



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES
Y REDES

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO
BASADO EN REDES INALÁMBRICAS PARA LA SUPERVISIÓN
EN TIEMPO REAL DE MUJERES EN ESTADO DE GESTACIÓN

Trabajo de titulación presentado para optar al Grado Académico de:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y
REDES

AUTOR: ALEX VINICIO FLORES ABARCA
TUTOR: ING. JOSÉ ENRIQUE GUERRA SALAZAR

Riobamba - Ecuador

2018

©2018, Alex Vinicio Flores Abarca

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRONICA EN TELECOMUNICAIONES Y REDES

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El proyecto tecnológico: “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO BASADO EN REDES INALÁMBRICAS PARA LA SUPERVISIÓN EN TIEMPO REAL DE MUJERES EN ESTADO DE GESTACIÓN”, de responsabilidad del señor Alex Vinicio Flores Abarca, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Washington Luna
**DECANO FACULTAD DE
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

Ing. Patricio Romero
**DIRECTOR DE ESCUELA
DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA,
TELECOMUNICACIONES Y REDES**

Ing. José Enrique Guerra Salazar.
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Ing. Wilson Zúñiga.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Yo, Alex Vinicio Flores Abarca, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

Alex Vinicio Flores Abarca

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo sus bendiciones y constante lucha, en toda la travesía estudiantil, a mi padre quien está en el cielo y me ha bendecido todos los días y me acompañado el día a día en la ardua tarea de ser un profesional de bien, a mis hermanos quienes fueron la fuente de inspiración para lograr alcanzar la meta y a mi novia por su compañía, muestras de cariño, apoyo en toda la etapa politécnica y fuera de ella.

Alex

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a mis padres porque sin ellos no hubiera sido posible, a mi padre que está en el cielo por ser mi mayor inspiración y orgullo, puesto que fue mi motor para salir adelante, mis hermanos por brindarme sus palabras de aliento cuando pensaba que ya no podía más, a mi linda novia quien fue y es la persona quien me impulsaba a salir adelante y no desmayar gracias por el apoyo incondicional.

Alex

TABLA DE CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN.....	XIII
SUMMARY	XIV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO	4
1.1. EL EMBARAZO	4
<i>1.1.1. CAMBIOS DURANTE EL EMBARAZO</i>	<i>5</i>
<i>1.1.2. EMBARAZO DE ALTO RIESGO</i>	<i>5</i>
<i>1.1.3. FACTORES DE RIESGO</i>	<i>6</i>
1.2. MUERTE FETAL	6
1.2.1. CAUSAS DE MUERTE FETAL	7
1.2.2. MÉTODOS DE PREVENCIÓN DE MUERTE FETAL.	7
<i>1.2.2.1. Tipos de supervisión fetal</i>	<i>8</i>
1.2.3. IMPACTO DE LA MUERTE FETAL A NIVEL MUNDIAL Y LOCAL.	10
1.3. RED DE SENSORES INALÁMBRICOS	10
<i>1.3.1. ELEMENTOS DE UNA RED DE SENSORES INALÁMBRICOS</i>	<i>11</i>
1.3.2. TOPOLOGÍA DE LA RED	12
1.3.3. TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO EN UNA WSN	12
<i>1.3.3.1. Plataforma</i>	<i>13</i>
<i>1.3.3.2. Medio de Comunicación.</i>	<i>14</i>
1.4. SISTEMAS COMERCIALES DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA MEDIR LA FRECUECIA CARDIACA.	16
CAPÍTULO II	
2. DISEÑO DEL HARDWARE Y SOFTWARE DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA DE SUPERVISION EN TIEMPO REAL DE MUJERES EN ESTADO DE GESTACION.....	18
2.1. REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO DE SECURE-PREGNANCY	18
2.2. ARQUITECTURA DEL PROTOTIPO SECURE-PREGNANCY	19
<i>2.2.1. MÓDULO DE SUPERVISIÓN</i>	<i>19</i>
<i>2.2.1.1. Etapa de recolección</i>	<i>19</i>
<i>2.2.1.2. Etapa de Aviso</i>	<i>20</i>

2.3.	ESTABLECIMIENTO DE LA TOPOLOGÍA DE RED	20
2.4.	DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DEL MÓDULO DEL SISTEMA SECURE- PREGNANCY	20
2.4.1.	<i>MÓDULO DE SUPERVISIÓN.....</i>	20
2.4.2.	<i>ETAPA DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS</i>	21
2.4.3.	<i>ETAPA DEL PROCESO AVISO</i>	22
2.5.	SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS PARA SECURE-PREGNANCY	22
2.5.1.	<i>TARJETAS DE DESARROLLO PARA SECURE-PREGNANCY</i>	22
2.5.2.	<i>SENSOR PARA SECURE-PREGNANCY</i>	23
2.5.2.1.	<i>Sensor de frecuencia cardiaca para secure-pregnancy</i>	24
2.5.3.	<i>COMUNICACIÓN INALÁMBRICA PARA EL SISTEMA SECURE-PREGNANCY</i>	24
2.5.3.1.	<i>Shield GSM/GPRS SIM900.....</i>	25
2.5.4.	<i>ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA</i>	25
2.6.	ESQUEMA DE CONEXIÓN DE SECURE-PREGNANCY	26
2.6.1.	<i>SHIELD GSM/GPRS SIM900.....</i>	27
2.6.2.	<i>SENSOR DE PULSO.....</i>	27
2.7.	DISEÑO DEL SOFTWARE DE SECURE-PREGNANCY	27
2.7.1.	<i>DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA PRINCIPAL DEL MÓDULO SECURE- PREGNANCY</i>	28
2.8.	DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE IDE DE ARDUINO PARA SECURE-PREGNANCY	29
2.8.1.	<i>SOFTWARE ARDUINO</i>	29
2.8.2.	<i>BASE DE DATOS MYSQL</i>	30
2.8.2.1.	<i>Estructura de la base de datos SECURE-PREGNANCY</i>	30
2.8.3.	<i>SOFTWARE DREAMWEAVER.....</i>	31
2.8.4.	<i>PÁGINA WEB SECURE-PREGNANCY</i>	32
2.8.4.1.	<i>Descripción de SECURE-PREGNANCY</i>	32
2.8.4.1.1.	<i>Autenticación de usuarios.....</i>	33
2.8.4.1.2.	<i>Usuario Doctor</i>	34
2.8.4.1.3.	<i>Usuario Paciente.....</i>	35
2.8.4.1.4.	<i>Usuario Administrador</i>	36
 CAPÍTULO III		
3.	VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO SECURE-PREGNANCY	37
3.1.	CARACTERIZACIÓN DEL MÓDULO DE SUPERVISIÓN	37
3.1.1.	<i>CARACTERIZACIÓN DE LAS MEDIDAS REALIZADAS POR EL MÓDULO DE SUPERVISIÓN...</i>	38
3.1.1.1.	<i>Caracterización de mediciones de pulso cardiaco con equipo Comercial.....</i>	38

3.1.1.2.	Caracterización de mediciones de pulso cardiaco con equipo Médico	41
3.2.	CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNICACIÓN DE SECURE-PREGNANCY	43
3.2.1.	<i>PRUEBAS Y PUESTAS A PUNTO DE LA CONEXIÓN DE LA COMUNICACIÓN GSM ENTRE EL MÓDULO DE SUPERVISIÓN, PAGINA WEB Y DISPOSITIVO MÓVIL.</i>	44
3.2.1.1.	<i>Visualización del Almacenamiento en SECURE-PREGNANCY</i>	44
3.2.1.2.	Caracterización de la Etapa del proceso de aviso de SECURE-PREGNANCY	45
3.3.	PRUEBA DE CARGA DEL MÓDULO SECURE-PREGNANCY	46
3.4.	ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROTOTIPO	48
	CONCLUSIONES..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
	RECOMENDACIONES.....	51
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla1-1.	Descripción de los factores de riesgo durante el embarazo.....6
Tabla 2-1.	Comparativa de los tipos de Supervisión Fetal.....8
Tabla 3-1.	Topologías para una red WSN.....12
Tabla 4-1.	Comparativa de los tipos de plataforma.....14
Tabla 5-1.	Comparativa de los tipos de comunicación.....15
Tabla 6-1.	Comparativa de sensores de frecuencia cardiaca.....17
Tabla 1-2.	Comparación de placas de Arduino.....23
Tabla 2-2.	Valores máximos y mínimos que deben garantizar los sensores a utilizar en el sistema.....24
Tabla 3-2.	Características del sensor de pulso cardiaco.....24
Tabla 4-2.	Características del medio de comunicación.....25
Tabla 5-2.	Alimentación del sistema de supervisión.....26
Tabla 6-2.	Esquema de conexión del Arduino NANO Y GPRS.....27
Tabla 7-2.	Tabla de conexión de sensores de pulso cardiaco.....27
Tabla 1-3.	Equipos de pruebas.....38
Tabla 2-3.	Medidas efectuadas con equipo Comercial y SECURE-PREGNANCY.....41
Tabla 3-3.	Medidas efectuadas con equipo médico IESS y SECURE-PREGNANCY.....43
Tabla 4-3.	Corriente y Voltaje de consumo de SECURE-PREGNANCY.....48
Tabla 5-3.	Costo del prototipo SECURE-PREGNANCY.....50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura1-1.	Tipos de supervisión fetal a través del tiempo.....8
Figura 2-1.	Elementos de una red de sensores inalámbricos.....11
Figura 3-1.	Plataforma de una red WSN.....13
Figura 1-2.	Diagrama en bloques del prototipo SECURE-PREGNANCY y sus módulos...19
Figura 2-2.	Diagrama en bloques del módulo de supervisión de SECURE-PREGNANCY...21
Figura 3-2.	Diagrama en bloques de la etapa de recolección de SECURE-PREGNANCY...21
Figura 4-2.	Diagrama en bloques de a etapa de aviso de SECURE-PREGNANCY.....22
Figura 5-2.	Conexión del módulo de supervisión SECURE- PREGNANCY.....26
Figura 6-2.	Diagrama de flujo del módulo SECURE-PREGNANCY.....28
Figura 7-2.	Código en Arduino NANO.....30
Figura 8-2.	Esquema de tablas del sistema SECURE-PREGNANCY.....31
Figura 9-2.	Esquema del formulario.....31
Figura 10-2.	Código de programación en Dreamweaver sobre SECURE-PREGNANCY....32
Figura 11-2	Inicio de página web SECURE-PREGNANCY.....33
Figura 12-2	Log-In de los miembros de SECURE-PREGNANCY.....34
Figura 13-2	Gestión de usuarios por el doctor.....35
Figura 14-2.	Visualización de datos de la paciente.....35
Figura 15-2.	Opciones del administrador.....36
Figura 1-3.	Fotografía del prototipo de supervisión de SECURE- PREGNANCY.....39
Figura 2-3	Posicionamiento de sensores de MAKEAWAY y SECURE-PREGNANCY ...40
Figura 3-3.	Posicionamiento de sensores del módulo de supervisión y el equipo médico.....42
Figura 4-3.	Toma de muestra de frecuencia cardiaca.....44
Figura 5-3.	Software FileZilla y archivo de datos censados.....45
Figura 6-3.	Datos de la página web tomado en tiempo real46
Figura 7-3:	Prototipo implementado.....46
Figura 8-3:	Mensaje de alerta al momento de variación de frecuencia.....47
Figura 9-3:	Medición de corriente del prototipo de supervisión.....48

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

DNS:	Domain Name System (Sistema de Nombres de Dominios)
ECG:	Electrocardiograma
ESPOCH:	Escuela Superior Politecnica De Chimborazo
FHR:	Frecuencia Cardiaca Fetal
GND:	Ground (Tierra)
GPRS:	General Packet Radio Service (Servicio General de Paquetes Vía Radio)
GSM:	Global System For Mobile Communications (Sistema universal para las comunicaciones móviles)
IDE:	Entorno de Desarrollo Integrado
IESS:	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
INEC:	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
LPM:	Latidos Por Minuto
MHR:	Frecuencia De La Madre
OMS:	Organización Mundial De La Salud
PAM:	Pulse-Amplitud Modulation (Modulación por Amplitud de PULSO)
RF:	Radio Frecuencia
UMTS:	Universal Mobile Telecommunications System (Sistema universal de Telecomunicaciones móviles)
USB:	Univerl Serial Bus
WIFI:	Wireless Fidelity (Fidelidad Inalámbrica)
WPAN:	Wireless Personal Área Network (Red Inalambrica de Área)
WSN:	Wireless Sensor Network (Red Inalambrica de Sensores)

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de titulación fue el de implementar un Prototipo de red Inalámbrica para la supervisión y aviso de alteración en la frecuencia cardiaca de las mujeres en estado de gestación y sus miembros fetales, es un prototipo de bajo costo, fácil colocación y manipulación. Permite la supervisión en tiempo real de la frecuencia cardiaca de la madre y el miembro fetal, al realizar sus actividades cotidianas. Consta de un módulo cuyo procesador central se basa en un Arduino NANO, que se encarga recolectar la información, compartirla la información en una base de datos que se encuentra en la web. Genera mensajes de aviso por la red celular a un dispositivo móvil si los rangos de frecuencia cardiaca exceden de los normales que va de 80 Lpm – 100 Lpm en la madre y de 120 Lpm - 160 Lpm para el miembro fetal. El prototipo está asociada a una página web que permite el ingreso, búsqueda y visualización de información relacionada con médicos y gestantes, mantiene un historial de las variaciones de la frecuencia cardiaca tanto de la madre y miembro fetal. Es administrada por medio de claves de acceso y códigos de seguridad. De las pruebas realizadas, con ayuda de especialistas del área, al ser comparado con equipos médicos comerciales de similares características se comprobó que el prototipo tiene un margen de error de 2 Lpm a 3 Lpm para la variable de frecuencia cardiaca tanto en madre como en el miembro fetal. Se concluye que el prototipo puede ser considerado como una herramienta de supervisión y ayuda para el control permanente en gestantes de alto riesgo. Se recomienda incorpora al prototipo la capacidad de supervisar la dureza uterina, movimientos fetales, temperatura, azúcar en la sangre con la finalidad de disminuir la probabilidad de la muerte fetal.

Palabras Claves: <TECNOLOGÍAS Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <PROTORIPO INALÁMBRICO>, <FRECUENCIA CARDIACA>, <PLATAFORMA>, <ARDUINO>, <PAGINA WEB>, <ULTRASONIDO>, <SUPERVISIÓN>, <FETAL>, <MADRE>, <LATIDOS POR MINUTO (Lpm)>, <ETAPAS>, <RECOLECCIÓN>, <AVISO>, <DATOS>, <GESTACION>

SUMMARY

The objective of the present degree work was to implement a prototype of wireless network for monitoring and notice of alteration in heart rate of pregnant women and its members, is a prototype of a low cost, easy to install and manipulation. It enables real-time monitoring of the mother's heart rate and the fetal member, when she performs their daily activities. It consists of module whose central processor is based on an Arduino NANO, which is responsible for collecting the information, share the information in a database found on the web. It generates notice messages by the cellular network to a mobile device, if the frequency ranges in excess of the normal heart rate of 80 bpm - 100 bpm in the mother and 120 BPM - 160 BPM for the fetal member. The prototype is associated to a web page that allows the entry, search and viewing information related to doctors and pregnant women, maintains a record of changes in the heart rate of both the mother and the fetal member. This is managed by means of passwords and security codes. Of the tests carried out, with the help of specialists in the area, when compared with commercial medical teams of similar characteristics, it was found that the prototype has an error range of 2 BPM to 3 BPM for the variable of heart rate in both the mother and the fetal member. It is concluded that the prototype can be considered as a tool of supervision and assistance for the permanent control in high-risk pregnant women. It is recommended to add to the prototype the ability to monitor the uterine hardness, fetal movements, temperature, and blood sugar levels, with the aim of reducing the likelihood of fetal death.

Key words: <TECHNOLOGIES AND ENGINEERING SCIENCES>, <WIRELESS PROTOTYPE>, <HEART RATE>, < PLATFORM>, <ARDUINO>, <WEB PAGE>, <ULTRASOUND>, <SUPERVISION>, <FETAL>, <MOTHER>, < BEATS PER MINUTE (BPM)>, <STAGE>, < COLLECTION>, <NOTICE>, <DATA>, < GESTATION PERIOD>.

INTRODUCCIÓN

La muerte fetal es un evento de gran repercusión afectiva para los padres involucrados y su entorno, a pesar de cumplir con un proceso de carácter netamente fisiológico como es el embarazo, están expuestos a una serie de riesgos que amenaza a la salud y las vidas, reflejando el nivel socio económico y cultural de la población, así como la disponibilidad y calidad del control prenatal. Actualmente las mujeres con embarazos de alto riesgo son monitoreadas periódicamente a través de ecografías y supervisión de la frecuencia cardíaca fetal, lo que genera mayores gastos en el control del embarazo (Ruidiaz, 2011).

La organización mundial de la salud (OMS) define a la muerte fetal como: “La expulsión o extracción completa del producto del embarazo, independientemente de la duración del mismo”, por lo general cuando no existe latido en un feto de más de 500gr de peso y/o con más de 20 semanas de gestación. Se considera como uno de los accidentes obstétricos más difíciles de enfrentar especialmente para la futura madre, es ocasionado por: enfermedades maternas, causas asociadas con el mismo feto o problemas financieros que impiden enfrentar los gastos al seguimiento de un embarazo de alto riesgo (Ruidiaz, 2011).

A nivel mundial se reporta una tasa de muerte que va de 5 por 1000 nacidos en países desarrollados y hasta 30 por 1000 nacidos en países en vías de desarrollo, existiendo así un gran impacto mundial, 3,2 millones mueren cada año y mucha de estas pérdidas está relacionadas con las muertes maternas. En el Ecuador según datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) existieron 1.643 muertes a nivel nacional en el año 2013, siendo un dato similar al año 2014 con una cifra de 1.613. Siendo las provincias de pichincha, Guayas y Chimborazo las que presentan el más alto índice. (Usiña, Jhon, 2013)

Con el avance de la tecnología se cuenta con equipos electrónicos para el control prenatal. Disponen de sensores inteligentes, pero son de difícil acceso para la población debido a su alto costo por lo que se utilizan generalmente de forma restringida en el sector de la salud. En el país se conoce que existen equipos que registran esta información en papel como un rango, sin distinción de valores específicos. Se desconoce la existencia de investigaciones que se estén desarrollando sobre el tema específico (Usiña, Jhon, 2013).

Por lo expuesto, el presente trabajo de titulación busca estructurar un sistema electrónico a bajo costo por medio de una red de sensores inalámbricos que supervise, controle, informe y suministre datos en línea de los niveles de la frecuencia cardíaca y el movimiento fetal. De esta manera se busca desarrollar una herramienta de ayuda para profesionales en la salud que suministre

información para la toma de decisiones y futuras investigaciones en la prevención de complicaciones en embarazos de alto riesgo (Usiña, Jhon, 2013).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema científico de esta investigación consiste en que es necesario implementar un prototipo electrónico basado en redes inalámbricas para la supervisión en tiempo real de mujeres en estado de gestación para que proporcione información requerida para la prevención de la muerte fetal.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Implementación de un prototipo electrónico basado en redes inalámbricas para la supervisión en tiempo real de mujeres en estado de gestación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar cuales son las principales variables fisiológicas que se evalúan en un embarazo
- Identificar los requerimientos necesarios para el prototipo electrónico
- Diseñar la topología más adecuada para de la red inalámbrica a implementar
- Establecer el medio de comunicación inalámbrico entre nodos más adecuado al diseño
- Seleccionar los dispositivos electrónicos y sensores que se acoplen a los requerimientos del prototipo
- Evaluar el prototipo y la red implementada en comparación con un equipo tradicional al evaluar con mujeres embarazadas.

En el presente documento se detalla en tres capítulos la actividad realizada en esta investigación. En el primer capítulo se describe la parte teórica relacionada a la muerte fetal, equipos electrónicos y sus características para la implementación del prototipo, el segundo capítulo refiere al diseño del *Hardware* y *Software* del prototipo, el tercer capítulo se detalla las pruebas realizadas para evaluar el prototipo y en su parte final se describe las conclusiones y recomendaciones obtenidas en esta investigación.

Delimitación

Espacio

La presente investigación se delimita espacialmente para las mujeres embarazadas del cantón Riobamba, siendo este un muestreo no probabilístico del tipo casual que utiliza como muestra a individuos a los que se tiene fácil acceso.

Tiempo

Esta investigación esta desollada con los datos más actuales de la Organización Mundial de la Salud reverente a muertes fetales, por lo que el índice de fallecidos se ha incrementado por la despreocupación de los controles prenatales.

Esta investigación pretende generar una herramienta de ayuda que influya en el bienestar de la sociedad, en un grupo de población específico y muy importante como son las mujeres que presenten embarazos de alto riesgo. Situación que genera un temor y preocupación en la madre y el grupo familiar, influye negativamente en la economía familiar y en la estabilidad emocional.

Alcance

Con la implementación del diseño de una Red inalámbrica para la supervisión de la frecuencia cardiaca y el movimiento fetal, elemento fundamental en el control de embarazos. Con esto se pretende la transmisión de datos en tiempo real y en forma constante de la evolución de las variables fisiológicas del futuro bebe, la emisión de alertas en caso de que la información suministrada registre limites no permitidos, buscando así brindar información oportuna a los profesionales de la salud y a la futura madre para la toma de decisiones que incremente la probabilidad de culminación con éxito de esta fase importante en la vida del ser humano.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se investiga y estudia el embarazo, sus tipos, las causas y consecuencias que conlleva un embarazo de alto riesgo, los valores ideales dentro del control y desarrollo fetal. Al analizar todos estos conceptos se definen las técnicas y procesos para que el dispositivo a implementar cumpla con todos los requerimientos a esta necesidad tomando en consideración el tipo de comunicación, el tiempo de respuesta, entre otros (Sánchez Andrea, 2014).

