



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA
COLEGIO DE INGENIERÍA TEXTIL

PROPUESTA DE PRENDA INTELIGENTE PARA DETECCIÓN DE ACCIDENTES
PERSONALES EN AREAS CONFINADAS USANDO ARDUINO UNO.

TESIS QUE

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO TEXTIL

PRESENTA:

CAROLINA PANO AZUCENA

DIRECTOR:

DR. JOSE LUIS MACIAS PONCE

PUEBLA, PUE.

SEPTIEMBRE 2021

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi familia, en especial a mi madre Antolina Azucena que a pesar de los obstáculos que se han presentado siempre supo cómo sacarnos adelante a mis hermanas y a mí, enseñarnos a siempre superar nuestras propias expectativas, siendo mi principal motivación para ser una persona trabajadora, dedicada y creativa.

A mi papá Severiano Pano que me inspiro a hacer en todo momento lo que más me apasiona y ayudarme a ser la mejor versión de mí.

A mis hermanas Alicia, Ana Dalia y Mariel por ser mis modelos para seguir, pues ellas nunca me dejaron caer ni rendirme, siempre me enseñaron, ayudaron y motivaron cuando más las necesitaba, demostrándome que siempre van a existir altas y bajas, pero si te propones un objetivo lo logras a pesar de ello.

Índice

INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
Justificación	2
Hipótesis	5
Metodología	5
CAPÍTULO 1 . ACCIDENTES DE TRABAJO EN LA INDUSTRIA.	1
1.1 Accidente de trabajo	1
1.2 Incidencias de trabajo en la República Mexicana	1
1.3 Defunciones derivadas de accidentes de trabajo.....	3
CAPÍTULO 2 . TECNOLOGÍA DE ARDUINO.....	7
2.1 ¿Qué es Arduino UNO?	7
2.2 Sensor AD3282.....	16
2.3 Tarjeta de desarrollo NODEMCU V2 ESP8266.	27
2.5 Código del programa.....	28
2.4 Código de programa para sensor AD8232.....	32
CAPÍTULO 3 . PROPUESTA DE UNA PRENDA CAPAZ DE TRANSMITIR UNA SEÑAL	35
3.1 Análisis de hilo	36
3.2 Análisis de tela.....	38
3.3 Integración de circuito y aplicación Android	42
3.4 Aplicación.....	47
3.5 Pruebas.....	50
CAPÍTULO 4 . ALCANCES DE ESTA PRENDA EN LA INDUSTRIA EN GENERAL	62

4.1 Primera prueba con hilo conductor.	62
4.2 Segunda prueba con hilo conductor.....	68
4.3 Alcances de la prenda.....	73
CONCLUSIÓN	76
REFERENCIAS.....	79

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo se han creado normas para la prevención de accidentes laborales, y con ello se han evitado innumerables accidentes. Sin embargo, a pesar de ello, no se ha logrado eliminarlos completamente, y muchos de ellos desafortunadamente llegan a ocasionar la muerte. Algunas veces, las muertes derivadas de accidentes son porque no se obtiene una ayuda rápida que pueda intervenir para auxiliar a las personas afectadas.

De esta manera, en la búsqueda de generación de ideas que ayuden a salvaguardar la integridad física de las personas, se han encontrado una gran cantidad de posibilidades para ello, dentro de las cuales sobresale la de proponer una prenda que tenga características y cualidades que ayuden a cubrir esta necesidad; es decir, la prenda debería cumplir con ayudar a una persona que ayude a prevenir una accidente y se encuentre en una zona donde no pueda ser escuchada a enviar un aviso inmediato al personal de supervisión en caso de suceder un incidente.

Una de las industrias donde tendría aplicación esta idea sería la industria textil dado que mucho de sus procesos se desarrollan ocupando más de un nivel operativo separados por plataformas, mezanines o incluso hasta pisos y es muy común que algún operador al cambiar de un nivel a otro se exponga a la ocurrencia de un accidente. Aunado a lo anterior cabe mencionar que también en este tipo de industria en varias ocasiones un solo operador atiende varias máquinas por lo que resulta conveniente desarrollar esta idea para proponer usada en este campo industrial.

Por otro lado, el desarrollo actual de la tecnología permite encontrar en el mercado una gran cantidad de apoyos que pueden ser utilizados para desarrollar una prenda como la que se menciona en párrafos anteriores. Uno de los elementos más utilizados que resulta económico y funcional es el microcontrolador Arduino UNO que es un programador de código abierto que ocupa muy poco espacio y su adquisición resulta muy económica comparado con otros en el mercado.

La intención de este trabajo es combinar esta tecnología con algún tipo de tela que permita obtener como resultado una prenda ligera que cumpla con la función de activarse automáticamente en caso del que el portador sufra un accidente y envíe una señal a quienes puedan presentarle ayuda inmediatamente.

Objetivo general

Presentar una propuesta de prenda inteligente que de aviso a personal de apoyo en caso de que quien porte la prenda sufra una lesión o accidente, con la finalidad de enviar ayuda de manera inmediata.

Objetivos específicos

- 1.- Mostrar el impacto que causan los accidentes de trabajo en la industria poblana.
- 2.- Presentar las ventajas del microcontrolador de código abierto Arduino UNO para uso de este tipo de aplicaciones.
- 3.- Desarrollar un prototipo de prenda que se adapte a las necesidades del trabajo en la industria combinado con la tecnología Arduino
- 4.- Presentar el producto resultante de este desarrollo y su posible aplicación en la industria en general.

Justificación

En la industria textil o en cualquier otra, existen innumerables causas que pueden producir accidentes en el trabajo, pues, aunque en la empresa cuente con un manual de seguridad industrial, el trabajo cotidiano y la “ceguera de taller” hacen que un accidente sea inevitable. Los accidentes representan pérdidas físicas y económicas de menor o mayor gravedad tanto para el empleador como para el trabajador.

Siendo así surge la necesidad de que las personas tengan la posibilidad de detectar a tiempo un accidente. En el año 2020, y de acuerdo con la información registrada y publicada por el IMSS (ver tabla 1 y 2), existieron 178 casos de muerte, de los cuales

44 de ellos fueron por falta de sustento a sus alrededores, esto quiere decir que el trabajador no tuvo ninguna posibilidad de apoyo por parte de un compañero o las autoridades de la empresa al momento de la ocurrencia del accidente.

Entidad Federativa	2020			2019			2018		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
Aguascalientes	4		4	16		16	11	1	12
Baja California	8		8	18		18	23		23
Baja California Sur				2		2	4		4
Campeche	1		1	4	1	5	1		1
Coahuila	6		6	25		25	31	1	32
Colima	1		1	10		10	17	1	18
Chiapas	1		1	11		11	14	2	16
Chihuahua	7		7	25		25	32		32
Distrito Federal	5	1	6	30	3	33	37	1	38
Durango	4		4	12		12	25		25
Guanajuato	17	1	18	52	3	55	65	2	67
Guerrero	4		4	13		13	16		16
Hidalgo	2		2	17		17	26	1	27
Jalisco	14		14	61	1	62	65		65
México	14		14	124	2	126	130	2	132
Michoacán	15		15	50	1	51	35		35
Morelos	4		4	13	2	15	12		12
Nayarit	2		2	5		5	14		14
Nuevo León	13	1	14	36		36	40	1	41
Oaxaca	1		1	13		13	16		16
Puebla	6		6	29	1	30	31	2	33
Querétaro	4		4	13		13	23		23
Quintana Roo	3		3	12		12	15		15
San Luis Potosí	4		4	13		13	25		25
Sinaloa	8	1	9	29	1	30	32		32
Sonora	8		8	18	1	19	20	1	21
Tabasco	4		4	9		9	17	1	18
Tamaulipas	1	1	2	27		27	26	1	27
Tlaxcala	1		1	8		8	8		8
Veracruz	10		10	32	1	33	45	1	46
Yucatán		1	1	7		7	9		9
Zacatecas				10	1	11	22	1	23
Total	172	6	178	744	18	762	887	19	906

p/ Cifras preliminares a septiembre de 2020, debido a que a medida que el IMSS declara los casos de riesgos de trabajo como terminados, éstos se incorporan a la estadística del año de ocurrencia del riesgo. Es por ello que los datos pueden aumentar cada trimestre, incluso en los años menos recientes.

1/ Las cifras no coinciden con las publicadas en la Memoria Estadística del IMSS. En este cuadro, los datos se presentan clasificados por el año de ocurrencia del riesgo de trabajo a diferencia del IMSS cuyo pivote es el año de alta o inicio de pensión de los casos.

Tabla 1 Defunciones derivadas de Accidentes de Trabajo (casos terminados) por entidad federativa y sexo, según año de ocurrencia (IMSS, 302_0135, 2021).

Acto Inseguro	2020			2019			2018		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
Adoptar posiciones o actitudes peligrosas	11		11	46	1	47	61	1	62
Colocar, mezclar, combinar, etc, en forma insegura	2		2	12		12	9		9
Falta de atención a la base de sustentación o sus alrededores	43	1	44	199	6	205	241	5	246
Falla al asegurar o prevenir	63	1	64	252	5	257	259	8	267
Hacer inoperantes los dispositivos de seguridad				2		2	2		2
Limpiar, engrasar, ajustar o reparar equipo móvil, con carga eléctrica o presurizado	1		1	4		4	4		4
No usar el equipo de protección personal disponible	2		2	8		8	8		8
Usar accesorios de indumentaria personal inseguros									
Operar o trabajar a velocidad insegura	4		4	8		8	7		7
Comportamiento inapropiado en el trabajo	3		3	12		12	13		13
Uso inapropiado del equipo							3		3
Uso inapropiado de las manos o de otras partes del cuerpo				1		1	2		2
Uso de equipo inseguro				2		2	5		5
Falla o acto inseguro de terceros	29	1	30	126	4	130	184	4	188
Sin clasificar por datos insuficientes	1		1	18	1	19	14		14
Acto inseguro, sce	2		2	7		7	6		6
Sin acto inseguro	11	3	14	44	1	45	67	1	68
No especificado				3		3	2		2
Total	172	6	178	744	18	762	887	19	906

Tabla 2 Defunciones derivadas de Accidentes de Trabajo (casos terminados) por acto inseguro y sexo, según año de ocurrencia (IMSS, 302_0138, 2021) .

Los 178 y 44 accidentes que se han mencionado son parte de un total de 132,386 que son el total de accidentes de trabajo según información del IMSS ver tabla 3, en caso de realizar una investigación más profunda podría encontrarse que muchos de los accidentes que afortunadamente no fueron mortales pudieron haberse evitado o incluso reducir su gravedad si en las áreas donde se desempeñan los trabajadores estos tuvieran forma de informar o transmitir una señal en el momento que les está ocurriendo el accidente.

Tipo de Riesgo	2020			2019			2018		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
Accidentes de Trabajo	88,154	44,232	132,386	258,842	132,252	391,094	268,445	129,476	397,921
Accidentes en Trayecto	23,977	23,681	47,658	67,853	71,610	139,463	69,375	72,223	141,598
Enfermedades de Trabajo	15,188	22,421	37,609	6,916	4,076	10,992	9,232	4,987	14,219
Total	127,319	90,334	217,653	333,611	207,938	541,549	347,052	206,686	553,738

Tabla 3 Riesgos de Trabajo registrados en el IMSS por año de ocurrencia y sexo, según tipo de riesgo (IMSS, 302_0124, 2021).

Se menciona el momento de ocurrencia porque es justo en ese instante que el organismo de cualquier ser humano, debido a la segregación de adrenalina y la impresión recibida modifica su ritmo cardiaco, y es este fenómeno el que se quiere aprovechar en este trabajo para proponer un tipo de prenda de trabajo que pueda detectar esos cambios y simultáneamente transmitir una seña de radio frecuencia que de aviso a quienes estén más cerca del trabajador y puedan proporcionarle una ayuda inmediata con la finalidad de reducir la gravedad del accidente que le esté ocurriendo.

Hipótesis

¿Es posible desarrollar una prenda de trabajo cómoda que ayude a un trabajador que al momento de sufrir un accidente detecte por medio del cambio de ritmo en los latidos del corazón la ocurrencia del suceso y envíe una señal de ayuda?

Metodología

Se analizará la información que presenta el IMSS sobre accidentes de trabajo a nivel nacional y estatal con la finalidad de determinar la posibilidad de que algunos accidentes similares de los que ha reportado pudieran evitar la ocurrencia de muerte haciendo uso de un dispositivo integrado a un uniforme de trabajo y que al ocurrir un accidente pueda transmitir una seña de ayuda.

El dispositivo de desarrollar de una manera una práctica utilizando la tecnología Arduino para conocer y entender las funciones técnicas que puedan generar una señal de radiofrecuencia que se convertiría en una señal de alerta cuya respuesta permita brindar ayuda a los trabajadores. Se usarán un Módulo Sensor de medición del pulso cardíaco ECG AD8232, y una tarjeta de Desarrollo NODEMCU V2 ESP8266 ambos soportados por la tecnología Arduino UNO.

Finalmente se propondrá el diseño de una prenda que se ajuste a las necesidades y comodidades tanto de la persona como de los circuitos, cuidando no afectar el funcionamiento de ambos y tratando de alcanzar la finalidad que se ha descrito con anterioridad.

CAPÍTULO 1 . ACCIDENTES DE TRABAJO EN LA INDUSTRIA

En el presente capitulo se definirá lo que es un accidente de trabajo de acuerdo con la ley federal del trabajo y que es la misma que tomó al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) para efecto de todo lo que se refiere a este tema dentro de la institución como son atención, incapacidades, servicios etc.

Del mismo modo se muestra un resumen de las incidencias de accidentes de trabajo en la industria en general mostrando tablas que permiten ver el grado de riesgo que existen en el ambiente laboral.

1.1 Accidente de trabajo

Según la Ley Federal de Trabajo en el Artículo 474 (México, 2021), “accidente de trabajo es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, la muerte o la desaparición derivada de un acto delincuencia, producida repentinamente en ejercicio o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste” y Artículo 473. “Riesgos de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo” (México, 2021).

1.2 Incidencias de trabajo en la República Mexicana

En las industrias existe el riesgo de que se presenten accidentes laborales, aun tomando medidas de prevención. Según la secretaria del Trabajo y Previsión Social con información de la Coordinación de Salud en el Trabajo y la Consulta Dinámica (CUBOS), IMSS a septiembre 2020, las tasas de incidencia de trabajo registrados en esta institución por año fueron un total de 132,386 como lo indica la tabla 1.1.

Periodo	Total	Accidentes de Trabajo	Accidentes en Trayecto	Enfermedades de Trabajo	Trabajadores con Seguro de Riesgo de Trabajo 3/ (Promedio anual)
	A	B	C	D	E
Total					
2008	507,413	411,894	91,984	3,535	13,999,443
2009	491,719	396,175	91,733	3,811	13,825,326
2010	505,694	402,008	100,145	3,541	14,555,035
2011	540,692	425,318	111,309	4,065	15,166,000
2012	551,253	428,747	117,561	4,945	15,876,086
2013	540,368	414,133	119,672	6,563	16,339,369
2014	533,469	405,688	119,223	8,558	17,050,490
2015	543,724	420,348	111,758	11,618	17,691,441
2016	563,444	418,781	131,754	12,909	18,411,949
2017	533,728	387,865	132,311	13,552	19,214,088
2018	553,738	397,921	141,598	14,219	19,884,681
2,019	541,549	391,094	139,463	10,992	20,242,453
2020	217,653	132,386	47,658	37,609	19,462,949

Tabla 1.1 Tasas de Incidencia de Riesgos de Trabajo, (Secretaría del Trabajo y Previsión Social; Coordinación de Salud en el Trabajo; Consulta Dinámica; IMSS, 2021).

En la tabla puede observarse que en los últimos años la ocurrencia de accidentes anda alrededor de los 400,000 por año a excepción del 2020 donde solo se registraron 132,386 accidentes y que ojalá esta reducción sea debido a las acciones tomadas por las empresas en cuanto a equipamiento, capacitación de personal y medidas preventivas que ayudaran a evitar la ocurrencia de accidentes. Sin embargo, como es sabido por todos y debido a la pandemia, el sector laboral en todo el país se vio disminuido en su actividad un par de meses con paro total y el resto del año trabajando con capacidad reducida; desafortunadamente esto es la causa real de disminución de accidentes en ese año.

1.3 Defunciones derivadas de accidentes de trabajo.

Entidad Federativa	2020			2019			2018		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
Aguascalientes	4		4	16		16	11	1	12
Baja California	8		8	18		18	23		23
Baja California Sur				2		2	4		4
Campeche	1		1	4	1	5	1		1
Coahuila	6		6	25		25	31	1	32
Colima	1		1	10		10	17	1	18
Chiapas	1		1	11		11	14	2	16
Chihuahua	7		7	25		25	32		32
Distrito Federal	5	1	6	30	3	33	37	1	38
Durango	4		4	12		12	25		25
Guanajuato	17	1	18	52	3	55	65	2	67
Guerrero	4		4	13		13	16		16
Hidalgo	2		2	17		17	26	1	27
Jalisco	14		14	61	1	62	65		65
México	14		14	124	2	126	130	2	132
Michoacán	15		15	50	1	51	35		35
Morelos	4		4	13	2	15	12		12
Nayarit	2		2	5		5	14		14
Nuevo León	13	1	14	36		36	40	1	41
Oaxaca	1		1	13		13	16		16
Puebla	6		6	29	1	30	31	2	33
Querétaro	4		4	13		13	23		23
Quintana Roo	3		3	12		12	15		15
San Luis Potosí	4		4	13		13	25		25
Sinaloa	8	1	9	29	1	30	32		32
Sonora	8		8	18	1	19	20	1	21
Tabasco	4		4	9		9	17	1	18
Tamaulipas	1	1	2	27		27	26	1	27
Tlaxcala	1		1	8		8	8		8
Veracruz	10		10	32	1	33	45	1	46
Yucatán		1	1	7		7	9		9
Zacatecas				10	1	11	22	1	23
Total	172	6	178	744	18	762	887	19	906

Tabla 1.2 Defunciones derivadas de Accidentes de Trabajo (casos terminados) por entidad federativa y sexo, según año de ocurrencia (IMSS, 302_0135, 2021).

En la tabla 1.2 se muestra el número de defunciones por entidad federativa y por sexo las derivadas de accidentes en el trabajo, siendo un total de 178 en el 2020 donde el estado de Guanajuato muestra el mayor número de muertes en ese año con un total de 18 defunciones, 2019 habiendo un total de 762 defunciones, fue el estado de México el más destacado entre los estados con un total de 126 defunciones, y en el año 2018 con 906 muertes siendo el Estado de México más alto con un total de 132.

En el caso de Puebla, que es el lugar donde interesa aplicar primeramente el resultado de este proyecto de tesis, se observa que, en el 2020, 2019, 2018 hubo 6, 30 y 33 defunciones respectivamente, y es el propósito de este trabajo apoyar a que esos números puedan reducirse.

Actividad Económica	2020			2019			2018		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
Agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y caza	12	1	13	20	1	21	33	2	35
Industrias extractivas	2		2	19		19	26		26
Industrias de transformación	30	1	31	110	1	111	113	3	116
Industria de la construcción	24		24	143	1	144	188		188
Industria eléctrica y captación y suministro de agua potable	2		2	12	1	13	10		10
Comercio	36		36	137	2	139	135	5	140
Transportes y comunicaciones	29		29	132	1	133	197	2	199
Servicios para empresas, personas y el hogar	18	2	20	103	6	109	106	3	109
Servicios sociales y comunales	19	2	21	68	5	73	79	4	83
No especificado									
Total	172	6	178	744	18	762	887	19	906

Tabla 1.3 Defunciones derivadas de Accidentes de Trabajo (casos terminados) por actividad económica y sexo, según año de ocurrencia (IMSS, 302_0136, 2021).

Por otro lado, en la tabla 1.3 se muestra durante el mismo periodo de tiempo las actividades económicas y de trabajo donde ocurrieron las defunciones y donde se puede observar, que las más destacadas son: en el año 2020 la industria de la transformación con 31 muertes, el comercio con 36 y transporte y comunicaciones con 29; en el año 2019 y 2018 la industria de la construcción con 144 y 188 respectivamente, comercio 139 y 140 y por último el más destacado en el año 2018 fue de 199 en transportes y comunicaciones.

Ocupación SINCO	2020			2019			2018		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
Funcionarios, directores y jefes	4	1	5	22	1	23	25	1	26
Profesionistas y técnicos	21		21	103	2	105	101	4	105
Trabajadores auxiliares en actividades administrativas	9		9	39	1	40	41		41
Comerciantes, empleados en ventas y agentes de ventas	19		19	73	2	75	91	3	94
Trabajadores en servicios personales y vigilancia	19	2	21	91	5	96	112	4	116
Trabajadores en actividades agrícolas, ganaderas, forestales,	4		4	11		11	10		10
Trabajadores artesanales	21		21	82		82	96	1	97
Operadores de maquinaria industrial, ensambladores, choferes y conductores de transporte	48		48	191	1	192	268	1	269
Trabajadores en actividades elementales y de apoyo	27	3	30	132	6	138	137	5	142
Total	172	6	178	744	18	762	881	19	900

Tabla 1.4 Defunciones derivadas de Accidentes de Trabajo (casos terminados) por ocupación y sexo, según año de ocurrencia (IMSS, 302_013, 2021).

Como se ve en la tabla 1.3 se muestran los sectores y actividades económicas donde se detectan más accidentes, por eso es necesario revisar en que ocupaciones se presentaron más defunciones, esto se hace presente en la tabla 1.4, mostrando que los puestos de operadores de máquina industrial, ensambladores, choferes y conductores de transporte son los que muestran una mayor tasa de muertes con 48 en el año 2020, 192 en el año 2019 y 269 en el año 2018. Y en segundo lugar se encuentran los trabajadores en actividades elementales y de apoyo con 30 muertes en el 2020, 138 en el 2019 y 142 en el año del 2018.

