



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

TEMA:

**MÓDULO CLIENTE DE CAPTURA DE DATOS CLÍNICOS PARA
APLICACIONES DE TELEMEDICNA**

AUTORES:

**JUAN ALBERTO PERALTA GUTIÉRREZ
CYNTHIA IRLANDA TOALA MORÁN**

DIRECTOR:

ING. LEONEL VASQUEZ CEVALLOS, MSc.

GUAYAQUIL, MARZO DEL 2015

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Todos los conceptos desarrollados, análisis realizados y conclusiones del presente trabajo, son exclusiva responsabilidad de los autores y la propiedad intelectual es de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, Marzo del 2015

(f) _____

Juan Alberto Peralta Gutiérrez

CI: 0921970778

(f) _____

Cynthia Irlanda Toala Morán

CI: 0920078250

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado principalmente a Dios quien me ha dado los conocimientos necesarios para la culminación de este importante proyecto.

A mis padres, por quienes decidí aprovechar esta valiosa oportunidad de superación personal y profesional.

A mi esposa e hijas Dafne y Arianna por ser lo que más amo en la vida y mi motivo de superación.

De manera especial a todos y cada una de las personas que me apoyaron en su momento.

Juan Alberto Peralta Gutiérrez

DEDICATORIA

Este trabajo dedico con cariño a Dios quien ha sido mi guía en todo momento.

A mi papá quién ha estado conmigo siempre apoyándome y brindándome su cariño lo que me ha permitido llegar muy lejos en la vida.

A mi esposo e hijas Dafne y Arianna por ser mi motor día a día.

En fin a todos que hoy no recuerdo y fueron una inspiración en su momento, gracias a la vida por permitirme crecer.

Cynthia Irlanda Toala Morán

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos cumplir una de nuestras metas profesionales ya que él ha estado presente en todo momento brindándonos sabiduría e inteligencia.

A nuestros padres quienes nos han brindado todo el apoyo que hemos necesitado y por ser un ejemplo de perseverancia, dedicación y humildad.

A la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, que nos permitió formarnos como profesionales, crecer como personas y obtener un Título Académico.

Al Ing. Leonel Vásquez Cevallos, por su total colaboración en este trabajo.

A nuestros familiares, amigos y aquellas personas que de una u otra manera ayudaron en el desarrollo del presente trabajo.

Juan Peralta G.

Cynthia Toala M.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
1. EL PROBLEMA	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Delimitación del problema.....	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 Justificación	3
1.5 Variables e Indicadores.....	3
1.5.1 Variables	3
1.5.2 Indicadores.....	3
1.6 Metodología.....	3
1.6.1 Métodos	3
1.6.1.1 Método Deductivo	3
1.6.1.2 Método Inductivo.....	4
1.6.2 Técnicas	4
1.7 Población y Muestra	4
1.7.1 Población	4
1.7.2 Muestra	4
1.8 Descripción de la propuesta.....	4
1.8.1 Beneficiarios	5
1.8.2 Impacto	5
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Telemedicina.....	8
2.2.1 La confidencialidad de la información	9
2.2.2 Pasos y recomendaciones para implementar telemedicina	9
2.2.3 Objetivos específicos que debe cubrir un sistema de telemedicina	10
2.2.4 La telemedicina en nuestro país.....	10
2.3 Sistema Operativo Linux	12