1.1. El Embarazo

Es el periodo que inicia desde la implantación del óvulo fecundado en el útero hasta el nacimiento del bebé, dura aproximadamente 40 semanas, en este tiempo se desarrollan cambios en la mujer, tanto físicos como emocionales debido a las variaciones hormonales en función a la etapa del embarazo, por lo tanto, la mujer como su futuro hijo se enfrentan a diversos riesgos por eso es importante el seguimiento y control del embarazo (ROVATI, 2011). Los síntomas que una mujer en estado de gestación tiene (náuseas, mareos, sensibilidad) no identifican el tipo de embarazo que está pasando, para ello se debe consultar con un especialista y realizarse los controles pertinentes, de esta manera evitar consecuencias para el bebé y su madre. Los tipos de embarazo que existen son: (Roldan, 2017)

- **Embarazo intrauterino.** - Es el más común, ocurre cuando el óvulo está dentro del útero
- **Embarazo ectópico.** - Se considera grave, se produce fuera del útero.
- **Embarazo molar.** - El óvulo es fertilizado de forma anormal, es bastante peligroso. (Roldan, 2015).

1.1.1. Cambios durante el embarazo

Durante el periodo de embarazo el organismo de una mujer incrementa las necesidades debido al crecimiento y desarrollo del feto, así como la formación de nuevas estructuras en la madre necesarias para la gestación (placenta, útero, glándulas mamarias, sangre). Todas estas variaciones en el organismo de una mujer implican cambios fisiológicos (físicos y anímicos) (Huidobro., 2016). Entre los cambios físicos se puede mencionar la ausencia de la menstruación, incremento de peso, aumento en el tamaño de los senos y del útero, mareos, fatiga entre otros; entre los cambios anímicos se encuentra la depresión, la bipolaridad. Dichos cambios se mencionan a continuación:

- **Modificaciones Circulatorias.** - Garantiza que el feto reciba el oxígeno y los nutrientes necesarios durante la circulación placentaria especialmente controla la tensión arterial y la frecuencia cardiaca que aumenta ligeramente durante el último trimestre del embarazo.
- **Modificaciones Hematológicas.** - Aumento en el volumen globular producido por el incremento de plasma, existen modificaciones provocadas por las hormonas, cuando el parto esta próximo se producen hemorragias y también aumento de leucocitos.
- **Modificaciones en el Aparato Uterino.** - La dilatación de la pelvis y de los uréteres a partir de la décima semana como también el incremento del flujo plasmático durante el primer trimestre de embarazo.
- **Modificaciones en la Piel.**- Durante el último trimestre de embarazo la piel sufre varios cambios como son las estrías, aumento en la pigmentación y las conocidas arañas vasculares (Cambios fisiológicos y anatómicos de la mujer en el embarazo).

1.1.2. Embarazo de alto riesgo

Según la NOM-007-SSA2-1993 es “Aquel en el que se tiene la certeza o la probabilidad de estados patológicos o condiciones anormales concomitantes con la gestación, y el parto, que aumentan los peligros para la salud de la madre o del producto, o bien, cuando la madre procede de un medio socioeconómico precario” (Identificador Inválido, 2014). Es decir, un embarazo de alto riesgo constituye factores de riesgo sociodemográficos u obstétricos que se relacionan con enfermedades o la muerte de la madre, el feto o el recién nacido. Debido a esto es necesario la identificación temprana y la atención médica con el fin de centralizar los recursos a las personas que más lo requieran (Gudás, 2013).

1.1.3. Factores de Riesgo

Es la característica de una persona con la posibilidad de experimentar un daño a su salud, la importancia para identificarlo a tiempo antes de la ocurrencia de una enfermedad con el fin de prevenir el factor de riesgo y permitir acciones preventivas. En la *Tabla 1-1* se enumera los principales factores de riesgo (Gudás, 2013).

Tabla 1-1. Descripción de los factores de riesgo durante el embarazo

Factores Sociodemográficos	Factores Inherentes al embarazo actual	Complicaciones Médicas
Muerte Fetal	Mujeres Delgadas	Enfermedades Cardiovasculares
Aborto Habitual	Talla baja < 1.45 m	Enfermedades Hematológicas
Paridad > 5 hijos	Embarazo Prolongado	Enfermedades Pulmonares
Nuliparidad (ningún hijo)	Problemas de Placenta	Enfermedades Urinarias
Parto Prematuro	Embarazo Múltiple	Enfermedades Endócrinas
Hipertensión Arterial	Falta de Control Prenatal	Enfermedades Neurológicas
Estado Socio-Económico Bajo	Feto Muerto	Endócrinas
Edad Materna <16 ó >34	Hemorragias	Enfermedades Gastrointestinales
Hábito de Fumar	Anormalidades Morfológicas	

Realizado por: Flores, Alex, 2018

Fuente: (Gudás, 2013), (Conde, 2001).

1.2. Muerte Fetal

La Organización Mundial de Salud (OMS) la define como aquella que ocurre antes de la extracción o expulsión completa del producto del embarazo independientemente de la duración del mismo siendo esto un suceso muy fuerte en la vida de una mujer (Dahlstrom, 2017). La muerte fetal puede ocurrir sin previo aviso, una de las señales más claras es la ausencia de los latidos del corazón y la falta del movimiento del feto (EcuRed Conocimiento con todos y para todos).

1.2.1. Causas de Muerte Fetal

Puede suceder a partir de la semana 20 de una mujer en estado de gestación donde la probabilidad que ocurra este evento es más propensa, se produce en 1 de cada 160 embarazos aproximadamente (Merino, 2017). Las causas más comunes para que existe muerte fetal se describe a continuación.

- **Problemas de la placenta.** - Conocido más comúnmente como preeclamsia debido a la falta de nutrientes.
- **Defectos de nacimiento.** - Malformaciones estructurales entre un 15 y 20 % por factores ambientales, genéticos.
- **Restricción de crecimiento.** - Cuando no tienen un desarrollo adecuado del crecimiento el riesgo más común es la muerte por asfixia antes o durante el parto.
- **Infecciones.** - Infecciones bacterianas entre las semanas 24 y 27 de gestación.
- **Otros.** - Enfermedades como diabetes, alta presión sanguínea o una alta duración en el embarazo más de 42 semanas, accidentes con el cordón umbilical (Embarazo, 2015).

1.2.2. Métodos de prevención de muerte fetal.

Durante los últimos años las mujeres con embarazos de alto riesgo son supervisadas cuidadosamente con ecografías de rutina o control de la frecuencia cardiaca fetal evitando así la muerte del feto o problemas potenciales como un parto prematuro. Tener un control minucioso del cuidado del bebé registrando sus movimientos, o con la ayuda de una ecografía, además evitar cualquier tipo de sustancias como drogas, alcohol y tabaco, pues esto incrementa la probabilidad de muerte en el feto (Embarazo, 2015).

La supervisión fetal ayuda a diagnosticar a tiempo el estado del bebé durante su periodo de gestación mediante un registro continuo de la frecuencia cardiaca fetal, particularmente se lo realiza durante el último trimestre del embarazo siendo éste el método más exacto para prevenir la muerte del feto. La frecuencia cardiaca normal en un feto es de 120 y 180 latidos fetales por minuto cuando existe una variación en estos valores se considera que existe alguna alteración o malestar en el feto como falta de oxígeno, una ubicación inadecuada, entre otros (Infogen, 2014).

1.2.2.1. Tipos de supervisión fetal

La supervisión fetal es una herramienta que ayuda a controlar, prevenir y evaluar el bienestar del feto durante el periodo de embarazo. En la *Figura 1-1* se puede observar los tipos de supervisión fetal a través del tiempo desde los más antiguos o convencionales hasta la actualidad.

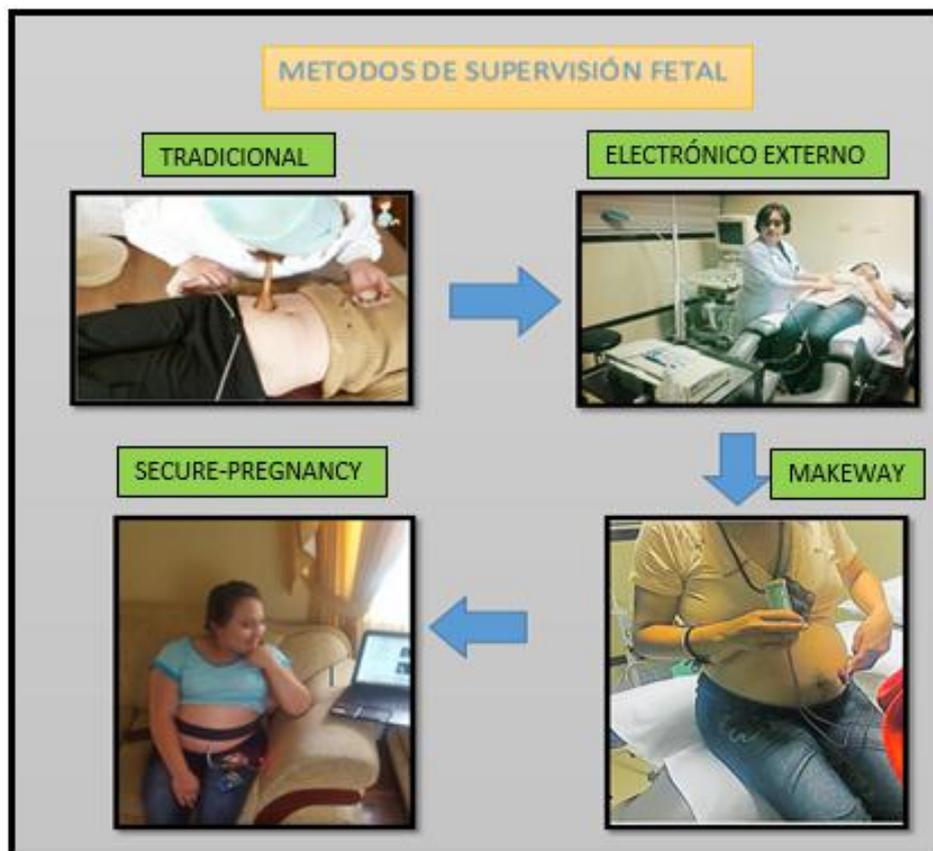


Figura 1-1. Tipos de supervisión fetal a través del tiempo
Realizado por: Flores, Alex, 2018.

Los tipos más comunes de supervisión fetal se mencionan en la *Tabla 2-1* a continuación:

Tabla 2-1. Comparativa de los tipos de Supervisión Fetal.

Tipos	Fetoscopia	Doppler	Supervisión electrónica externa	Supervisión electrónica interna	Supervisión telemática
Aplicación	Diseñado para escuchar los latidos del corazón del feto	Evalúa el flujo sanguíneo en las venas, arterias, cerebro y el corazón.	Registra y controla el ritmo cardíaco del bebé	Recopila datos más exactos de la frecuencia cardíaca	Transmite la frecuencia cardíaca del feto en tiempo real
Uso	Su uso es a partir de las 18 semanas de embarazo		Colocación de una serie de sensores alrededor del abdomen	Usa el método de inducción, únicamente cuando la bolsa del líquido amniótico se haya roto	Comunicación mediante ondas de radio
Ventajas			Desventaja Resulta ser un poco incómodo debido al tiempo que una mujer debe estar inmovilizada.		La madre mantiene su movilidad Control más preciso y minucioso del embarazo Usado en embarazos de alto riesgo
Desventajas	No es muy precisa		Incomodidad debido al tiempo de inmovilización de una mujer	Podría causar alguna infección	

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

Fuente: (Dahlstrom, 2017); (Beraldo, 2014); (Fernández, 2015) y (Rovati, 2007).

Como se puede observar en la *Tabla 2-1* el tipo de supervisión óptimo para un embarazo de alto riesgo es la supervisión telemática debido a sus múltiples ventajas durante el proceso de control del embarazo especialmente en la reducción del tiempo y costos obteniendo un chequeo constante y eficaz del feto en proceso de gestación. (Infogen, 2014).

1.2.3. Impacto de la muerte fetal a nivel mundial y local.

Se ha identificado un impacto mundial en la muerte fetal y el parto prematuro a nivel mundial se estima que la muerte de recién nacidos representa el 42% y cada vez va en aumento año a año, alrededor de 3,2 millones de muertos cada año (G., 2012). El Dr. Craig E. Rubens director ejecutivo de GAPPS menciona “Podemos salvar más vidas, pero necesitamos con urgencia más medidas y recursos para entender mejor las causas de prematuros y muerte fetal, y para guiar el desarrollo de intervenciones rentables” (G., 2012).

La muerte fetal afecta a los países del mundo, según datos estadísticos un millón de muertos cada año se producen durante el parto, este acontecimiento sucede más en los países subdesarrollados o de bajos recursos, siendo este fenómeno uno de los principales problemas de salud a nivel mundial (G., 2012). La automatización en el área de la salud de nuestro país busca desarrollar e incorporar tecnologías propias, acorde a nuestras necesidades y al medio que nos rodea, con la forma de mejorar el bienestar de la sociedad ecuatoriana entre estas se menciona un sistema monitoreo electrónico durante la labor de parto y la relación con el al nacimiento de neonatos, procesar la información, analiza los resultados y saber si es una herramienta útil para la evaluación del tipo de embarazo (Rangel, 2010).

Cabe indicar que por observaciones y entrevistas realizadas a doctores en los hospitales públicos y privados de la zona de Riobamba, no se conoce de sistemas electrónicos basado en redes inalámbricas para la supervisión en tiempo real de las mujeres embarazadas. Esto se debe al elevado costo que implicaría la automatización puesto que la gran mayoría de la población ecuatoriana son de clase social baja y media (Rangel, 2010). Por lo cual no existe investigaciones que mejore el sistema cotidiano empleado en el país sobre el control fetal y así prevenir la muerte fetal, es decir no existen investigaciones que coincidan con los fines del presente trabajo de titulación, que busca desarrollar herramientas de monitoreo inalámbrico de bajo costo para la sociedad ecuatoriana para la prevención de la muerte fetal en embarazos de alto riesgo o con problemas que afecte la frecuencia cardiaca o el movimiento del feto (Rangel, 2010).

1.3. RED DE SENSORES INALÁMBRICOS

Las WSN (Wireless Sensor Network, por sus siglas en inglés) se desarrollaron notablemente en los últimos años, desde la comunicación punto a punto mediante infrarrojos o la red de bajo alcance con Bluetooth, y con Zigbee que es un dispositivo de red a través de saltos hasta las tecnologías como WIFI y WIMAX. Debido al alto impacto de la tecnología han permitido la elaboración de dispositivos electrónicos con ventajas en el tamaño, alcance y costo que permiten

el desarrollo para la Red de Sensores Inalámbricos formada por dispositivos distribuidos en zonas o nodos que son capaces de recolectar información con un mínimo en el consumo de energía y transmitir a la base principal de forma inalámbrica para ser procesada y almacenada (2015). La ventaja de este tipo de redes es la flexibilidad que existe, la tolerancia a fallos y la manejabilidad, permite llegar a lugares donde físicamente o por cable existe dificultad. Su desventaja es su tiempo de vida pues utiliza un limitado consumo de energía (Ruidiaz, 2010).

1.3.1. Elementos de una Red de sensores inalámbricos

Está compuesta por varios elementos los cuales son ubicados en diferentes sectores que permitirán recaudar información de las personas a ser monitoreadas para procesarlas y enviarlas de forma inalámbricas hasta la estación base donde se almacena la información recopilada. En una WSN existen elementos los mismos que se describen en la *Figura 2-1*.

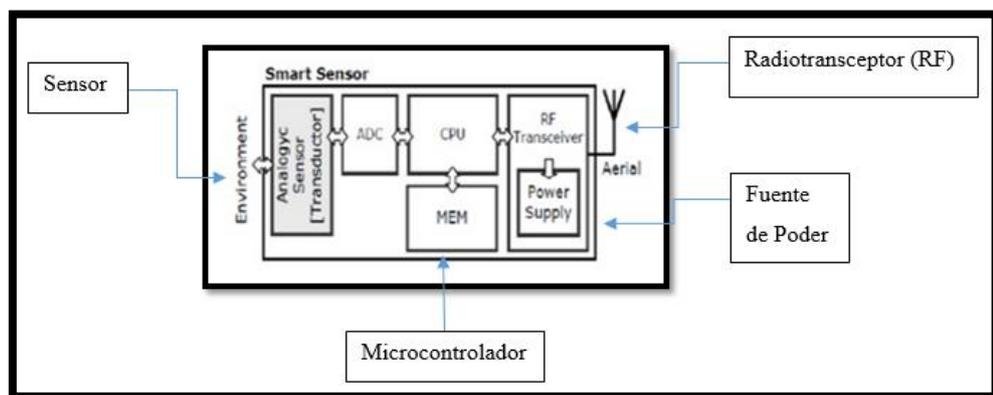


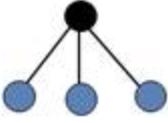
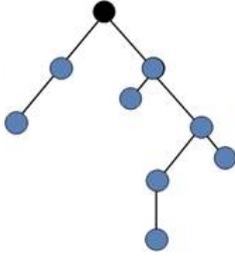
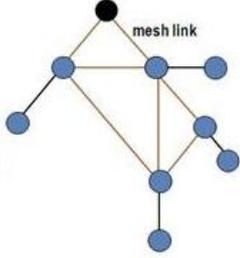
Figura 2-1. Elementos de una Red de sensores inalámbricos.
Fuente: (SILVA, 2016)

- **Gateway.** - Permite la comunicación entre la red de sensores y la estación base, accede desde y hacia los nodos de forma remota, se considera como un nodo especial, la única diferencia que existe es que no cuenta con ningún sensor.
- **Sensor o mota.** - Son dispositivos de bajo costo y consumo encargado de recopilar la información de su entorno para procesarlas y enviarlas inalámbricamente hacia el nodo central, mediante señales eléctricas. Constan de los siguientes elementos como se puede observar en la *Figura 2-1*.
- **Estación Base.** - Almacena la información recopilada en los nodos en un ordenador. (SILVA, 2016).

1.3.2. Topología de la Red

Permite identificar cual es el mejor camino para transmitir la información que parte desde los nodos hacia la estación base. A continuación en la *Tabla 3-1* se muestra un cuadro comparativo de los 3 tipos de topología que existe:

Tabla 3-1. Topologías para una red WSN.

Nombre	Topología en estrella	Topología de árbol	Topología en malla
Gráfica			
Descripción	Conecta directamente al nodo central, es la más usada	No tiene un nodo central	Todos se interconectan entre sí.
Característica	Si existe daño en algún nodo no afecta, pero si existe daño en el nodo central se cae la red	Cada nodo se conecta al de mayor jerarquía La información viaja rápidamente Se puede expandir la red por la variedad de equipos principales	Se conectan a múltiples nodos Elige el camino más confiable para transportar la información No existe interrupciones Si un nodo se cae no afecta a los demás.

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

Fuente: (SILVA, 2016), (TIPOS DE TOPOLOGIAS, 2010); (López, 2018).

Para este estudio se realizará mediante una red en estrella debido a que la información es centralizada en un solo lugar y tiene la capacidad de extenderse a varios sectores. (2010).

1.3.3. Tecnologías para el desarrollo en una WSN

La ausencia de cables, conectores y demás dispositivos físicos en un entorno han forjado un crecimiento en la tecnología conocida como WSN o Redes de Sensores Inalámbricos el mismo que brinda bajo costo y consumo de energía permitiendo mayor comodidad y desplazamiento en cualquier entorno. Para todo esto es necesario contar la tecnología adecuada que permita una interconectividad entre los dispositivos considerando peso, tamaño, y el medio de comunicación adecuado para el transporte de la información.

1.3.3.1. Plataforma

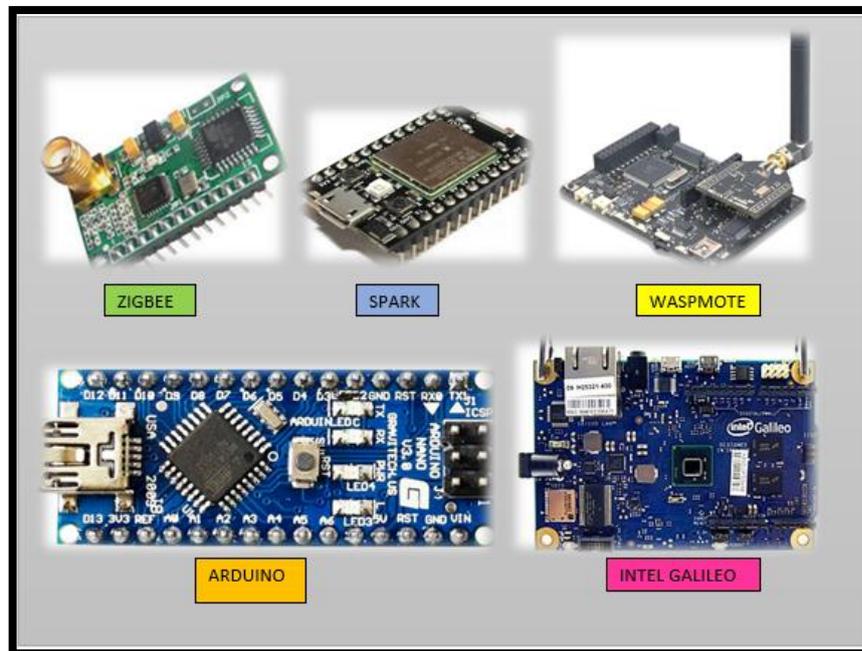


Figura 3-1. Plataformas de una red WSN.
Realizado por: Flores, Alex, 2018

Con el avance de la tecnología se considera diseñar equipos que se adapten a las necesidades de los usuarios y que cumpla con todos los requerimientos para la transmisión de datos, bajo consumo de energía y bajo costo. En la *Figura 3-1* se muestra la variedad de plataformas que se puede obtener, pero se debe escoger la que más se adapte a la necesidad. A continuación, en la *Tabla 4-1* se describen los diferentes tipos de plataformas que existen en el mercado:

Tabla 4-1. Comparativa de los tipos de plataformas.