Finalmente, en la tabla 1.5 se muestra el tipo de actividades que se encontraban realizando las personas que desafortunadamente perdieron la vida por causa de un accidente de trabajo. Entre ellas están:

- Falla al Asegurar y prevenir algo
- Falta de atención a la base de sustentación o sus alrededores
- Falla o acto inseguro de terceros

Estas tres causas juntas provocaron en 2020 138 muertes, 592 en 2019 y 701 en 2018 que como puede verse el dato de 592 es más impactante y real en la trayectoria de accidentes a lo largo de los años. Por lo anterior resulta triste que la gente muera por causas tan simples como el descuido de esas tres acciones que con la ayuda de algo que pudiera emitir una señal a sus superiores o a quienes estuvieran cerca de ellos pudieran evitar la muerte de alguno de ellos.

Acto Inseguro	2020			2019			2018		
	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
Adoptar posiciones o actitudes peligrosas	11		11	46	1	47	61	1	62
Colocar, mezclar, combinar, etc, en forma insegura	2		2	12		12	9		9
Falta de atención a la base de sustentación o sus alrededores	43	1	44	199	6	205	241	5	246
Falla al asegurar o prevenir	63	1	64	252	5	257	259	8	267
Hacer inoperantes los dispositivos de seguridad				2		2	2		2
Limpiar, engrasar, ajustar o reparar equipo móvil, con carga eléctrica o presurizado	1		1	4		4	4		4
No usar el equipo de protección personal disponible	2		2	8		8	8		8
Usar accesorios de indumentaria personal inseguros									
Operar o trabajar a velocidad insegura	4		4	8		8	7		7
Comportamiento inapropiado en el trabajo	3		3	12		12	13		13
Uso inapropiado del equipo							3		3
Uso inapropiado de las manos o de otras partes del cuerpo				1		1	2		2
Uso de equipo inseguro				2		2	5		5
Falla o acto inseguro de terceros	29	1	30	126	4	130	184	4	188
Sin clasificar por datos insuficientes	1		1	18	1	19	14		14
Acto inseguro, sce	2		2	7		7	6		6
Sin acto inseguro	11	3	14	44	1	45	67	1	68
No especificado				3		3	2		2
Total	172	6	178	744	18	762	887	19	906
			138			592			701

Tabla 1.5 Defunciones derivadas de Accidentes de Trabajo (casos terminados) por acto inseguro y sexo, según año de ocurrencia (IMSS, 302_0138, 2021).

De todas estas tablas puede deducirse que un poco de atención o de apoyo en las causas más simples, así como en las actividades económicas donde estas se han presentado pueden dar como resultado que la ocurrencia de defunciones ocasionadas por los accidentes de trabajo no crezcan e incluso pudieran reducirse con algún dispositivo como en el que este trabajo se propone.

CAPÍTULO 2 . TECNOLOGÍA DE ARDUINO

El desarrollo de la tecnología y las necesidades industriales con respecto a incrementar la eficiencia y los volúmenes de producción en la mayoría de las ramas industriales y de la comunicación han llegado a generar una multitud de dispositivos electrónicos que se mueven en el mercado de una manera muy rápida tales como intercomunicadores de amplia velocidad, inteligencia artificial y muchos otros.

Dentro de estos elementos uno que ha tenido mucha aceptación y que se puede manejar desde nivel escolar hasta nivel industrial es la tecnología Arduino, de la cual, en este capítulo se explica el funcionamiento de la placa de Arduino, así como el Módulo Sensor de medición del pulso cardíaco ECG AD8232, y la tarjeta de Desarrollo NODEMCU V2 ESP8266.

Del mismo modo también se describirán las partes que componen los elementos anteriormente mencionados, así como su funcionamiento con el que se implementará el código ejecutor que cubrirá los objetivos de este proyecto.

2.1 ¿Qué es Arduino UNO?

Las tarjetas de desarrollo Arduino de acuerdo con el autor Peña (2017:28) menciona que son una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en Software y Hardware flexibles creada por David Cuartielles y Massimo Banzi .

Estas tarjetas de desarrollo funcionan integrando pequeñas partes o módulos y formando con ello diferentes tipos de circuitos que pueden llegar a ser muy complejos o utilizarse con un nivel básico en donde siempre se encontrará como factor común una fuente de energía eléctrica y un medio de conducción para ella. De esta forma el flujo de electrones se mueve desde el origen, hacia la carga realizando su función y regresando nuevamente al origen, caracterizándose porque en ese recorrido guardan

información proveniente de diferentes señales eléctricas con la cual pueden ejecutar diferentes órdenes que van modificando las condiciones del circuito.

2.1.1 Estructura de Arduino

Arduino ha desarrollado una gama de placas que se aplican para diferentes actividades en función de las necesidades que se requieran logrando estar estas ya sea en un tablero, en una máquina, en algún aparato portátil o inclusive hasta en prendas de vestir. Esto permite ver que, aunque la tecnología Arduino mantiene el mismo principio de funcionamiento las características de cada placa pueden ser diferentes en cuanto a su capacidad para cubrir necesidades.

En este trabajo se utilizará Arduino UNO el cual usa como microcontrolador un circuito integrado denominado ATMEGA328 el cual es prácticamente el cerebro de la placa y que puede cubrir las necesidades de varios tipos de circuitos incluyendo el que se usará en este proyecto.

Para su correcto funcionamiento, el ATMEGA328 en la placa de Arduino uno cuenta con pines de salida, así como pines de entrada, con lo cuales puede leer señales de dispositivos como sensores.

Con las señales de salida puede enviar señales o datos que permiten generar acciones o cambios en dispositivos como válvulas, actuadores de motores etc.

En la imagen 2.1 se presenta la estructura del microcontrolador ATMEGA328 misma que es el alma de la placa Arduino UNO.

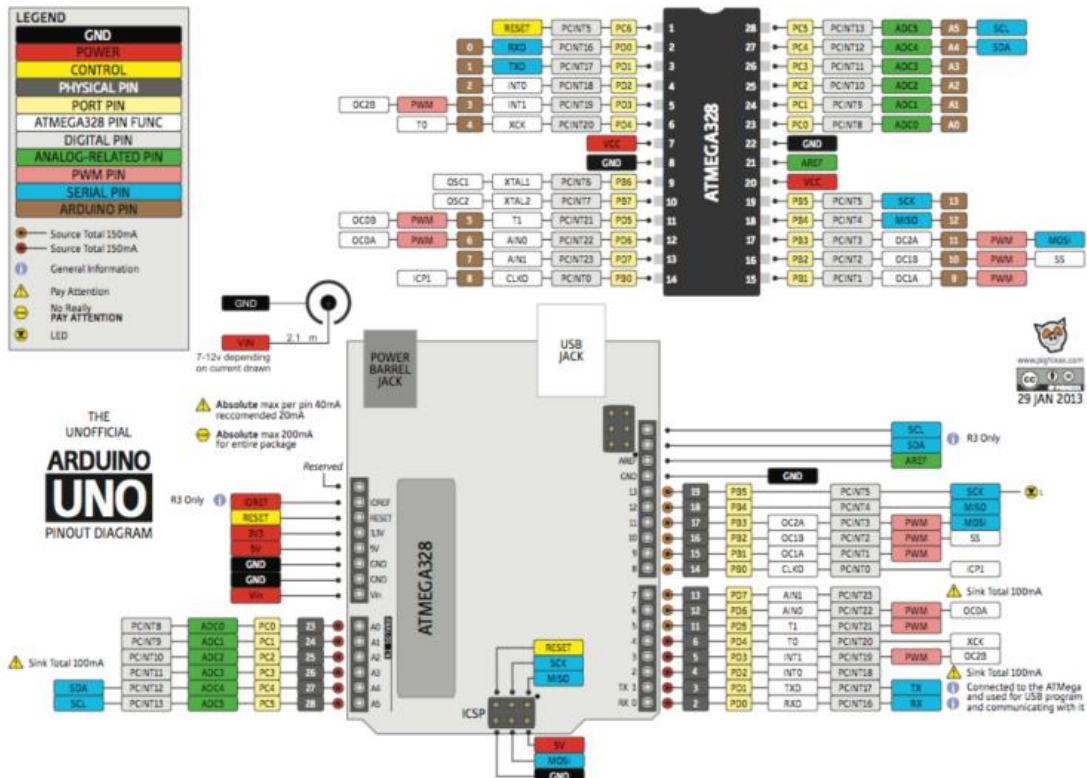


Imagen 2.1 estructura del microcontrolador ATMEGA328 (Arduino: 2021).

Como se mencionó anteriormente y considerando la capacidad de los diferentes dispositivos de las diferentes placas de Arduino, cuando se desee diseñar un circuito deberá considerarse el tamaño del código (programación), es decir la cantidad de instrucciones que deberá ejecutar el programa para que funcione el circuito pues si este es muy grande pudiera ser que la memoria flash que contiene el microcontrolador resultara insuficiente.

Esta memoria junto con la memoria RAM que lleva toda computadora deben estar bien identificadas para no caer en el error de seleccionar una placa Arduino inadecuada. En el mercado se encuentran placas Arduino que generalmente cuentan con placas de 32 Kbits de memoria y un reloj de 16 Mhz. Estos elementos suelen ser suficientes para cubrir una gama muy amplia de dispositivos de pequeña escala. Sin embargo, para proyectos de mayor envergadura se tendrá que buscar un dispositivo que se pueda asociar con otros que le permitan ampliar su velocidad y capacidad de memoria.

La placa Arduino UNO contiene 14 pines digitales enumerados del 0 al 13, envía señales digitales que son de 0 o 5 volts, y los cuales solo se toman como valores el 0 y 1 como se indica en la imagen 2.2, que pueden ser impulsos de alta o baja tensión. Hay algunos pines que además de la función digital pueden realizar una función diferente, 6 de ellos pueden actuar como moduladores por ancho de pulso (PWM) que se usa para transferir información o energía a un dispositivo como expresa Peña (2017: 32).

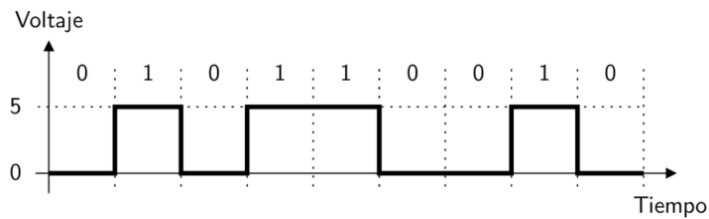


Imagen 2.2 Señal digital Saenz (2018: 26)

También cuenta con 6 pines adicionales con funciones analógicas en donde se pueden hacer lecturas analógicas cuyos valores se encuentran entre 0 y 5 volts. Estos pines también se pueden usar por medio del convertidor analógico digital como se muestra en la figura 2.3. Cada pin trabaja con voltajes de 0 a 5 volts, correspondiendo los 5 volts a un valor que se considera máximo y que es de 40mA, por lo tanto, podremos tener valores entre 0 y 40Ma de acuerdo con Saenz (2018:26).

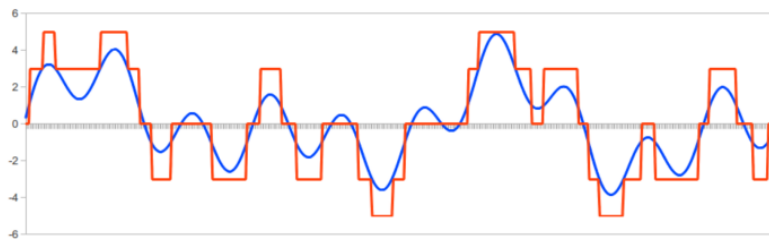


Imagen 2.3 Señal analógica, y señal digital cada 0.01 segundos. -5, -3, 0, 3, 5 V (Saenz, 2018:26).

La tarjeta cuenta con un regulador de voltaje y un pin denominado v_{in} el cual que se constituye con un diodo de protección ya que se puede usar como fuente de alimentación externa.

La tabla 2.1 describe la función de cada pin que se encuentra en la paca de Arduino UNO, cada pin desarrolla su propia función ya sea como entrada de datos, salidas de datos o resistencias.

PIN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
2	PIN 07RX	Pin I/O, entrada de dato, comunicación serial.
3	PIN 1/TX	Pin I/O, salida de dato, comunicación serial.
4	PIN 2/INT0	Pin I/O, resistencia pull up, interrupción ext.
5	PIN 3/INT1/PWM	Pin I/O, resistencia pull up, interrupción ext.
6	PIN 4/T0	Pin I/O, resistencia pull up, entrada reloj TIMER0.
11	PIN 5/T1/PWM	Pin I/O, resistencia pull up, salida de reloj TIMER0, pwm salida o entrada.
12	PIN 6/AIN0/PWM	Pin I/O, resistencia pull up, salida reloj TIMER0, comparador, PWM salida o entrada.
13	PIN 7/AIN1	Pin I/O, resistencia pull up, comparador.
14	PIN 8/CLKO	Pin I/O, resistencia pull up, salida 1/4 frecuencia osc.
15	PIN 9/OC1A/PWM	Pin I/O, resistencia pull up, salida reloj TIMER1, PWM salida o entrada.
16	PIN 10/OC1N/PWM	Pin I/O, resistencia pull up, salida reloj TIMER1, PWM salida o entrada.
17	PIN 11/OC2A/PWM	Pin I/O, resistencia pull up, salida reloj TIMER1, PWM salida o entrada.
18	PIN 12	Pin I/O, resistencia pull up, MISO.
19	PIN 13/LED	Pin I/O, resistencia física, LED.
23	A0/ADC0	Pin I/O, entrada comparador analógico.
24	A1/ADC1	Pin I/O, entrada comparador analógico.
25	A2/ADC2	Pin I/O, entrada comparador analógico.
26	A3/ADC3	Pin I/O, entrada comparador analógico.
27	A4/ADC4/SDA	Pin I/O, entrada comparador analógico, interfaz i ² c.
28	A5/ADC5/SCL	Pin I/O, entrada comparador analógico, interfaz i ² c.

Tabla 2.1 Función de cada pin de Arduino uno (Saenz, 2018: 27)

La imagen 2.4 muestra la placa que se va a utilizar para el desarrollo de este proyecto y en la cual se cargará el código (programa) que permitirá trabajar con el sensor de pulso cardiaco y el módulo para la conexión de internet, usando esta como un receptor de datos para la verificación del código.

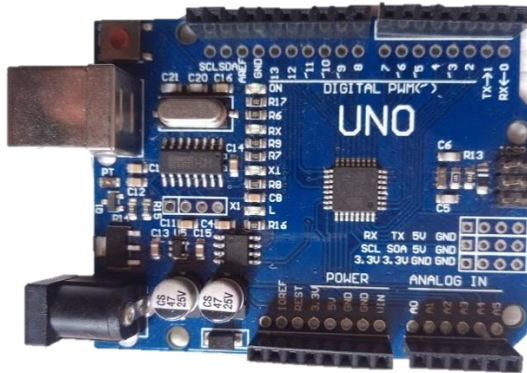


Imagen 2.4 Arduino uno.

Para obtener un mejor funcionamiento de la placa, aunque ya cuenten con algunas protecciones, estas no garantizan la protección de esta y por eso es necesario contar con Shields de Arduino, que no son más que unas placas de circuitería electrónica complementaria a Arduino, pudiendo hacer que nuestra placa cuente con diferentes funcionalidades. Estas con el objeto de ampliar su capacidad.

Para aprovechar la mayor capacidad que permite shields, esta placa se utilizará como protecciones del módulo de Wifi para enviar datos digitales de la placa hacia algún otro dispositivo (este módulo se identifica como NodeMCU V2 ESP8266 WIFI). En adelante el módulo solo se mencionará como ESP8266 y el sensor de pulso cardíaco AD83282 refiriéndose a él como AD8382 el cual se explicará con detalle más adelante.

En el mercado y derivado de la competencia y el propio desarrollo tecnológico se encuentran placas más económicas que realizan la misma función que una placa Arduino original lo cual constituye una ventaja ya que permite mayor accesibilidad en la compra de estos productos. Y en el presente proyecto se estará usando una de estas versiones que se encuentran en el mercado. La figura 2.4 es lo que nos muestra y a continuación se muestra una imagen de una versión original y se explican algunas de sus diferencias.

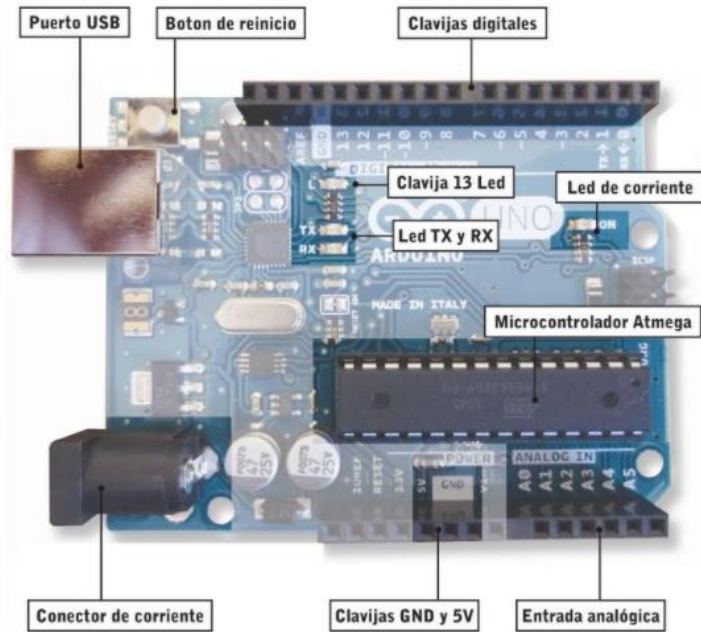


Imagen 2.5 Placa original de Arduino Uno (Peña, 2017:60)

En la imagen 2.4 comparándola con la 2.5 aunque son diferentes diseños y creados por diferentes empresas estas son derivadas de los adurinos originales, suelen ser diseñados con código abierto, comparten líneas como el GND. 5 V y Reset. Teniendo en cuenta la forma de alimentar las placas suplementarias ya que la placa Arduino puede recibir 500 mA.

Por otro lado, están los módulos, que en muchas ocasiones al intentar conectar un sensor a la placa Arduino deben considerarse otros aspectos como el hecho de conectar este conector mediante unos componentes electrónicos adicionales ya sean resistencias, condensadores, potenciómetros, transistores entre otros, para un mejor funcionamiento de la placa. Normalmente estos sensores pueden adquirirse individualmente, permitiéndonos como usuarios crear un circuito de conexión entre ellos. Las placas ya contienen un serigrafiado que permiten identificar con facilidad la conexión entre la placa y el módulo.

Con lo que respecta al editor en donde se hará la programación, este cuenta con un `setup ()` y `loop ()`. En `setup` se configura la inicialización de los pines, es decir se programarán variables globales las cuales permiten el uso de señales simples o

complejas, del mismo modo se podrán cargar en ellos las librerías que sean necesarios a usar. En loop se programarán los métodos y las funciones con de acuerdo con Peña (2017: 34). En la imagen 2.6 se muestra un ejemplo de lo que aparecerá en pantalla del computador.

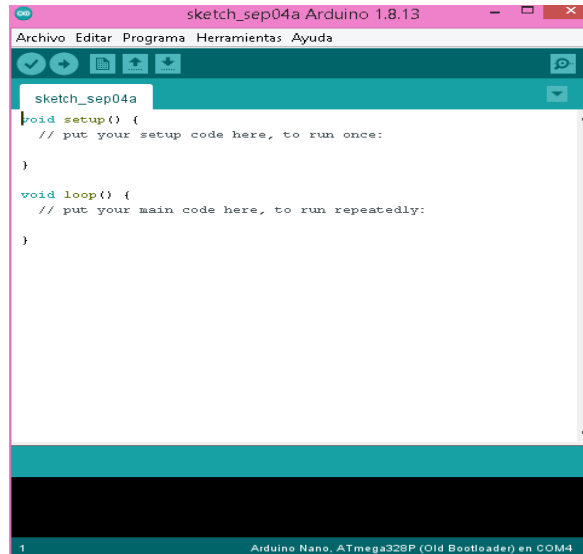


Imagen 2.6 IDE Arduino.

En la parte de Hardware se ha introducido el concepto de la memoria, donde se almacenan instrucciones que forman un programa, estas instrucciones determinan las operaciones que realiza la ejecución de este programa y se controlan los periféricos internos que están presentes en el microcontrolador.

En cuanto al software se trata de un conjunto de herramientas que se utilizan para programar y desarrollar aplicaciones conocido como un IDE o también llamado Entorno de Desarrollo Integrado (ver imagen 2.6).

Como señala Peña (2017: 34-35) El software es un editor de texto plano, que cuenta con tres partes importantes que son:

1.1 Editor de código.

Se puede crear y editar un código fuente.

1.2 Compilador.

Se encarga de traducir un programa que es desarrollado con lenguaje de programación a un lenguaje entendible para el hardware.

1.3 Depurador.

Prueba y elimina los errores que existan en el código que se desarrolla.

Ahora en la figura 2.7 se muestra otra tarjeta que es una opción a utilizar en el proyecto y que tiene diferentes versiones que permiten un uso específico para integrarse a un producto textil, y que se acopla perfectamente a la programación de Arduino UNO, incluso se le conoce como Arduino LilyPad.