2.3.1 Sistema Operativo Debían	12
2.3.2 Requisitos mínimos de Hardware	13
2.4 Lenguaje de programación PHP	13
2.4.1 Código abierto.....	14
2.5 Raspberry PI	15
2.5.1 Características del Raspberry PI	16
2.5.2 Modelos de Raspberry PI.....	17
2.6 VOIP	18
2.6.1 Características y funcionalidad de la VOIP	20
2.6.2 Elementos de la Voz sobre IP	21
2.6.3 Protocolos principales.....	22
2.6.3.1 H.323.....	22
2.6.3.2 Session Initiation Protocol (SIP).....	23
2.6.4 Aplicaciones.....	23
2.7 Gestor de base de datos.....	23
2.7.1 Gestor de base de datos (MySQL)	24
2.7.1.1 Beneficios de MySQL	24
2.7.1.2 Características	25
3. CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS PARA ADQUISICIÓN DE DATOS MÉDICOS	26
3.1 Instalación del Raspberry PI	26
3.2 Configuración del Raspberry PI	27
3.3 Aplicación para conexión remota	28
3.3.1 Conexión SSH usando el Putty	28
3.3.2 WINS CP	29
3.4 Arquitectura de conexión.....	30
3.4.1 Tecnologías de comunicación.....	30
3.4.2 Bibliotecas de comunicación	31
3.4.3 Puente de conexión a Raspberry PI	32
3.4.3.1 Características del puente de conexión	32
3.4.4 Plataforma de sensores médicos	33
3.4.4.1 Características de la plataforma de sensores médicos	34

3.4.5 Topología de conexión del servidor Raspberry PI.....	35
3.5 Sensores médicos.....	36
3.5.1 Glucómetro.....	36
3.5.1.1 Configuración del sensor glucómetro.....	37
3.5.1.2 Conexión del sensor glucómetro a la plataforma de salud.....	38
3.5.1.3 Lectura del sensor glucómetro.....	39
3.5.2 Sensor de pulso y oxígeno en la sangre.....	40
3.5.2.1 Conexión del sensor pulso y oxígeno en la sangre a la plataforma de salud.....	41
3.5.2.2 Lectura del sensor de pulso y oxígeno en la sangre.....	42
3.5.3 Sensor de presión arterial.....	43
3.5.3.1 Conexión del sensor presión arterial a la plataforma de salud.....	44
3.5.3.2 Lectura del sensor de presión arterial.....	45
3.5.4 Sensor de temperatura.....	46
3.5.4.1 Calibración del sensor de temperatura.....	47
3.5.4.2 Conexión del sensor de temperatura a la plataforma de salud.....	48
3.5.4.3 Lectura del sensor de temperatura.....	48
4. CONFIGURACIÓN DE UNA CENTRAL TELEFÓNICA VOIP (ASTERISK) ADMINISTRADO VÍA WEB (FREEPBX).....	50
4.1 Estructura de la FreePBX.....	50
4.2 Configuración de cuentas SIP.....	51
4.3 Configuración de troncales SIP.....	54
4.4 Proveedor de cuenta SIP.....	54
5. INTERFAZ DE USUARIO CON CONEXIÓN A UNA BASE DE DATOS.....	57
5.1 Sistema de Telemedicina.....	57
5.2 Conexión a una base de datos.....	68
5.2.1 Consultas utilizadas en el módulo para la lectura de sensores.....	70
5.3 Sincronización a una base de datos.....	71
6. HARDWARE DE CAPTURA DE DATOS CLÍNICOS.....	74
6.1 Montaje de las tarjetas y conexión a consola.....	74
6.2 Pruebas de funcionamiento.....	75
6.3 Raspberry conectado a una LAN.....	80