Plataforma	Arduino	Wasmote	Spark	Intel galileo	Zigbee
Aplicación	Emprendimientos	Smart	Smart	Prototipos educativos	Smart, orientado a la domótica
Ventajas	Costo, hardware libre, conexión WIFI y Ethernet, multiplataforma	Alcance hasta 40Km, dispone de varios módulos como medio de comunicación (GPS,BLUETO OH,GPRS), comparte el mismo IDE que Arduino.	Fácil configuración. Programación sin cables, código abierto.	Multiplataforma, compatible con Arduino, mayor conectividad y potencia.	Bajo consumo, variedad de sensores,
Desventajas	Es una plataforma básica	Solo para requerimientos específicos.	Poca variedad	Precio, poca información	Avanzado para entornos desarrollados
Micro	ATmel328	ATMega 1281	ARM-32-Cortex	Intel Quark SO Cx1000	Según el modelo
Memoria	De 32 Kb hasta 256 Kb (varía según el modelo)	128 Kb	128 Kb	512 Kb	Según el modelo
Alimentación	5 -9 Voltios (de acuerdo a sus características)	3.3 - 4.2 Voltios	3 – 6 Voltios	7 – 15 Voltios	Según el modelo

Realizado por: Flores, Alex, 2018

FUENTE: (Nano, 2010); (MAKERLAB ELECTRONICS, 2015).

1.3.3.2. Medio de Comunicación.

Su objetivo principal es transportar la información almacenada entre dispositivos, tomando en cuenta el tipo de plataforma a usarse. Con el pasar de los años la tecnología ha ido evolucionando desde la tradicional comunicación mediante cables hasta las tecnologías inalámbricas pues poseen bajo costo, bajo consumo energético, minimización de tiempos y recursos. En la *Tabla 5-1* se muestra la clasificación del medio de comunicación de acuerdo a su requerimiento y necesidad.

(Tanenbaum, 2005).

Tabla 5-1. Comparativa de los tipos de comunicación.

Red Inalámbrica de Área Personal	Red Inalámbrica de Área Local	Red Inalámbrica Metropolitana	Red Inalámbrica Global
<p>Bluetooth Frecuencia 2,4 GHz Ancho de Banda 10 Mbps Transmite hasta 10 m</p>	<p>Wireless LAN Conectar una red en una Localidad Geográfica</p>	<p>Local Multipunto Distribución System Se transmite por el aire mediante una red de estación base Comunicación de datos 4 Mbps Permite bidireccionalidad, Telefonía e internet</p>	<p>Wireless WAN (Wide Area Network) Abarca una geografía extensa Comunicación mediante líneas telefónicas o estáticas CDMA Utiliza técnicas de expansión de espectro Las frecuencias oscila entre 1850 y 1990 MHz GSM Transmisión digital basada en TDMA Simultaneidad al acceso Velocidad de hasta 2 Mbits/s Frecuencia desde 1990 MHz en adelante</p>
<p>Telecomunicaciones Inalámbricas Digital Mejorada Frecuencia 1880 a 1930 MHz Potencia de salida muy baja Tecnología de Radio Ambientes residenciales, Comerciales.</p>	<p>Wi-Fi Implementación rápida en Edificios, lugares públicos, hoteles Se conectan al punto central</p>	<p>WIMAX Estándar 802.16 Diseñado para área metropolitana Tasa de transferencia de 124 Mbit/s Distancia hasta 70 Km Usa estaciones bases Escalabilidad de canales de 1,5 MHz a 20MHz Soporta SLAs y Calidad de Servicio QoS</p>	
<p>Infrarrojo Limitada por el espacio Se utiliza dentro de una Misma oficina</p>	<p>Home RF Banda de 2,4 GHz Alcance de 50 m Utiliza el salto de frecuencia</p>	<p>Hiper MAN Radio de alto desempeño creado por ETSI Comunicación Radiofónica de la red en 2 – 11 bandas GHZ Alternativa Europea a WIMAX</p>	
	<p>Hiper LAN Frecuencia de radio 5GHz Comunicación 20 - 54 Mbps</p>		

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

Fuente: (HETPRO, 2009); (Galileo, 2017); (Antenna, 2012); (Garrido, 2015).

Como se puede observar en las características principales de cada uno de los medios de comunicación inalámbrico se considera a la Red Inalámbrica Global GSM como la más adecuada debido a sus ventajas. La tecnología GSM se destaca en los siguientes aspectos:

- Compatibilidad con los medios (celular, mail, sms).
- Frecuencia aproximada a 2 GHz en transmisión y recepción.
- Ancho de banda y velocidad (2 Mbits).
- Multimedia (voz, video y datos) mejorado.
- Capacidad de Roaming (Europa, Américas y Asia).

1.4. Sistemas comerciales de adquisición de datos para medir la frecuencia cardiaca.

En el mundo los centros de salud desean aprovechar la tecnología y dentro del área de la salud la telemedicina es una gran oportunidad para el cuidado preventivo del ser humano y de esta manera registrar el estado del paciente y alertar a su médico de forma oportuna, la aplicación de este trabajo se enfoca a la frecuencia cardiaca para generar una base de datos acerca del comportamiento y así ofrecer una ayuda personalizada. De acuerdo al avance de la tecnología existen diversos sensores en el mercado que permiten la comunicación entre el ser humano - dispositivos inteligentes y viceversa, llevando a cabo una supervisión a distancia, ofreciendo servicios en el área de salud de forma rápida y efectiva, minimizando los tiempos de respuesta en casos emergentes (Jorge Alaniz, 2009).

Existen pacientes que sufren de padecimientos los mismos que necesitan de un control constante para registrar los datos necesarios e identificar alguna anomalía en su estado de salud reaccionando de manera oportuna con algún tipo de tratamiento. La telemedicina durante los últimos años ha evolucionado y con el uso de tecnologías, el medio de comunicación con una gran cantidad de sensores mide los parámetros necesarios para un buen nivel de la frecuencia cardiaca del paciente. Entre los sensores comerciales más utilizados para la medición de la frecuencia cardiaca se describen en la *Tabla 6-1* a continuación (Jorge Alaniz, 2009).

Tabla 6-1. Comparativa de sensores de frecuencia cardiaca

Nombre	Sensor Doppler	Sensor de Pulso 0386
Gráfica		
Descripción	Determina las actividades eléctricas del corazón	Sensor de ritmo cardiaco
Alimentación	5 v	3 – 5 v
Ventajas	Extrae, amplifica y filtra señales con la existencia de ruido Posee un indicador led que se enciende al ritmo del latido del corazón	Filtra y amplifica el ruido
Desventajas	No trata ninguna condición Son grandes para el uso continuo y necesita de cremas Su uso no es centralizado en una sola posición	Debido a su uso en el abdomen la lectura no es muy confiables, al presionarlo se puede dañar.
Precio	Alto	Medio
Compatibilidad	Con sistemas operativos	Arduino

Realizado por: Flores, Alex, 2018

Fuente: (Guide, 2008); (Devices, 2012).

Para determinar el sensor más adecuado se definieron algunos requerimientos entre estos la capacidad de supervisión la frecuencia cardiaca, inalámbrico, el consumo de energía, que sea compatible con el sistema operativo, el precio, todos estos parámetros se vieron reflejados en la *Tabla 6-1*.

CAPÍTULO II

2. DISEÑO DEL HARDWARE Y SOFTWARE DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA DE SUPERVISION EN TIEMPO REAL DE MUJERES EN ESTADO DE GESTACION

En este capítulo se presenta el diseño del *hardware* y *software* del prototipo electrónico basado en redes inalámbricas para la supervisión en tiempo real de mujeres en estado de gestación. Se especifica los requerimientos técnicos que debe efectuar Secure-Pregnancy y se ejecuta el diseño en bloques de los módulos. Se evidencia la selección de los sensores y componentes óptimos para la integración del módulo.

2.1. Requerimientos del diseño de Secure-pregnancy

Basado en el estudio del capítulo anterior se realiza la definición de los requerimientos del diseño que debe satisfacer y cumplir el prototipo electrónico basado en redes inalámbricas para la supervisión en tiempo real de mujeres en estado de gestación. Que son:

- Supervisión en tiempo real el pulso cardiaco de la madre.
- Supervisión en tiempo real el pulso cardiaco del miembro fetal.
- Proporcionar información que brinde ayuda para la toma de decisiones del doctor. Para aquello el prototipo debe tener la capacidad de almacenar y visualizar en línea los pulsos cardiacos tanto de la madre y el miembro fetal.
- Emitir mensajes de alerta cuando el pulso cardiaco se vea alterado y fuera del rango específico de la pulsación cardiaca. Siendo un sistema que se apoyará en una red celular y poder emitir un mensaje de alerta a uno o varios teléfonos móviles.
- Ser de fácil instalación, de operación independientemente y de bajo costo, pero competitivo con equipos comerciales de iguales características.

2.2. Arquitectura del Prototipo SECURE-PREGNANCY

La arquitectura propuesta para SECURE-PREGNANCY se representa en la *Figura 1-2*, donde aparecen sus tres módulos principales: monitoreo, recolector y aviso. Los módulos se interconectan mediante radio comunicación.

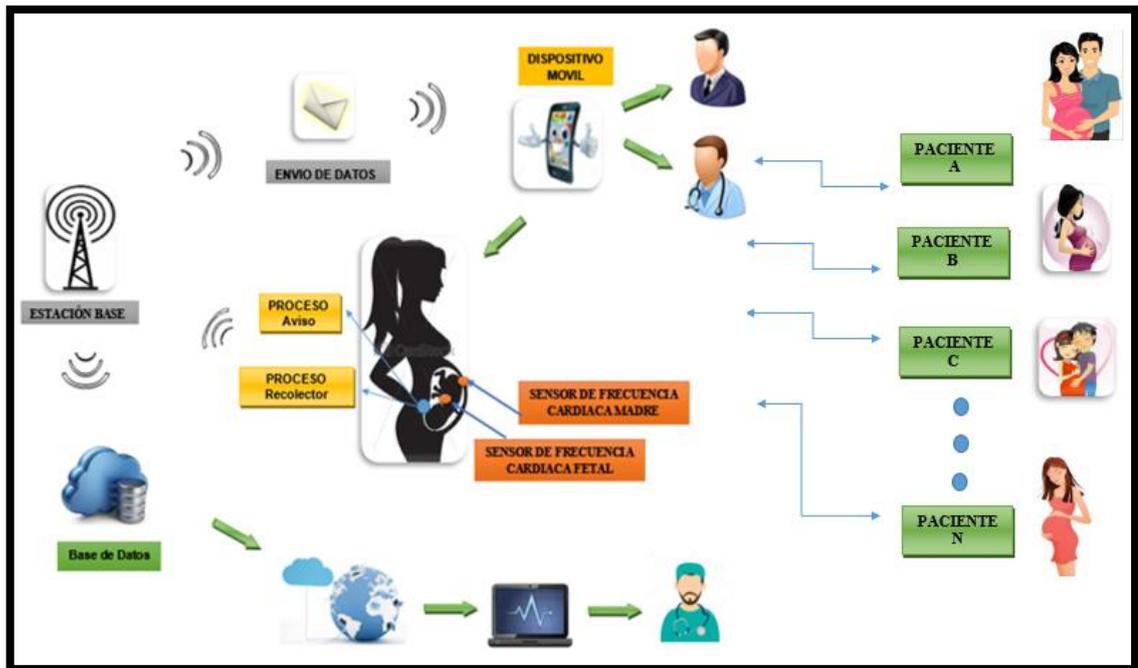


Figura 1-2. Diagrama en bloques del prototipo SECURE-PREGNANCY y sus módulos

Realizado por: Flores, Alex, 2018

2.2.1. Módulo de Supervisión

Posee como función principal monitorear y transmitir la información proveída por los sensores en tiempo real, y medir la variable de frecuencia cardiaca de la mujer en estado de gestación. Permite transmitir y visualizar la información a los módulos del sistema mediante la radiofrecuencia (RF) o de manera directa a una computadora, esto permite simplificar el ingreso de los datos tales como el código de la paciente, números para el envío de SMS de alerta tanto del doctor como de los familiares. Para la adquisición de los datos requiere de sensores para medir el pulso cardiaco de la mujer embarazada, así como al miembro fetal.

2.2.1.1. Etapa de recolección

Esta encargada de almacenar todas las lecturas transmitidas por RF desde el módulo de supervisión. El almacenamiento y visualización en una base de datos que estará en la web donde se conectará

el módulo con el servidor para la transmisión de los datos obtenidos de los sensores de pulso cardíaco al detectar una variación en el rango de la frecuencia cardíaca de la madre y del feto. De esta manera que la paciente no requiere acceder al módulo para la adquisición de los datos censados. Está integrado por un TX GPS, un dispositivo de recolección de información, un circuito de procesamiento y una fuente de alimentación.

2.2.1.2. Etapa de Aviso

Es el responsable de recolectar la información y lecturas transmitidas por RF del módulo de supervisión, los valores para determinar si sobrepasa al límite máximo o mínimo permitido por el cuerpo humano. De ser así genera un SMS de aviso que es enviado mediante la red de GSM a uno o varios teléfonos móviles anteriormente establecidos. En él se establece la hora, el código de la paciente y el aviso de alerta. En esta etapa se integra por un receptor de RF, un transmisor GSM, un circuito de procesamiento y una fuente de alimentación para el mismo.

2.3. Establecimiento de la topología de red

Con la concepción general del prototipo del sistema, se determina la topología estrella, la cual es adaptable por el alcance de transmisión del módulo GPS, que es capaz de comunicarse con cualquier dispositivo móvil de cualquier operadora y establecer una comunicación sin importar la distancia o el medio. Se concluye que la topología estrella es la correcta para el sistema.

2.4. Diseño de la arquitectura del módulo del sistema SECURE-PREGNANCY

Una vez determinados los requerimientos del diseño y concebida la arquitectura de SECURE-PREGNANCY se procede a presentar los diseños de cada uno de los módulos requeridos por el sistema.

2.4.1. Módulo de supervisión

En la *Figura 2-2* se representa el diagrama de bloque del módulo mencionado, donde se muestra la interconexión de los 5 bloques que lo integran. Dos de los bloques constan de sensores que se encargan de la transmisión del pulso cardíaco de la madre y el miembro fetal. El bloque de procesamiento recibe la información de los sensores y la transmite al bloque de visualización. La misma información es enviada de igual manera al bloque de transmisión RF para ser enviada a los distintos módulos restantes.

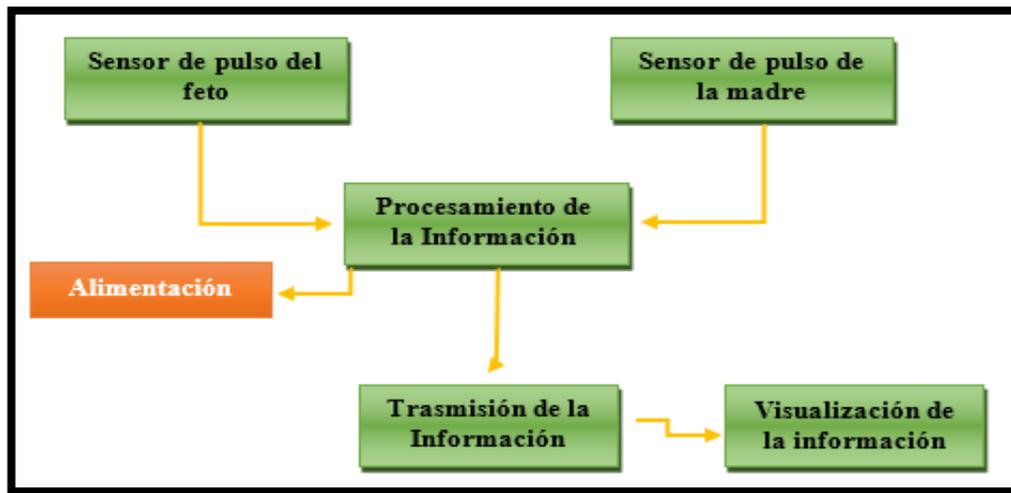


Figura 2-2. Diagrama de bloques del módulo de supervisión de SECURE-PREGNANCY
Realizado por: Flores, Alex, 2018.

El bloque de procesamiento de la información se basa en una tarjeta ARDUINO NANO, es encargado de ejecutar el programa que controla y maneja todos los elementos. Permite conectarse mediante USB una PC para la opción de información que se a llegado a obtener.

2.4.2. Etapa del proceso de Recolección de datos

En la *Figura 3-2* se representa el diagrama de bloques, muestra la interconexión que existe entre ellos. La información transmitida por los sensores que constituyen el boque de recepción de la información es tomada por el bloque de procesamiento. La decodifica y procesa para luego ser envía a los restantes bloques para retransmitir, visualizar y almacenar la información.

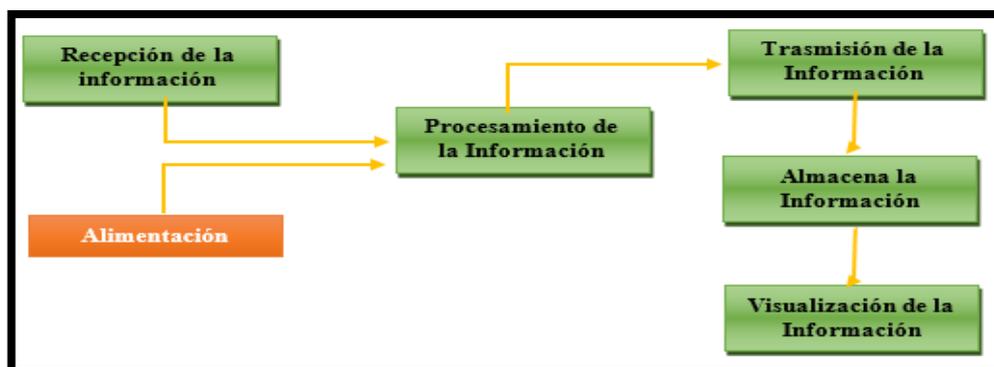


Figura 3-2. Diagrama de bloques de la etapa de recolección de SECURE-PREGNANCY
Realizado por: Alex Flore. 2018.

2.4.3. Etapa del proceso aviso

En la *Figura 4-2* se muestra el diagrama de bloques de la etapa de aviso del prototipo SECURE-PREGNANCY. Consta de cuatro bloques, donde el bloque de procesamiento toma la información del bloque de recepción que constituyen los sensores. Evalúa si los valores se encuentran fuera de los rangos permitido, estructura un mensaje y con ayuda del bloque de trasmisión lo envía por medio de la red GSM.

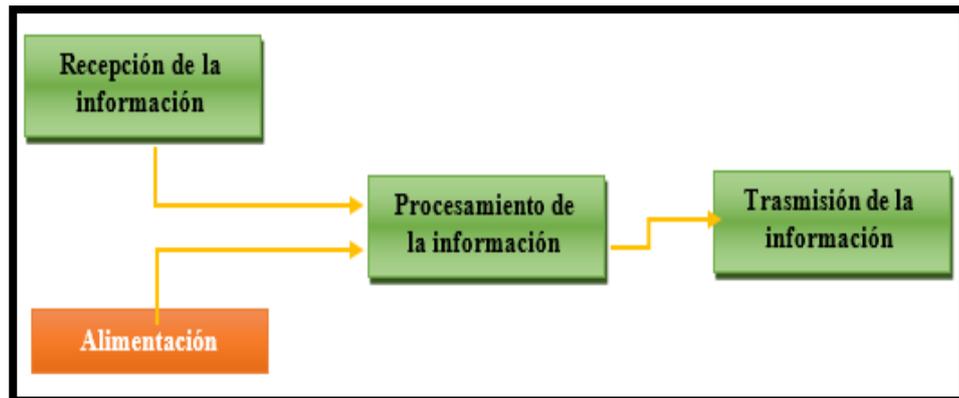


Figura 4-2. Diagrama de bloques de la etapa de aviso de SECURE-PREGNANCY

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

2.5. Selección de dispositivos para SECURE-PREGNANCY

A continuación, se describen las características principales de cada elemento que conforman el módulo de supervisión del prototipo y una breve reseña de su selección además se adjunta sus datasheet en anexos para la descripción específica de los elementos.

2.5.1. Tarjetas de Desarrollo para SECURE-PREGNANCY

En el mercado existen diversas opciones para realizar el procesamiento dentro del prototipo a implementar, que están diseñadas específicamente para el desarrollo de aplicaciones electrónicas y están basadas en su mayoría en el uso de micro controladores. Las mismas fueron estudiadas y comparadas en el capítulo anterior, destacando la plataforma Arduino. Mantiene un código abierto, sus librerías y *software* se encuentran disponible en la web, así como ejemplos y documentación de ayuda para el desarrollo de aplicaciones. Existen diferentes variantes de las placas, entre estas Arduino UNO, Mega y NANO, que presentan diferentes características. En la *Tabla 1-2* se realiza una comparación entre estos modelos para seleccionar la que se ajuste a los requerimientos del prototipo que se desea implementar (MAKERLAB ELECTRONICS, 2015).

Tabla 1-2. Comparación de placas de Arduino

Placa de desarrollo	UNO	NANO	MEGA
Gráfica			
Dimensiones	101.50 x 53.3 mm	43.2 x 18.5 mm	101.50 x 53.3 mm
Alimentación	7 – 12 VDC	7 -12 VDC	7 – 12 VCD
Memoria	32 KB	32 KB(ATmega328) 16.32KB(ATmega168)	256 KB
Micro controlador	ATmega 328 P	ATmega328 o ATmega 168	ATmega 2560
Terminal Digitales	14	14	54
Terminal Analógicas	6	8	16
Terminal PWM	6	6	15
Botones	Reset, USB, Power Jack, ICSP	Reset, USB, ICSP	Reset, USB, Power Jack, ICSP

Realizado por: Flores, Alex, 2018

Fuente: (Nano, 2010)

En función al análisis realizado en la *Tabla 2-1* se seleccionó la plataforma de Arduino NANO debido a que es una placa muy pequeña y completa. Se basa en un micro controlador ATmega 328 o ATmega 168, permite incorporarse a una placa. Su tensión de operación es de 5V con una tensión de entrada de 7-12 V lo que nos demuestra que puede trabajar con una fuente externa y extraíble, con 14 terminales digitales y 6 analógicos, características que cumplen con los requerimientos del prototipo (Nano, 2010).