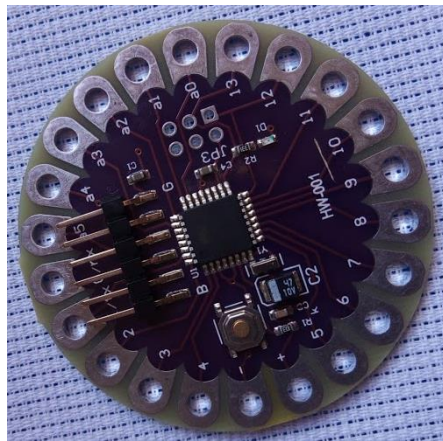


Imagen 2.7 Arduino LilyPad para textil.

2.2 Sensor AD3282

Para poder relacionar los impulsos que el cuerpo humano genera con un equipo de medición, es necesario contar con elementos o dispositivos que detecten esos impulsos que el organismo genera y los transforma en una señal eléctrica que pueda ser procesada. Entre los más comunes que hoy en día se manejan se encuentra el sensor AD3282 el cual se describe a continuación.

Según la hoja de datos proporcionada por Analog Divices (2020: 1) dice que el sensor AD8232 es una interfaz (entre el dispositivo y el sistema) integrada para el acondicionamiento de señales de potenciales eléctricos o mejor conocidos como biopotenciales cardíacos para la monitorización de la frecuencia cardíaca. Consiste en un amplificador de instrumentación especializada que se usa para la configuración de entrada de voltaje (IA), un amplificador operacional cuyo principal objetivo es amplificar el voltaje (A1), un amplificador de pulso de la pierna derecha (A2) y un buffer de referencia de suministro medio que almacena datos de manera temporal (A3) ver imagen 2.8.

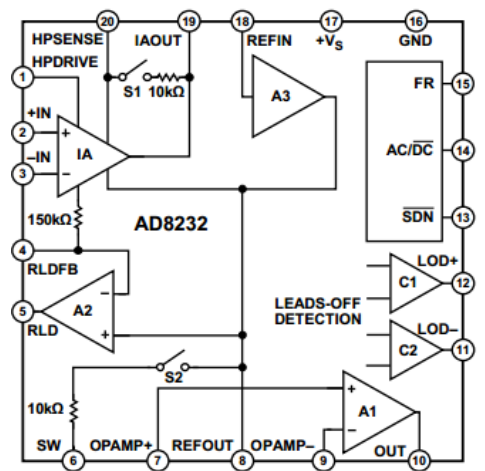


Imagen 2.8 Amplificador de instrumentación (Devices: 2020).

Además, el AD8232 incluye circuitos de detección de cables y un circuito de restablecimiento rápido automático que devuelve la señal poco después de que se vuelvan a conectar los cables. Los AD8232 contienen un amplificador de instrumentación especializado que amplifica la señal de electrocardiograma (ECG),

mientras rechaza el potencial de media celda del electrodo en la misma etapa. Esto es posible gracias a que incluye una arquitectura de retroalimentación de corriente indirecta, que reduce el tamaño y la potencia en comparación con las implementaciones tradicionales. Esta ventaja permite que pueda conectarse con pilas portátiles de acuerdo con el voltaje adecuado para las placas y los sensores.

Los sensores son monitores de frecuencia cardiaca que permiten estar censando la actividad fitness, así como monitores de salud remotos, periféricos para juegos y adquisiciones de señales de biopotencial.

El amplificador de instrumentación tiene la ventaja de extraer, amplificar y filtrar pequeñas señales de biopotencial (señales eléctricas) en presencia de condiciones ruidosas como las del movimiento, esto se hace de manera analógica como la señal mostrada en la imagen 2.3 en el apartado de ¿Qué es Arduino?, siendo así que se clasifica de un rango alto a uno bajo dependiendo de las señales registradas, produciendo así una señal que será el EGC del que se hablará a continuación.

2.2.1 ¿Qué es un EGC?

De acuerdo con el autor F. Javier Montero (2015: 12) define que la electrocardiografía es el registro de actividad eléctrica cardiaca desde la superficie corporal mediante un aparato denominado electrocardiógrafo. La gráfica resultante se denomina electrocardiograma que se presenta con un acrónimo ECG (EKG en el medio anglosajón).

Esto es una herramienta de ayuda para la medicina en general, deportiva y otras disciplinas. De tal manera que el conocimiento básico de esta ayudará a la interpretación fácil del dispositivo propuesto para ayudar a los accidentes laborales.

Originalmente se usa para diagnosticar numerosas enfermedades propias del corazón, en este caso se le dará un uso diferente que será el de formar parte de un prototipo que ayude a encontrar alteraciones en el ritmo cardiaco, ya que se trata de un dispositivo que se va a usar en movimiento, por lo que la exactitud normal con la que trabaja no se alcanzará pero es suficiente para el objetivo de este trabajo ya que

proveerá una señal de auxilio en situaciones de alto riesgo con la ayuda del corazón alterando la actividad eléctrica y reflejándose directamente en el electrocardiograma.

Javier Montero (2015: 29) menciona también en términos más simples que la electrocardiográfica es el estudio de las oscilaciones de voltaje que sufre tejido muscular del corazón o el miocardio durante el ciclo cardiaco. De acuerdo con esta definición este proyecto aprovechará las variaciones que pueden existir en esas oscilaciones ante la presencia de un evento inesperado y el cambio brusco del ritmo cardiaco que manifiesta el organismo de un ser humano con la impresión que genera ese tipo de eventos (sustos, caídas etc.)

2.2.3 ¿Como se lee un EGC?

Como menciona Javier Montero (2015: 30) La electrocardiografía se basa en tres principios básicos

1. El músculo se contrae por estímulos eléctricos
2. El corazón produce potenciales eléctricos.
3. Estos potenciales eléctricos son registrables.

Es de vital importancia conocer los principios básicos del EGC ya que con esto se sabrá la interacción del corazón con el entorno de forma medible y visible de manera que esta recoja datos de la actividad eléctrica generada con el corazón de forma gráfica.

Montero (2015: 31) señala que “deben tenerse presentes las dos fases del ciclo cardiaco que son la sístole y diástole; durante la sístole, el corazón bombea sangre a los vasos sanguíneos y la diástole es la fase de relajación (reposo mecánico) en donde se produce el llenado de sangre a sus cavidades”.

Al igual que este ciclo cardiaco, existe asociado a él un ciclo mecánico que conlleva a la manifestación de un ciclo eléctrico del cual se produce una serie de fenómenos eléctricos (conocido como sístole eléctrica) que provocará la estimulación mecánica de la fibra miocárdica, o mejor conocida como su contracción. El ciclo cardiaco también presenta un reposo eléctrico (diástole eléctrica).

2.2.4 Origen de la actividad eléctrica cardíaca.

Pérez (2015: 31) nos dice que el flujo de iones se da a través de la membrana celular que tiene característica de ser semipermeable, permitiendo que solo pasen los iones positivos, pero no los negativos ver imagen 2.9.

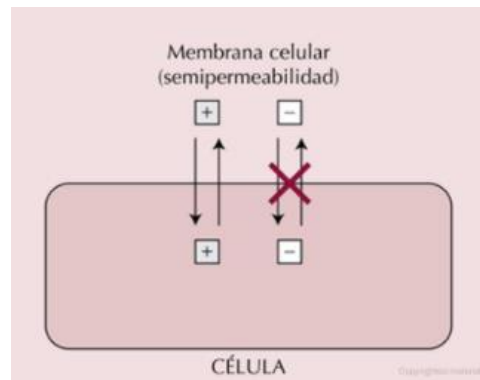


Imagen 2.9 Membrana celular (Pérez, 2015:32).

Debido a que los principales iones positivos (cationes) en el organismo se componen de Na^+ (mayor predominante extracelular), Ca^{++} , y el K^+ (predominante intracelular) son los principales de la actividad eléctrica cardíaca como se puede observar en la imagen 2.10.

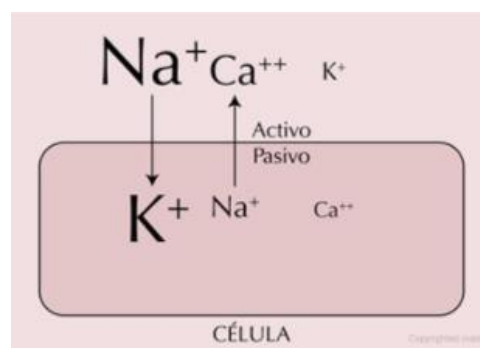


Imagen 2.10 Interacción de iones en la membrana celular (Pérez, 2015:32).

Los autores Alexánderson y Gamba (2014:12) mencionan que existen fenómenos patológicos en donde las fibras del nodo auriculoventricular y de Purkinje poseen automatismos y pueden generar impulsos eléctricos de manera rítmica. Cuando las fibras del nodo auriculoventricular no se estimulan por una fuente externa, puede producir una frecuencia intrínseca de 40 a 60 lpm (latidos por minuto). De la misma manera las fibras de Purkinje pueden generar frecuencias de 15 a 40 lpm. En ambos casos no superan los 70 a 80 lpm generados por el nodo sinusal ver figura 2.10 para saber las partes del corazón en donde se generan los impulsos eléctricos.

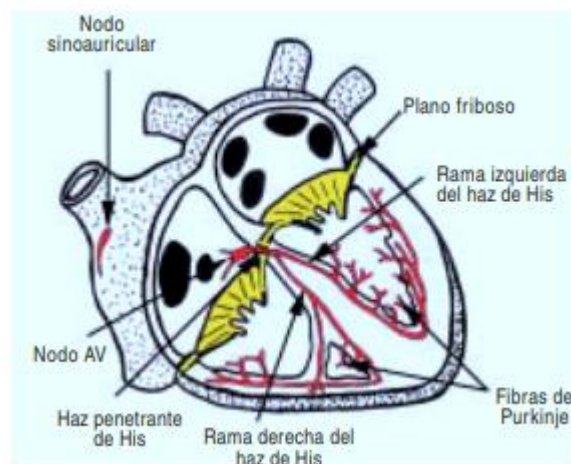


Imagen 2.11 Esquema del sistema de conducción cardíaco (Ho, 2003:73).

Como expresan Alexánderson y Gerardo Gamba (2014:15) existen circunstancias que hacen que el corazón genere potenciales de acción a una frecuencia mayor que la del nodo sinusal, por la posible existencia de alteraciones en el nodo auriculoventricular y las fibras del Purkinje. Pudiendo desarrollar automatismo y asumir el control del ritmo cardíaco.

Según el autor E. Fernández (2021: 6) afirma que el promedio es de 70 a 80 latidos por minuto en estado de reposo y se considera normal un intervalo de 60 a 100 latidos por minuto. Cuando la frecuencia cardíaca disminuye a menos de 60 latidos por minuto recibe el nombre de bradicardia y cuando aumenta a más de 100 por minuto se denomina taquicardia.

De esta manera se sabe que las lecturas del EGC deben mantenerse en un rango determinado de acuerdo a los que se citó en el párrafo anterior, siendo así que este es un dispositivo que se va a usar en movimiento, las lecturas que salga no va a ser exactas como para hacer un tratamiento médico, todas las lecturas que se tomarán van a ser medidas en 115200 Baudios (número de intervalos elementales por segundo que supone una señal) y el rango de latidos por minuto correspondiente; también se debe de considerar la posición en la que van a ser colocados los electrodos, mientras más separados estén del corazón estos van a captar diferentes tipos de lecturas.

Tomando en cuenta que cada cuerpo es diferente, se debe de considerar también la posición de los electrodos que ayudaran a tomar las lecturas del corazón.

2.2.2 Medición de la frecuencia cardíaca al lado del corazón.

Como se ha dicho, la medida del corazón va a depender de que tan lejos o cerca estén los electrodos, mientras más cerca se encuentren las lecturas generarán menor ruido, normalmente las lecturas se toman en estado de reposo para que estas generen menor ruido y sean más exactas, siendo así ya existen dispositivos que ayudan a monitorear el estado del corazón en movimiento, usando entre un aproximado de 9 electrodos que se colocan en diferentes posiciones para su monitorización, debido a que estas son para uso médico los costos de estas suelen no ser muy económicas.

En este caso, y tomando en cuenta un ahorro de costos además de que este dispositivo no será para uso médico, se utilizarán solo 3 electrodos. Estos se colocarán en forma estratégica para la detección de los pulsos eléctricos de manera que esta genere el menor ruido posible y se detecte con facilidad un accidente.

Para ello se debe de conocer la estructura principal del cuerpo humano en cuanto a la colocación de los electrodos se refiere.

2.2.2.1 Electrodo de registro.

Para ello, nos enfocamos en el manual de laboratorio de fisiología (2015: 3) el cual explica que los tejidos producen potenciales eléctricos, como el potencial de membrana y los potenciales de acción, que se registran mediante electrodos que unen el órgano, tejido o sujeto a un sistema que detecta el cambio de voltaje o el flujo de corriente en relación con el tiempo. Como el voltaje es una diferencia de cargas entre dos puntos, para su medición se requieren dos electrodos dispuestos en sitios distintos. Pueden obtenerse registros unipolares o bipolares según el sitio en que se instalen los electrodos.

El registro unipolar se utiliza cuando se miden cambios de voltaje en sitios muy localizados; por ejemplo, registros intracelulares o extracelulares de células aisladas. En este caso, el electrodo de registro se coloca en el tejido en el que interesa medir el cambio de voltaje; este cambio se compara con un segundo punto con estabilidad eléctrica, donde se coloca un segundo electrodo llamado electrodo de referencia, que ha de ubicarse lejos del de registro; no debe estar en un sitio en el que ocurran cambios de voltaje durante el procedimiento experimental porque esto interferiría con la medición. El electrodo de referencia también puede conectarse a tierra para disminuir las interferencias. El cambio de voltaje se mide entre dos electrodos colocados sobre el órgano o tejido de interés en el registro bipolar. En tal caso se usa un tercer electrodo para conectar al sujeto o tejido a tierra y reducir las interferencias.

Al colocar los electrodos de registro se recomienda utilizar gel o pasta conductora para favorecer el paso de la corriente eléctrica hacia el electrodo. Para la demostración de este proyecto se utilizarán electrodos genéricos que ya tiene incluido el gel y son desechables.

La colocación de los electrodos dependerá del triángulo de Einthoven en donde se muestra la unión de los ejes de las derivaciones bipolares como se muestra en la imagen 2.11 el lado derecho con carga (+) e izquierda (-), DII y DIII son las derivaciones unipolares del punto de referencia.

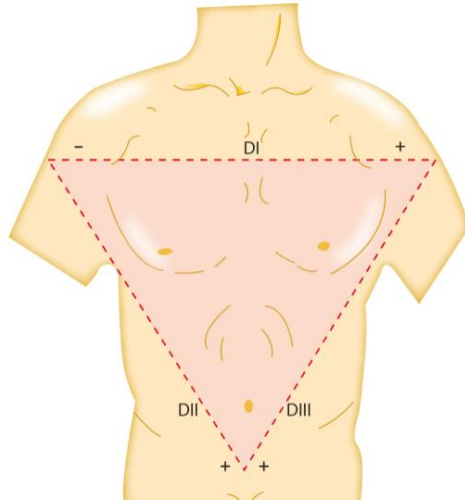


Imagen 2.12 Triángulo de Einthoven (Fernández, 2021:6)

Para entender mejor como se colocan los electrodos consulte la imagen 2.12 para referencia, esta se hace de acuerdo con las derivaciones del plano frontal, divididas en derivaciones bipolares y derivaciones monopolares, como ya se ha mencionado antes, en esta ocasión no se colocarán los 12 electrodos que en total corresponderían junto con las derivaciones del plano horizontal o precordiales (V1, V2, V3, V4, V5, V6).

En las derivaciones del plano frontal, Derivaciones bipolares se usará solo una referencia que puede ser escogida entre DII o DIII. Y en las derivaciones monopolares se usará solo aVR y aVL excluyendo así aVF.

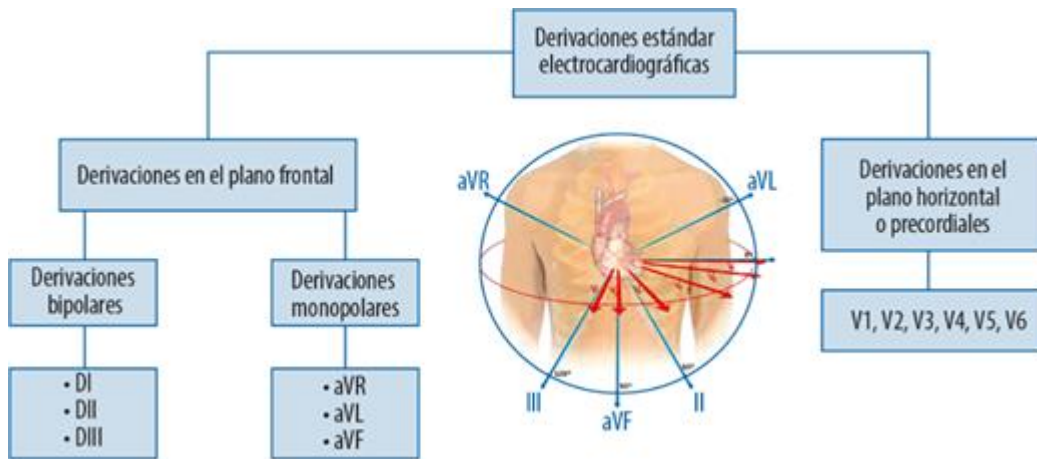


Imagen 2.13 Esquema de las 12 derivaciones estándar (Ramón B., 2020)

La forma en que se colocan los electrodos se tendrá en cuenta aVR, aVL DII o DIII, consultar la imagen 2.13 para mayor referencia.

En la imagen 2.14 se muestra la colocación de los electrodos LA amarillo, RA verde y RA rojo, se toma en cuenta en esto para la colocación de estos en la tela.

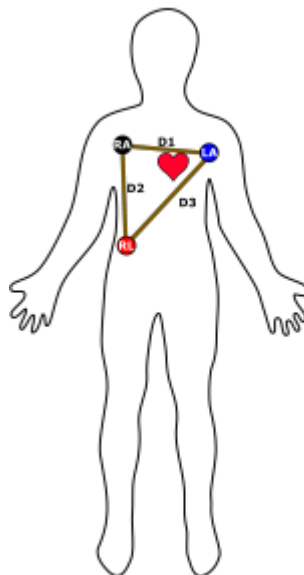


Imagen 2.14 colocación de los electrodos. (Devices, 2020)

Para dispositivos de ejercicio portátiles, el AD8232 normalmente se coloca en una cápsula cerca del corazón. Los dos electrodos sensoriales se colocan debajo de los músculos pectorales; no se utiliza ningún electrodo accionado. Porque la distancia del corazón al AD8232 es pequeño, la señal cardíaca es fuerte y hay menos interferencia de artefactos musculares.

Las terminales de entrada en esta configuración utilizan dos resistencias de 180 k Ω para proteger al usuario de condiciones de falla. Dos resistencias de 10 M Ω proporcionan polarización de entrada.



Imagen 2.15 AD8232

Los electrodos genéricos que ayudarán a hacer las lecturas del ritmo cardiaco deben ser siempre nuevas y no reutilizarse ya que esto afectaría la lectura real. Estas pueden ser las que vienen por defecto o genérica, como las que se muestran en la imagen 2.15.



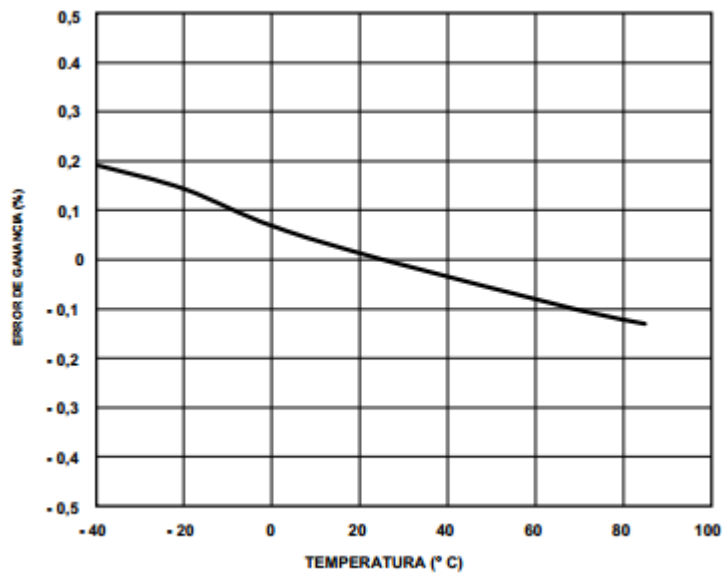
Imagen 2.16 Electrodo desechable.

2.2.2.2 Características típicas de rendimiento.

Se necesita saber las características del rendimiento del sensor en cuanto al tipo de entorno en que se utilizará.

Por lo tanto, debe monitorearse el comportamiento de AD8232, empezando con la temperatura ya que esta es una de las características que al salirse de control afectaría el comportamiento de este.

De acuerdo con la gráfica la relación entre error de ganancia (%) y la temperatura el mejor funcionamiento correspondería entre 20 y 30°C con 0 por ciento de error, pero viendo la gráfica aun así estando a una temperatura mayor o menor los índices de error no son mayores a $\pm 0.3\%$



Gráfica 2.1 relación entre rango de error con temperatura. (Devices, 2020)

Como ejemplo puede decirse que si los latidos están a 60 lpm, y si la temperatura esta alrededor de -40°C el margen de error seria de 0.2%, es decir que se mostrará una lectura de 62 lpm no afectando la lectura ya que lo que se busca es que la caída de la

gráfica no sobrepase los 62 lpm ya que si lo llegara a hacer se consideraría como un accidente.