6.4 Pruebas de la central telefónica	81
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES.....	84
CRONOGRAMA.....	85
PRESUPUESTO.....	86
REFERENCIAS.....	87
ANEXOS	92
Anexo 1.- Encuestas	92
Anexo 2.- Diagrama esquemático del puente de conexión.....	93
Anexo 3.- Diagrama esquemático de la plataforma de sensores de salud	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos mínimos de sistema	13
Tabla 2: Clasificación de la glucosa para adultos.....	37
Tabla 3: Clasificación de la presión arterial para adultos.....	44
Tabla 4: Cambios de temperatura corporal.....	47
Tabla 5: Usuarios registrados para ingreso al sistema.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Arquitectura del módulo de datos clínicos para telemedicina. Diagrama del módulo cliente de captura de datos clínicos para aplicaciones de telemedicina.....	4
Figura 1-2 Diagrama estadístico de la encuesta 1. Muestra los porcentajes de las forma de identificar las enfermedades como la diabetes e hipertensión de un paciente.	6
Figura 1-3 Diagrama estadístico de la encuesta 2, área de trabajo del módulo clínico. Muestra las áreas donde se implementara el sistema de telemedicina.	6
Figura 1-4 Diagrama estadístico de la encuesta 2, plataformas usadas en este tipo de sistemas. Muestra las plataformas usadas en este tipo de sistema.....	7
Figura 2-1 Aplicación de la telemedicina. Implementación de telemedicina en consultas pediátricas. Fuente (Reporter, 2013).....	8
Figura 2-2 Esquema del funcionamiento de las páginas PHP. Diagrama de funcionamiento de las páginas Web con programación PHP. Fuente (Álvarez, 2001)...	14
Figura 2-3 Esquema del Raspberry PI. Especificaciones de los componentes del Raspberry PI. Fuente (Raspberry PI, 2011).....	15
Figura 2-4 Modelo A del Raspberry PI. Modelo básico del Raspberry PI el cual no contiene tarjeta de red. Fuente (Cruz, 2014).....	17
Figura 2-5 Modelo B del Raspberry PI. Modelo del raspberry PI que ya tiene incorporada la tarjeta de red. Fuente (Cruz, 2014)	18
Figura 2-6 Estructura de la tecnología VOIP. Diagrama esquemático para la conexión VOIP. Fuente (VOIP, s.f.)	19
Figura 2-7 Topología de una red telefónica VOIP. Comunicación entre el origen y destino de la llamada usando el Internet. Fuente (Contreras, 2009).....	20
Figura 3-1 Aplicación para montar imágenes de sistemas operativos. Proceso de montaje de una imagen de sistema operativo a una sdcard.	26
Figura 3-2 Inicio del booteo del sistema operativo raspbx. Proceso de inicialización en la instalación del sistema operativo para raspberry.	26
Figura 3-3 Pantalla inicial del sistema operativo Raspbx. Sistema raspbx instalado y acceso bajo consola.....	27
Figura 3-4 Menú de acceso raspbi-config. Presentación de las opciones de configuración del raspbx.....	27

Figura 3-5 Pantalla de configuración de opciones avanzadas. Se habilita o se deshabilita la comunicación serial y la I2C.....	28
Figura 3-6 Ventana principal para acceder a una conexión SSH usando el Putty. Acceso a la conexión SSH de modo remoto usando IP del servidor y el puerto habilitado.....	29
Figura 3-7 Ventana principal de conexión para transferencia de archivos. Acceso a la conexión SFTP para transferir archivos de forma local al servidor.	29
Figura 3-8 Esquema general del hardware de conexión. Modo de transferencia de los sensores al mini ordenador.	30
Figura 3-9 Descripción de los pines del puerto GPIO. Detalle de cada pin de conexión a su tecnología de comunicación.	31
Figura 3-10 Esquema Puente de conexión. Detalle de cada pin de conexión de la parte frontal. Fuente (Hacks, s.f.)	32
Figura 3-11 Esquema Puente de conexión. Detalle de conector de conexión al Raspberry PI. Fuente (Hacks, s.f.)	33
Figura 3-12 Interfaz de conexión a Raspberry PI. Tarjeta de conexión de los sensores médicos. Fuente (Hacks, s.f.).....	33
Figura 3-13 Esquema de conexión de los sensores médicos. Detalle de cada pin o conector para cada sensor médico. (Hacks, s.f.).....	34
Figura 3-14 Hardware completo para la lectura de sensores médicos. Integración de tecnología para captura de datos médicos. Fuente (Hacks, s.f.)	34
Figura 3-15 Esquema de topología para el raspberry PI. Conectividad del servidor en una LAN.	35
Figura 3-16 Kit completo de sensores médicos para plataforma de salud. Sensores médicos conectados al dispositivo de plataforma de salud controlado por Raspberry PI. Fuente (Hacks, s.f.).....	36
Figura 3-17 Sensor glucómetro. Kit de trabajo para la de medición de la glucosa. Fuente (Hacks, s.f.).....	37
Figura 3-18 Lectura de muestra de un paciente. Posicionamiento del conector desechable a la superficie de medición. Fuente (Hacks, s.f.)	38
Figura 3-19 Conexión del glucómetro a la plataforma de salud. Conexión plug and play entre el glucómetro y la plataforma de salud. Fuente (Hacks, s.f.)	39