2.5.2. Sensor para *SECURE-PREGNANCY*

El módulo de supervisión tiene sensores que proveen las pulsaciones de la frecuencia cardiaca que se presenta la mujer en estado de gestación. Estos sensores pueden ser definidos como inteligentes pues tienen la función de detectar el pulso cardiaco y enviar en modo de corrientes para procesamiento de la señal. Se estableció valores mínimos y máximos que garantizan el perfecto estado del miembro fetal y de la madre, los cuales se resumen en la *Tabla 2-2*.

Tabla 2-2.5. Valores máximos y mínimos que deben garantizar los sensores a utilizar en el sistema

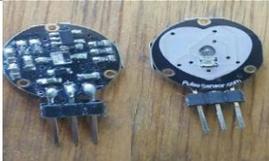
Sensor	Valor máximo	Valor mínimo
Pulso de la madre	80 LPM	100 LPM
Pulso del miembro fetal	120 LPM	160 LPM

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

2.5.2.1. Sensor de frecuencia cardiaca para SECURE-PREGNANCY

El ritmo cardiaco es fundamental al momento del control fetal, es la primera señal de vida que es diagnosticada para así evaluar el estado del feto. Los sensores de pulso cardiaco son fáciles de manipular y trabajar. Son adaptable para cualquier sistema a emplear por sus terminales y características que se muestran en la *Tabla 3-2* (Guide, 2008).

Tabla 3-2. Características del sensor de pulso cardiaco

	
Terminales	1 analógico, GND, VCC
Alimentación	3 V O 5 V.
Consumo de corriente	4 mA.
Extensión del sensor	15 cm.
Modo de uso	Conectado al Arduino

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

Fuente: (Guide, 2015).

Se eligió el sensor de pulso cardiaco que se detallado en la *Tabla 2-2*, por su forma, características y la manera adaptable para la toma de datos sea la más factible y precisa posible. Su colocación se la realizara en el abdomen y vientre de la mujer embarazada.

2.5.3. Comunicación inalámbrica para el sistema SECURE-PREGNANCY

Las condiciones y topología del capítulo previamente visto permitieron la selección de un módulo GSM para la transmisión de información.

2.5.3.1. Shield GSM/GPRS SIM900

Sus principales características son detalladas en la *Tabla 4-2*, los principales protocolos de transmisión de datos, la opción de realizar y recibir llamadas, enviar y recibir SMS, rastreo por GPS y disposición de terminales que son compatibles con las plataformas de *hardware* libre. Se muestra el aspecto físico de la placa y sus propiedades, que consta de una antena, ranura para SIM que por medio del mismo se puede unir a una red móvil a internet de cualquier operadora, todas estas aplicaciones se llevan a cabo inalámbricamente (HETPRO, 2018).

Tabla 4-2. Características del medio de comunicación.

GSM/GPRS SIM 900	
	
Compatible con Arduino	Conexión con el puerto serial
Quad-Band 850/900/1800/1900 Mhz	GPRS multi-slot clase 10/8
GPRS mobile station clase B	Compatible GSM fase 2/2+
Clase 4 (2 W (AT)850/900 Mhz)	Clase 1 (1 W (AT)1800/1900 Mhz)
TCP/IP embebido	Soporte RTC
Consumo de 1.5 mA.	Bandeja de SIM

Realizado por: Flores, Alex, 2018

Fuente: (HETPRO, 2018).

2.5.4. Alimentación del sistema

En la *Tabla 5-2* se detalla la alimentación del sistema que consiste en una batería externa de larga duración y de corriente estable, obteniendo así una estabilidad en el prototipo y conseguir las medidas de supervisión del dispositivo de manera correctas, los sensores trabajan con una corriente de consumo de 3,7 mA*2, GPRS 1,5 mA, Arduino 27 mA. Conectado con el GPRS que nos da un total de 35 mA. Con un total de 3800 mA. Que consta en la batería nos indica el abastecimiento total al sistema por medio de esta batería de litio para la funcionalidad total del sistema para la toma de resultados de la frecuencia fetal del dispositivo (Banggod).

Tabla 52.5-2. Alimentación del sistema de supervisión.

Power bank	
	
Voltaje de 3.7	Corriente de 3800 mA.
Interruptor de reanudación de la carga	Salida doble de USB
Batería de litio	Actúa con Arduino, Raspberry, Android entre otros dispositivos eléctricos de carga.
Puerto de entrada de alimentación de la batería	Indicadores de carga, encendido, encendido y apagado

Realizado por: Flores, Alex; 2018.

Fuente: (Banggod).

2.6. Esquema de conexión de SECURE-PREGNANCY

La conexión que se muestra en la *Figura 5-2*, es la interconexión de cada elemento que conforma el dispositivo de supervisión, se realizó en *Proteus 8 Profesional* por ser un software didáctico, amigable y de acceso libre en el que se puede diseñar el sistema SECURE-PREGNANCY. En Isis se realizó la instalación de nuevas librerías para la compatibilidad entre Isis y Arduino NANO, sensores de pulso cardiaco, GPRS SIM/900, entre otros permitiendo realizar modificaciones en la implementación del diseño, los elementos se interconectan de la siguiente manera:

A continuación, se visualiza el esquema de conexión del sistema de recolector del prototipo que se implementó, se visualizan las conexiones entre la alimentación del sistema, GSM y Arduino NANO con sus respectivos sensores de frecuencia cardiaca de la madre y el miembro fetal.

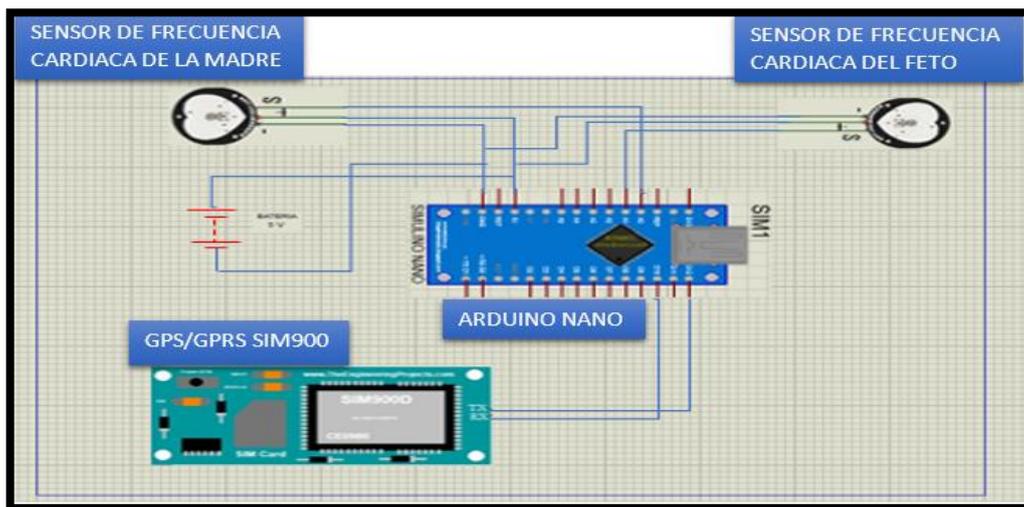


Figura 5-2. Conexión del módulo de supervisión SECURE-PREGNANCY

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

2.6.1. Shield GSM/GPRS SIM900

En la *Tabla 6-2* se detalla los puntos de conexión del esquema entre el módulo al Arduino, terminales digitales 10 y 12 son conectadas a D7 como trasmisor y D8 como receptor. El voltaje de 5V y GND del Arduino se conectaron a los terminales 9 y 7 del GSM/GPRS respectivamente.

Tabla 6-2. Esquema de conexión del Arduino NANO Y GRPS.

Terminales arduino nano	Terminales gprs
GND	7
5V	9
10	D7(TX)
12	D8(RX)

Realizado por: Flores, Alex,2018.

Fuente: (Nano, 2010), (HETPRO, 2018).

2.6.2. Sensor de pulso

En la *Tabla 7-2* se muestra las conexiones realizadas con los terminales analógicos A0, A1 del Arduino se conectaron las salidas S de los sensores, terminales de 5v y GND del Arduino se conectó a los terminales positivos (+) y negativos (-) de los sensores respectivamente.

Tabla 7-2. Tabla de conexión de sensores de pulso cardiaco

Terminal del sensor	Terminal del arduino
+	5V
-	-
S	A0
S	A1

Realizado por: Flores, Alex,2018.

Fuente: (Nano, 2010), (Guide, 2015).

2.7. Diseño del *Software* de SECURE-PREGNANCY

A partir de los requerimientos específicos que debe cumplir el *software*, que se realiza en IDE de Arduino, se presenta el diagrama de flujo que requiere el prototipo.

2.7.1. Diagrama de flujo del programa principal del módulo SECURE-PREGNANCY

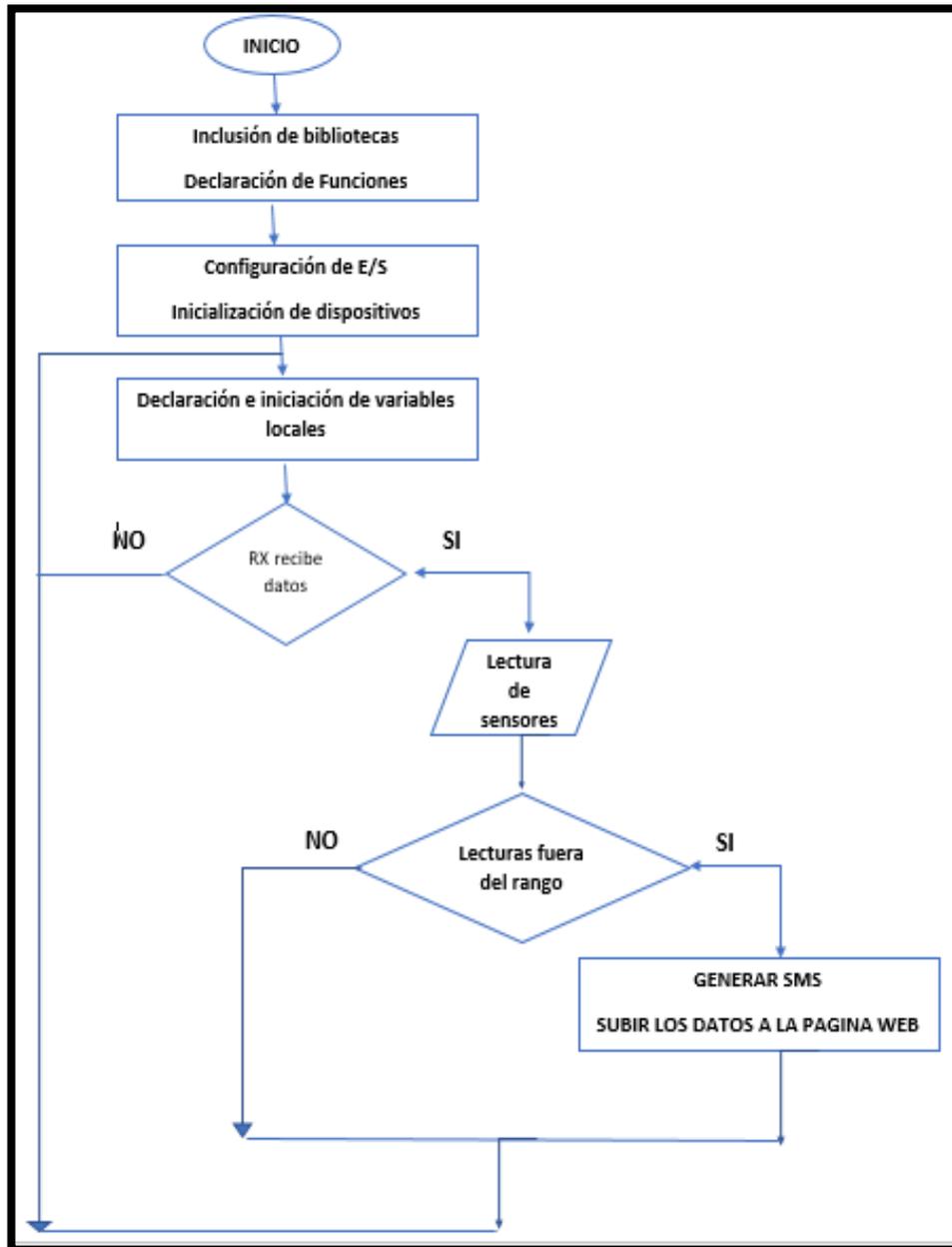


Figura 6-2 Diagrama de flujo del módulo SECURE-PREGNANCY

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

A continuación, se detalla la *Figura 6-2* que contiene el proceso a desarrollar por el dispositivo.

- Inicialización de bibliotecas.
- Determinación de funciones.
- Configuración de entradas y salidas.
- Declaración de variables locales.

- Espera que se reciba valores que son supervisados por los sensores caso contrario realiza de nuevo la declaración de variables locales.
- Recibe, por medio del Arduino NANO los datos supervisados en tiempo real, los valores recibidos se almacenan en la página web si ningún valor sale del rango permitido y se realizara nuevamente la ejecución, caso contrario al existir un valor que salga del rango permitido pasa a la siguiente etapa.
- Si existe un valor que se encuentra fuera del rango permitido
- Recibir, por medio del Arduino los valores de la frecuencia cardiaca del miembro fetal y de la madre, trasmitido por los sensores del prototipo.
- Determinar si los datos obtenidos en tiempo real se encuentran fuera de los límites óptimos que es determinado por el área médica correspondiente. De existir una alteración en los límites establecidos, enviar un mensaje de texto mediante la red celular GSM

2.8. Descripción del *software* IDE de Arduino para SECURE-PREGNANCY

En el sistema de SECURE-PREGNANCY su *software* maneja una programación estructurada, por medio de sentencias y funciones. Que permitirán el completo funcionamiento del sistema de supervisión.

2.8.1. *Software* Arduino 1.8.1

Es *hardware* libre su entorno de desarrollo (IDE) es de fácil manejo. Dispone de versiones para MAC y Windows, así como sus fuentes para compilar en Linux, sus diferentes herramientas para cargar el código en la tarjeta de Arduino están en java. En esta plataforma se puede descargar, escribir y ejecutar permitiendo así que exista la intercomunicación entre el *hardware* y *software* (IDE).

En el sistema de SECURE-PREGNANCY en la lectura de datos en el módulo de aviso, existe una sentencia donde se parametriza los valores máximos y mínimos, al existir una variación en el rango de frecuencia donde demuestre una alerta de peligro hacia la madre o el feto de manera inmediata se envía un mensaje de alerta a números de telefonía móvil cuales previamente se los programan por el administrador del programa, En la *Figura 7-2* se muestra parte del código que fue realizado para el módulo de SECURE-PREGNANCY.

```

Gprs_pulso_segunt_y_mensajes1
mySerial.println("AT+M1V122=\"A1\"); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

//Direccion del Servidor FTP
mySerial.println("AT+FTPSERV=\"ftp.eahost.com.ar\"); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

//Puerto FTP
mySerial.println("AT+FTPPORT=21"); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

//Usuario FTP
mySerial.println("AT+FTFON=\"eshos_21779896\"); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

//Password FTP
Gprs_pulso_segunt_y_mensajes1
//Usuario FTP
mySerial.println("AT+FTFON=\"eshos_21779896\"); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

//Password FTP
mySerial.println("AT+FTPPW=\"0106carlita\"); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

//Nombre del fichero
mySerial.println("AT+FTPFNAME=\"pulso.txt\"); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

//Directorio
mySerial.println("AT+FTFPATH=\"/htdocs/Security/\"); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

```

Figura 7-2. Código en Arduino NANO
Realizado por: Flores, Alex; 2018.

2.8.2. Base de datos MySQL

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional que creó la empresa sueca *MySQL* (Sistema de Gestión de Base de Datos) AB, la misma que es de código abierto, licenciado bajo la GPL de GNU, tiene un lenguaje de programación Structured Query Language (SQL) que desarrolló IBM (Enriquez, 2010).

Es un software de código abierto escrito en C y C++, usa tablas en disco B-Tree, a través de web MySQL existe PhpMyAdmin que es una herramienta muy utilizada y robusta, su configuración es de modo gráfico, las acciones más relevantes se la realiza en la gestión de base de datos que es en creación, modificación y eliminación de campos, tablas, usuarios y su manipulación en cualquier sentencia (Oracle Corporation, 2017).

Para la organización y administración de los datos de las mujeres en estado de gestación, usuarios y doctores es necesario la creación de una base de datos mediante PhpMyAdmin en MySQL.

2.8.2.1. Estructura de la base de datos SECURE-PREGNANCY

Una vez establecida la base de datos del sistema se procede a la elaboración de las tablas que serán necesarias para el ingreso de datos personales de la mujer en estado de gestación, información relevante sobre los datos censados de la paciente, datos principales de los doctores

para su inmediata localización, datos sobre el administrados y el ingreso por nivel de seguridad, acceso para médicos, pacientes y administrador en la *Figura 8-2* se observa las tablas creadas para la ejecución y cumplimientos de los requerimientos anteriormente mencionadas.

Tabla	Acción	Filas	Tipo	Cotejamiento	Tamaño	Residuo a depurar
formulario_admin	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	1	MyISAM	utf8_spanish2_ci	2.1 KB	52 B
formulario_pbl	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	3	MyISAM	utf8_spanish2_ci	2.4 KB	-
formulario_vigilante	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	3	MyISAM	utf8_spanish2_ci	2.2 KB	-
info_dispositivo	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	23	MyISAM	utf8_spanish2_ci	3.2 KB	648 B
limitacion	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	0	MyISAM	latin1_swedish_ci	1 KB	-
5 tablas	Número de filas	30	MyISAM	latin1_swedish_ci	10.9 KB	700 B

Figura 8-2. Esquema de tablas del sistema SECURE-PREGNANCY
Realizado por: Flores, Alex, 2018.

La estructura de cada tabla se creó según los datos requeridos por cada mujer en estado de gestación, médico y del administrador con su nivel de acceso que se da a cada uno. El correcto funcionamiento de cada una de las tablas se basa en la estructura de la tabla principal que se muestra en la *Figura 9-2*.

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Extra	Acción
1	id_pbl	int(5)			No	Ninguna	AUTO_INCREMENT	Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Único Más
2	codigo_pbl	int(11)			No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Único Más
3	nombre_pbl	varchar(15)	utf8_spanish2_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Único Más
4	apellido_pbl	varchar(15)	utf8_spanish2_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Único Más
5	cedula_pbl	char(10)	utf8_spanish2_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Único Más
6	ciudad_pbl	varchar(10)	utf8_spanish2_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Único Más
7	pais_pbl	varchar(10)	utf8_spanish2_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Único Más
8	estado_civil_pbl	varchar(10)	utf8_spanish2_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Único Más
9	fijo_pbl	int(9)		UNSIGNED ZEROFILL	No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Único Más
10	movil_pbl	int(10)		UNSIGNED ZEROFILL	No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Único Más
11	fecha_ingreso	varchar(10)	utf8_spanish2_ci		Si	NULL		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Único Más
12	foto_pbl	varchar(200)	utf8_spanish2_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Único Más
13	nombre_contacto	varchar(15)	utf8_spanish2_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Único Más
14	apellido_contacto	varchar(15)	utf8_spanish2_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Único Más
15	ci_contacto	varchar(15)	utf8_spanish2_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Único Más
16	telefono_contacto	varchar(15)	utf8_spanish2_ci		No	Ninguna		Cambiar Eliminar Navegar los valores distintivos Primaria Único Más

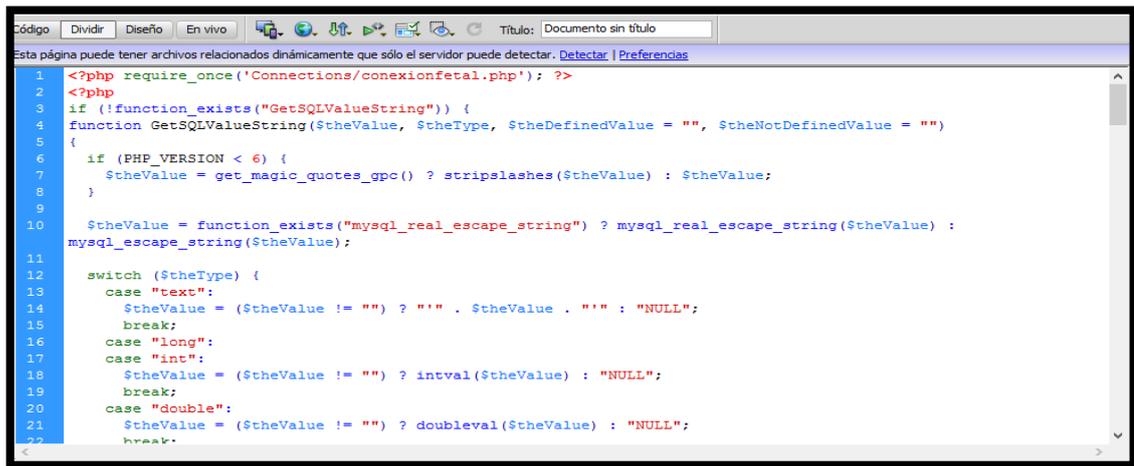
Figura 9-2. Esquema del formulario
Realizado por: Flores, Alex, 2018.

2.8.3. Software Dreamweaver CS6

Dreamweaver es un editor de código HTML profesional para el diseño visual y administración de páginas web. Consta de herramientas y funciones de edición de códigos referentes a HTML, CSS, JavaScript y editores de código que permitan editar JavaScript, XML y otros documentos

de texto. Las funciones de edición visual de Dreamweaver permiten añadir diseños y funcionalidades rápidamente sin escribir una sola línea de código (Harman, 2000).