2.3 Tarjeta de desarrollo NODEMCU V2 ESP8266.

Es una tarjeta complementaria de Arduino, especialmente orientada a su uso con la red de internet. Esta tarjeta tendrá la función de enviar la señal en caso de ocurrir un accidente hacia un medio receptor como pudiera ser un teléfono celular o algún otro medio que se decida usar. Está basado en el SoC (System on Chip) ESP8266, un chip altamente integrado, diseñando para las conexiones. Contiene un potente procesador con arquitectura de 32 bits y conectividad al Wifi, esta tarjeta puede observarse en la imagen 2.17.

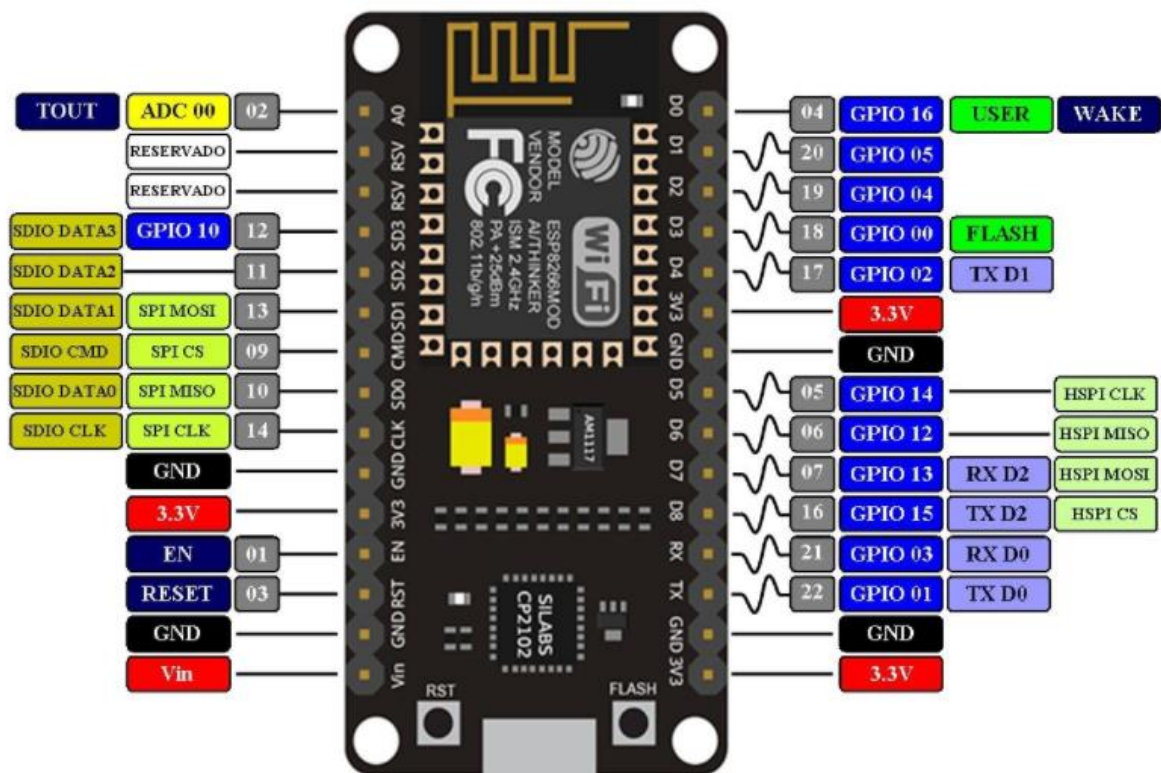


Imagen 2.17 tarjeta de desarrollo NODEMCU (esploradores, 2021).

Esta tarjeta opera a un rango de temperatura que oscila entre los -40°C hasta los 125°C y trabaja con un voltaje de 2.5 a 3.6 volts máximo, este tipo de módulo se puede

integrar a prendas de vestir usándolo como localizador u otras funciones de acuerdo con la hoja de datos de Espressif Systems (2021:4).

El principio de esta placa es el mismo que el de arduino UNO ya que se generó a partir de ella. Comparten algunas características similares como las líneas de GND, VIN, A0, RX Y TX que se ha explicado en la tabla 2.1 del tema ¿Qué es arduino?.

2.5 Código del programa

En este rubro se presentará el código (programa de ejecución) que desarrollará el dispositivo, producto de este proyecto, (cabe mencionar que quien presenta este proyecto se estuvo dedicando a investigar de manera autodidacta el funcionamiento de cada uno de los elementos usados en el proyecto). Lo que a continuación se muestra es el código o programación previamente realizado en el lenguaje Arduino.

```
//se compila con el arduino
#include "SoftwareSerial.h" //Libreria para emular puerto serial
SoftwareSerial Serial1(0, 1); // RX, TX

String str;
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Serial1.begin(115200);
  Serial.println("Datos del arduino uno");

  pinMode(10,INPUT);
  pinMode(11,INPUT);
  pinMode(A0,OUTPUT);

  delay(1000);
}
```

```

void loop() {
  // str =String("32");
  if((digitalRead(10)==1)||digitalRead(11)==1){
    Serial.println(analogRead(A0));
  }
  else{
    Serial.println(analogRead(A0));
  }
  delay(100);
  //Serial.end();
  //delay(100);
}

//Firebase+app_kotlin
//compilamos en el módulo de wifi.
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>
// Definimos la librería para la conexión a nuestro servidor
#include <FirebaseESP8266.h>

// Definimos la dirección host de nuestro servidor de Firebase....
#define FIREBASE_HOST "Nombredelproyecto.firebaseio.com/"
// Definimos el token de nuestro servidor
#define FIREBASE_AUTH "#####"

// Definimos la conexión a punto de acceso wifi
#define WIFI_SSID "Nombre de la red wifi"
#define WIFI_PASSWORD "Contraseña de la red wifi"

```

```

WiFiClient client;
FirebaseData firebaseData;

//definimos el pin para el led
#define LED 16
#define SENSOR A0

void reconnect() {
  // Loop until we're reconnected
  while (!client.connected()) {
    WiFi.begin (WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
      delay(500);
      Serial.print(".");
    }

    Serial.println ("");
    Serial.println (¡"Se conectó al wifi!");
    Serial.println(WiFi.localIP());

    Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
  }
}

void setup() {
  Serial.begin(115200);

```

```

WiFi.begin (WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
while(!Serial){
  Serial.println("Serial");
}
delay(100);
Serial.println ("");
Serial.println ("¡Se conectó al wifi!");
Serial.println(WiFi.localIP());

Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);

pinMode(LED, OUTPUT);
}
void loop() {

Firebase.getInt(firebaseData, "/led");
int dato=firebaseData.intData();

if(dato == 0){
  digitalWrite(LED, HIGH);
}else{
  digitalWrite(LED, LOW);
}

//recibimos los datos por puerto serial.

```

```

Serial.println(dato);
Serial.println("Leer sensor");
if(Serial.available()){
  int data = Serial.parseInt();
  if (data > 0){
    Serial.println(data);
    Firebase.setInt(firebaseData, "/Sensor/number", data);
  }
}
delay(1);
}

```

2.4 Código de programa para sensor AD8232

Debido a que el sensor es una placa independiente, su código de trabajo se programa por separado y se muestra a continuación:

```

//se compila con el Arduino
#include "SoftwareSerial.h" //Librería para emular puerto serial
SoftwareSerial Serial1(0, 1); // RX, TX

String str;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Serial1.begin(115200);
  Serial.println("Datos del arduino uno");

  pinMode(10,INPUT);

```

```
pinMode(11,INPUT);
pinMode(A0,OUTPUT);

delay(1000);
}
void loop() {
  // str =String("32");
  if((digitalRead(10)==1)||(digitalRead(11)==1)){
    Serial.println(analogRead(A0));
  }
  else{
    Serial.println(analogRead(A0));
  }
  delay(100);
  //Serial.end();
  //delay(100);
}
```

Los códigos anteriores son los que controlarán el funcionamiento del dispositivo o prototipo que se elabora en este proyecto y que en el trabajo práctico quedó construido como se muestra en la imagen 2.18

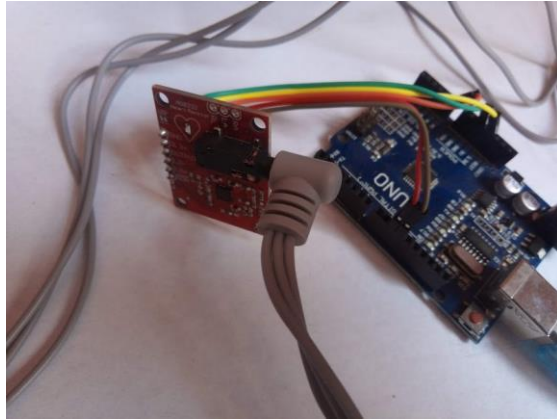


Imagen 2.18 Conexión de Arduino uno a sensor AD8232.

Se puede observar la conexión de ArduinoUNO hacia el sensor ad8232, esta conexión se realiza para asegurar los pines que se utilizarán, siendo éstos: GND, 3.3V, OUTPUT, L0-, y L0+, en lo que respecta al sensor, los cables van a conectarse hacia las mismas terminales que en la placa de ArduinoUNO, es decir, GND, 3.3V, A0, -10, -11 respectivamente.

CAPÍTULO 3 . PROPUESTA DE UNA PRENDA CAPAZ DE TRANSMITIR UNA SEÑAL

La probabilidad de los accidentes mencionados en los capítulos anteriores y que puedan llegar hasta la muerte es alta, esta probabilidad obedece a innumerables factores como pueden ser descuidos, ruidos, desmayos, mal funcionamiento de máquina etc. Si bien la máquina posee un sistema de seguridad, como son los botones de emergencia para el paro inmediato de esta, el tiempo de reacción que tiene el humano al momento del accidente es lenta. El tiempo de respuesta que tenga el operador puede ser el factor más importante que marque la diferencia entre salir ileso o tener un accidente grave, y es por ello por lo que los accidentes mencionados podrían tener como parte final un alto índice de gravedad.

La reacción más rápida que tiene el cuerpo son los latidos del corazón ya que reaccionan de inmediato a lo que el cuerpo está sintiendo, es decir si hay un cambio drástico en las condiciones de trabajo, el ritmo cardiaco se acelerará y cuando el cuerpo reciba un cambio abrupto, la frecuencia cardiaca también se modificará, esto se hace notable ya que “Normalmente el ritmo depende de la actividad cardiaca a una frecuencia normal, siendo esta entre 60 y 100 latidos por minuto (lpm). Las contracciones más enérgicas a menudo dependen de secreción de catecolaminas endógenas que son más conocidas como adrenalina y noradrenalina, y una causa común de este fenómeno comúnmente conocido como ansiedad según Brandan et al, (2010:7).

Los ruidos cardiacos son causados por la aceleración y desaceleración de sangre, y la vibración subsiguiente de las estructuras cardiacas durante las fases del ciclo cardíaco. Por ello, se propone un material textil electrónico que ayude a detectar esos momentos en el que la persona en cuestión, en caso de accidente pueda recibir ayuda inmediata por medio de la lectura que se tenga en el sensor, siendo esta la clave para que sea de fácil acceso sin manejar tanto componente electrónico o alguna caja que pueda dificultar las acciones de las personas que estén ejecutando alguna acción en el trabajo.

Se entiende como material textil electrónico un material de fibras textiles combinadas con conductores eléctricos.

3.1 Análisis de hilo

Para evitar el uso excesivo de cables se propone usar un hilo conductor, además de que esto ayudará a que se integre de manera más fácil a la figura del cuerpo, con la finalidad de que al usarla no sea estorbo durante la jornada en la que la persona que este trabajando. El hilo textil que se propone es un hilo conductor que se utiliza para trabajos de electrónica textil.

Cabe recalcar que debido a que no se cuenta con el equipo necesario para hacer algunas pruebas de análisis básicas para el hilo, se hace con los métodos tradicionales.

Como se puede ver en la imagen 3.1 el hilo conductor tiene la apariencia de un hilo normal, con la diferencia de que, por las características de este, se puede utilizar con confianza como sustituto del cable común que se usa en los proyectos de electrónica.



Imagen 3.1 Hilo conductor para proyectos textiles.

El hilo conductor permitirá que sea un sustituto de hilos comunes y de los cables que normalmente se usarían. Por eso es importante conocer algunas de las características del hilo, y como se mencionó, debido a su aplicación en otro tipo de trabajos similares, se confiará en su calidad y se usará de manera adecuada y suficiente para el trabajo con los sensores que se aplicarán en este proyecto.

Las características conocidas de este hilo conductor se mencionan a continuación en la tabla 3.1 y con la información que proporcionan se establecen las bases para observarlo en este proyecto.

Análisis	
Ne, Den	-
Peso	-
Torsión	Z
Cabos	2
Numero de fibras	536
Material	100% acero inoxidable
Diámetro	0.15mm
Fuerza	1,86Kgf
Resistencia	550 OHM
Olor al fuego	ninguno
Voltaje de funcionamiento	1-100V
Voltaje mínimo de entrada recomendado- máximo de entrada recomendado	1-100V
Voltaje mínimo de entrada limite- Voltaje máximo de entrada limite	1-100V

Tabla 3.1 Análisis de hilo.

En la prueba de combustión que realiza el fabricante del hilo (ver imagen 3.2) se observa que no es posible quemar esta fibra ya que el material es de 100% acero, como consecuencia de ello se pueden ver las puntas de la fibra en incandescencia.



Imagen 3.2 'Prueba de combustión de hilo conductor.

Aunque el hilo se usa para trabajos de textiles electrónicos y este puede usarse para trabajar en máquinas de coser, en este proyecto se trabajará de manera manual ya que no se cuenta con el material suficiente para fabricar una cantidad de tela muy grande y se introducirá de manera alterna entre las fibras de una tela previamente seleccionada.

3.2 Análisis de tela

Para integrar un circuito a un textil debemos conocer las características de los componentes electrónicos que se está usando, debido a que se planean usar en el cuerpo humano, y además de que este será incluido a un producto textil, es importante verificar que su funcionamiento sea el correcto.

Anteriormente, en el capítulo 2, se mencionan las características para trabajar el sensor, Arduino y módulo, en todas se comentó que son aptas para trabajar en un producto textil, y como aclaración el hecho de que se pueda usar en un producto textil

no significa que se pueda lavar como una prenda normal, pero si se puede usar en cierto tipo de condiciones de humedad y temperatura no dañando su funcionamiento.

Al conocer estas características se puede escoger el tipo de tela en la que se va a usar, siempre tomando en cuenta la comodidad de quien va a usarla.

En primera instancia se deja en claro que puede usarse con cualquier tipo de fibra (exceptuando la tela de faraday), ya que esta no interviene con el funcionamiento de los componentes electrónicos empleados.

Debido a que no se cuenta con todo el material disponible para llevar a cabo un prototipo bien desarrollado se utilizan las herramientas que estén al alcance. Se menciona esto ya que al principio se optó por usar como base el tejido de punto en específico (jersey) como base de los componentes electrónicos que se usan en este proyecto, como consecuencia de la falta de herramienta necesaria para poder adaptar estos componentes de manera que no dañe el tejido no fue posible realizarlo de manera adecuada causando daños notorios en el tejido.

Como segunda opción se hicieron pruebas con el tejido plano, presentando respuestas similares al tejido de punto y por lo tanto se elige usar un tejido con calada más abierta conocido como cuadrille.

Este tipo de tela permitirá trabajar de manera adecuada con todos los componentes a emplear, además demostrará que aún las fibras de algodón son aptas para incorporar circuitos electrónicos sin dañar la fibra. Para ellos se demostrará el análisis de la tela con la que se llevará a cabo el prototipo.

Como sucede en el análisis del hilo, debido a que no se cuenta con el material necesario para realizar un análisis adecuado de la tela, se hará con los métodos comunes y al alcance para tener una idea de lo que se estará trabajando. Volviendo a comentar que se puede trabajar con cualquier tipo de tela siempre y cuando se cuente con los materiales necesarios para el acoplamiento de ellas.

En la tabla 3.2 se muestra el análisis de la tela cuadrille que se puede observar en la imagen 3.3

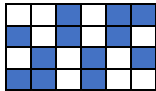
Análisis	
Cuadrille blanco	
Ne Urdimbre	--
Ne Trama	--
Fibra	Algodón 100%
Peso	--
PPP	19
HPP	90
Ancho	150cm
Ancho	59plg
Rapport	
GR x ML	--
Peso x m2	--
Hilos de orilla	60
Hilos de fondo	5209
Construcción	Tafetan/taletón
GR x ML	--
Peso x m2	--
Puntos de ligadura por trama	20
Puntos de ligaduras por urdimbre	15
Coefficiente de ligadura medio	0.729 muy ligados

Tabla 3.2 análisis de tela cuadrille.

Coeficiente de ligadura por urdimbre

$$klu = \frac{\text{puntos de ligadura por urdimbre}}{n^{\circ} \text{ de hilos} * n^{\circ} \text{ de pasadas}}$$

$$klu = \frac{15}{6 * 4}$$

$$klu = \frac{15}{24}$$

$$klu = 0.625$$

Coeficiente de ligadura ´por trama

$$klt = \frac{\textit{puntos de ligadura por trama}}{\textit{n}^\circ \textit{ de hilos} * \textit{n}^\circ \textit{ de pasadas}}$$

$$klt = \frac{20}{6 * 4}$$

$$klt = \frac{20}{24}$$

$$klt = 0.833$$

Coeficiente de ligadura medio

$$klm = \frac{klu + klt}{2}$$

$$klm = \frac{0.625 + 0.833}{2}$$

$$klm = 0.729$$

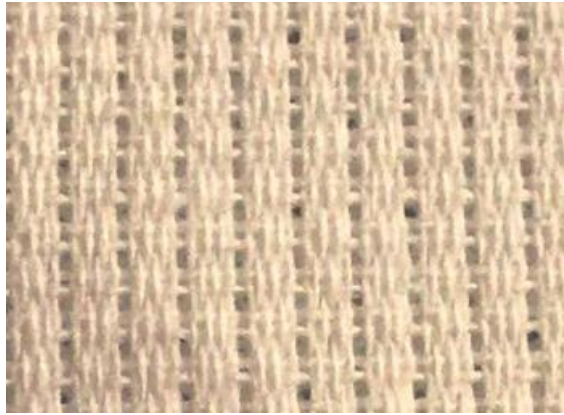


Imagen 3.3 Tela de Algodón cuadrille

3.3 Integración de circuito y aplicación Android

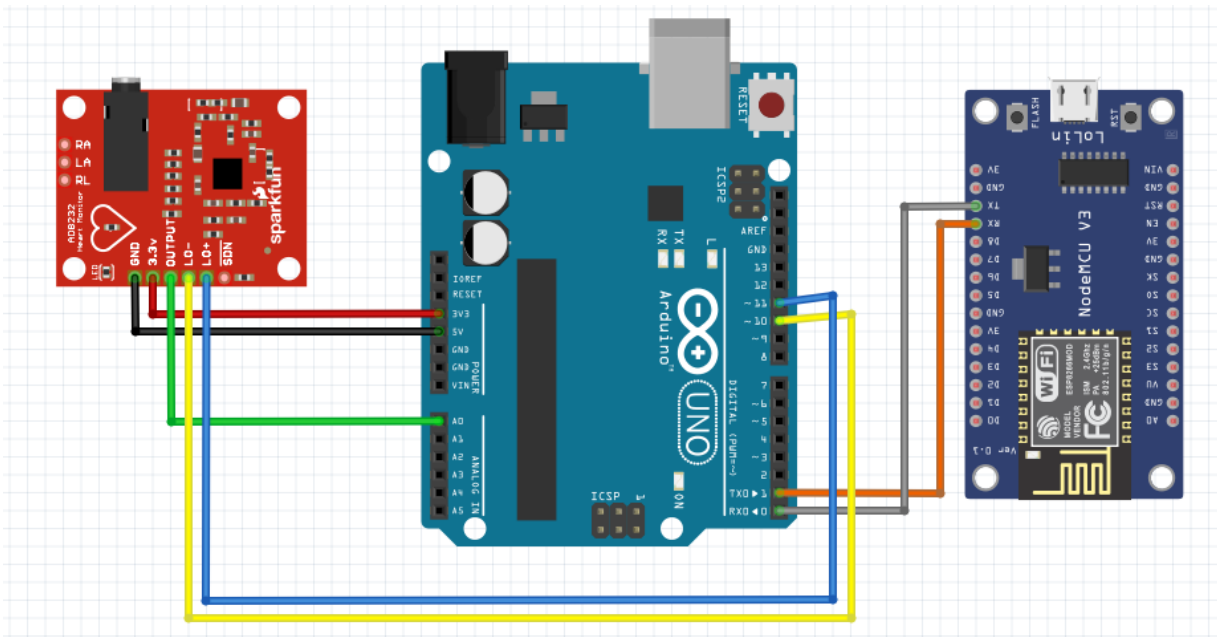


Imagen 3.4 Diagrama de conexión.

La conexión sería usando la placa de Arduino con el sensor y el módulo Nodemcu a partir de los pines de TX1 y RX0, del sensor con GND, 3.3V OUTPUT, LO- Y L0+, la forma de conectarlos se muestra en la imagen 3.4.

La conexión final deberá conservar estas cualidades ya que se hace de manera serial entre el Arduino y el módulo wifi añadiendo la contraseña, la conexión de la red y el código clave de Firebase.

3.3.1 Firebase

Para el monitoreo del pulso cardiaco, se usa la plataforma de Firebase usando como base IoT (internet de las cosas) y hardware utilizando microcontroladores (circuitos integrados que ayudan al control de una tarea determinada).