Figura 3-20 Lectura de datos del glucómetro. Detalle de dos tomas de lectura con el archivo ejecutable.	40
Figura 3-21 Sensor de pulso y oxígeno en la sangre. Dispositivo con enchufe de conexión a la plataforma de salud. Fuente (Hacks, s.f.)	41
Figura 3-22 Conexión del sensor de pulso y oxígeno en la sangre. Toma de medida conectado a la plataforma de salud. Fuente (Hacks, s.f.).....	41
Figura 3-23 Sensor de presión arterial. Detalle de la presión sistólica y diastólica. Fuente (Hacks, s.f.)	43
Figura 3-24 Conexión del sensor de presión arterial a la plataforma de salud. Conexión para descarga de datos del esfigmomanómetro. Fuente (Hacks, s.f.).....	45
Figura 3-25 Sensor de temperatura. Kit de trabajo para la de medición de la temperatura. Fuente (Hacks, s.f.)	47
Figura 3-26 Conexión del sensor de temperatura a una plataforma de salud. Toma de medida conectado a la plataforma de salud. Fuente (Hacks, s.f.).....	48
Figura 3-27 Lectura de datos del sensor temperatura. Detalle de dos tomas de lectura con el archivo ejecutable.....	49
Figura 4-1 Dirección IP del servidor. Direccionamiento al administrador de central telefónica.....	50
Figura 4-2 Pantalla de control del FreePBX. Pantalla donde se muestra el estado de los servicios de la central telefónica.	50
Figura 4-3 Resumen de extensiones SIP y troncal con Skype. Detalle de las extensiones SIP creadas y la troncal SIP en cuenta Skype con sus diversos parámetros.....	51
Figura 4-4 Configuraciones de extensiones internas. Detalle de los parámetros de configuración activados por defecto.	52
Figura 4-5 Reporte de procesos de llamadas. Detalle de las llamadas realizadas sean estas internas o salientes.	53
Figura 4-6 Ventana principal de softphone (ZOIPER). Aplicación usada desde cualquier equipo multimedia para realizar llamadas VOIP.	53
Figura 4-7 Parámetros de la troncal SIP. Configuración de datos de troncal SIP para realizar llamadas salientes.	54

Figura 4-8 Pantalla principal del Skype Manager. Listado de cuentas administradas por el Skype Manager.	55
Figura 4-9 Ventana principal del Skype Connect. Creación del perfil SIP para asignación de canal de troncal con skype.	56
Figura 4-10 Información de autenticación troncal SIP. Datos de autenticación que me asigna el proveedor de troncal SIP.	56
Figura 5-1 Esquema cliente-servidor del módulo de telemedicina. Diagrama de conexión del sistema telemedicina a un servidor local y en la nube.	57
Figura 5-2 Acceso al Sistema de Telemedicina. Ingreso al sistema donde se accede con la información de usuario y password.	58
Figura 5-3 Pantalla principal del sistema de Telemedicina ingresando como administrador. Presentación de menú de opciones como administrador.	58
Figura 5-4 Consulta del listado por paciente. Listado de pacientes con la opciones de modificar y eliminar.	59
Figura 5-5 Formulario de ingreso de pacientes. Detalle de la ficha médica del paciente a ingresar.	60
Figura 5-6 Formulario de ingreso de usuarios. Detalle de datos para usuarios de sistemas.	61
Figura 5-7 Proceso de sincronización de datos. Procedimiento de actualización de base de datos local a servidor.	62
Figura 5-8 Reporte de listado de pacientes. Datos personales de cada paciente ingresado.	63
Figura 5-9 Historia clínica por paciente. Detalle del registro de medición por paciente.	64
Figura 5-10 Operación medición telemedicina. Listado de los paciente que son sometidos a pruebas de los sensores médicos.	65
Figura 5-11 Interfaz de adquisición de dato. Presentación de lectura de los sensores médicos.	66
Figura 5-12 Presentación de lectura de datos por paciente. Detalle de cada medición y su descripción médica.	67