La página web permite visualizar información, ingreso, manipulación de la información de la paciente, medico, administrador en la *Figura 10-2* se puede validar parte del código de programación en el software antes mencionado se puede apreciar declaraciones en SQL para la ejecución del registro.



```
1 <?php require_once('Connections/conexionfetal.php'); ?>
2 <?php
3 if (!function_exists("GetSQLValueString")) {
4 function GetSQLValueString($theValue, $theType, $theDefinedValue = "", $theNotDefinedValue = "")
5 {
6     if (PHP_VERSION < 6) {
7         $theValue = get_magic_quotes_gpc() ? stripslashes($theValue) : $theValue;
8     }
9
10    $theValue = function_exists("mysql_real_escape_string") ? mysql_real_escape_string($theValue) :
11    mysql_escape_string($theValue);
12
13    switch ($theType) {
14        case "text":
15            $theValue = ($theValue != "") ? "'" . $theValue . "'" : "NULL";
16            break;
17        case "long":
18        case "int":
19            $theValue = ($theValue != "") ? intval($theValue) : "NULL";
20            break;
21        case "double":
22            $theValue = ($theValue != "") ? doubleval($theValue) : "NULL";
23            break;
```

Figura 10-2. Código de programación en Dreamweaver sobre SECURE-PREGNANCY

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

2.8.4. *Página Web SECURE-PREGNANCY*

Es esencial un hosting para el correcto funcionamiento de la página web para el almacenamiento y proceso de la información para que los datos sean correctamente visualizados, se creó un dominio web para identificar el sitio web que consta de un sitio gráfico amigable para el usuario. Existen opciones para el hosting y dominio que pueden ser pagadas o gratuitas. El sistema cuenta con un dominio y hosting gratuito, consta con el dominio URL securepregnancy2018.eshost.com.ar para el acceso de doctores, mujeres en estado de gestación y administrador. El hosting es Eshost el cual es gratuito y brinda un alojamiento a dicha página. Los archivos que contiene la página web se cargaron en el administrador de archivos del Eshost que brinda un alojamiento para la base de datos.

2.8.4.1. *Descripción de SECURE-PREGNANCY*

Al ingresar al URL securepregnancy2018.eshost.com.ar, se desplegará un entorno muy amigable y fácil de uso para el doctor, usuario y administrador, la página brinda opciones de información general que se centraliza en el bienestar de la mujer embarazada y su miembro fetal, contactos de

emergencia, lista de médicos, datos informativos sobre las variables fisiológicas del embarazo, un ingreso log-In que al ingreso detallará los datos personales de cada paciente y existirá la manera de cualquier cambio en la misma por medio de administrador que será el único que tenga el acceso al cambio de cualquier punto de la página web o datos de las mujeres en estado de gestación como se muestra en la *Figura 11-2*.

DOCTOR **PACIENTE** **ADMINISTRADOR**

Estás Embarazada..?

Una vez que el test de embarazo confirme que estás embarazada, tendrás que pedir cita con el **ginecólogo para el primer control del embarazo**.

La primera visita suele realizarse **entre la semana 6 y la semana 9 de embarazo**, siempre contando desde la fecha de la última menstruación. En ella se determina la fecha probable de parto (FPP), se elabora la historia clínica y se realiza una ecografía vaginal para confirmar la presencia del saco amniótico y si se detecta, también el latido fetal.

Cambios en la mujer

El aumento de peso en el embarazo es de **12 kilos de media**. Está provocado principalmente por el peso del bebé, la placenta y el líquido amniótico, así como también por el aumento del tamaño del útero, de las mamas y del líquido extracelular.

Cálculo de la duración del Embarazo..?

La duración aproximada de un embarazo es de 280 días. **Son 40 semanas** desde el primer día de la última menstruación o 38 semanas (aproximadamente nueve meses) desde el momento de la fecundación.

Se considera un **embarazo a término** aquel que transcurre **entre la semana 37** (259 días cumplidos) **y la semana 42 de gestación**(294 días cumplidos).

Un embarazo de menos de 37 semanas se considera **pre-término**, mientras que uno de más de 42 semanas se considera **post-término**.

Cómo calcular fecha de parto..?

Existe una fórmula para conocer la **fecha probable de parto**, conocida como Regla de Naegele, que consiste en restarle tres meses y añadirle siete días a la fecha (el primer día) de la última menstruación.

ESCUOLA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
Facultad de Informática y Electrónica
Escuela de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes

Figura 11-2. Inicio de página web SECURE-PREGNANCY.

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

2.8.4.1.1. Autenticación de usuarios.

La autenticación para el ingreso del doctor se lo realizará con su nombre y contraseña privada, el paciente con su código y clave personal y en caso del administrador lo realizara por medio de su número de cedula y contraseña personal, cada uno de los miembros involucrados en la página web tiene un ingreso seguro a sus datos personales y datos censados en caso de la paciente, en la *Figura 12-2* se muestran las áreas de log-in de cada uno de sus miembros.



Figura 12-2. Log-In de los miembros de SECURE-PREGNANCY
Realizado por: Flores, Alex, 2018.

2.8.4.1.2. *Usuario Doctor*

Es creada con el fin de tener un acceso privado y detallado sobre los datos personales y datos censados en tiempo real de la paciente, con solo el ingreso del código personal de la paciente obtendrá sus datos censados periódicamente y en tiempo real si fuese necesario, logrando así una mejor y pronta atención a la paciente al presentarse una emergencia o complicación en su embarazo, el doctor podrá añadir sin ninguna complicación una nueva paciente que llegue a su día de supervisión, en la *Figura 13-2* se visualiza el área detallada anteriormente.

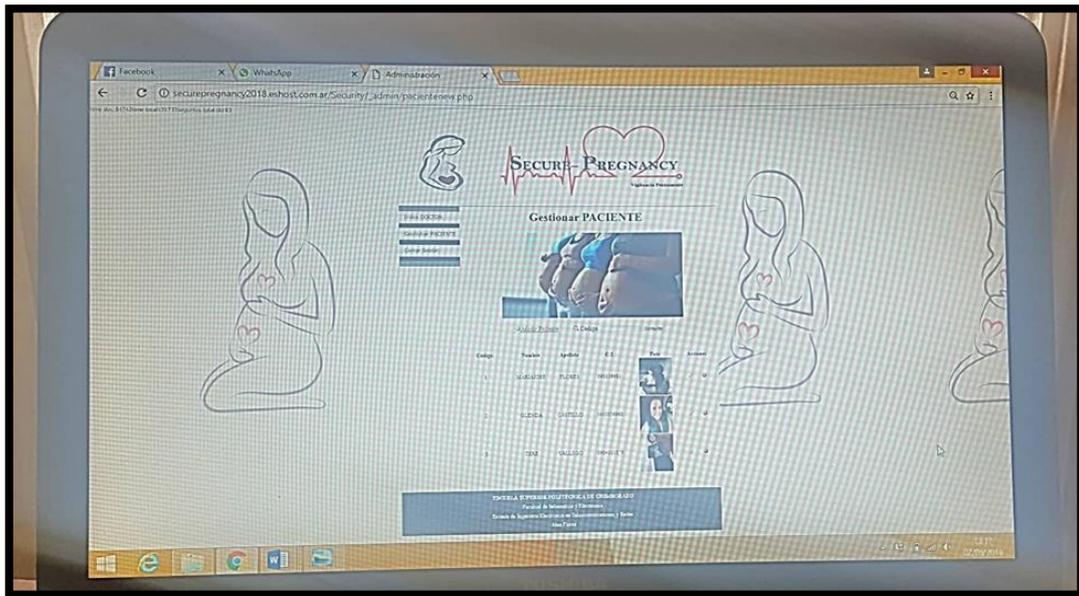


Figura 13-2. Gestión de usuarios por el doctor
Realizado por: Flores, Alex, 2018.

2.8.4.1.3. Usuario Paciente

En la *Figura 14-2* se muestra los datos supervisados en la pagina web del prototipo donde se halla la información personal de la paciente y los datos en tiempo real.

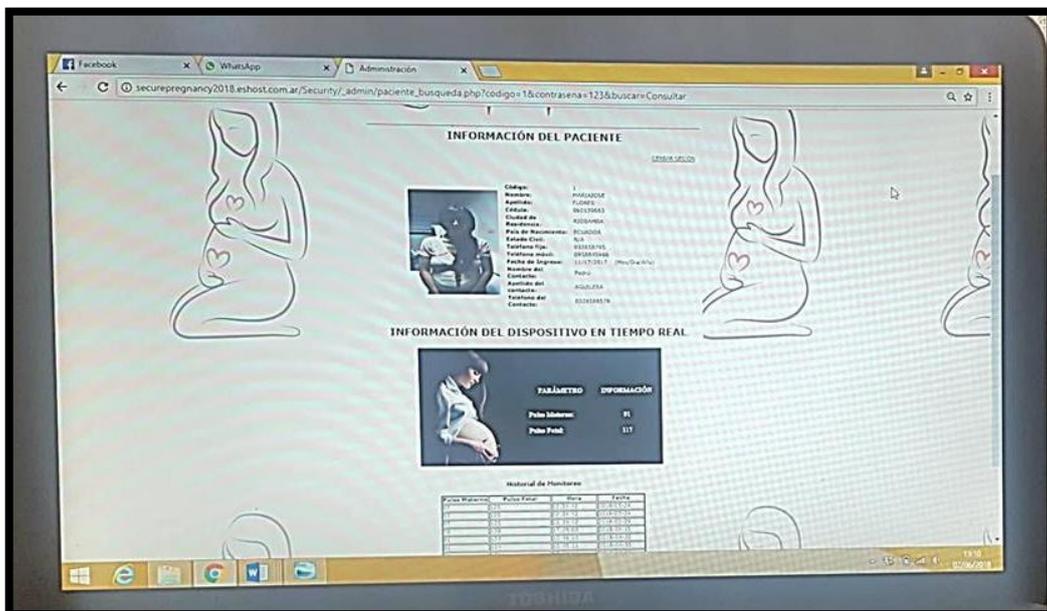


Figura 14-2. Visualización de datos de la paciente
Realizado por: Flores, Alex, 2018

2.8.4.1.4. Usuario Administrador

Es el encargado de ingresar, modificar el ingreso o salida de nuevos doctores o pacientes en la pagina web. En la *Figura 15-2* se muestra el area de trabajo del administrador donde se encuentra opciones de modificación de toda la página web.

SECURE-PREGNANCY
Vigilancia Permanente

Bienvenido a la Administración

En el siguiente espacio **UNICAMENTE** el usuario asignado como administrador tendrá la facultad para poder gestionar otro administrador, doctor o paciente. Realizarlo con completa y absoluta responsabilidad para que el sistema pueda funcionar de manera satisfactoria. Bienvenido!

Administrador	Doctor	Paciente
		
-Posee acceso total. -Puede gestionar otros administradores. -Puede gestionar doctores. -Puede Gestionar Pacientes.	-Tiene acceso restringido. -No puede gestionar otros doctores. -Únicamente puede gestionar Pacientes.	- La paciente puede acceder a sus datos informativos y a los registros brindados por el dispositivo en cualquier momento.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
Facultad de Informática y Electrónica
Escuela de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes
Alex Flores

Figura 15-2. Opciones del administrador.
Realizado por: Flores, Alex, 2018.

CAPÍTULO III

3. VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO SECURE-PREGNANCY

En el presente capítulo se evidencia los resultados obtenidos en las pruebas realizadas al módulo de supervisión SECURE-PREGNANCY y en cada una de sus etapas. La evaluación del mismo se realizó integrado el *software* y *hardware* creado para el sistema. Se determinó la respuesta del módulo en función a los requerimientos de la investigación realizada, para ello se corroboran valores de la variable en mención y sus errores así como se verificó la comunicación entre los elementos que compone el modulo. Se adjunta un análisis de costos del prototipo implementado.

3.1. Caracterización del módulo de supervisión

Para comprobar que el módulo de supervisión cumpla con los resultados esperados se caracterizaron medidas y la forma de comunicación que realiza con tres equipos que se detallan en la *Tabla 1-3*, un equipo es utilizado por los doctores del área de Obstetricia con certificación y un equipo Comercial existente en el mercado.

Tabla 1-3. Equipos de Prueba

Monitor Fetal Eléctrico	MAKEAWAY	SECURE-PREGNANCY
		
Alimentación	Alimentación	Alimentación
120 voltios	5 voltios	5 voltios
Tiempo de trabajo	Tiempo de trabajo	Tiempo de Trabajo
	8 horas consecutivas	17,1 horas continuas
Periódicamente	Tiempo de Recarga Energética	Tiempo de Recarga Energética
SENSORES		
Doppler (cardíaco)	reposición de pila	4,5 horas
MF (frecuencia madre)	SENSORES	SENSORES
CU (frecuencia feto)	Doppler (cardíaca madre)	Doppler (cardíaca madre)
EXTRAS	Doppler (cardíaca feto)	Doppler (cardíaca feto)

Cama, Camilla, Sillón	EXTRAS	EXTRAS
Gel conductor	Aplicación Móvil	Página WEB
Bandas elásticas	Banda Elástica	Banda Elástica
Graficas/ papel	Conexión	Conexión
Gasas o Celulosas de Aseo	Bluetooth	GSM
		Base de datos

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

Fuente: (2014), (Guide, 2015), (Caballero, 2015).

3.1.1. Caracterización de las medidas realizadas por el módulo de supervisión

En la *Figura 1-3* se muestra una imagen real del prototipo del módulo de supervisión de SECURE-PREGNANCY.



Figura 1-3. Fotografía del prototipo de supervisión de SECURE-PREGNANCY.

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

Para evaluar las mediciones del prototipo diseñado para la variable de frecuencia cardiaca de la mujer y su miembro fetal se determinó comparar sus datos supervisados, con un equipo comercial de características similares y un Monitor Fetal Eléctrico existente en el área de la salud.

3.1.1.1. Caracterización de mediciones de pulso cardiaco con equipo Comercial

Para comprobar la confiabilidad del dispositivo en la *Tabla 2-3* se representa los resultados de las mediciones realizadas entre los dispositivos SECURE-PREGNANCY y MAKEAWAY, que en la *Figura 2-3* se muestra la colocando los módulos a la mujer embarazada a evaluar, Se puso en funcionamiento cada uno de los dispositivos en un total de 15 muestras en un tiempo de 1 min cada uno.

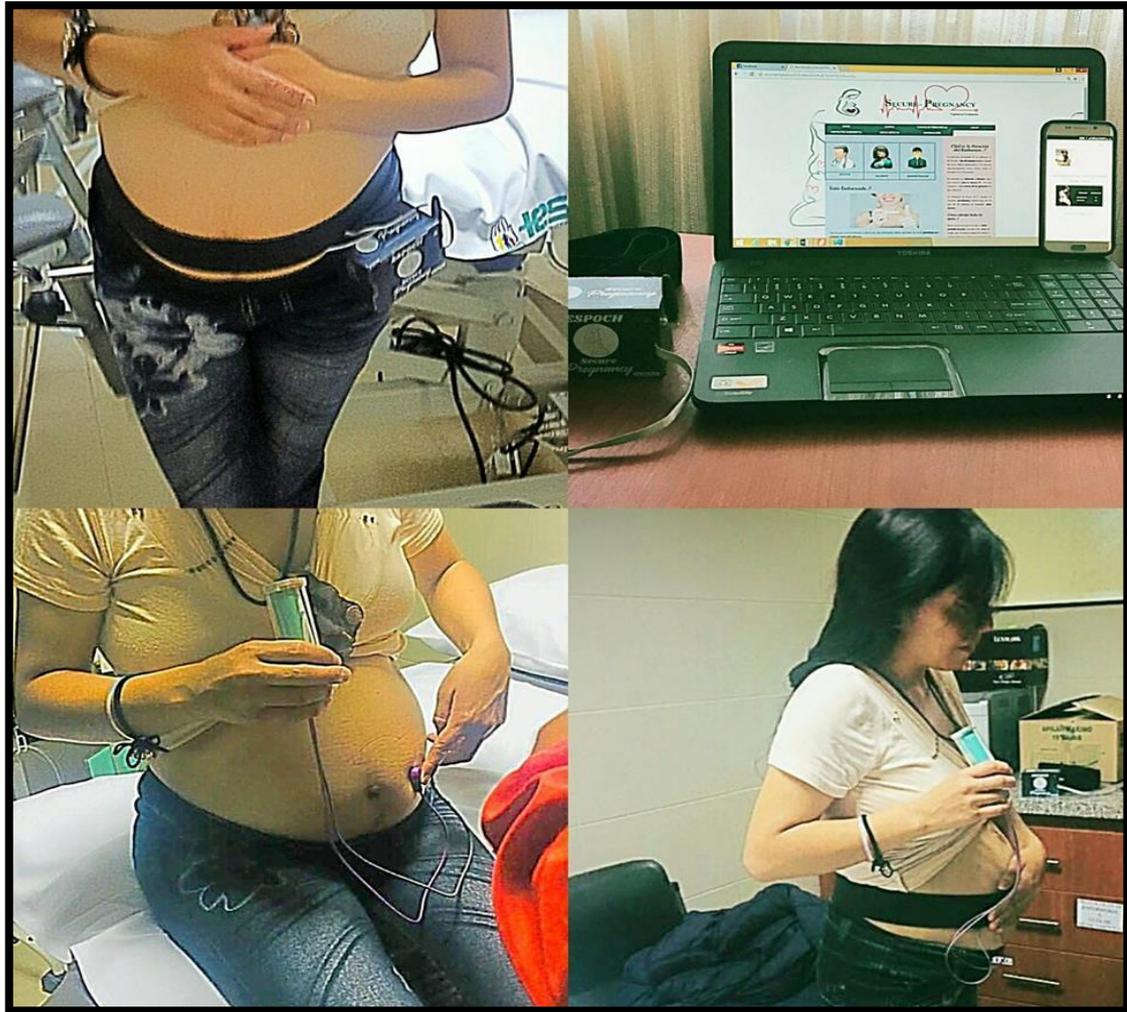


Figura 2-3. Posicionamiento de sensores de MAKEAWAY y SECURE-PREGNANCY.
Realizada por: Flores, Alex, 2018

Se colocó los sensores del prototipo SECURE-PREGNANCY en dos posiciones, un sensor se ubica a 5 cm del ombligo y el segundo sensor a 10 cm del segundo sensor siendo así la ubicación idónea para la adquisición de datos supervisados, en el módulo de MAKEAWAY (2014). Se colocó los sensores a 5 cm del ombligo de la paciente uno alado del otro dando lugar al posicionamiento regido por el módulo, las pruebas se realizaron en el mismo lugar y en las mismas circunstancias para no ver afectado ninguna de los módulos a evaluar.

Tabla 2-3. Medidas efectuadas con equipo Comercial y SECURE-PREGNANCY

Muestras	MAKEAWAY		SECURE-PREGNANCY		Error Absoluto	
	Madre Lpm	Feto Lpm	Madre Lpm	Feto Lpm	Madre Lpm	Feto Lpm
1	80	130	83	133	3	3
2	81	132	82	135	1	2
3	81	131	83	136	3	5
4	82	130	84	133	2	3
5	90	152	91	160	1	8
6	93	156	93	162	0	6
7	98	163	101	163	3	0
8	99	159	102	158	3	1
9	97	147	100	150	3	3
10	87	140	91	143	4	3
11	87	142	92	147	5	5
12	87	141	93	145	6	4
13	86	141	90	142	4	1
14	86	120	86	119	0	1
15	85	122	85	125	0	3
Promedio	87,93	140,4	90,4	143,4		
Desviación Estándar	6,26	13,12				
Coefficiente de variación	0,07	0,09	0,07	0,09		
Error de las Muestras					2,8	3,2

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

Debido a la repetitiva que expresa los datos de forma cuantitativa, con los datos obtenidos se efectuó un análisis estadístico descriptivo, con el software R (Ihaka, 2007), que es utilizado en el campo de la estadística, el mismo que nos permita la obtención de las medidas de la media (m), la desviación estándar (e) y el coeficiente de variación que este se define por la Ecuación 3-1

c.v = (e/m), se obtuvo un error de 2,8 Lpm en la Madre y 3,2 Lpm en el Feto que son errores que no tienen ninguna afección en la estabilidad de los miembros a evaluar, es destacable mencionar que el prototipo SECURE-PREGNANCY es estable con referencia al módulo MAKEAWAY que consta con sensores certificados en el área de la salud y un diseño de microcomponentes preestablecidos por una empresa Coreana.

3.1.1.2. Caracterización de mediciones de pulso cardiaco con equipo Médico

En la tabla 3-3 se representa los valores obtenidos de la comparación entre el equipo Monitor Fetal Eléctrico y el módulo SECURE-PREGNANCY, el cual reflejara datos reales ya que es una comparación con un equipo utilizado en el área de la salud, en la *Figura 3-3* se evidencia la colocación de los sensores Doppler del Monitor Fetal Eléctrico para la toma de datos. Se puso en funcionamiento el equipo médico y el prototipo SECURE-PREGNANCY en la paciente, con un total de 15 muestras en un tiempo de 1 minuto cada uno, la validación del funcionamiento del prototipo dependerá de los datos censados en tiempo real.



Figura 3-3. Posicionamiento de sensores del módulo de supervisión y el equipo médico.
Realizado por: Flores, Alex, 2018.

Tabla 3-3. Medidas efectuadas con equipo médico IESS y SECURE-PREGNANCY

Muestras	Monitor fetal eléctrico		SECURE-PREGNANCY		Error Absoluto	
	Madre Lpm	Feto Lpm	Madre Lpm	Feto Lpm	Madre Lpm	Feto Lpm
1	81	132	83	134	2	2
2	83	134	84	135	1	1
3	84	134	86	136	2	2
4	82	130	84	132	2	2
5	90	152	91	160	1	8
6	94	147	93	149	1	3
7	98	163	103	164	5	1
8	99	159	102	161	3	2
9	98	146	101	150	3	4
10	87	140	91	142	4	2
11	87	142	92	145	5	3
12	87	141	90	145	3	4
13	86	141	89	142	3	3
14	96	130	98	128	2	2
15	88	125	89	125	1	0
Promedio	89,33	141,06	91,73	143,2		
Desviación Estándar	6,16	10,91	6,58	11,98		
Coefficiente de variación	0,06	0,07	0,07	0,08		
Error de las Muestras					2,53	2,6

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

Con el software R (Ihaka, 2007), se realizó la estadística el mismo que nos permita la obtención de las medidas de la media (m), la desviación estándar (e) y el coeficiente de variación que este se define por la *Ecuación 1-3*. Con los valores supervisados en la paciente con el equipo Monitor Fetal Eléctrico y el prototipo de SECURE-PREGNANCY se obtuvo las mismas 15 muestras con

1 minuto de separación cada una en mismo y en las mismas circunstancias para que los valores no se vean afectados por ningún parámetro, se obtuvo un error de 2,53 Lpm en la madre y de 2,6 Lpm en el feto siendo errores que son aceptables por el área de la obstetricia y dando una validación al prototipo SCURE-PREGNANCY puesto que la comparación fue con un equipo especializado en el área de la salud que constan con sensores Doppler que específicamente se aplica a la medición de la frecuencia cardiaca, dicho equipo tiene una certificación médica para su labor en el ámbito público.