Para resolver el problema hacia dónde mandar las señales que se generan en el sensor, se utilizó el software de Android Studio (utilizando el lenguaje de kotlin que utiliza la programación orientada a objetos que puedan ejecutar una función), IDE de Arduino, y Firebase. Estas plataformas sirven para que las aplicaciones de Android que usan el lenguaje Kotlin tengan menos de probabilidades de fallar. Además de eso optimizan la programación asíncrona que simplifican y agilizan las tareas comunes y las actualizaciones de bases de datos al mismo tiempo.

Firestore (Firestore, 2021) “es una plataforma en la nube para el desarrollo de aplicaciones web y aplicaciones móviles; fue creada en el 2011 y pasó a ser parte de Google en 2014. Además, está disponible para distintas plataformas (iOS, Android y web), con lo que es más rápido trabajar en el desarrollo”. La función esencial es hacer más sencilla la creación tanto de aplicaciones webs como móviles y su desarrollo, procurando que el trabajo sea más rápido.

Sus herramientas son variadas y de fácil uso, considerando que su agrupación simplifica las tareas de gestión a una misma plataforma. Las finalidades de estas se dividen en: desarrollo, Datos en tiempo real y Autenticación de usuarios.

a) Desarrollo

El primer grupo de funciones es conocido como Desarrollo o Develop en Firebase. Como su nombre indica, incluye los servicios necesarios para el desarrollo de un

proyecto de aplicación móvil o web. Estos contribuyen a que el proceso sea más rápido, y se consiga la calidad deseada.

b) Datos en tiempo real

Una de las herramientas más destacadas y esenciales de Firebase son las bases de datos en tiempo real. Estas se alojan en la nube, y almacenan los datos como JSON. Permiten alojar y disponer de los datos e información de la aplicación en tiempo real, manteniéndolos actualizados, aunque el usuario no realice ninguna acción.

c) Autenticación de usuarios

La identificación de los usuarios de una aplicación es necesaria en la mayoría de los casos si estos quieren acceder a todas sus características, ofrece un sistema de autenticación que permite tanto el registro propiamente dicho (mediante email y contraseña).

3.3.1.1 Ventajas y desventaja de firebase.

Algunas ventajas de firebase que es parte de la aplicación para el desarrollo del prototipo de sensor para la detección de accidentes son las siguientes:

- a) Comparte datos en tiempo real.
- b) Sus funcionalidades, además de ser variadas, se complementan muy bien y se pueden gestionar de forma sencilla desde un único panel.
- c) Facilita el envío de notificaciones, son muy sencillas de implementar y gestionar.

Desventaja de firebase.

- a) La desventaja es el precio. Se ha hablado de la escalabilidad de Firebase, donde el inicio con el plan Spark es gratuito, pero puede resultar necesario contratar una versión de pago. Los planes de pago son Flame (509.15 pesos al mes) y Blaze (se paga según el consumo).
- b) Tiene limitaciones (principalmente de número de usuarios simultáneos y de espacio de almacenamiento), por lo que puede resultar necesario contratar una versión de pago.

3.3.2 Desarrollo de aplicación

Con base en lo anterior, la aplicación se desarrolló con el lenguaje kotlin. La aplicación tiene 6 vistas que son de registro, inicio de sección, contraseña olvidada, vista principal, lista de registro de monitoreo e información de usuario.

Vista de registro – en esta sección se solicitarán como datos principales el nombre del usuario, su correo y una contraseña.

Vista de Inicio de sesión – si el registro tuvo éxito se pedirá una confirmación del correo, posteriormente se podrá ingresar con correo y contraseña.

Vista de contraseña olvidada –En esta sección se recupera la contraseña, se introduce el correo, y posterior a esto llegará un correo a la bandeja de entrada, donde se reestablece la contraseña.

Vista principal – En esta vista se verá el monitoreo, si el software no ha sido conectado como leyenda aparecerá pulso bajo.

Vista lista registros de monitoreo – en la vista principal, se muestra un botón guardar en caso de que el pulso sea alto. Se tendrá un historial de monitoreo.

Vista de información de usuario – solo se muestra datos como nombre completo y correo.

A continuación en la imagen 3.5 se muestra algunas de las credenciales en formato JSON que son necesarias para la realización de este prototipo así como los nombres de los archivos que se utilizarán posteriormente en la plataforma de Android Studio como parte del código.

Fragmento de configuración de Admin SDK

Node.js Java Python Go

```
var admin = require("firebase-admin");

var serviceAccount = require("path/to/serviceAccountKey.json");

admin.initializeApp({
  credential: admin.credential.cert(serviceAccount),
  databaseURL: "https://prot-ide-default-rtdb.firebaseio.com"
});
```

Imagen 3.5 Credenciales de Firebase para utilización de Androi Studio.

El registro de la App debe de contener un nombre, en esta ocasión nombrado “PruebaMPulso”, que posteriormente ayudará para la conexión de la aplicación en tiempo real con la conexión a internet, la aplicación y los componentes electrónicos para la monitorización del pulso como se revela en la imagen 3.6 se pueden observar las partes esenciales para la programación posterior con Androi Studio.





Nombre del proyecto	PruebaMPulso 
ID del proyecto 	pruebampulso
Número de proyecto 	592671935001
Ubicación predeterminada de los recursos de GCP 	nam5 (us-central)
Clave de API web	AIzaSyDwhEawKFSQD0ktQcSTVnl6KOrPNKCfrgU

Imagen 3.6 Registro de Aplicación en la plataforma de Firebase.

3.4 Aplicación

La aplicación ayudará a saber de forma remota la actividad del corazón que tiene un trabajador en tiempo real, esto es basado en un prototipo, limitándose a solo mostrar el almacenamiento y el registro del pulso del trabajador.

En la imagen 3.7 se puede observar la entrada de la aplicación en un dispositivo móvil, esto después de obtener un registro que implica vincularlo a un correo, crear contraseña y aceptar los términos de registro de la aplicación, asimismo se muestra la interfaz de la aplicación desde el vista principal y vista de registros.

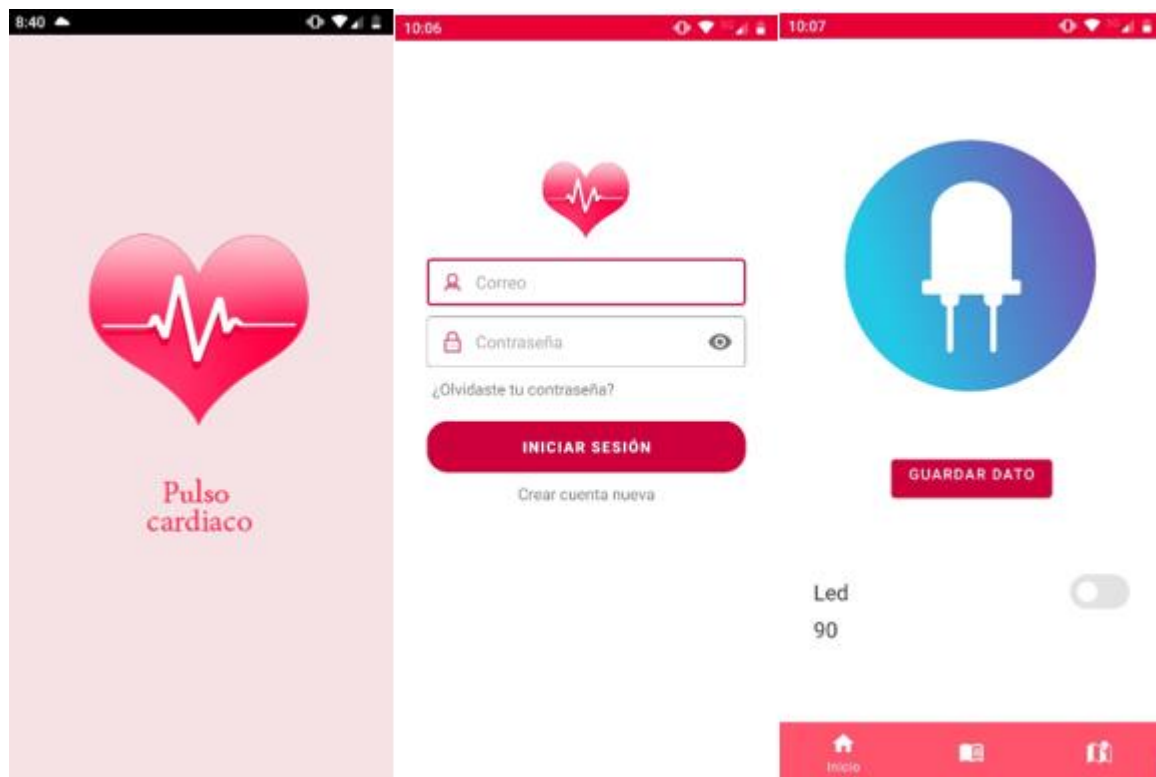


Imagen 3.7 Aplicación del pulso cardiaco.

El funcionamiento correcto de la aplicación implica incluir los archivos JSON que se crea al momento de registrar el proyecto en la plataforma de Firebase consulte imagen 3.5, estos archivos se incluyen en la plataforma de Androi Studio para que ejecute

todas las actividades a realizarse tanto de lo que se programa en el IDE de ArduinoUNO y Firebase. El código que ayudará al registro del electrocardiograma se muestra a continuación.

3.4.1 Código de aplicación

```
package com.example.monitor_pulso
import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity
import android.os.Bundle
import android.provider.ContactsContract
import android.util.Log
import android.widget.Toast
import androidx.fragment.app.Fragment
import com.example.monitor_pulso.fragments.*
import com.google.android.material.bottomnavigation.BottomNavigationView
import com.google.firebase.auth.FirebaseAuth
import com.google.firebase.database.*
import com.google.firebase.firestore.FirebaseFirestore
import com.google.firebase.firestore.auth.User

enum class ProviderType{
    BASIC
}

class MainActivity : AppCompatActivity() {

    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        setContentView(R.layout.activity_main)
        val bundle:Bundle ?= intent.extras
        val email = bundle!!.getString("email")
        val provider = bundle!!.getString("provider")
        /* *****/
        //se crea un nuevo bundle
```

```

val args = Bundle()
//llenamos el bundle
args.putString("email1",email)
args.putString("provider1",provider)

val firstFragment= FirstFragment()
val secondFragment= SecondFragment()
val thirdFragment= ThirdFragment()
val bottomNavigation: BottomNavigationView = findViewById(R.id.bottom_nav)
//pasamos los argumentos al fragmento tres
firstFragment.setArguments(args)
secondFragment.setArguments(args)
thirdFragment.setArguments(args)
makeCurrentFragment(firstFragment)
bottomNavigation.setOnNavigationItemSelectedListener {
    when(it.itemId){
        R.id.firstFragment -> makeCurrentFragment(firstFragment)
        R.id.secondFragment -> makeCurrentFragment(secondFragment)
        R.id.thirdFragment -> makeCurrentFragment(thirdFragment)
    }
    true
}
}

private fun makeCurrentFragment(fragment: Fragment)=
    supportFragmentManager.beginTransaction().apply{
        replace(R.id.frame_container,fragment)
        commit()
    }
}

```

Este código se ejecuta en la plataforma de Android Studio que se agrega en la imagen 3.8, para que se llegue a mostrar como prototipo en el celular a configurar. Cabe hacer hincapié en que no descargará como las aplicaciones que comúnmente se conocen ya que esto solo es un prototipo, este proyecto se maneja con la elección de opciones para programadores (viene incluido por defecto en los celulares en la parte de configuración) para que se logre ejecutar la aplicación a un celular.

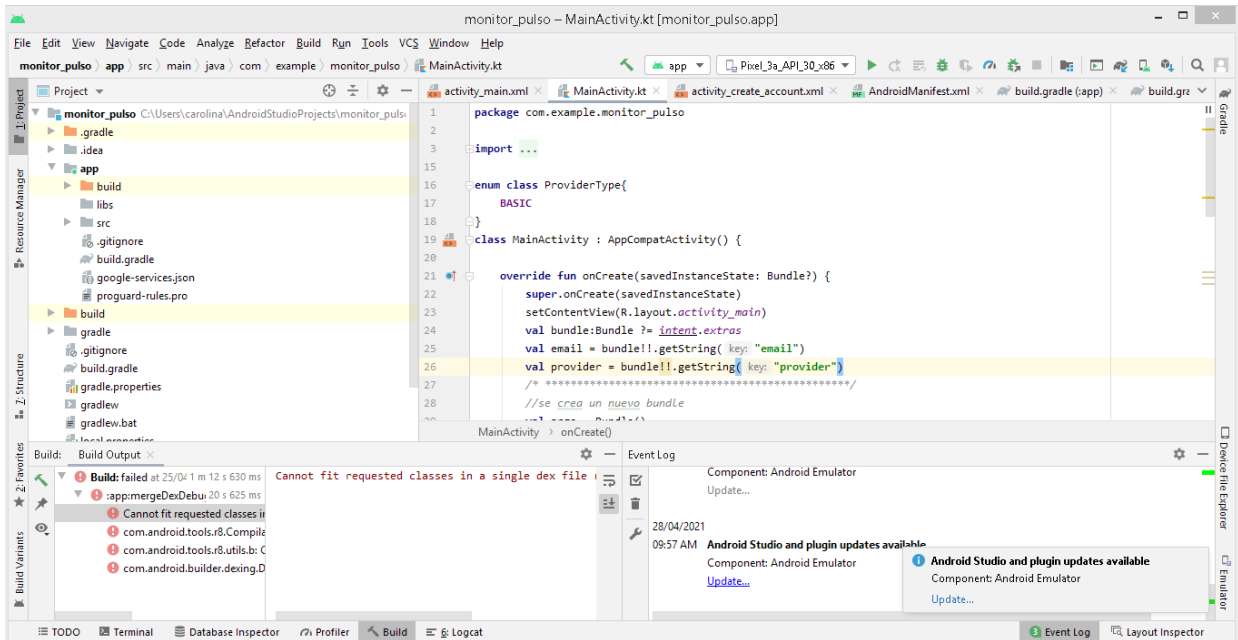


Imagen 3.8 Aplicación del sensor.

3.5 Pruebas

Una de las principales razones por la cual se hace este proyecto es para detectar las caídas de latidos que se generan al momento de tener un accidente, en este caso la importancia de integrarlo a un producto textil es grande, es decir si la prenda se interconecta con los sensores por medio de un hilo especial que forme parte del textil, la prenda mantiene un grado de comodidad que permite su uso sin problemas; de otra forma la cantidad de cables que se tendría que utilizar para conectar los sensores haría incomoda la prenda además de correr el riesgo de que un cable se trozara o que bien funcionara inadecuadamente.

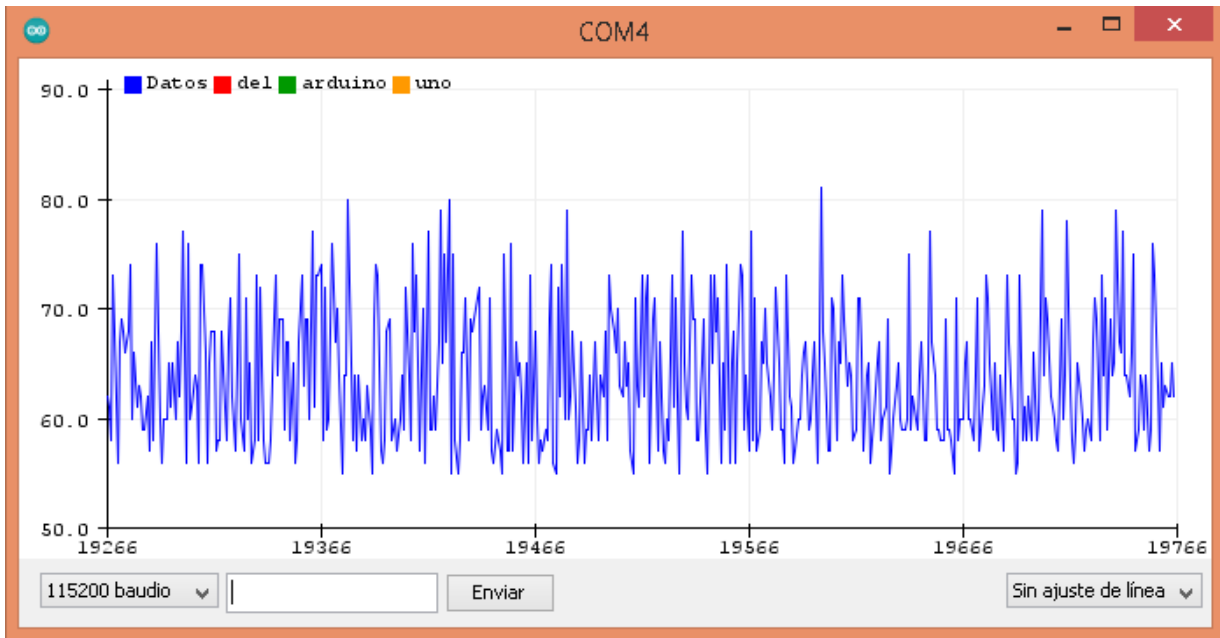
3.5.1 Integración del circuito

A lo largo de este escrito se viene hablando de la integración de componentes electrónicos con un producto textil, por esta razón es de trascendental importancia el conocer los conceptos básicos de algunas funciones del cuerpo, la función del electrocardiograma y las funciones de los componentes electrónicos para poder integrarlos a un textil.

Las pruebas que se realizan deberán conformar la base para compararla con las pruebas reales ya integrado a un producto textil. Estas deberán seguir con los lineamientos necesarios para su correcto funcionamiento como ya ha sido mencionado en capítulos anteriores.

Para realizar las primeras pruebas, estas se realizan con pines de entrada normales, se conecta del mismo modo que se señala en la imagen 3.4 para sacar las lecturas base, posteriormente se sacan las mismas lecturas, con la diferencia de que esta vez se hará con el hilo conductor ya integrado al textil así se sabrá el rango de error que genera trabajar este tipo de hilo, así como los errores que se detecten a lo largo de las pruebas.

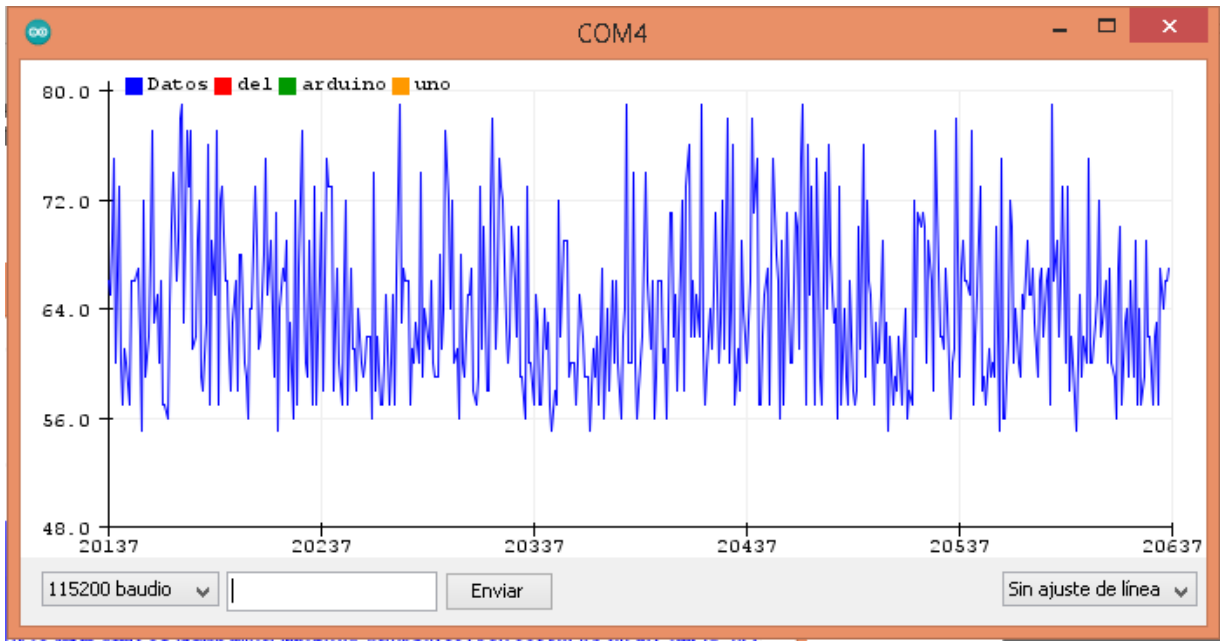
A continuación, se mostrarán las gráficas de las primeras pruebas que se realizaron con cable de cobre que se utilizan normalmente en los proyectos de ArduinoUNO. Para poder obtener valores enteros se establecen como condiciones que no exista ajuste de línea y que la velocidad de transmisión sea de 115200 baudios, mismos que la placa Arduino genera de manera automática.



Gráfica 3.1 Primera prueba con persona 1 al estar en reposo.

