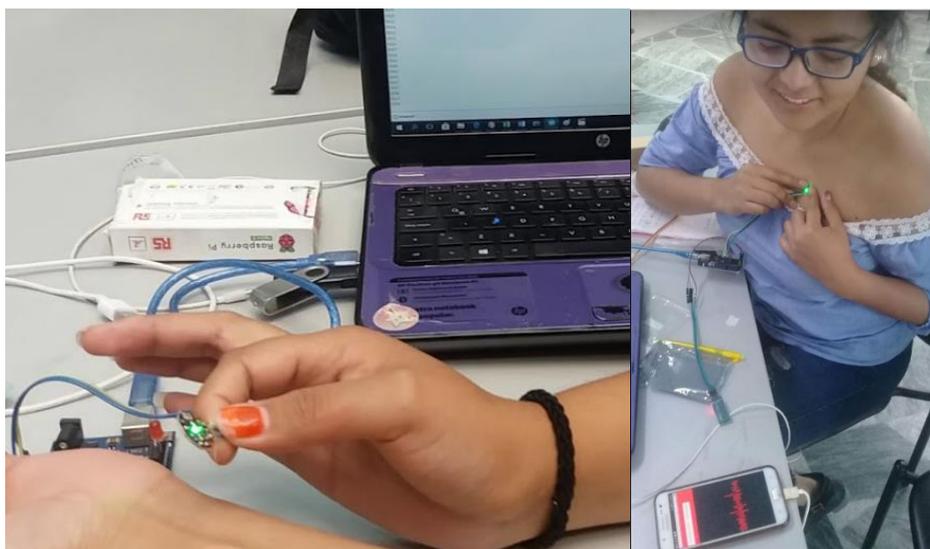
¿Tienes una pregunta?
 Consulte nuestras preguntas frecuentes

AATCC Test Method 16.3-2014
Colorfastness to Light: Xenon-Arc

Developed in 1964 by AATCC Council...
 Approved by the American Association of Textile Chemists and Dyers...
 1. Purpose and Scope
 2. Terminology
 3.1 AATCC Blue Wool Lightfastness Standard...
 3.2 AATCC Kaling Test (AKT)...
 3.3 Black-panel illumination...
 3.4 Black standard illumination...
 3.5 Ultraviolet illumination...
 3.6 Ultraviolet irradiance...
 3.7 Ultraviolet irradiance...
 3.8 Ultraviolet irradiance...
 3.9 Ultraviolet irradiance...
 3.10 Ultraviolet irradiance...
 3.11 Ultraviolet irradiance...
 3.12 Ultraviolet irradiance...
 3.13 Ultraviolet irradiance...
 3.14 Ultraviolet irradiance...
 3.15 Ultraviolet irradiance...
 3.16 Ultraviolet irradiance...
 3.17 Ultraviolet irradiance...
 3.18 Ultraviolet irradiance...
 3.19 Ultraviolet irradiance...
 3.20 Ultraviolet irradiance...
 3.21 Ultraviolet irradiance...
 3.22 Ultraviolet irradiance...
 3.23 Ultraviolet irradiance...
 3.24 Ultraviolet irradiance...
 3.25 Ultraviolet irradiance...
 3.26 Ultraviolet irradiance...
 3.27 Ultraviolet irradiance...
 3.28 Ultraviolet irradiance...
 3.29 Ultraviolet irradiance...
 3.30 Ultraviolet irradiance...
 3.31 Ultraviolet irradiance...
 3.32 Ultraviolet irradiance...
 3.33 Ultraviolet irradiance...
 3.34 Ultraviolet irradiance...
 3.35 Ultraviolet irradiance...
 3.36 Ultraviolet irradiance...
 3.37 Ultraviolet irradiance...
 3.38 Ultraviolet irradiance...
 3.39 Ultraviolet irradiance...
 3.40 Ultraviolet irradiance...
 3.41 Ultraviolet irradiance...
 3.42 Ultraviolet irradiance...
 3.43 Ultraviolet irradiance...
 3.44 Ultraviolet irradiance...
 3.45 Ultraviolet irradiance...
 3.46 Ultraviolet irradiance...
 3.47 Ultraviolet irradiance...
 3.48 Ultraviolet irradiance...
 3.49 Ultraviolet irradiance...
 3.50 Ultraviolet irradiance...

Anexo 22. Norma ISO 105-B02:2014. Textiles. Pruebas de solidez del color a la luz artificial.

Fuente: Erika Cachimuel



Anexo 23. Prueba de funcionamiento del sensor de ritmo cardiaco Amped en diferentes zonas del cuerpo.

Fuente: Erika Cachimuel