3.2. Caracterización de la comunicación de SECURE-PREGNANCY

Para la caracterización de la comunicación de SECURE-PREGNANCY se realizó dos procesos que son: durante la implementación del módulo y la segunda con el prototipo ya en funcionamiento. Las pruebas realizadas tuvieron como objetivo evaluar la integridad de los datos tomados por los sensores, datos que serán enviados a la página web a su etapa de, en la *Figura 4-3* se muestra la elementos usados en la validacion de la comunicacion.



Figura 4-3. Toma de muestras de frecuencia cardiaca.

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

3.2.1. Pruebas y puestas a punto de la conexión de la comunicación GSM entre el módulo de supervisión, página web y dispositivo móvil.

Las pruebas se centraron en la determinación de que los datos censados sean directamente subidos a la página web y se envié el SMS de alerta al momento de existir una variación determinante en la variable de pulso cardiaco. Por medio del software FiliZilla, se verificó la carga de datos en tiempo real suministrados por los sensores, este software se conecta al servidor donde está acentuada la página de SECURE-PREGNANCY y permite visualizar los datos obtenidos por el módulo en la *Figura 5-3* se muestra el programa FileZilla y el archivo en bloc de notas con los valores subidos al almacenamiento.

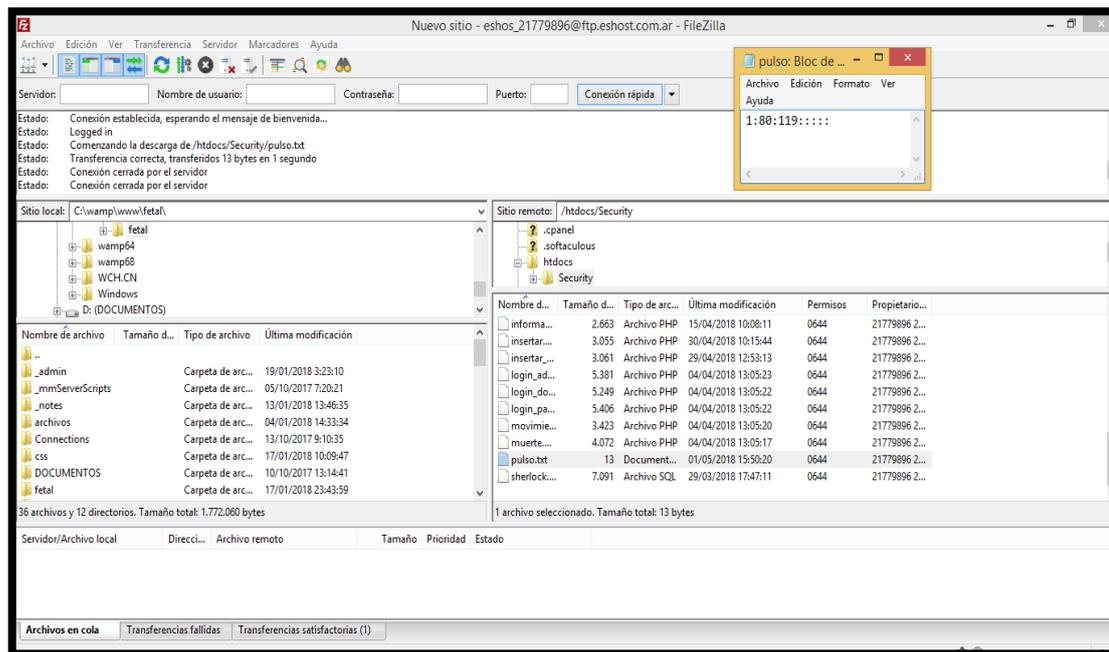


Figura 5-3. Software FileZilla y archivo de datos censados
Realizado por: Flores, Alex, 2018.

3.2.1.1. Visualización del Almacenamiento en SECURE-PREGNANCY

En la pantalla de un computador se evidencia los valores que almacena SECURE-PREGNANCY, datos que serán evaluados para el diagnóstico a la paciente y su miembro fetal. En la *Figura 6-3* se representa los datos tomados en tiempo real y datos almacenados por el módulo SECURE-PREGNANCY.

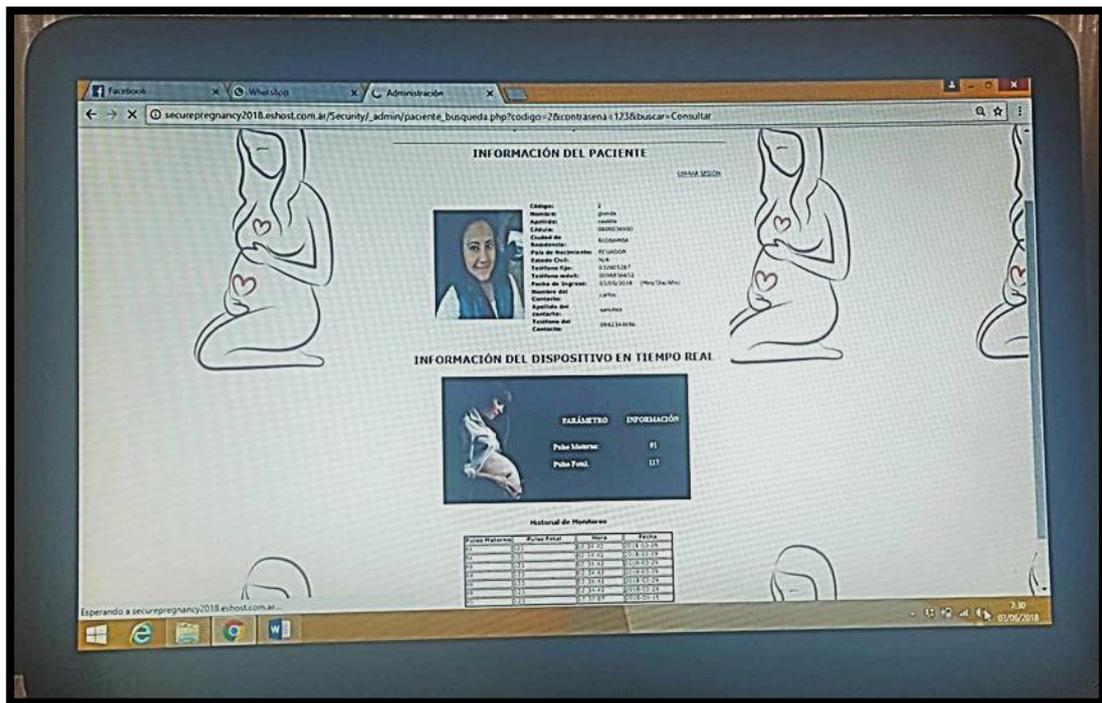


Figura 6-3. Datos de la página web tomado en tiempo real
Realizado por: Flores, Alex, 2018.

3.2.1.2. Caracterización de la Etapa del proceso de aviso de SECURE-PREGNANCY

El prototipo implementado que se muestra en la *Figura 7-3* tiene una etapa del proceso de aviso, que por medio de la comparación de los límites máximos y mínimos establece una comunicación que se detalla más adelante.

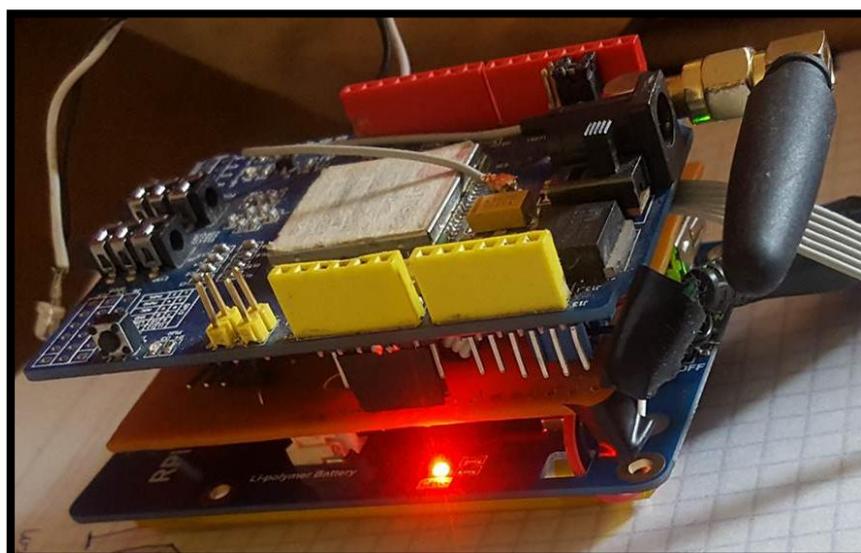


Figura 7-3. Prototipo implementado
Realizado por: Flores, Alex, 2018.

En la *Figura 8-3* se evidencia mensajes de alerta al teléfono móvil, que se ha emitido por el prototipo de supervisión, a los números pre-establecidos que serán de doctores, pacientes o familiares, al existir variación en la frecuencia cardiaca de la madre o el miembro fetal.

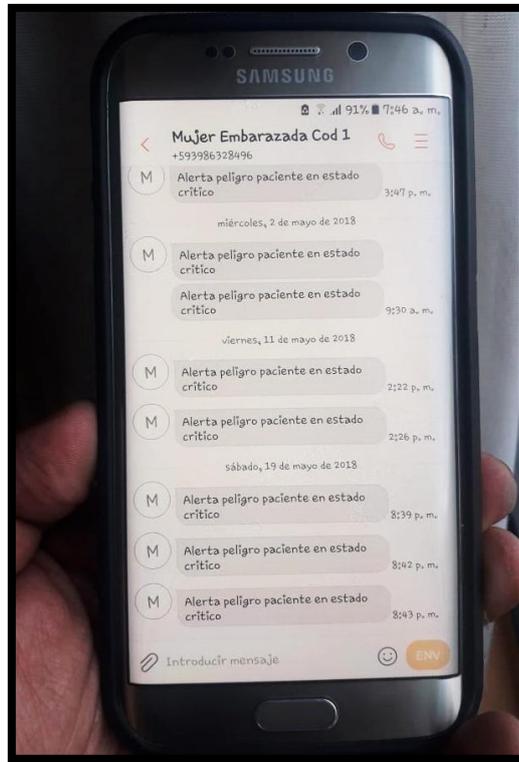


Figura 8-3. SMS de alerta al momento de variación de frecuencia.
Realizado por: Flores, Alex, 2018

3.3. Prueba de carga del módulo SECURE-PREGNANCY

La medición de corriente se efectuó en tres fases, la primera es el tiempo de duración de la batería con el equipo en funcionamiento, segunda el cálculo de consumo de energía del prototipo y con la herramienta de medición (multímetro) a los elementos que actúan en el prototipo.

Se realizó la medición del consumo de cada dispositivo electrónico con el multímetro como se muestra en la *Figura 9-3*.



Figura 9-3. Medición de corrientes del prototipo de supervisión.
Realizado por: Flores, Alex, 2018.

En la *Tabla 4-3* se establece los valores de corrientes medidas en cada uno de los elementos que conforma el prototipo SECURE-PREGNANCY.

Tabla 4-3. Corriente y Voltaje de consumo de SECURE-PREGNANCY

Nº	Dispositivo	Voltaje de entrada medidos (V)	Voltaje de entrada teórico (V)	Consumo de corriente teóricos (mA)	Consumo de corriente medidos (mA)
1	Shield GSM/GPRS SIM900	5.5	5	70	90
2	Sensor cardiaco de la Madre	5.1	5	4	4.3
3	Sensor cardiaco del miembro fetal	5.1	5	4	4.3
4	Arduino NANO	4.9	5	40	42
5	Diodo led	1.2	1.8	20	15
TOTAL					155.6

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

$$Cd = \frac{Cb}{Cc} * 0.7 \text{ Ecuación 3-2}$$

Dónde:

Cd: capacidad de duración dada en horas

Cb: capacidad de la batería (mA) por hora

Cc: Corriente de carga (mA)

0.7: Factor de Tolerancia

Mediante el cumplimiento de la *Ecuación 3-2* se obtuvo un total de 17.1 horas de operación del equipo, con 4.5 horas de recarga de la batería que se corroboró conectando la fuente de alimentación a la batería, dando el tiempo de trabajo y carga del prototipo de supervisión fetal.

3.4. Análisis Económico del prototipo

En la *Tabla 5-3* se presenta el análisis económico de la implementación del módulo de supervisión, con elementos adquiridos en el mercado ecuatoriano.

Tabla 5-3. Costo del prototipo SECURE-PREGNANCY

Dispositivo		Cantidad	Costo unitario \$	Costo total \$
	Tarjeta Arduino Nano	1	30,00	30,00
<i>Hardware</i>	Shield GSM/GPRS SIM900	1	30,00	30,00
	Batería RPI PowerPack V1.2	1	30,00	30,00
	Gabinete para Modulo	1	30,00	25,00
	Sensor de pulso cardiaco	2	7,00	14,00

	Chip Claro	1	3,00	3,00
	Placa de las conexiones	1	2,00	2,00
Elementos extras	Cinturón elástico	1,5 metros	1,50	1,50
	Cable	1 metro	0,25	0,25
	Conector para alimentación	1	0,25	0,25
	Mano de Obra		200	200
			Total	336

Realizado por: Flores, Alex, 2018.

De acuerdo con la *Tabla 5-3* el costo total de producción del prototipo es de \$ **336** dólares, que a relación con los equipos de supervisión fetal utilizados en el área de salud que van de \$ 5.000 a \$ 6.000 dólares cada uno, brinda un ahorro en la adquisición de equipos, el prototipo SECURE-PREGNANCY ofrece una supervisión diaria del feto con ahorros económico en transporte y comida generando un bienestar en tiempo y confort sin esperas para la obtención de turnos para la atención en los centros de salud.

CONCLUSIONES

- Se implementó un prototipo electrónico inalámbrico para la supervisión y aviso de la frecuencia cardíaca de mujeres en estado de gestación, consta de un módulo basado en la plataforma de Arduino que realiza tres etapas llamadas: recolección, almacenamiento y aviso. Su operatividad está respaldada por una cobertura móvil.
- La información que suministra el prototipo es respaldada por un servicio de internet a través de una página web desarrollada en Dreamweber, la que asocia una base de datos que mantiene información personal de doctores y pacientes, así como datos en tiempo real e históricos de la variación de la frecuencia cardíacas de la madre y el miembro fetal.
- Se seleccionó la red celular por la amplia cobertura presente en el país que es del 96%, su comunicación no se limita en distancia o punto de conexión, lo que ayudó a cumplir los requerimientos del prototipo en almacenamiento, visualización de datos y envío de mensajes de alerta en tiempo real.
- Se comprobó que el módulo SECURE-PREGNACY es capaz de medir la frecuencia cardíaca de las mujeres embarazadas y su miembro fetal con errores absolutos máximo de 2 Lpm y 3 Lpm respectivamente, valores que se ajustan a la variación de equipos comerciales de similar característica.
- De las pruebas realizadas se determinó que el prototipo mantiene su funcionamiento sin interrupción durante un periodo de tiempo de 17.1 horas y requiere para restablecer su energía a un 100% un tiempo estimado de recarga de 4.5 horas. Valores que se ajustan a los requerimientos planteados en la presente investigación y supera en tiempo de funcionamiento en un 213.75% al equipo comercial MAKEAWAY con el que se comparó.
- El prototipo SECURE-PREGNANCY es una herramienta de ayuda para la supervisión de embarazos especialmente de alto riesgo, no invasivo y cuyo funcionamiento no afecta a la gestante o a su madre. Es un módulo que facilita información de importancia para la toma de decisiones de profesionales de la salud en el área de la Ginecología y obstetricia en pos de salvaguardar la vida de miembro fetal y la futura madre.

RECOMENDACIONES

- Estudiar la posibilidad de incorporar al diseño nuevos parámetros de evaluación en las mujeres en estado de gestación, como son: Dureza uterina, movimientos fetales, temperatura, azúcar en la sangre, etc.
- Estudiar la posibilidad de miniaturizar el prototipo e incorporar un sistema de alimentación que permita ampliar el tiempo de duración de la batería y disminuir el tiempo requerido para la recarga.
- Trabajar con un hosting pagado para la mejor transmisión de datos entre dispositivo y pagina web. Seguridades de la información.
- Estudiar nuevos tipos de sensores que no necesiten la calibración manual del elemento eléctrico y que presenten una mayor sensibilidad.

BIBLIOGRAFÍA

[En línea] [Citado el: 20 de Abril de 2016.]
http://alumno.ucol.mx/al989561/public_html/cate.htm.

[En línea] [Citado el: 20 de Abril de 2016.]
http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11370/fichero/Documento_proyecto_pdf_desglosado%252FParte_1_Sistemas_de_video_vigilancia_en_entornos_IP%252F3_Tipos_de_instalaciones.pdf

Anonimo. 2016. ELECTRONILAB/Ingeniería y Diseño Electrónico. *ELECTRONILAB/Ingeniería y Diseño Electrónico*. [En línea] 2016.
<https://electronilab.co/tienda/arduino-nano-v3-atmega328-5v-cable-usb/>.

Antenna, Zigbee Pro Module RF24 Maxstream (XB 24 AWI-001). 2012. Mindiamart. *Mindiamart*. [En línea] 2012. [Citado el: 24 de Mayo de 2018.]
<https://www.indiamart.com/proddetail/zigbee-pro-module-rf24-maxstream-xb-24-awi-001-antenna-4146048673.html>.

AXIS COMMUNICATIONS. 2009. [En línea] 2009. [Citado el: 13 de Abril de 2016.]
http://www.axis.com/files/whitepaper/wp_encoders_34384_es_0902_lo.pdf.

—. *AXIS COMMUNICATIONS*. [En línea] [Citado el: 19 de Abril de 2016.]
<http://www.axis.com/cl/es/learning/web-articles/technical-guide-to-network-video/types-of-network-cameras>.

Banggod. Banggood.com. [En línea] [Citado el: 02 de junio de 2018.]
https://www.banggood.com/es/PowerPack-V1_2-Lithium-Battery-Expansion-Board-With-USB-Hub-For-Raspberry-Pi-Cellphone-Charging-p-1181197.html?cur_warehouse=CN.

2017. Bebés y más. *Bebés y más*. [En línea] 12 de 2017. <https://www.bebesymas.com/archivos>.

Beraldo, Kyoshi. 2014. Aconselhamento Genético Diagnóstico Prénatal. *Aconselhamento Genético Diagnóstico Prénatal*. [En línea] 9 de Junio de 2014. [Citado el: 23 de Mayo de 2018.]
<https://pt.slideshare.net/lyssamartins1/aconselhamento-gentico-29840132>.

Caballero, Gladys Maria Lovo. 2015. in. [En línea] 16 de febrero de 2015. [Citado el: 03 de junio de 2018.] https://es.slideshare.net/Dra_Lovo/monitoreo-fetal-electronico-44736036.

Cambios fisiológicos y anatómicos de la mujer en el embarazo. Ampliación de tema 53 del volumen 2 de Matronas del Servicio Andaluz de Salud, págs. 7-14.

CANO, EDSON. FRECUENCIA CARDIACA FETAL NORMAL EN EL EMBARAZO. *FRECUENCIA CARDIACA FETAL NORMAL EN EL EMBARAZO*. [En línea] [Citado el: 21 de JUNIO de 2017.] <http://edsoncano.com/frecuencia-cardiaca-fetal-normal-en-el-embarazo/>.

Carga Académica de las Unidades. 2016. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. [En línea] 2016. [Citado el: 2 de Mayo de 2016.]
<http://www.esPOCH.edu.ec/Descargas/Rendicion2015.pdf>.

Chimborazo, Doris. 2015. Diseño de un Sistema de Video Vigilancia con tecnología Ip para el barrio la delicia de la ciudad de Ambato . *Diseño de un Sistema de Video Vigilancia con tecnología Ip para el barrio la delicia de la ciudad de Ambato*. [En línea] Mayo de 2015. [Citado el: 29 de Marzo de 2016.] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10770/1/CD-6313.pdf>.

COMMUNICATIONS_AXIS. 2006-2015. Tecnología y factores a considerar a la hora de implementar correctamente aplicaciones y vigilancia y supervisión remota basadas en IP. [En línea] 2006-2015.

Conde, Agustín. 2001. Carta de la Salud Embarazo de Alto Riesgo . *Carta de la Salud Embarazo de Alto Riesgo* . [En línea] Junio de 2001. https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/item/4375/1/061_Embarazo_alto_riesgo.pdf.

Cortéz, Wilson. 2011. SlideShare. *SlideShare*. [En línea] 25 de Julio de 2011. [Citado el: 20 de Abril de 2016.] <http://es.slideshare.net/wilsoncuts/protocolo-tcp-ip-8688957>.

Dahlstrom, Kendra. eHow . *frecuencia cardíaca normal durante el embarazo*. [En línea] [Citado el: 21 de junio de 21.] http://www.ehowenespanol.com/frecuencia-cardiaca-normal-durante-embarazo-sobre_107590/.

—. **2017.** Frecuencia cardíaca normal durante el embarazo. *Frecuencia cardíaca normal durante el embarazo*. [En línea] 18 de Julio de 2017. [Citado el: 25 de Mayo de 2018.] https://muyfitness.com/frecuencia-cardiaca-normal-durante-el-embarazo_13120768/.