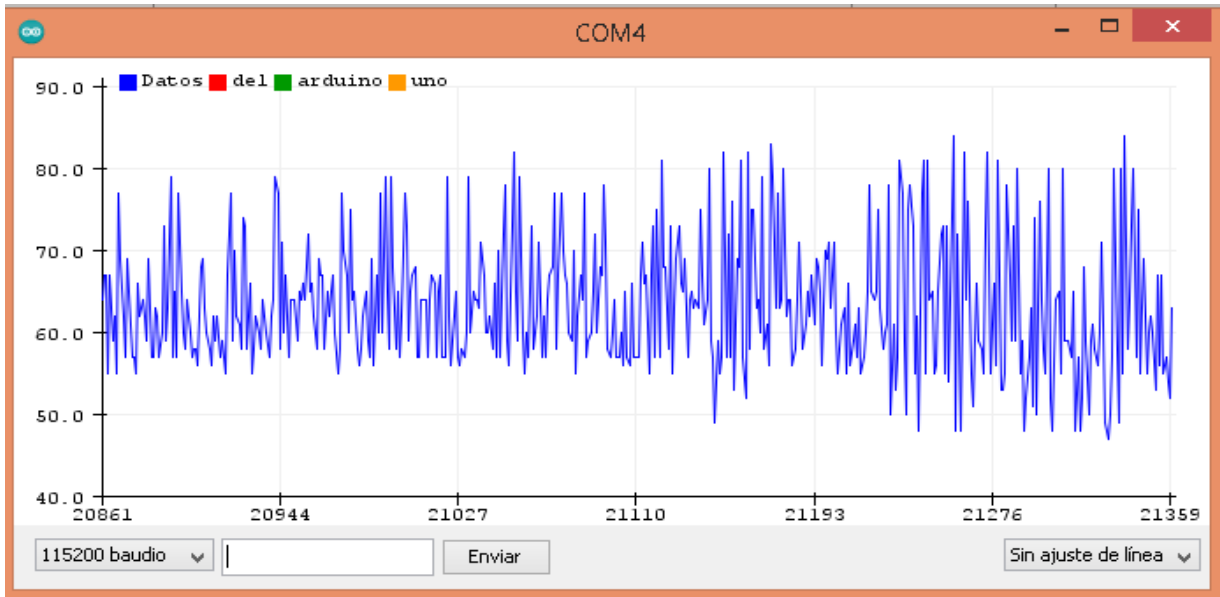
Se hace la primera prueba que es con la persona 1 que se señala en la gráfica 3.1, la primera instrucción que se debe seguir es esperar de 1 a 3 minutos para lograr una estabilidad del sensor y que se empiece a utilizar con normalidad.

Esta prueba también se realiza en reposo, donde los latidos no sobrepasan del rango de 90 y 50 lpm a una velocidad de 115200 baudios, considerándose latidos normales.



Gráfica 3.2 Segunda prueba con persona 1 al estar en movimiento constante.

Con la primera persona se hace una segunda prueba cuyos resultados se muestran en la gráfica 3.2, la persona realiza actividades con acciones repetitivas, es decir estas acciones que se hacen son caminar, mover objetos de un lugar a otro y agacharse, aunque el ruido aumenta esta no supone ninguna alteración en cuanto a latidos del corazón manteniéndose dentro del rango de 50 a 80 lpm.



Gráfica 3.3 Tercera prueba con persona 1 al estar corriendo.

Después de 5 minutos se le pide a la persona que corra una cierta distancia y al termino de esto se le vuelve a hacer la medición donde se ve una alteración notoria de los latidos la que se muestra en la gráfica 3.3, y se observa que estas no son graves ya que los latidos se conservan dentro del rango normal.

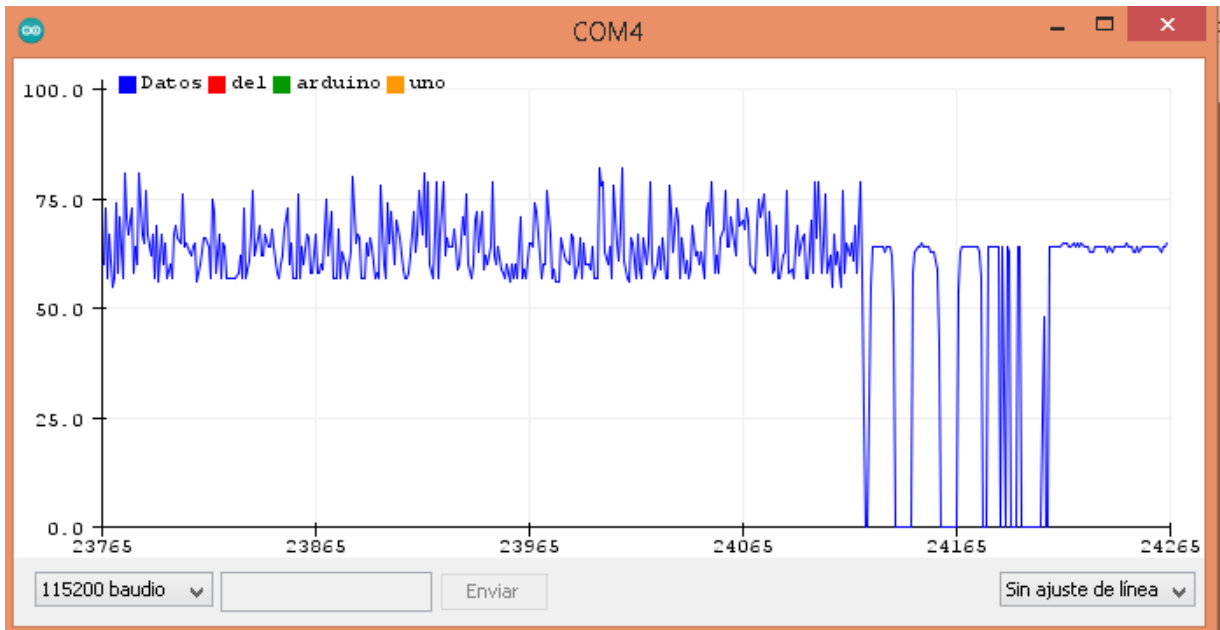


Gráfica 3.4 Cuarta prueba de persona 1 prueba de golpe.

Para simular la ocurrencia de un accidente, se le aplica a la persona un golpe en alguna parte del cuerpo (en este caso cercano a alguno de los electrodos) y la reacción detectada por el sistema se puede observar en la gráfica 3.4. Puede notarse que existe una caída que llega hasta cero, señal que se usa para mandar una alerta de accidente como si fuera el caso de uno que ocurriera en la zona de trabajo. Al observarse la gráfica, después de la caída de la gráfica, se nota un valor estable, esto es porque la persona después del accidente normalmente no tiene movimientos y se espera que una vez que vuelva a sus actividades normales la gráfica se comporte como se venía haciendo antes de la caída.

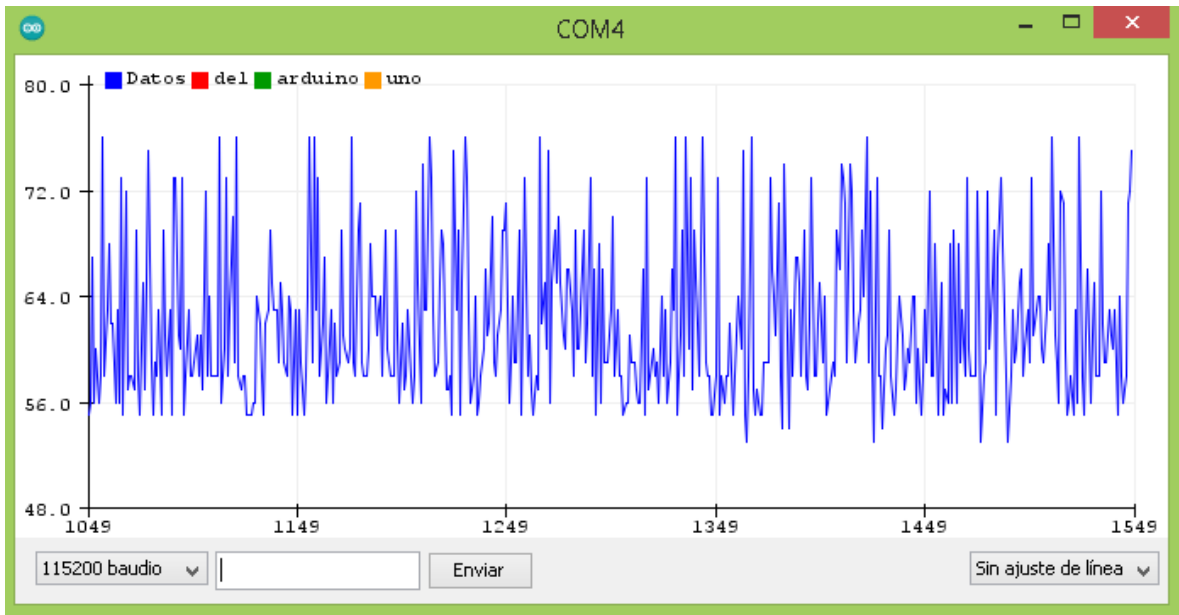
3.5.1.1 ¿Cómo diferenciar un accidente de una desconexión de electrodos?

Como se ha explicado con anterioridad el sensor de pulso cardiaco detecta el hecho de que los electrodos no estén conectados, lo que implica que se genere información de caídas continuas en los latidos del corazón alcanzando valores entre 62 y 0 lpm; este tipo de detecciones que no corresponden a un accidente si no solo a meras desconexiones de electrodos, y con la finalidad de que no sean confundidos con un accidente se muestran a continuación en las gráficas 3.5.



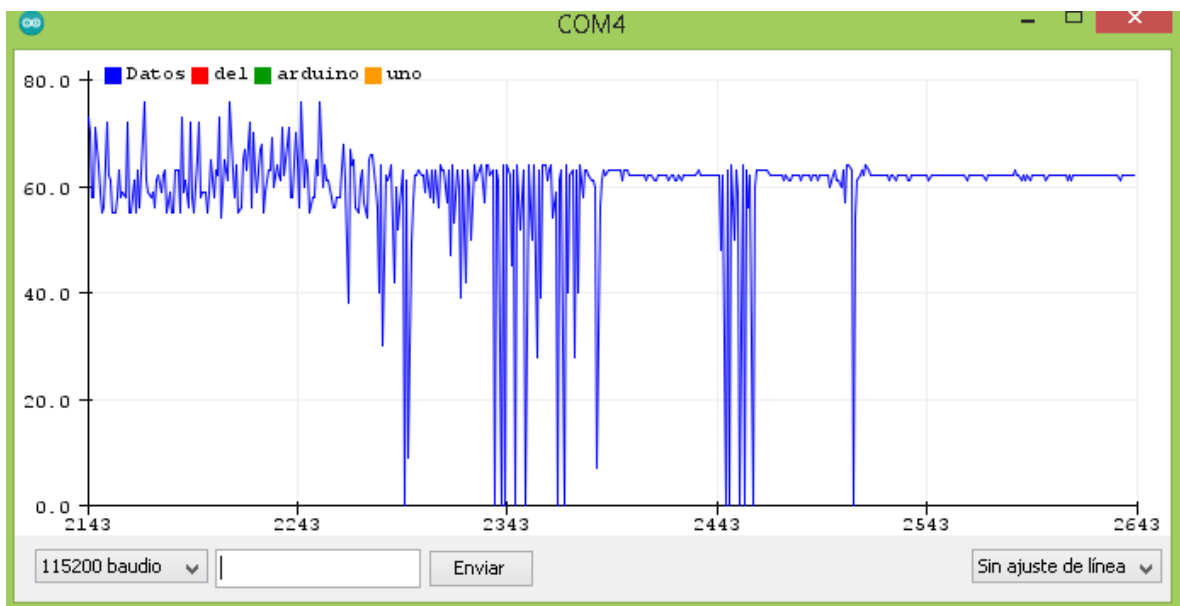
Gráfica 3.5 Caída de líneas al desconectar electrodos con sensor

Otra posibilidad de interpretar una información erróneamente se muestra en la gráfica 3.6 donde se presenta un ejercicio realizado con un segundo voluntario que se encuentra en movimiento constante, esto es para demostrar que aun que es el mismo sensor las lecturas pueden variar, con la diferencia de que los latidos van de 55 a 74 lpm con un promedio de 32 lecturas y de picos arriba de 70 de 10 lpm. Mientras que el ejercicio que se realizó con el primer sujeto de prueba quien simulo tener un accidente, obtiene los valores de 55 a 80 lpm con lecturas promedio de 38 y con 16 picos arriba de 70 lpm.



Gráfica 3.6 Cuerpo en movimiento constante persona 2.

Y por último se hace la representación de un accidente con la desconexión del sensor, observando en la gráfica 3.7 la caída de pulsos y desconexión con el sensor, es decir después de estas diferentes pruebas realizadas, se puede asegurar con más precisión que las caídas por accidente se van a tener un valor mínimo entre 40 y 20 lpm mientras la desconexión del sensor siempre va a llegar a cero.

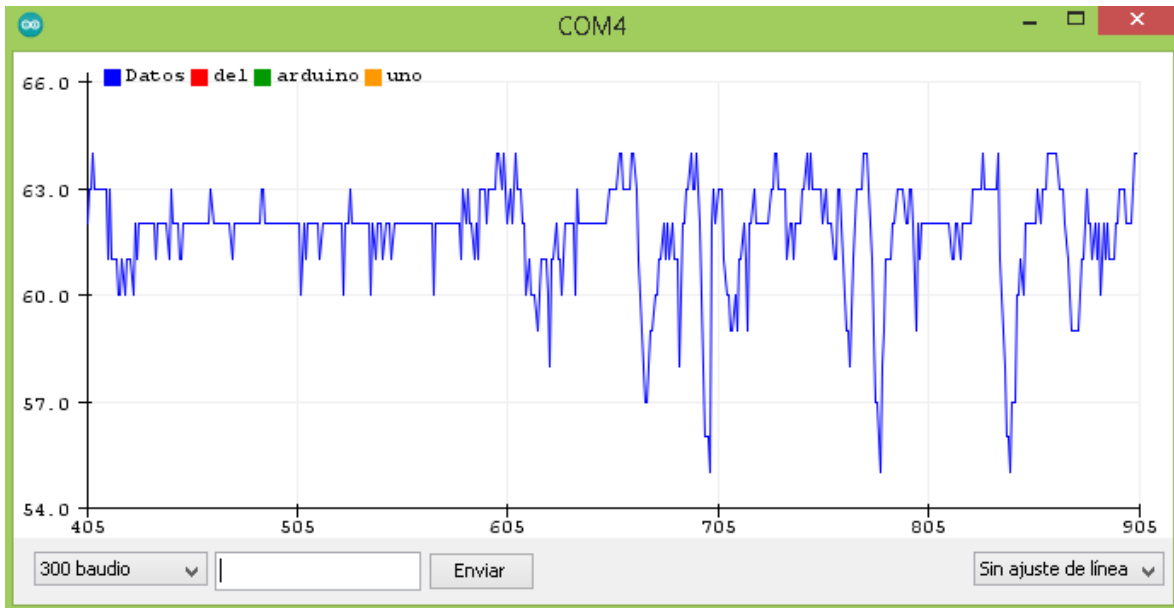


Gráfica 3.7 Caída de señal por accidente.

3.5.2 Ajustes de línea

Como se explicó desde el principio, la velocidad digital para un buen funcionamiento debe de ser de 115200 baudios y sin ajuste de línea. A continuación, se muestra mediante un ejemplo la razón por la cual es la velocidad de trabajo es la más pertinente para este tipo de proyecto.

En la gráfica 3.8 se muestra una representación con solo 300 baudios, donde es más notoria la línea de error, esto sucede debido a que el número de intervalos de elementos por segundo no se registra adecuadamente, causando que los datos de la gráfica del electrocardiograma, genere mayor ruido, además de retraso de los datos reales, esto quiere decir que, si se registra un accidente real este retraso de algunos segundos, puede ser importante al momento de registrar el accidente. Después de la grafica se muestra el código con el que se trabajara los 300 baudios.



Gráfica 3.8 lectura de sensor con persona 1 de 300 baudios.

```
//se compila con el Arduino
```

```
#include "SoftwareSerial.h" //Librería para emular puerto serial
```

```
SoftwareSerial Serial1(0, 1); // RX, TX
```

```
String str;
```

```
void setup() {
```

```
  Serial.begin(300);
```

```
  Serial1.begin(300);
```

```
  Serial.println("Datos del arduino uno");
```

```
  pinMode(10,INPUT);
```

```
  pinMode(11,INPUT);
```

```
  pinMode(A0,OUTPUT);
```

```
  delay(1000);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  // str =String("32");
```

```
  if((digitalRead(10)==1)||digitalRead(11)==1){
```

```
    Serial.println(analogRead(A0));
```

```
  }
```

```
  else{
```

```
    Serial.println(analogRead(A0));
```

```
  }
```

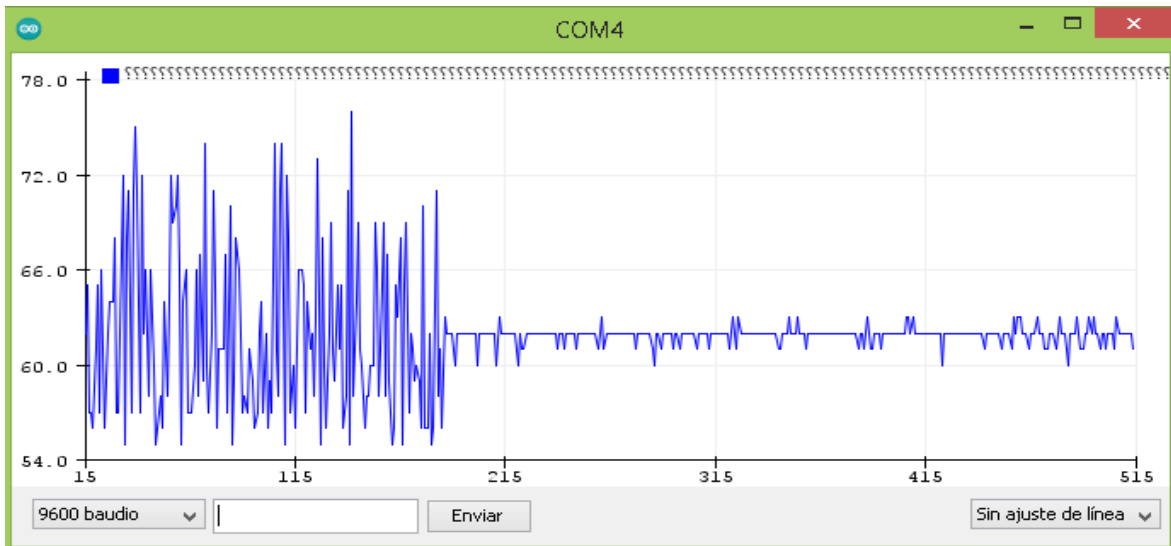
```
  delay(100);
```

```
  //Serial.end();
```

```
  //delay(100);
```

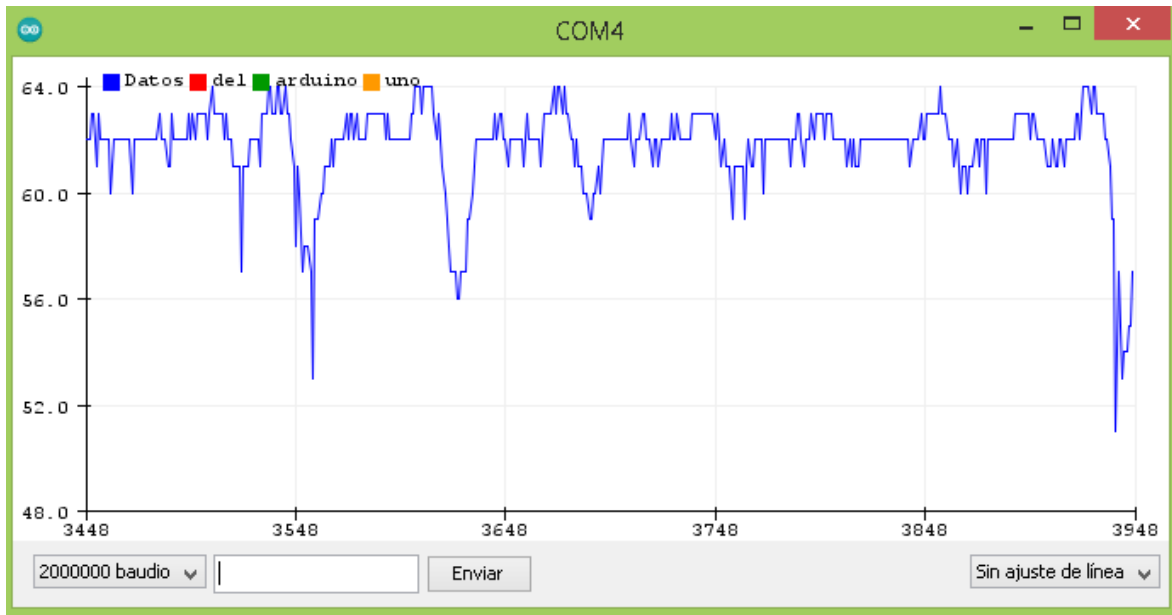
```
}
```

Cambiando a 9600 baudios sin ajuste de línea, la información de datos que se recibe se representa en la gráfica 3.9 ya no son registrados correctamente, mostrándose como error desde el principio y no solo se nota por ese dato si no también al observar la gráfica se ve la diferencia drástica de cambio de 72 a 54 y 63 a 60 como si el corazón no estuviera trabajando.



Gráfica 3.9 lectura de sensor con persona 1 de 9600 baudios.

Sucede del mismo modo al usar 2000000 baudios y sin ajuste de línea, las lecturas que se registran en la gráfica 3.10 son inestables, causando caídas en la gráfica aun estando en reposo lo que no es conveniente ya que se puede confundir con algún accidente por parte del programa.



Gráfica 3.10 prueba con 2000000 baudios.

Para la estabilidad del sensor debe tener los electrodos puestos de 1 a 2 minutos, con lo que la estabilidad cambiará de acuerdo con las actividades que se realice, pero nunca bajara a más de 34 lpm al menos que haya un golpe fuerte; la desconexión del sensor de acuerdo con lo que se vio va a depender de la caída de señal como se puede ver en las gráficas anteriores.

Ahora bien, las anteriores pruebas fueron usando cables normales, pero se espera que se conservarán los mismos valores al sustituir el cable común con hilo conductor.