Figura 5-13 Interfaz inicial de ingreso para cuenta cliente. Pantalla principal del sistema de Telemedicina ingresando como cliente.	68
Figura 5-14 Tablas utilizadas en el sistema telemedicina. Descripción de base de datos desde un administrador externo.	69
Figura 5-15 Descripción de entidades y campos de la base telemedicina. Entidades y tipo de datos de los campos de la base de datos.	69
Figura 5-16 Conexión a la base de datos con el archivo conect.php con sentencias SQL. Código de conexión como localhost a la base de datos local.	70
Figura 5-17 Conexión a la base de datos con el archivo conectbd.php con sentencias SQL. Conexión a la base de datos telemedicina.	70
Figura 5-18 Código de consulta y ejecución de lectura de temperatura. Código para leer el archivo generado con la lectura de la temperatura.	71
Figura 5-19 Código de consulta y ejecución de lectura del glucómetro. Código para leer el archivo generado con la lectura del glucómetro.	71
Figura 5-20 Módulo de sincronización de datos clínicos con sentencias SQL. Se habilita la opción de actualización de datos de local a servidor.	72
Figura 5-21 Módulo de sincronización de pacientes con sentencias SQL. Actualización de datos de pacientes.	73
Figura 6-1 Montajes de las tarjetas al Raspberry PI. Integración de tecnologías.	74
Figura 6-2 Conexión a una terminal de consola y acceso al sistema Raspbx. Prueba de conexión desde el protocolo SSH de la Raspberry PI.	74
Figura 6-3 Presentación de las opciones de medición de telemedicina. Descripción de las alternativas para la captura de datos clínicos.	75
Figura 6-4 Prueba de medición de temperatura a la aplicación web. Conexión del sensor al paciente a realizar la toma médica.	76
Figura 6-5 Confirmación de la lectura de la temperatura. Prueba de almacenamiento a la base de datos del módulo clínico.	76
Figura 6-6 Lectura almacenada en la base de datos. Datos de la temperatura corporal ingresada.	77
Figura 6-7 Preparación para la toma de muestra de la glucosa. Conexión de la lanceta al dispositivo glucómetro.	78

Figura 6-8 Ingreso de la muestra de sangre al glucómetro. Absorción de gota de sangre por medio de la lanceta al dispositivo.....	78
Figura 6-9 Medida obtenida por el glucómetro en mg/dl. Presentación del dato obtenido por medio de la muestra de sangre.....	79
Figura 6-10 Conexión del glucómetro y lectura del dato. Ingreso del dato obtenido por la muestra de sangre al sistema de telemedicina.....	79
Figura 6-11 Lectura almacenada en la base de datos. Detalle del dato capturado por el dispositivo glucómetro.....	80
Figura 6-12 Conexión del Raspberry PI en una LAN por medio de un router. Descripción de una conexión LAN y el acceso desde una terminal.	81
Figura 6-13 Verificación del acceso de la Raspberry PI en la LAN. Descripción de la forma de conectividad y nombres de host en la LAN.....	81
Figura 6-14 Prueba de llamada interna usando la central telefónica. Forma de marcación para realizar la llamada entre extensiones.	82
Figura 6-15 Conexión de llamada interna desde una tablet. Llamada realizada y proceso de comunicación entre extensiones.....	82

ABSTRACT

AÑO	ALUMNO	DIRECTOR DE TESIS	TEMA DE TESIS
2015	Juan Alberto Peralta Gutiérrez. Cynthia Irlanda Toala Morán.	Ing. Leonel Vásquez Cevallos	Módulo Cliente de captura de datos clínicos para aplicaciones de Telemedicina.