Devices, Analog. 2012. Single-Lead, Heart Rate Monitor Front End. *Single-Lead, Heart Rate Monitor Front End*. [En línea] Marzo de 2012. [Citado el: 22 de Mayo de 2018.] <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/AD8232.pdf>.

Digital Globe. 2014. GOOGLE MAPS. *GOOGLE MAPS*. [En línea] 2014. [Citado el: 30 de Abril de 2016.] <https://www.google.com.ec/maps/@-1.6837016,-78.6935893,3745a,20y,23.41h,44.54t/data=!3m1!1e3>.

Diseño y Mantenimiento Web (JCA). 2010. Apuntes de Networking. *Apuntes de Networking*. [En línea] 2010. [Citado el: 20 de Abril de 2016.] <http://apuntesdenetworking.blogspot.com/2011/12/poe-power-over-ethernet.html>.

Educación. 2012. SlideShare. *SlideShare*. [En línea] 22 de Mayo de 2012. [Citado el: 23 de Abril de 2016.] <http://es.slideshare.net/NoelBernabedCruzHernandez/exposicion-de-redes-ipv4>.

Educación, Tecnología. 2009. SlideShare. *SlideShare*. [En línea] 17 de Abril de 2009. [Citado el: 23 de Abril de 2016.] <http://es.slideshare.net/riveroloja/tema-2-arquitectura-de-redes>.

El servidor de video. Axis_Communications. 2002. 2002, Tecnología y Aplicaciones, pág. 3.

Embarazo, Asociación América del. 2015. La Muerte Fetal: Tratar De Entender. *La Muerte Fetal: Tratar De Entender*. [En línea] 08 de 2015. <http://americanpregnancy.org/es/pregnancy-loss/stillborn-trying-to-understand/>.

Engineering. 2014. SlideShare. [En línea] 25 de Julio de 2014. [Citado el: 19 de Abril de 2016.] <http://www.slideshare.net/cswati/ppt-37358873>.

Enriquez, Maldonado, Nakamura y Nogueron. 2010. MySQL. *MySQL*. [En línea] 2010. <http://www.gridmorelos.uaem.mx/~mcruz/cursos/miic/MySQL.pdf>.

Enriquez, Maldonado, Nakamura y Nogueron. 2010. MySQL. *MySQL*. [En línea] 2010. [Citado el: 26 de Mayo de 2018.] <http://www.gridmorelos.uaem.mx/~mcruz/cursos/miic/MySQL.pdf>.

Evelio Martínez. 2002. Eveliux. *Eveliux*. [En línea] 2002. [Citado el: 19 de Abril de 2016.] <http://www.eveliux.com/mx/Table/curso/>.

Fernández, Julita. 2015. Qué es la eco Doppler y para qué sirve en el embarazo. *Qué es la eco Doppler y para qué sirve en el embarazo*. [En línea] 30 de Octubre de 2015. [Citado el: 28 de Mayo de 2018.] <https://www.guiainfantil.com/articulos/embarazo/pruebas/que-es-la-eco-doppler-y-para-que-sirve-en-el-embarazo/>.

Find Stanford Children's Health near you . *Find Stanford Children's Health near you* . [En línea] <http://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=control-externo-e-interno-de-la-frecuencia-cardaca-fetal-92-P09290>.

Forero, Lisbeth. 2014. blogger. *blogger*. [En línea] 11 de Septiembre de 2014. [Citado el: 23 de Abril de 2016.] <http://rdsinforma.blogspot.com/>.

FOSCAM Intelligent Technolu. [En línea] [Citado el: 3 de Mayo de 2016.] <http://www.foscam.es/FI9805W/>.

FOSCAM Intelligent Technology. [En línea] [Citado el: 3 de Mayo de 2016.] <http://www.foscam.es/FI9828W/>.

—. [En línea] [Citado el: 3 de Mayo de 2016.] <http://www.foscam.es/grabador-nvr/>.

G., Dr. Kevin Dickens. 2012. Monitorización Fetal Electrónica. *Monitorización Fetal Electrónica*. [En línea] 07 de Abril de 2012. <https://es.slideshare.net/dickenskevin/monitorizacion-fetal-electrnica>.

Galileo. 2017. Wikipedia. *Wikipedia*. [En línea] 29 de Noviembre de 2017. [Citado el: 25 de Mayo de 2018.] https://en.wikipedia.org/wiki/Intel_Galileo.

Garrido, Ruben Loureiro. 2015. Estudio Plataformas IoT. *Estudio Plataformas IoT*. [En línea] 12 de Junio de 2015. [Citado el: 24 de Mayo de 2018.] <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/42812/6/rloureiroTFC0615memoria.pdf>.

Gudás, Mirta Núñez. 2013. Embarazo de Riesgo. *Embarazo de Riesgo*. [En línea] 2013. <http://www.sld.cu/libros/libros/libro0/parte3.pdf>.

Guide, Pulse Sensor Getting Started. 2008. Pulse Sensor Getting Started Guide. *Pulse Sensor Getting Started Guide*. [En línea] 2008. [Citado el: 23 de Mayo de 2018.] <https://drive.google.com/file/d/0BzaKjvCRihgbbzINUUI5X0F1RVk/view>.

- . **2015**. Pulse Sensor Getting Started Guide. *Pulse Sensor Getting Started Guide*. [En línea] 2015. <https://drive.google.com/file/d/0BzaKjvCRihgbbzLNUU15X0F1RVk/view>.
- Harman, Jane Flint de Koven y Jeff. 2000**. Manual de Dreamweaver. *Manual de Dreamweaver*. [En línea] 2000. <http://fepetanca.com/Documentacion/Manual%20de%20Dreamweaver%20cs6.pdf>.
- 2014**. Healthoare Device ECG/ Pregnant woman/ Fetal . *Healthoare Device ECG/ Pregnant woman/ Fetal* . [En línea] 2014. <https://www.imakeaway.com/>.
- Hernández, Rodrigo J. 2013**. VIDEO-IP.NET. *VIDEO-IP.NET*. [En línea] 29 de Noviembre de 2013. [Citado el: 2016 de Abril de 24 .] <http://video-ip.net/2013/11/29/6-pasos-para-elegir-una-camara-ip/>.
- . **2013**. VIDEO-IP.NET. *VIDEO-IP.NET*. [En línea] 29 de Noviembre de 2013. [Citado el: 24 de Abril de 2016.] <http://video-ip.net/2013/11/29/6-pasos-para-elegir-una-camara-ip/>.
- HETPRO. 2018**. SIM900 GSM GPRS Shield con Arduino UNO. *SIM900 GSM GPRS Shield con Arduino UNO*. [En línea] 2018. <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sim900-gsm-shieldarduino/>.
- . **2009**. SPARK CORE WI-FI CC3000. *SPARK CORE WI-FI CC3000*. [En línea] Junio de 2009. [Citado el: 24 de Mayo de 2018.] <https://hetpro-store.com/spark-core-wi-fi-cc3000/>.
<http://overseas.hikvision.com/en/>. [En línea]
<http://www.vivotek.es/products/show/139/c%3%A1mara-ip-exterior-2-mp-h-264-ir-20-m-wdr-mejorado-asistente-enfoque-ip67->. [En línea]
<http://www.vivotek.es/products/show/297/speed-domo-30x-full-hd-ir-150-m-temperaturas-extendidas>. [En línea]
<http://www.wdc.com/en/products/products.aspx?id=1210#Tab2&Tab9>. [En línea]
- Huidobro., María. 2016**. EOSKI CONSUMER TRABAJO Y ALIMENTACIÓN. *EOSKI CONSUMER TRABAJO Y ALIMENTACIÓN*. [En línea] 22 de NOVIEMBRE de 2016. [Citado el: 30 de MAYO de 2018.] <http://trabajoyalimentacion.consumer.es/>.
- IDE, ARDUINO**. Aprendiendo Arduino. [En línea] [Citado el: 02 de junio de 2018.] <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/category/ide/>.
- Identificador Inválido. ICESI, Universidad. 2014*, Institución de Educación .
- Ihaka, Ross. 2007**. Aprende a usar R . *Aprende a usar R* . [En línea] 2007. <http://www.tutorialr.es/es/index.html>.
- 2014**. INFOGEN. *INFOGEN*. [En línea] INFOGEN, 25 de Agosto de 2014. [Citado el: 18 de Septiembre de 2017.] <http://infofen.org.mx/monitorizacion-fetal/>.
- Infogen. 2014**. Fórmate para que tu hijo NAZCA SANO. *Fórmate para que tu hijo NAZCA SANO*. [En línea] 25 de 08 de 2014. <http://infofen.org.mx/monitorizacion-fetal/>.
- informática, Seguridad. 2013**. bligoo. *bligoo*. [En línea] 2013. [Citado el: 19 de Abril de 2016.] <http://seguridaddeinformacion.bligoo.com.mx/tipos-de-red>.

Jorge Alaniz, José Manuel Valencia, Cristián Castillo, Bereniz Castañeda1. 2009. Monitoreo de Frecuencia Cardíaca a través de Dispositivos Móviles. *Monitoreo de Frecuencia Cardíaca a través de Dispositivos Móviles*. [En línea] 2009. [Citado el: 23 de Mayo de 2018.] http://www.iiis.org/CDs2012/CD2012IMC/CICIC_2012/PapersPdf/CB719PS.pdf.

Leonardo Medrano, Sonia Ramos. 2011. Escuela Politécnica Nacional. *Escuela Politécnica Nacional*. [En línea] Mayo de 2011. [Citado el: 19 de Abril de 2016.] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3797/1/CD-3577.pdf>.

López, Emmanuel Arias. 2018. Topología de redes LAN. *Topología de redes LAN*. [En línea] 13 de Marzo de 2018. [Citado el: 30 de Julio de 2018.] <http://www.monografias.com/trabajos81/topologia-redes-lan/topologia-redes-lan2.shtml>.

LUISIFERGO. 2016. ILUXION. *ILUXION*. [En línea] 7 de Febrero de 2016. [Citado el: 17 de Abril de 2016.] <http://blog.iluxion.com.mx/>.

Luque, Amparo. 2015. web consultas revista de salud y bienestar. [En línea] 16 de junio de 2015. [Citado el: 11 de julio de 2017.] <http://www.webconsultas.com/embarazo/control-prenatal/movimientos-fetales>.

MAKERLAB ELECTRONICS. 2015. MAKERLAB ELECTRONICS. *MAKERLAB ELECTRONICS*. [En línea] 2015. <https://www.makerlab-electronics.com/product/arduino-nano/>.

Mari, José. 2016. INFORMATICA E INTERNET BÁSICO. *INFORMATICA E INTERNET BÁSICO*. [En línea] 14 de Enero de 2016. [Citado el: 19 de Abril de 2016.] <http://mayores.uji.es/blogs/2015-iib-a/2016/01/14/resolucion-de-imagenes/>.

María José Rubio, Mary Morocho, Judith Maldonado. 2010. *GUÍA DE AUTOEVALUACIÓN PARA PROGRAMAS DE PREGRADO A DISTANCIA*. Loja : s.n., 2010.

Martí, Silvia Martí. 2013. *Diseño de un sistema de televigilancia sobre IP para el edificio CRAI de la Escuela Politécnica Superior de Gandia*. Gandia : s.n., 2013.

Mejía, José Luis Monteros. 2015. Repositorio Digital EPN. [En línea] 25 de Mayo de 2015. [Citado el: 3 de Mayo de 2016.] <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10648>.

Merino, Susana Carrasco. 2017. *sumedico.com*. *sumedico.com*. [En línea] 2017. <https://sumedico.com/muerte-fetal-sintomas-y-causas/>.

2015. Mi bebé y yo . *Mi bebé y yo* . [En línea] 2015. <https://www.mibebeyyo.com/embarazo/salud/pulsaciones-por-minuto>.

Mikrotik Xperts. 2014. [En línea] 2014. [Citado el: 23 de Abril de 2016.] <http://www.mikrotikxperts.com/index.php/informacion/conocimientos-basicos/14-modelo-osi-y-tcp-ip>.

Moreno, Carmen. 2016. webconsultas. *monitorización fetal*. [En línea] 22 de DICIEMBRE de 2016. [Citado el: 08 de AGOSTO de 2017.] <http://www.webconsultas.com/embarazo/control-prenatal/tipos-de-monitorizacion-fetal>.

EcuRed Conocimiento con todos y para todos. Muerte Fetal. *EcuRed Conocimiento con todos y para todos*. [En línea] EcuRed Conocimiento con todos y para todos. https://www.ecured.cu/Muerte_fetal.

Nano, Arduino. 2010. Released under the Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 License. *Released under the Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 License*. [En línea] 2010. <https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoNanoManual23.pdf>.

Núñez, Andres Perez y Gisel. 2010. Wireless Sensor Network. *Wireless Sensor Network*. [En línea] 2010. <http://wirelessnetworkproyecto.blogspot.com/2010/07/topologias-de/>.

Oracle Corporation and/or its affiliates. 2010. ORACLE. *ORACLE*. [En línea] 2010. [Citado el: 23 de Abril de 2016.] <https://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/ipconfig-31/index.html>.

Oracle Corporation. 2017. MySQL Enterprise Edition. *MySQL Enterprise Edition*. [En línea] 2017. <https://www.mysql.com/products/enterprise/>.

Patricia, Sanchez Zumba Andre. 2014. SISTEMA DE TELEMEDICINA PARA MONITORIAR LOS NIVELES DE GLUCOSA EN PACIENTES CON DIABETES. *SISTEMA DE TELEMEDICINA PARA MONITORIAR LOS NIVELES DE GLUCOSA EN PACIENTES CON DIABETES*. [En línea] Noviembre de 2014. [Citado el: 30 de Mayo de 2018.] http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8510/1/Tesis_t935ec.pdf.

pregnancy-info net. pregnancy-info net. [En línea] http://espanol.pregnancy-info.net/check_heartbeat.html.

Rangel, Karla Martinez y Karina. 2010. Monitorización fetal . *Monitorización fetal* . [En línea] 10 de Octubre de 2010. <https://es.slideshare.net/upsy/monitorizacion-fetal>.

REDES DE FIBRA ÓPTICA CERTIFICACIÓN DE REDES. Edison Quisnancel R., Ing. 2015. Riobamba : s.n., 2015.

2015. Redes de sensores inalámbricas. *Redes de sensores inalámbricas*. [En línea] 2015. <http://www.mfbarcell.es/conferencias/wsn.pdf>.

Roldan, Mari Jose. 2015. MADRESHOY DE BEZZIA. [En línea] 11 de OCTUBRE de 2015. [Citado el: 21 de JUNIO de 2017.] <https://madreshoy.com/cuantos-tipos-de-embarazo-existen/>.

Roldan, Maria Jose. 2017. Tipos de Embarazo. *Tipos de Embarazo*. [En línea] 11 de Septiembre de 2017. [Citado el: 30 de Mayo de 2018.] <https://madreshoy.com/cuantos-tipos-de-embarazo-existen/>.

Rovati, Dolores. 2007. La ecografía doppler en el control del embarazo. *La ecografía doppler en el control del embarazo*. [En línea] 22 de Marzo de 2007. <https://www.bebesymas.com/embarazo/la-ecografia-doppler-en-el-control-del-embarazo>.

Rovati, Loja. 2011. Bebes y más. *Bebes y más*. [En línea] 2 de marzo de 2011. [Citado el: 21 de junio de 2018.] <https://www.bebesymas.com/embarazo/que-es-el-embarazo#>.

- ROVATI, LOLA. 2011.** Bebés y más. [En línea] 2 de marzo de 2011. [Citado el: 21 de junio de 2017.] <https://www.bebesymas.com/embarazo/que-es-el-embarazo#>.
- Ruidiaz, J. 2011.** Fundación era en Abril. *Prevención del parto prematuro y muerte fetal son necesarios esfuerzos globales de colaboración*. [En línea] 07 de 07 de 2011. <http://www.eraenabril.org/2011/07/prevencion-del-parto-prematuro-y-muerte-fetal-son-necesarios-esfuerzos-globales-de-colaboracion/>.
- Ruidiaz, Jessica. 2010.** Fundación era en abril. *Fundación era en abril*. [En línea] 2010. <http://www.eraenabril.org/>.
- Salvador, Zaira. 2017.** El embarazo: síntomas, cuidados y etapas del desarrollo fetal . *El embarazo: síntomas, cuidados y etapas del desarrollo fetal* . [En línea] 28 de 12 de 2017. <https://www.reproduccionasistida.org/embarazo-sintomas-etapas-del-desarrollo-fetal/>.
- Seagate Technology LLC. 2016.** SEAGATE. *SEAGATE*. [En línea] 2016. [Citado el: 31 de Mayo de 2016.] <http://www.seagate.com/la/es/tech-insights/how-much-video-surveillance-storage-is-enough-master-ti/>.
- Secretaría Académica de Grado. 2016.** Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. [En línea] Febrero de 2016. [Citado el: 2 de Mayo de 2016.] <http://www.espace.edu.ec/Descargas/Rendicion2015.pdf>.
- securame. 1999.** [En línea] 1999. [Citado el: 3 de Mayo de 2016.] <http://www.securame.com/grabador-nvr-hikvision-ds7608nise-8ch-40mbps-h264-vga-hdmi-satax2-p-1409.html>.
- . **2007.** [En línea] 2007. <http://www.securamente.com/como-conectar-a-tu-equipo-hikvision-usando-ivms-4200-y-hkddns-windows-y-mac/>.
- secureme videovigilancia y seguridad. 1999-2016.** [En línea] 1999-2016. [Citado el: 15 de Mayo de 2016.] <http://www.securame.com/grabador-nvr-hikvision-ds7608nise-8ch-40mbps-h264-vga-hdmi-satax2-p-1409.html>.
- 2005.** Sensor Ware SYSTEMS TM. *Sensor Ware SYSTEMS TM*. [En línea] 2005. <http://www.sensorwaresystems.com/>.
- Shah, Agam. 2013.** NEWS IBM's do-it-yourself kit makes Internet of things accessible. *NEWS IBM's do-it-yourself kit makes Internet of things accessible*. [En línea] 21 de Octubre de 2013. <https://www.pcworld.com/article/2056580/ibms-doityourself-kit-makes-internet-of-things-accessible.html>.
- SILVA, VALERIA ESTEFANÍA Y CORONEL. 2016.** ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO*. [En línea] 2016. <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/5440/1/98T00093.pdf>.

SmarterTools Inc. 2003. TVC. *TVC*. [En línea] 2003. [Citado el: 11 de Abril de 2016.] <http://ingenieria.tvc.mx/kb/a441/caracteristicas-de-cables-coaxiales-normas-calibres-composiciones.aspx>.

STEEL performance. 2012. [En línea] 2012. [Citado el: 26 de Mayo de 2016.] <http://steelperformance.es/>.

Tanenbaum. 2005. TECNOLOGÍAS DE REDES INFORMÁTICAS. . *TECNOLOGÍAS DE REDES INFORMÁTICAS*. . [En línea] 11 de Enero de 2005. [Citado el: 24 de Mayo de 2018.] <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/485/1/T-UTC-1041.pdf>.

Tecnología de Redes. [En línea] [Citado el: 20 de Abril de 2016.] <http://www.angelfire.com/planet/netstechnology/ethernet.htm>.

Tipos de embarazo . **Roldan, Maria Jose. 2017.** 2017, MADRES HOY, págs. 12-13.

TIPOS DE TOPOLOGIAS. 2010. RED. *RED*. [En línea] 27 de Mayo de 2010. <http://redeselie.blogspot.com/2010/05/tipos-de-topologias-topologia-o-forma.html>.

TODOELECTRONICA. TODOELECTRONICA. [En línea] [Citado el: 19 de Abril de 2016.] <https://www.todoelectronica.com/c%3%A1maras-de-vigilancia-cctv-c-28.html>.

TVC. 2000-2015. [En línea] 2000-2015. [Citado el: 3 de MAYO de 2016.] http://www.tvc.mx/shop/catalog/product_info.php?products_id=2358.

Urbina, Yuri Magaly Cachiguango. 2010. Diseño de una red de video vigilancia local y remota sobre ip en tiempo real para una hosteria aplicando el concepto de GREEN IT. *Diseño de una red de video vigilancia local y remota sobre ip en tiempo real para una hosteria aplicando el concepto de GREEN IT*. [En línea] Noviembre de 2010. [Citado el: 19 de Marzo de 2016.] <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2608/1/CD-3276.pdf>.

Urquiza, Dr. Ángel. 2005. *Investigación Estadística*. Riobamba : s.n., 2005.

Usiña, Jhon. 2013. www.ecuadorencifras.gob.ec. www.ecuadorencifras.gob.ec. [En línea] 2013. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/Nacimientos_Defunciones/Publicaciones/Anuario_Nacimientos_y_Defunciones_2013.pdf.

VIVOTEK Inc. 2011. [En línea] 2011. [Citado el: 3 de Mayo de 2016.] <http://www.vivotek.com/sd9364-ehl/#specifications>.

VIVOTEK Inc. 2014. VIVOTEK (BUILT WITH RELIABILITY). *VIVOTEK (BUILT WITH RELIABILITY)*. [En línea] 2014. [Citado el: 3 de Mayo de 2016.] <http://www.vivotek.com/ip8362/#overview>.

Western Digital Technologies, Inc. 2001-2016. [En línea] 2001-2016. [Citado el: 20 de Mayo de 2016.] <http://www.wdc.com/sp/products/products.aspx?id=1210#Tab6>.

2010. Wireless Sensor Network. *Wireless Sensor Network*. [En línea] 5 de julio de 2010. <http://redeselie.blogspot.com/2010/05/tipos-de-topologias-topologia-o-forma.html>.

www.steelperformance.es. [En línea]

YRODRIGUEZ. 2011. Monografías.com. *Monografías.com*. [En línea] 2011. [Citado el: 11 de Abril de 2016.] <http://neo.lcc.uma.es/evirtual/cdd/tutorial/fisico/fibra.html>.

ANEXOS

ANEXO A: Datasheet del sensor de pulso cardiaco

Sensor de pulsos
(Traducido por Rambal Ltda.)