CAPÍTULO 4 . ALCANCES DE ESTA PRENDA EN LA INDUSTRIA EN GENERAL

La tecnología se vuelve cada vez más avanzada, y tiene gran repercusión en la vida de las personas, éstas se pueden encontrar en la oficina, en el hogar, hospitales, y muchos otros lugares dentro de una empresa. La aplicación de la tecnología puede estar presente en diferentes puntos donde se busca mejorar las capacidades de las personas tanto como garantizar los resultados de producción en las industrias. Así como se busca el desarrollo de tales áreas, también es necesario la preocupación en el bienestar de las personas, para ello la integración de la tecnología en la industria textil se hace necesaria no solo en las máquinas, sino también en la prenda, en la tela textil, el hilo, los estampados y todo aquel producto o subproducto que tenga que ver con esta industria. Esto se vuelve importante ya que ayudarán a resolver problemáticas que se van generando de acuerdo con las necesidades y el avance de de cada proceso de producción.

Apegándose al proyecto de este trabajo, en este capítulo se desarrollan las pruebas que se realizan haciendo uso de un hilo conductor unido a una tela, si bien en el anterior capítulo se hicieron pruebas con cables comunes para tomar los valores como referencia y conocer si es factible usar este tipo de material para el registro de valores de los latidos, en estas pruebas se tomarán valores que emanen del uso del hilo conductor en vez de los cables usados anteriormente

4.1 Primera prueba con hilo conductor.

Esta primera prueba, además de usar hilo conductor se usará la placa de ArduinoUNO que es la base de esta tecnología.

Para esta primera prueba, el hilo conductor ya ha sido integrado al material textil, y se utiliza como apoyo un aro de madera para hacer las costuras, asimismo se marca el modo de conexión de la estructura principal como se explicó y mostró en el capítulo 3.3, este proceso se puede observar nuevamente en la imagen 4.1 donde el trabajo se realizó de forma manual.

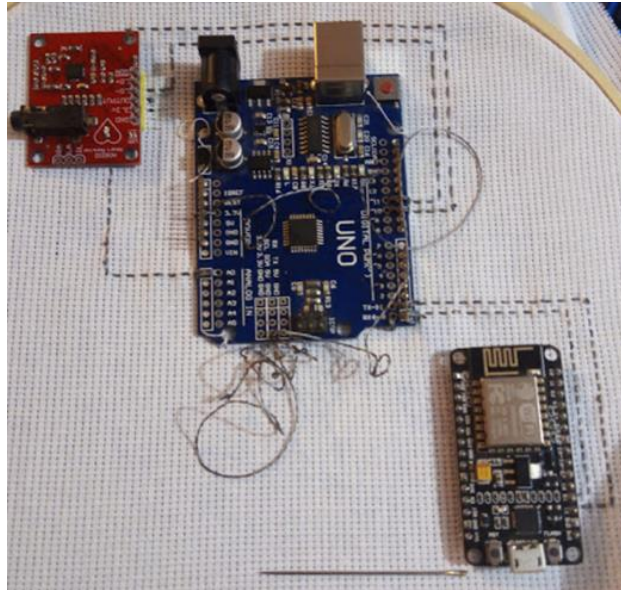


Imagen 4.1 Prueba de costura de circuitos tela e hilo

Para esta prueba el tipo de costura que se realiza es el de hilván, primero se asegura el hilo con un pespunte y se pasa la aguja varias veces hacia el revés y el derecho del tejido, después se hace con puntadas uniformes con 2mm de distancia, y las bastillas de 3 a 4mm, rematándolo con punto atrás.



Imagen 4.2 Costura del hilo conductor.

Es importante el modo de costura de esta prenda ya que al ser un hilo de acero sigue transmitiendo corriente, lo que se quiere decir es que al juntarse dos hilos puede generar cortos circuitos (ver figura 4.2), y esta posibilidad debe eliminarse por completo.

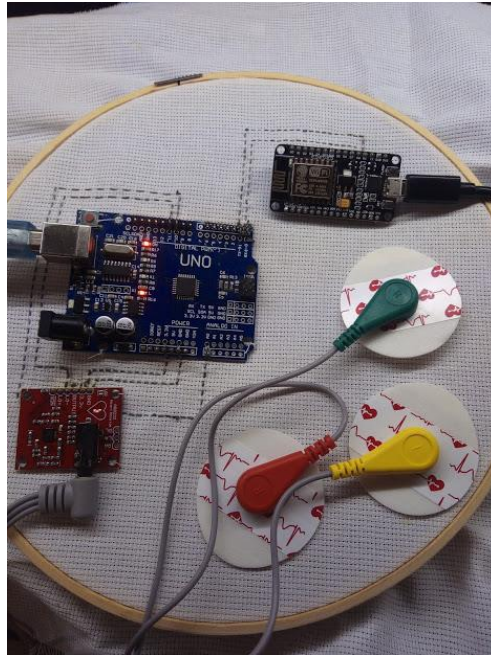


Imagen 4.3 prueba de corriente.

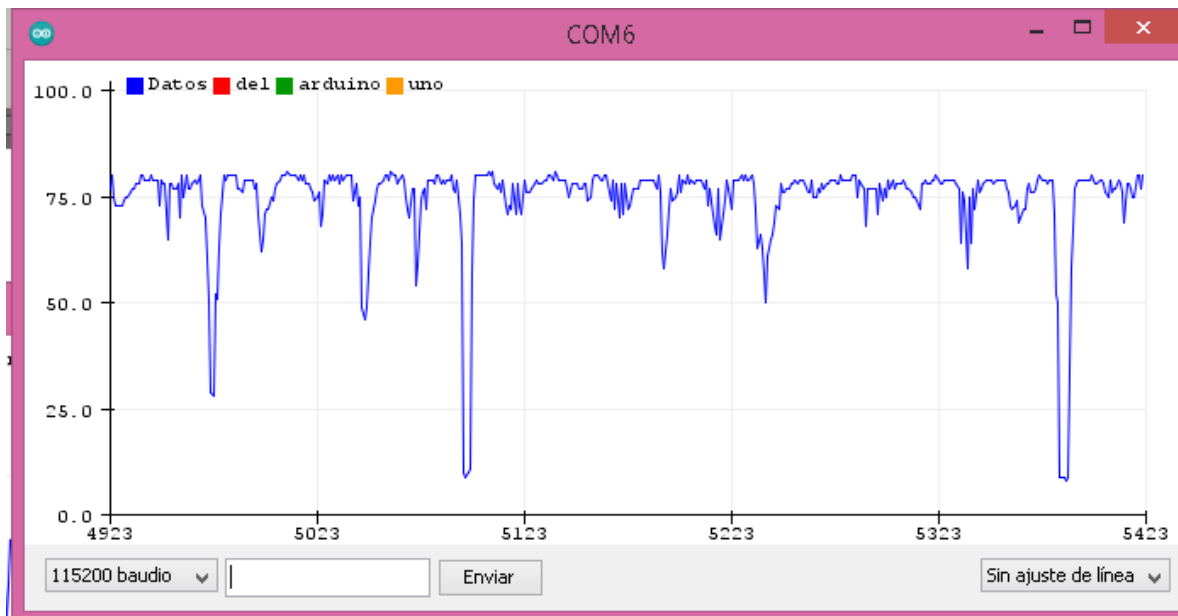
Una forma de asegurar de que no existan cortos circuitos es verificar que cada hilo correspondiente, esté conectado al extremo del sensor, módulo y Arduino de acuerdo con los pines correspondientes, y como no se cuenta con un multímetro a la mano esta prueba se hará conectándolo con la fuente de alimentación poniendo atención a la temperatura que presenten los hilos, misma que al haber un corto circuito tenderá a incrementarse rápidamente permitiendo que se tomen acciones para corregir el problema. Al verificar, y una vez asegurando que no haya problema alguno, la corriente deberá correr correctamente como al principio, conservando las mismas características en los valores que se presentaron con la prueba de los cables comunes.

4.1.1 Información obtenida con primeras pruebas con hilo conductor.

Como primera prueba se debe observar la estabilidad del sensor que tarda de 2 a 3 minutos, y lo primero que se observa es que no hay estabilidad adecuada ya que hay caídas en la gráfica 4.1 que van más allá de lo que se permite llegando hasta los 25 lpm en el primer caso, esto se interpretaría erróneamente como un accidente. Esta lectura que se muestra no es la correcta dado que es conocido que en la prueba que

se está haciendo aún no están conectados los electrodos al cuerpo de la persona de prueba.

Esta prueba que se hace de manera continua ya que no se sabe si las lecturas mostradas en la gráfica se deben al cambio del cable por el hilo. Así que se procede a conectar los electrodos al cuerpo de la persona de prueba uno.

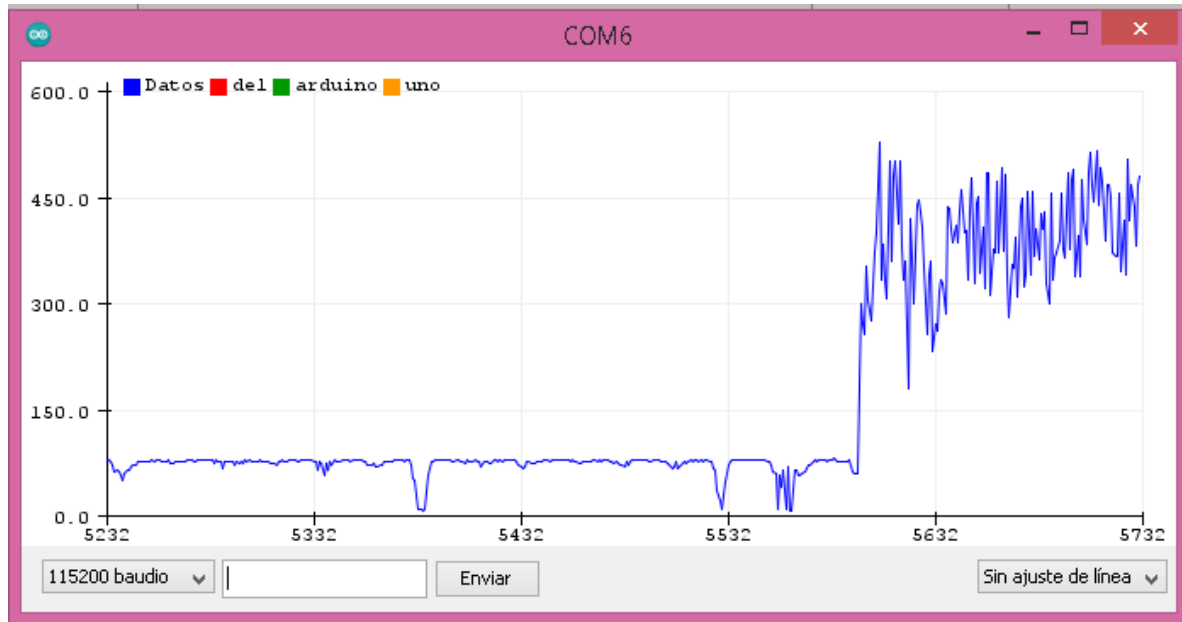


Gráfica 4.1 Estabilidad del sensor prueba con hilo conductor.

Una vez que se termina la estabilización se observa que esta vez no está conservando los mismos valores que se pretendía es decir como los valores que se mostraron en la primera gráfica de la persona en reposo de la gráfica 3.1, en esta ocasión las lecturas presentadas se encuentran entre 300 y 400 lpm (ver la gráfica 4.2).

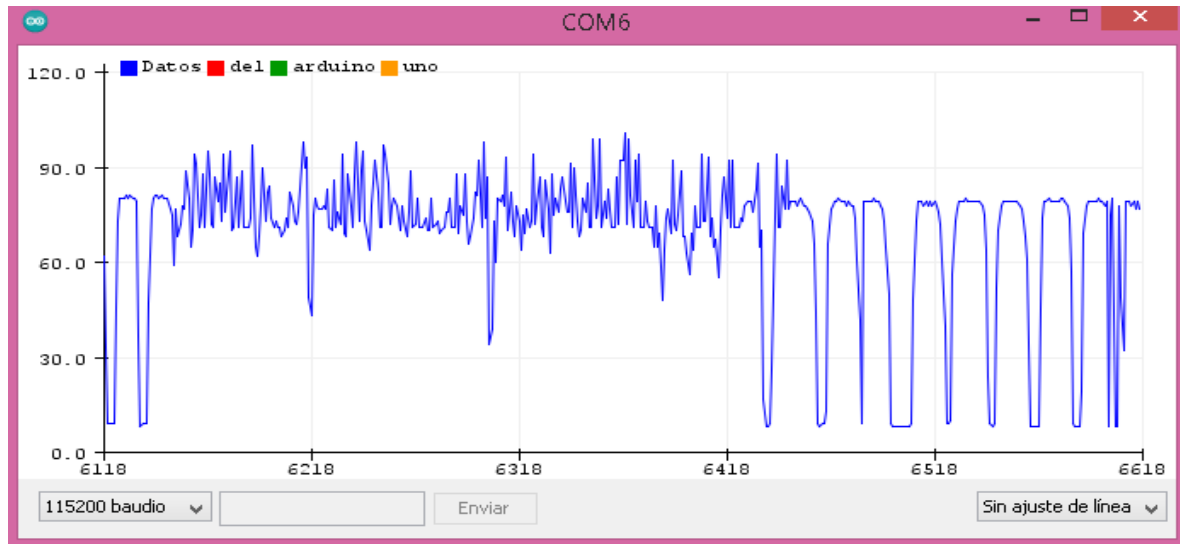
Como observación la línea de valores debería ir mostrando lecturas en un rango entre 50 a 80 lpm mismos que no se están dando, esto puede ser como consecuencia de dos factores, el primero es que el hilo que va al canal de A0 y no está haciendo contacto con el hilo por lo que muestra una variación en los latidos que se están registrando, y, el segundo es que el hilo conductor presenta de forma natural una resistencia que se produce por la naturaleza del mismo y la cual se comprobó en el análisis previo realizado al hilo. Esta resistencia influye en que no se alcance el voltaje correcto a

cada terminal de entrada de los correspondientes pines, esto es provocado por el hecho de que el hilo está integrado con pequeñas fibras de acero inoxidable.



Gráfica 4.2 Prueba con hilo conductor de 300 a 450 Lpp.

Se checa que los hilos estén mandando la corriente adecuada ya que al no hacerlo esto se verá reflejado en la gráfica mostrando como consecuencias las caídas de las líneas que se pueden ver en la gráfica 4.3. en este caso podemos decir que no hay una buena conexión entre el sistema de los pines con el hilo, aun así, para esta primera prueba no se descarta el hecho de que sea debido al material sustituto del cable en este caso el del hilo conductor.



Gráfica 4.3 Caída de líneas con hilo conductor.

Para esta primera prueba con hilo conductor, se observa que las costuras que se realizaron no son las adecuadas ya que al moverlas dejan de estar en contacto con los componentes electrónicos, además de que no se realizó una costura adecuada y al remachar las costuras estas se juntaban causando pequeños cortos que se podían observar en algunas partes de la costura.

Como segunda observación al conectar corriente con estos hilos al tocarlos no generan ninguna descarga eléctrica. De esta manera por seguridad, aunque no se genere un choque eléctrico se debe tener cuidado con la forma de costura ya que como se observó, si pueden generar cortos entre los hilos.

Debido a que este hilo se compone por numerosas fibras, como se menciona en el capítulo 3.1 análisis del hilo, esta genera una resistencia de 55 OHM, como resultado esta no conecta correctamente con los pines correspondientes de entrada, generando que los latidos se encuentren en un rango de 300 a 600 lpm.

4.2 Segunda prueba con hilo conductor

Como segunda prueba se cambia el modo de costura del hilo conductor para conectar los circuitos electrónicos, además de que hace cambio de Arduino uno a Arduino nano, esto es lo mismo, pero en su versión más reducida.

Las conexiones que se realizan son casi las mismas, cambiando por comodidad la línea de LO- con pin 11 y LO+ con pin 10 además de OUTPUT a la línea de A1 entre el sensor AD8232 y el Arduino nano.

Para la segunda prueba se cambia la forma de costura, esto se hace adecuando el formato de los circuitos debido a que no se tiene las herramientas adecuadas para la adaptación de estos como si fueran el Arduino Lily pad, como se puede observar en la imagen 4.3 comparándola con la prueba anterior, se hace un cambio en la forma de las líneas, y del tipo de costura.

La costura que se usa para esta prueba es el más conocido como pespunte que de igual manera sirve para rematar los hilos. Para más exactitud esto se hace pinchando la aguja y se vuelve a sacar de 2 o 3 mm más allá de la línea de costura combinando esta técnica con la de hilván, ya que al llegar al pin que se desea conectar se necesita regresar para no generar más nudos que pudieran juntarse posteriormente, quedando como la imagen 4.4.

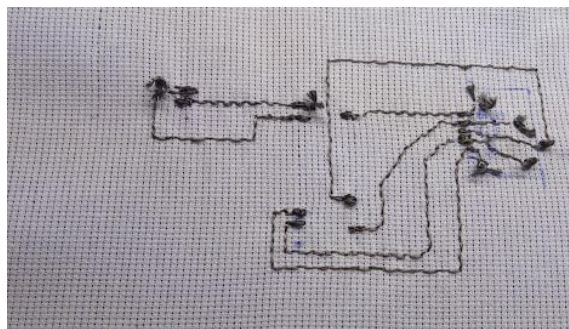


Imagen 4.4 costura del hilo conductor parte delantera.

Como se puede observar en la imagen 4.5 esta tecnica utilizó la menor cantidad de hilo (debido tambien a que se cambio el arduinoUNO a arduino NANO) que la anterior generando que se junten menos los nudos y de que la parte trasera quede una costura

mas pulida. Esta técnica ayuda a que las conexiones entre el pin y la costura se conecten de una manera masconfiable y que las costuras no se junten por el exceso de nudos.

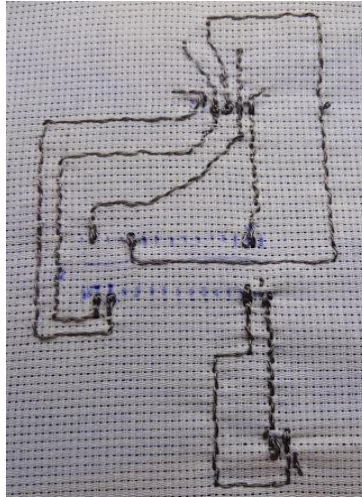


Imagen 4.5 Costura con hilo conductor parte trasera.

Se hace la conexión del los componentes electrónicos con el hilo ya previamente cosida a la tela, siempre asegurandonos de que esta esté en contacto con los pines de entrada, se asegura de que estos no esten en empalme con otros hilos para que no pase lo mismo como la primera prueba, quedando de la siguiente manera que se presenta en la imagen 4.6, se hace la prueba de conductividad y se checa que no hagan contacto los hilos. Al hacer esta verificación se procede a hacer las pruebas con las gráficas.

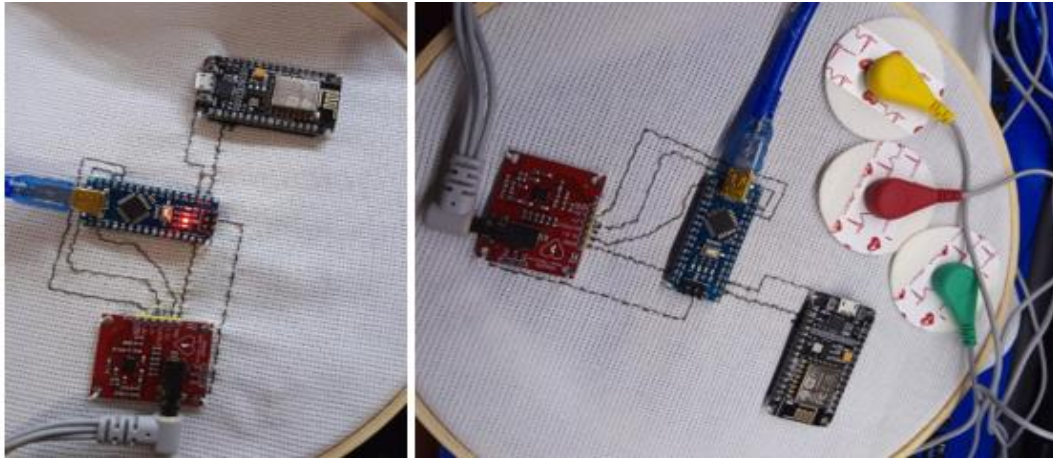
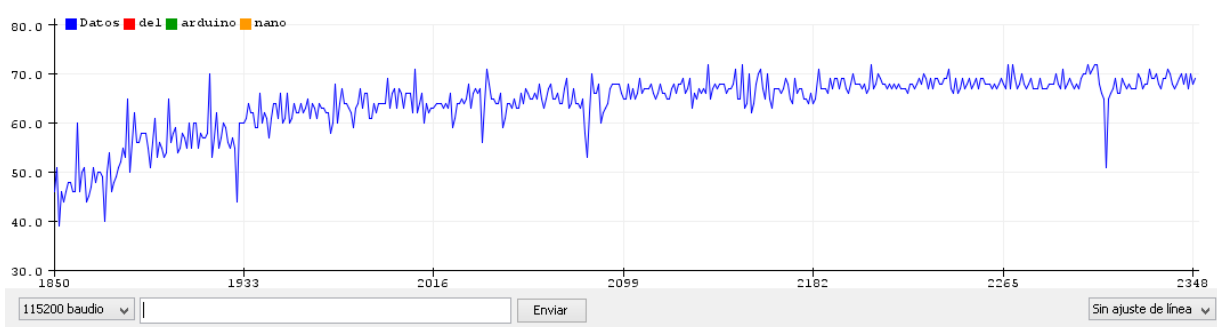


Imagen 4.6 Integración de la tela con hilo conductor.