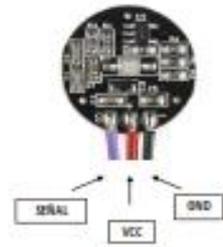
Descripción

El sensor de pulso es un sensor de frecuencia cardíaca plug-and-play para Arduino. Este sensor puede ser utilizado por estudiantes, artistas, deportistas, desarrolladores de aplicaciones móviles, entre otros. Ya que esencialmente combina un sensor de frecuencia cardíaca óptica simple con amplificación y circuito de cancelación de ruido, por lo que es rápido y fiable en la obtención de lecturas del pulso.

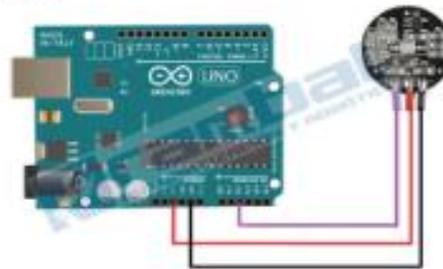
La forma de usarlo es simplemente sujetarlo al lóbulo de la oreja o en la punta de un dedo y conectarlo al Arduino, y estará listo para leer la frecuencia cardíaca.

Especificaciones

- Voltaje de operación de 3.3 a 5Vcc.
- Consumo de corriente de 4mA.
- Circuito de cancelación de ruido integrado.
- Circuito amplificador de señal integrado.



Conexión



Información adicional

El siguiente link http://www.electroo.com/wiki/index.php?title=Pulse_Sensor lo direcciona a una página, donde se puede obtener un código de programa para Arduino del módulo sensor cardíaco óptico, podrá usarlo para hacer pruebas o también podría modificarlo ya que es OpenSource (Código abierto).

En dicha página también podrá encontrar un archivo.exe llamado [pulsewin.exe](#) y el código de programa [pulsewin_demo.ino](#), los cuales junto con la programación de Arduino pueden generar una interfaz gráfica del ritmo cardíaco, percibido por el módulo.

Si necesita mayor información del producto pinche en el siguiente link <http://www.sensor.mobiward.com/board/2software> (Foro del fabricante).

En las imágenes se podrá apreciar dicha interfaz gráfica:





Arduino Nano



Product Overview

The Arduino Nano is a small, complete, and breadboard-friendly board based on the ATmega328 (Arduino Nano 3.0) or ATmega168 (Arduino Nano 2.x). It has more or less the same functionality of the Arduino Duemilanove, but in a different package. It lacks only a DC power jack, and works with a Mini-B USB cable instead of a standard one. The Nano was designed and is being produced by Gravitech.

Index

Technical Specifications

Page 2

How to use Arduino
Programming Environment, Basic Tutorials

Page 6

Terms & Conditions

Page 7



Technical Specification



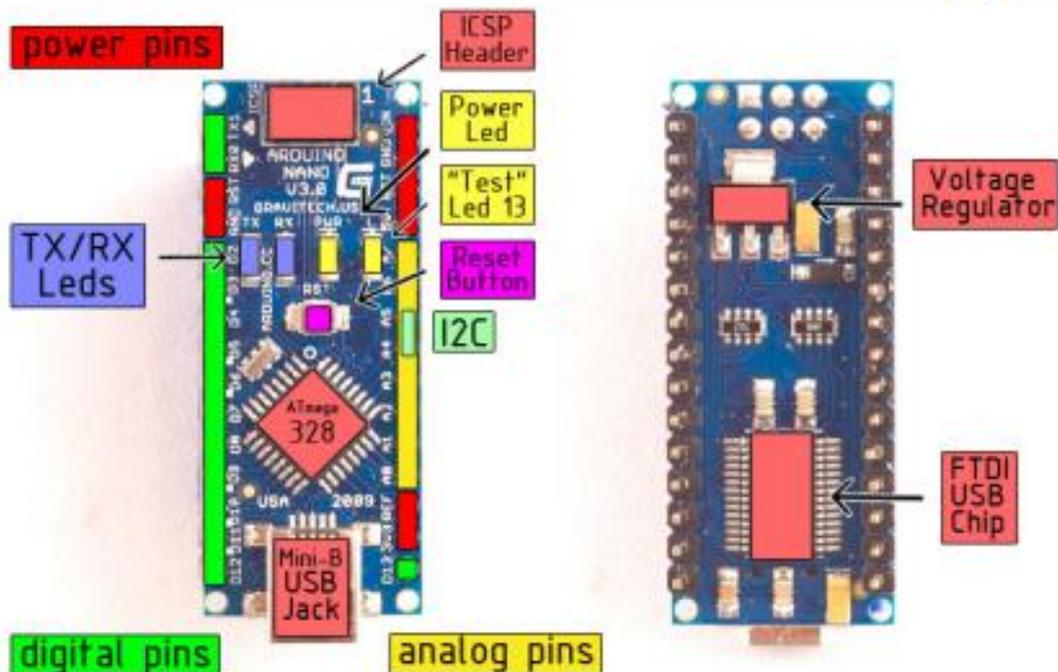
Arduino Nano 3.0 (ATmega328): [schematic](#), [Eagle files](#).

Arduino Nano 2.3 (ATmega168): [manual](#) (pdf), [Eagle files](#). Note: since the free version of Eagle does not handle more than 2 layers, and this version of the Nano is 4 layers, it is published here unrouted, so users can open and use it in the free version of Eagle.

Summary

Microcontroller	Atmel ATmega168 or ATmega328
Operating Voltage (logic level)	5 V
Input Voltage (recommended)	7-12 V
Input Voltage (limits)	6-20 V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	8
DC Current per I/O Pin	40 mA
Flash Memory	16 KB (ATmega168) or 32 KB (ATmega328) of which 2 KB used by bootloader
SRAM	1 KB (ATmega168) or 2 KB (ATmega328)
EEPROM	512 bytes (ATmega168) or 1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz
Dimensions	0.73" x 1.70"

the board



Power

The Arduino Nano can be powered via the Mini-B USB connection, 8-20V unregulated external power supply (pin 30), or 5V regulated external power supply (pin 27). The power source is automatically selected to the highest voltage source.

The FTDI FT232RL chip on the Nano is only powered if the board is being powered over USB. As a result, when running on external (non-USB) power, the 3.3V output (which is supplied by the FTDI chip) is not available and the RX and TX LEDs will flicker if digital pins 0 or 1 are high.

Memory

The ATmega168 has 16 KB of flash memory for storing code (of which 2 KB is used for the bootloader); the ATmega328 has 32 KB, (also with 2 KB used for the bootloader). The ATmega168 has 1 KB of SRAM and 512 bytes of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)); the ATmega328 has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM.

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Nano can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA, and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the FTDI USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Nano has 8 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **IC: 4 (SDA) and 5 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bringing this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega168 pins](#).

Communication

The Arduino Nano has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega168 and ATmega328 provide UART (TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An FTDI FT232RL, on the board channels this serial communication over USB and the [FTDI driver](#) (included with the Arduino software) provide a virtual com port to software on the computer. The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the FTDI chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Nano's digital pins.

The ATmega168 and ATmega328 also support I²C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a [Wire library](#) to simplify use of the I²C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega168 or ATmega328 datasheet.

Programming

The Arduino Nano can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Duemilanove, Duemilanove, or Nano w/ ATmega168" or "Arduino Duemilanove or Nano w/ ATmega328" from the Tools > Board menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorial](#).

The ATmega168 or ATmega328 on the Arduino Nano comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Nano is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the FT232RL, is connected to the reset line of the ATmega168 or ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Nano is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Nano. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

RS How to use Arduino A8

Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

Linux Install Windows Install Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you'll need to install the FTDI Drivers to let your PC talk to the board. **First Plug the Arduino to your PC via USB cable.**

Blink led

Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

File>Sketchbook> Arduino-0017>Examples> Digital>Blink

Once you have your sketch you'll see something very close to the screenshot on the right.

In **Tools>Board** select Arduino NANO and with the ARMEGA you're using (probably 328)

Now you have to go to **Tools>SerialPort** and select the right serial port, the one arduino is attached to.



```
int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13

// The setup() method runs once, when the sketch starts

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

// the loop() method runs over and over again,
// as long as the Arduino has power

void loop() {
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);                // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW);  // set the LED off
  delay(1000);                // wait for a second
}
```

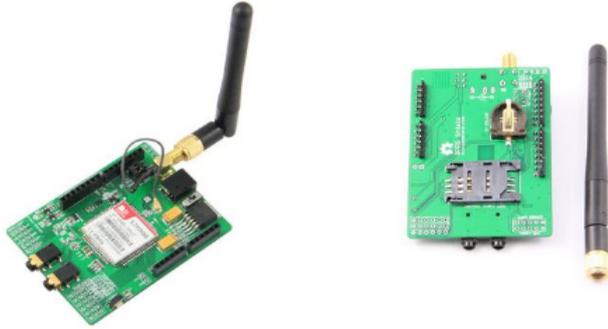


Done compiling Upload TX RX Flashing Blinking Led!

Press Compile button (to check for errors)

ANEXO C: Datasheet de GSM/GPRS SIM 900

Introduction



The GPRS Shield is based on SIM900 module from SIMCOM and compatible with Arduino and its clones. The GPRS Shield provides you a way to communicate using the GSM cell phone network. The shield allows you to achieve SMS, MMS, GPRS and Audio via UART by sending AT commands (GSM 07.07, .07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands). The shield also has the 12 GPIOs, 2 PWMs and an ADC of the SIM900 module (They are all 2V8 logic) present onboard.

Features

- Quad-Band 850 / 900/ 1800 / 1900 MHz - would work on GSM networks in all countries across the world.
- GPRS multi-slot class 10/8
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
- Class 4 (2 W @ 850 / 900 MHz)
- Class 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz)
- Control via AT commands - Standard Commands: GSM 07.07 & 07.05 | Enhanced Commands: SIMCOM AT Commands.
- Short Message Service - so that you can send small amounts of data over the network (ASCII or raw hexadecimal).
- Embedded TCP/UDP stack - allows you to upload data to a web server.
- RTC supported.
- Selectable serial port.
- Speaker and Headphone jacks
- Low power consumption - 1.5mA(sleep mode)
- Industrial Temperature Range - -40°C to +85 °C

Specifications

- Microphone - to answer the phone call
- Speaker - to answer the phone call
- GPIO, PWM and ADC of SIM900 - GPIO, PWM and ADC pins breakout of SIM900
- Power key - power up and down for SIM900
- Pins usage on Arduino
- D0 - Unused if you select software serial port to communicate with GPRS Shield
- D1 - Unused if you select software serial port to communicate with GPRS Shield
- D2 - Unused
- D3 - Unused
- D4 - Unused
- D5 - Unused
- D6 - Unused
- D7 - Used if you select software serial port to communicate with GPRS Shield
- D8 - Used if you select software serial port to communicate with GPRS Shield
- D9 - Used for software control the power up or down of the SIM900
- D10 - Unused
- D11 - Unused
- D12 - Unused
- D13 - Unused
- D14(A0) - Unused
- D15(A1) - Unused
- D16(A2) - Unused
- D17(A3) - Unused
- D18(A4) - Unused
- D19(A5) - Unused
- Note: A4 and A5 are connected to the I2C pins on the SIM900. The SIM900 however cannot be accessed via the I2C .

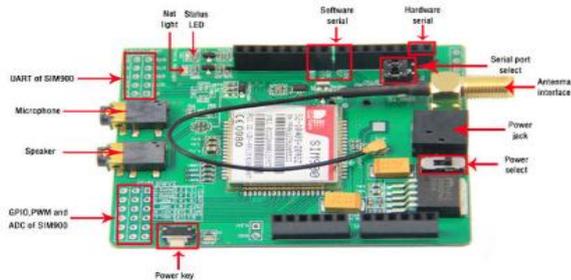
Application Ideas

- M2M (Machine 2 Machine) Applications.
- Remote control of appliances.
- Remote Weather station or a Wireless Sensor Network.
- Vehicle Tracking System with a GPS module.

Cautions

- Make sure your SIM card is unlocked.
- The product is provided as is without an insulating enclosure. Please observe ESD precautions specially in dry (low humidity) weather.
- The factory default setting for the GPRS Shield UART is 19200 bps 8-N-1. (Can be changed using AT commands).

Hardware Diagram



- Power select - select the power supply for GPRS shield(external power or 5v of arduino)
- Power jack - connected to external 4.8-5VDC power supply
- Antenna interface - connected to external antenna
- Serial port select - select either software serial port or hardware serial port to be connected to GPRS Shield
- Hardware Serial - D0/D1 of Arduino
- Software serial - D7/D8 of Arduino
- Status LED - tell whether the power of SIM900 is on
- Net light - tell the status about SIM900 linking to the net
- UART of SIM900 - UART pins breakout of SIM900
- Microphone - to answer the phone call

ANEXO D: PANTALLA DE LA INTERFAZ DE SECURE-PREGNANCY



INICIO	CAUSAS	VARIABLES FISIOLÓGICAS	LOG-IN
CONTACTOS EMERGENCIA	LISTAS MÉDICAS	INFORMACIÓN	
 <i>DOCTOR</i>	 <i>PACIENTE</i>	 <i>ADMINISTRADOR</i>	<p>Cual es la duracion del Embarazo..?</p> <p>La duracion aproximada de un embarazo es de 280 dias. Son 40 semanas desde el primer dia de la ultima menstruacion o 38 semanas (aproximadamente nueve meses) desde el momento de la fecundacion.</p> <p>Se considera un embarazo a termino aquel que transcurre entre la semana 37 (259 dias cumplidos) y la semana 42 de gestacion(294 dias cumplidos).</p> <p>Un embarazo de menos de 37 semanas se considera pre-termino, mientras que uno de más de 42 semanas se considera post-termino.</p> <p>Cómo calcular fecha de parto..?</p> <p>Existe una fórmula para conocer la fecha probable de parto, conocida como Regla de Nagele, que consiste en restarle tres meses y</p>
<p>Estás Embarazada..?</p>  <p>Una vez que el test de embarazo confirme que estás embarazada, tendrás que pedir cita con el ginecólogo para</p>			

NEXO E: Código Módulo SECURE-PREGNANCY

```
// ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
// TRABAJO DE TITULACION
//"IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO ELECTRÓNICO BASADO EN REDES
// INALÁMBRICAS PARA LA SUPERVISIÓN EN TIEMPO REAL DE MUJERES
// EN ESTADO DE GESTACION"
// Realizado por: ALEX VINICIO FLORES ABARCA

#include <SoftwareSerial.h>
#include <String.h>

SoftwareSerial mySerial(7,8);//Uno(7,8) Mega(10,11)

String valor = ""; //Valor acumulado
//String valor2 = ""; //Valor acumulado

//*****sensor de pulsos1*****
int PulseSensorPin = 1; // Pulse Sensor PURPLE WIRE connected to ANALOG PIN 0
int Signal;
int sel;
//*****

//*****sensor de pulsos2*****
int PulseSensor = 2; // Pulse Sensor PURPLE WIRE connected to ANALOG PIN 0
int Signal2;
int sel2;
//*****

int LEDrojo=12;

int valor0=000;
int valor1=100;
int valor2=200;
```

```
void setup()
{
  pinMode(12, OUTPUT);
  mySerial.begin(19200);      // the GPRS band rate
  Serial.begin(19200);      // the GPRS band rate
  delay(500);
  //pinMode(LEDrojo,OUTPUT);
  powerUp();//Encendiendo y esperando SIM900
  Gprs();
  FTP();

}

void loop()
{

  pulsos();
  pulsos2();
  funcionmama();
  funcionbebe();
  valor0=1; //codigo q se enlaza con el paciente
  valor1= sel; //int
  valor2= sel2;

  //Bahia de carga
  valor="";
  valor += valor0;
  valor += ':';
  valor += valor1;
  valor += ':';
  valor += valor2;
  valor += ':';

  //: Adicionales en el caso que no se cumpla la subida de bytes acordados, si se cumple estos
  seran dropeados
  valor += ':';
```

```
valor += ':';  
valor += ':';  
valor += ':';
```

```
Subir();
```

```
}
```

```
void ShowSerialData()
```

```
{  
  while(mySerial.available() != 0)  
    Serial.write(mySerial.read());  
}
```

```
void Gprs()
```

```
{  
  //Serial.write("\r\n");  
  mySerial.println("AT");  
  delay(100);  
  mySerial.println();  
  delay(1000);  
  ShowSerialData();  
  
  mySerial.println("AT+CPIN=\\"1111\\");  
  delay(100);  
  mySerial.println();  
  delay(1000);  
  ShowSerialData();  
  
  mySerial.println("AT+CFUN?");  
  delay(100);  
  mySerial.println();  
  delay(1000);  
  ShowSerialData();  
  
  mySerial.println("AT+CCALR?");
```

```
| mySerial.println();
  delay(1000);
  ShowSerialData();

mySerial.println("AT+CIPSHUT");
delay(100);
mySerial.println();
delay(10000);
ShowSerialData();

mySerial.println("AT+CGATT=0");
delay(100);
mySerial.println();
delay(10000);
ShowSerialData();

mySerial.println("AT+CGATT=1");
delay(100);
mySerial.println();
delay(10000);
ShowSerialData();

mySerial.println("AT+CSQ");
delay(100);
mySerial.println();
delay(1000);
ShowSerialData();

mySerial.println("AT+CREG?");
delay(100);
mySerial.println();
delay(1000);
ShowSerialData();

mySerial.println("AT+CSTT?");
delay(100);
```

```
delay(1000);
ShowSerialData();

mySerial.println("AT+SAPBR=3,1,\"CONTYPE\",\"GPRS\");//setting the SAPBR, the
connection type is using gprs
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

mySerial.println("AT+SAPBR=3,1,\"APN\",\"internet.claro.com.ec\");//setting the
APN, the second need you fill in your local apn server
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

mySerial.println("AT+SAPBR=3,1,\"USER\",\"\");//
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

mySerial.println("AT+SAPBR=1,1");//
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

mySerial.println("AT+CSST=\"internet.claro.com.ec\",\"\",\"\");//
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

mySerial.println("AT+CIPSRIP=1");
```

```
ShowSerialData();
```

```
mySerial.println("AT+CIICR");
```

```
delay(100);
```

```
mySerial.println();
```

```
delay(2500);
```

```
ShowSerialData();
```

```
mySerial.println("AT+CIFSR");// read the IP
```

```
delay(100);
```

```
mySerial.println();
```

```
delay(5000);
```

```
ShowSerialData();
```

```
mySerial.println("AT+CIPPING=!\"www.google.com!\"); // Ping
```

```
delay(100);
```

```
mySerial.println();
```

```
delay(5000);
```

```
ShowSerialData();
```

```
delay(5000);
```

```
}
```

```
void FTP()
```

```
{
```

```
Serial.println();
```

```
mySerial.println("AT+FTPCID=1"); //
```

```
delay(100);
```

```
mySerial.println();
```

```
delay(2500);
```

```
ShowSerialData();
```

```
//Tipo de Sesion FTP
```

```
mySerial.println("AT+FTPTYPE=!\"A!\"); //
```

```
delay(100);
```

```
//Direccion del Servidor FTP
mySerial.println("AT+FTPSERV=\"ftp.eshost.com.ar\""); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

//Usuario FTP
mySerial.println("AT+FTPUN=\"eshos_21779896\""); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

//Nombre del fichero
mySerial.println("AT+FTPPUTNAME=\"pulso.txt\""); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

//Directorio
mySerial.println("AT+FTPPUTPATH=\"/htdocs/Security\""); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(2500);
ShowSerialData();

}

void Subir()
{
  Serial.println();
```

```
//Iniciando la sesion
mySerial.println("AT+FTPPUT=1"); //
delay(100);
mySerial.println();
delay(9000);
ShowSerialData();

//Definiendo numero bytes de datos a subir. Cada byte corresponde a un caracter sea este
"A", "5", ":", "-"
mySerial.println("AT+FTPPUT=2,13");
delay(9000);
ShowSerialData();

//Subiendo datos a FTP
mySerial.println(valor);
//delay(100);
//mySerial.println();
delay(15000);
ShowSerialData();

}

void pulsos()
{
Signal = analogRead(PulseSensorPin); // Read the PulseSensor's value.
delay(200);
sel = Signal/6.3; // Assign this value to the "Signal" variable.
delay(200); // Assign this value to the "Signal" variable.
}

void pulsos2()
{
Signal2 = analogRead(PulseSensor); // Read the PulseSensor's value.
delay(200);
sel2 = Signal2/4.3; // Assign this value to the "Signal" variable.
delay(200); // Assign this value to the "Signal" variable.
```

```

{
  if((sel >= 80) && (sel <= 100)) { // If the signal is above "550", then "turn-on" Arduino's on-
Board LED.

    digitalWrite(LEDrojo, LOW);
  }

  else {
    digitalWrite(LEDrojo, HIGH);
    delay(5000);
    //mensajealertapa();
    //mensajealertadoc();
  }
  delay(10);

  else {
    digitalWrite(LEDrojo, HIGH);
    delay(5000);
    //mensajealertapa();
    //mensajealertadoc();
  }
  delay(10);
}

void mensajealertapa() {
  mySerial.print("AT+CMGF=1\r");// Comando AT para el envío de mensaje de texto SMS
  delay(100);
  mySerial.println("AT + CMGS = \"0987830886\"");// número del teléfono receptor en
formato internacional
  delay(100);
  mySerial.println("Alerta peligro paciente en estado critico");//mensaje a enviar
  delay(100);
  mySerial.println((char)26);// End AT command with a ^Z, ASCII code 26 //Comando de
finalizacion
  delay(100);
}

```

```
delay(5000); // Tiempo para que se envíe el mensaje
}

void mensajalertadoc() {

    mySerial.print("AT+CMGF=1\r"); // Comando AT para el envío de mensaje de texto SMS
    delay(100);
    mySerial.println("AT + CMGS = \"0987830886\""); // número del teléfono receptor en
    formato internacional
    delay(100);
    mySerial.println("paciente en estado critico"); // mensaje a enviar
    delay(100);
    mySerial.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26 // Comando de
    finalizacion
    delay(100);
    mySerial.println();
    delay(5000); // Tiempo para que se envíe el mensaje
}
```