4.2.1 Información de la segunda prueba con hilo conductor.

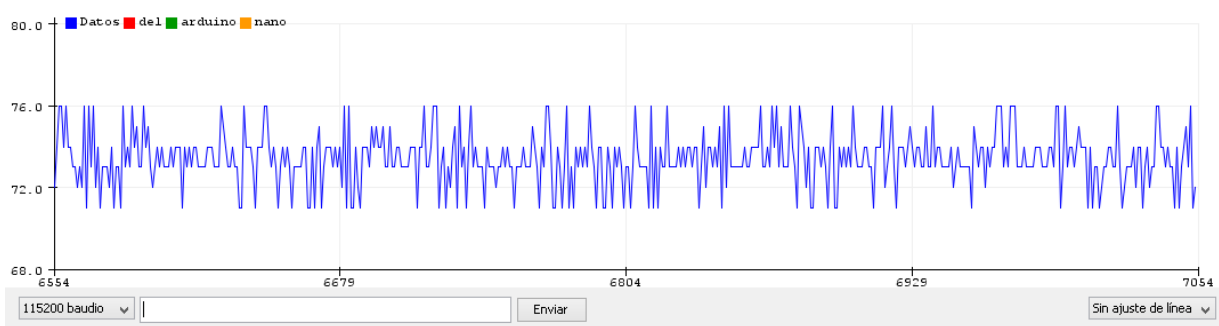
Se hacen las segundas pruebas con hilo conductor y con el Arduino NANO, en esta prueba se hace lo mismo que la anterior se conecta el textil. Al conectar los electrodos se espera la estabilidad de 1 a 3 minutos. Como primer resultado en la gráfica 4.4 se ven menor caídas de la línea comparándola con la primera prueba con hilo esta se ve con menor interferencia ya que se registran menor picos que lleguen de los 20 a 0 lpm.



Gráfica 4.4 Enlace de conexión textil- gráfica estabilidad

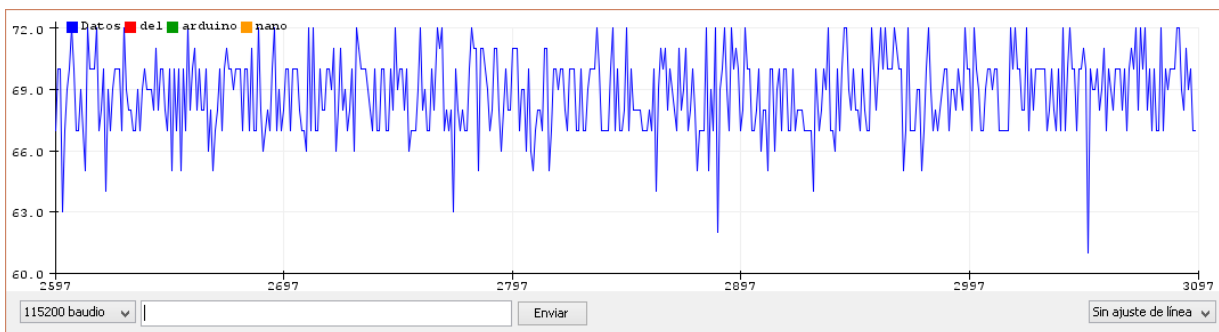
Los resultados que se muestran en esta gráfica se ven con menor ruido, ya que ahora las lecturas que se esperaban que iban de 50 a 80 lpm se observan mejor, presentando valores de 70, 72, 68, 67, 74 lpm , la línea de la gráfica de las pulsaciones esta mejor definida, permitiendo observarlas con mayor claridad, esta vez los datos, aunque no

son iguales a la primera prueba, permitirán mostrar una mejor información que favorezca el objetivo deseado con los accidentes.



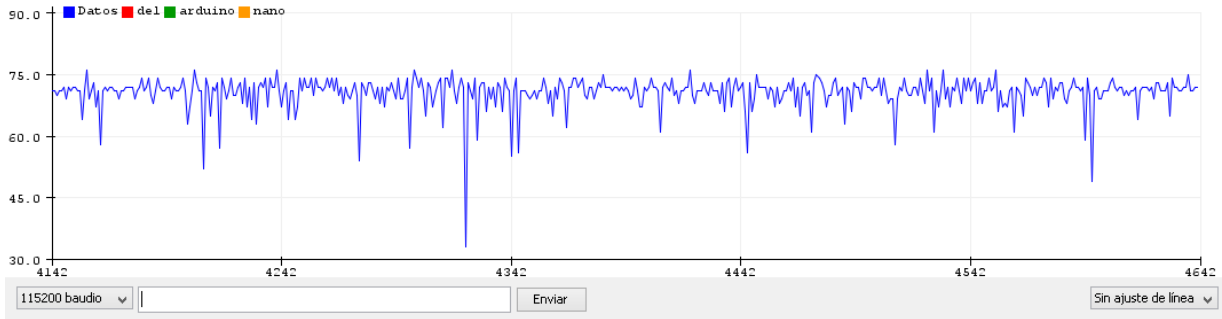
Gráfica 4.5 Persona 1 estando en reposo.

Se hace la prueba que se hizo anteriormente con los cables, la persona uno se encuentra en reposo, al parecer al hacer algunos movimientos que no se registraron en la gráfica 3.1 del capítulo 3.5, no se notaron tanto como la gráfica 4.6, y aunque estas no sobrepasan el límite, se pueden observar con mayor exactitud, no afectando en nada ya que el rango al que se debería de conservar no caiga más de los 60 lpm.



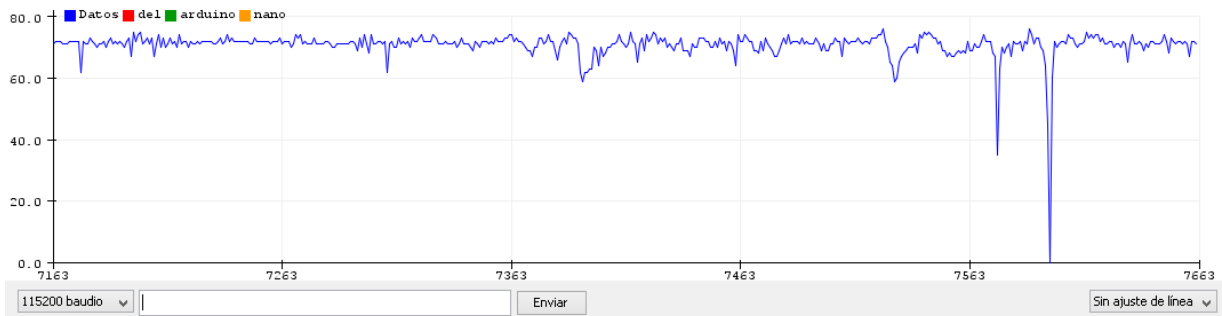
Gráfica 4.6 persona 1 estando en movimiento constante.

Se compara con la gráfica 3.3 al estar corriendo. como resultado se observa que en la gráfica 4.7 se genera menor ruido que la gráfica 3.3. y en comparación a la gráfica 4.6 la gráfica 4.7 genera mayor ruido debido a que se está en más movimiento, esto sin sobrepasar el límite.



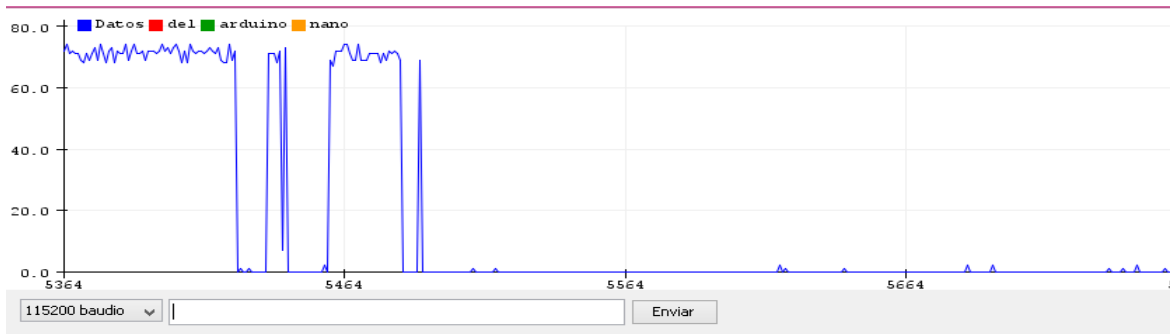
Gráfica 4.7 Persona 1 al correr.

La siguiente gráfica 4.8 se compara con la gráfica 3.4 en la prueba de golpe en esta se observa que solo se hizo el registro de una caída de latidos que llegó hasta 37 lpm aproximadamente, se vuelve a hacer un segundo golpe llegando a cero y esta de forma inmediata vuelve al estado normal de registro en comparación con la grafica 3.4 esta prueba su estabilización fue inmediata.



Gráfica 4.8 Persona 1 prueba de golpe.

Por último, en la gráfica 4.9 se hace la desconexión de los electrodos mostrando las mismas caídas constantes que se muestran en la gráfica 3.7 y posterior se desconecta de la fuente de energía mostrando esta como 0 lpm, en el caso de que este no se llegue a mostrar de esta manera, las lecturas se paran de forma inmediata.



Gráfica 4.9 Desconexión de los electrodos.

En esta última prueba que se realizó se notó una mejora del registro de los latidos comparándolo con las primeras pruebas, se pudo observar debido a que hay menor interferencia en el ruido que se genera en las lecturas y también en que estos registros fueron más “sensibles” al cambio de movimiento registrándolo, pero sin la confusión de que la lectura registre un accidente.

4.3 Alcances de la prenda

En este tema se viene mencionando la integración de un producto textil con circuitos electrónicos que ayuden a detectar un accidente para obtener la ayuda inmediata en caso de que se suscite uno en alguna industria.

En comparación con la primera prueba con el hilo conductor con la segunda fue el cambio de costura que se realizó, en la primera no hubo una técnica adecuada para la conexión de los pines, como consecuencia de ello no se realizó un buen registro, otra razón fue la mala terminación al no contar con una técnica determinada en los remates causando así que estos mismos se juntaran.

En este caso no se especifica el tipo de técnica que se debe de utilizar, porque al no contar con la herramienta adecuada se tuvo que improvisar con los materiales con los cuales ya se contaban. Es decir, si se hubiera contado con el equipo completo para utilizar el lily pad la costura de esta hubiera sido diferente a la que se utilizó con el Arduino nano.

En los errores que se cometió, se puede decir que al tener hilo doble esta hizo una buena conexión entre los pines, haciendo que los datos sean más precisos de lo que se esperaba. Esto al ser más precisos al variar el registro de datos puede llegar el caso en que estos registros sean más sensibles de lo que se tenía previsto al movimiento, registrando mayores datos, esto por consecuencia de no saber con exactitud de la corriente y la resistencia que se está generando con el hilo.

Ahora bien, si se comentó en los anteriores capítulos para que estos registros sean más precisos se puede hacer la conexión de los 6 electrodos para que estos puedan generen menor ruido y las lecturas sean más precisas.

Otro de los cambios que se pueden realizar es que la sustitución de las placas sea una posibilidad, ya que al no contar con las suficientes herramientas para realizarlo se contó con las que se hacen de fácil programación, este cambio de las placas consistiría en crear una más pequeña que tenga incluida las funciones que llevan a cabo el Arduino, el sensor AD8232 y el Módulo Wifi, sustituyendo ahora los cables de los electrodos por el hilo.

El siguiente punto es que la posibilidad de coserlo a mano es una de las opciones, pero esto también se puede usando una máquina de coser, una bordadora o incluso ya desde el tejido.

En el capítulo tres se menciona que no importa el material de la tela que se utilice sin embargo debido a las pruebas que se realizaron, para mayor seguridad es importante saber el tipo de fibra con la que se trabaja para este tipo de proyectos, en esta ocasión se utilizó algodón lo cual fue una elección correcta debido a los cortos que se generaron al principio, y aunque estas no fueron de gran magnitud, fueron mínimos los cortos debido a que el hilo conductor está constituido por fibras ayudando a disminuir el impacto, no hay que dejar de lado los riesgos que conlleva utilizar energía. El algodón pensando en situaciones más extremas ayuda a que la prenda en caso de incendio no se pegue a la piel. En esta misma situación también se puede usar el poliéster como aislante para este tipo de proyectos, el prototipo al estar en contacto con la piel este no se siente como pasa la corriente de energía por medio de los hilos, pero para mayor seguridad de la persona se tendrá que contemplar. Entonces como

mejor opción se puede usar la combinación de poliéster algodón que ayudará a aislar la energía, aunque esta no se sienta al estar en contacto con la piel, pero ayudara a salvaguardar la seguridad del operador de este proyecto en todo momento.

4.3.1 Tipo de prenda

Se ha dicho que el tipo de tela puede ser de gran ayuda para salvaguardar la seguridad del operador, tanto como la tela y la prenda en donde se puede colocar este dispositivo dependerá de acuerdo con las actividades que se realicen en el espacio de trabajo en que se utilice, como ejemplo si un trabajador llega a cargar objetos pesados que requieran el uso de una faja o protección para el cuerpo la colocación en este caso dependerá de las zonas en que se encuentre libre de ello, en el único caso que se conservaría su colocación sería en los electrodos como se indica en la sección 2.2 Sensor AD3283 del capítulo 2. En caso de que este operador utilice los hombros como forma de apoyo para cargar dichos objetos tampoco será posible la colocación en ese espacio. Así que en este caso sería mejor la colocación de los circuitos por la parte de la espalda.

En otra situación si un operador realiza menor movimiento la colocación del circuito sería más fácil ya que podría ir en cualquier parte ya sea cintura, pecho o espalda o en otro lugar en la que no interfiera en los movimientos del trabajo.

CONCLUSIÓN

Como parte importante de las conclusiones de este trabajo una de las cosas que me gustaría mencionar es el hecho de que hoy en día existen muchos recursos al alcance de los profesionistas que permiten la realización de proyectos adquiriendo elementos de fácil acceso y costos cordiales dentro de un marco de una electrónica de aplicación no muy compleja. La realización de este proyecto ha demostrado que utilizando tarjetas de circuitos comerciales como los son Arduino UNO, módulo Wifi V2 ESP8266 y el sensor AD3282 se puede diseñar un dispositivo integrado a un textil que ayuda a detectar los accidentes por medio de la alteración de los latidos del corazón.

Al inicio de este trabajo se menciona los decesos que se producen en la industria se presentan principalmente en operadores de maquinaria industrial, ensambladores, choferes y conductores de transporte así como en trabajadores en actividades elementales o de apoyo; es por ello que se propone un dispositivo integrado a una prenda que dé aviso al personal más cercano, y este tenga la oportunidad de enviar ayuda inmediata.

Si bien no se pudo contar con todo el equipo y material necesarios para realizar pruebas más específicas que permitieran obtener suficientes datos que demuestran la factibilidad del funcionamiento adecuado referente al hilo conductor y material de la tela; con las herramientas a las que se tuvo alcance se puede lograr realizar un prototipo que cumple con el objetivo de detectar accidentes, procesar esta información y enviar una señal de alarma que pudieran salvar la vida de un accidentado. Aún y cuando ya existen medidas de prevención para evitar estos accidentes fatales se debe reiterar que estos no quedan exentos de suceder, y por ello la importancia de tener un dispositivo electrónico que se adapte a las actividades de trabajo y que ayude a detectar esos momentos en los que se requiera ayuda de emergencia.

Con base en la experiencia que se obtuvo durante la realización de este trabajo creo que se ha abierto una puerta a nuevas sugerencias para futuras investigaciones relacionadas con este dispositivo de ayuda en casos de emergencia en accidentes laborales.

Una investigación que pudiera ser una continuación de este trabajo sería el tratar de hacer un diseño simplificado de este prototipo utilizando elementos de una nueva generación de la línea de arduino y la posibilidad de mejorar su uso por medio del internet.

Otra posible investigación podría ser el estudio estadístico del comportamiento de telas de diferentes materiales para determinar cuáles son las que dan resultados mas confiables en la detección de accidentes por este medio y que garanticen la funcionalidad de un dispositivo como el que aquí se presentó.

Una más sería practicar el uso de este dispositivo en distintos tipos de industrias y en áreas de mayor riesgo, donde las actividades que tiene el trabajador en dicha área sean susceptibles de la ocurrencia de un accidente como los que aquí se consideraron; y recabar información que conlleve a hacer un análisis de resultados que ayuden a un mejor diseño de adaptación al cuerpo de sensor de registro cardiaco, un estudio de gráficas en el movimiento, así como definir ventajas y desventajas máquina-sensor.

Con relación a los aprendizajes logrados en el desarrollo de este proyecto se puede mencionar la potencialización de la importancia que implica la planificación de un trabajo como el que aquí se llevó a cabo y que incluso conduce al desarrollo de habilidades como la búsqueda y manejo de información, la creatividad que se requiere para llegar a desarrollar un propósito, la combinación de conocimientos de distintas áreas (en este caso salud, programación, textil y electrónica).

Desde un inicio era conocido que se presentarían dificultades para encontrar y contar con las herramientas y el equipo necesario y adecuado que me ayudaría a que este trabajo generara suficientes datos para asegurar el correcto funcionamiento del producto de este proyecto. Sin embargo se logró sacar adelante utilizando un organismo de prueba y error, el cual trajo como consecuencia el uso de una mayor cantidad de material del que se tenía planeado, pues hubo la necesidad de realizar diferentes pruebas que nos ayudarían a conocer la conveniencia de llevar a cabo la sustitución de algunos materiales y con ello lograr al fin los resultados obtenidos.

Finalmente puedo decir que la experiencia que he obtenido siendo ingeniero textil y tomando el reto de incursionarme en un área completamente ajena al área textil que es el campo de la electrónica ha sido muy grata y me ha dejado la satisfacción de haber aprendido algo nuevo, además, este trabajo me deja claro que hoy en día no se puede ser tan exclusivo en un área ya que para tener éxito en la vida laboral los ingenieros debemos de ser más divergentes y conocer aspectos de las demás áreas de la ingeniería.

REFERENCIAS

Libros

- Alexánder Rosas, E., & Gamba Ayala, G. (2014). Control de la Excitación y la conducción cardíaca. En E. A. Gamaba, *Fisiología cardiovascular, renal y respiratoria*. (pág. 493). México: El manual moderno.
- Brandan, C., Llanos, I., Ruiz, D. A., & Rodríguez, A. N. (2010). Catecolaminas. En C. Brandan, I. Llanos, D. A. Ruiz, & A. N. Rodríguez, *Hormonas Catecolamínicas Adrenales* (pág. 8). Argentina: Universidad Nacional del Nordeste.
- Fernández, N. E. (2021). Manual de laboratorio Fisiología. En N. E. G., *Relacion del electrocardiograma con la respiracion y el pulso*. (pág. 6). México: McGraw Hill Medical.
- Garza, N. (14 de Abril de 2015). Estimulador, electrodos, transductores y sistemas de registro. En N. Garza, *Manual de fisiología*. McGraw-Hill. Obtenido de Manual de laboratorio.
- Peña, C. A. (2017). *Arduino La guía para realizar tus prototipos electrónicos* (Sexta ed.). Autónoma de Buenos Aires: RedUSERS.
- Pérez, F. J. (2015). Aprender a interpretar el electrocardiograma, Manual para estudiantes de ciencias de la salud. En F. J. Pérez, *¿Que es la electrocardiografía?* (pág. 289). Barcelona, España: Elsevier.
- Saenz, M. (2018). *Curso Básico de Arduino* (pág. 168) Mecatrónica LATAM.
- Solis, A. (2020). Electrocardiografía. En Á. Á. Sánchez, *Fisiología humana*. McGraw Hill Education.
- Ho, D. S. (2003). Anatomía de los nodos cardíacos y de sistema de conducción específico auriculoventricular. *Cardiac Morphology*, 73-80.

Revistas

Devices, A. (5 de Abril de 2020). Single- Lead Heart Rate Monnitor Front End. U. S. A., Norwood.

Espressif Systems. (4 de Abril de 2021). *ESP8266 802. 1 bgn Smart Device*. Datasheet

Paginas de internet

Arduino. (14 de Febrero de 2021). *Arduino UNO*. Obtenido de <https://arduino.cl/arduino-uno/>

esploradores. (5 de Abril de 2021). *esploradores.com*. Obtenido de https://www.esploradores.com/wp-content/uploads/2019/11/PINOUT-NodeMCU_1.0-V2-2_2.jpg

Firebase. (28 de Abril de 2021). *Firebase*. Obtenido de <https://firebase.google.com/docs/app-distribution>

IMSS. (9 de Febrero de 2021). *302_0124*. Obtenido de Riesgos de Trabajo terminados registrados en el IMSS por año de ocurrencia y sexo, según tipo de riesgo p/ 1/ 2/: http://www.stps.gob.mx/gobmx/estadisticas/302_0124.xls

IMSS. (9 de Febrero de 2021). *302_013*. Obtenido de Defunciones derivadas de Accidentes de Trabajo (casos terminados) por entidad federativa y sexo, según año de ocurrencia: http://www.stps.gob.mx/gobmx/estadisticas/302_0137.xls

IMSS. (9 de Febrero de 2021). *302_0135*. Obtenido de Defunciones derivadas de Accidentes de Trabajo (casos terminados) por entidad federativa y sexo, según año de ocurrencia p/ 1/ 2/: http://www.stps.gob.mx/gobmx/estadisticas/302_0135.xls

IMSS. (9 de Febrero de 2021). *302_0136*. Obtenido de Defunciones derivadas de Accidentes de Trabajo (casos terminados) por actividad económica y sexo,