En la actualidad en nuestro país se está dando la oportunidad de que las nuevas tecnologías sean enfocadas a soluciones rápidas en el campo de la medicina ya sea en la atención médica y procesos automatizados para el diagnóstico de enfermedades. Con la Telemedicina podemos implementar mejoras en el campo de salud especialmente en zonas rurales donde encontrar un médico especialista se torna algo difícil para los habitantes del sector. Con un mini ordenador y sensores médicos se logra registrar tomas médicas las mismas que serán tratadas de una manera flexible para el acceso, control y diagnóstico de un paciente. Se utilizó el método deductivo y la técnica experimental para el planteamiento y desarrollo del proyecto. Con esto se demuestra que implementando las herramientas tecnológicas en la salud se obtiene un margen de error mínimo, se ahorra tiempo y eficiencia en la atención a los pacientes.

Palabras Claves. Tecnologías, Diagnóstico, Telemedicina, Sensores y Eficiencia.

ABSTRACT

YEAR	STUDENT	TESIS DIRECTOR	TESIS TOPIC
2015	Juan Alberto Peralta Gutiérrez. Cynthia Irlanda Toala Morán.	Ing. Leonel Vásquez Cevallos	Client Module capture clinical data for telemedicine applications.

At present, our country is being given the opportunity that new technologies are focused on quick solutions in the field of medicine, whether in health care and automated processes for diagnosing diseases. With Telemedicine we can make improvements in the field of health, especially in rural areas, where to find a specialist becomes difficult for the inhabitants of the sector. With a mini computer and medical sensors are achieved record medical shots, the same that will be addressed in a flexible way to access, control and diagnosis of a patient. Deductive experimental technique for the planning and development of the project methods were used. This demonstrates that implementing technological tools in health as a margin of error is obtained, time and efficiency in patient care saves.

Keywords: Technologies, Diagnostics, Telemedicine, Sensors and Efficiency.

INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto trata del diseño de un módulo cliente que permita capturar datos clínicos para aplicaciones de telemedicina utilizando herramientas tecnológicas de bajo costo.

Dicho proyecto permitirá la comunicación entre los galenos de distintas especialidades y agilizar el diagnóstico médico de los pacientes.

En el Capítulo 1: El problema se definen los hechos preliminares tales como el planteamiento del problema, metodologías, técnicas, entre otros puntos que serán de vital importancia para el desarrollo del proyecto.

En el Capítulo 2: Marco teórico se realiza el marco teórico sobre los temas más importantes para el desarrollo de este proyecto dando a conocer los conceptos específicos y fundamentales de las tecnologías utilizadas en la construcción de este módulo médico.

En el Capítulo 3: Configuración de los dispositivos para adquisición de datos médicos se detalla el uso de la plataforma de salud, los sensores, sus conexiones, datos técnicos, características esenciales y la configuración de algunos de ellos, el hardware y software que se complementa para las lecturas médicas cuya información ayudará al diagnóstico de enfermedades.

En el Capítulo 4: Configuración de un central telefónica VOIP (Asterisk) administrado vía web (FreePbx) se detalla la tecnología VOIP y las aplicaciones desarrolladas para su administración tanto gráfica o bajo consola.

En el Capítulo 5: Interfaz de usuario con conexión a una base de datos se describe la interfaz vía web que posee el sistema de telemedicina y su estructura de conexión a la base de datos.

En el Capítulo 6: Hardware de captura de datos clínicos se realiza conexión de montaje, pruebas de funcionamiento de lectura y almacenamiento de los datos clínicos en una base de datos local.

1. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad la atención de un paciente para enfermedades como la diabetes o hipertensión arterial, son muy frecuentes en nuestro país, se quiere obtener métricas de un número determinado de pacientes donde un médico especialista pueda prevenir, diagnosticar o tratar una de estas enfermedades.

Como soporte al planteamiento del problema se realizó la encuesta al grupo de profesionales que atienden a los diferentes pacientes y al personal de sistemas que labora en el Hospital León Becerra.

1.2 Delimitación del problema

La pertinencia del proyecto se la puede delimitar en base al módulo de captura de datos que tendrá una interface de software y una parte física que interaccione con las diferentes medidas clínicas, las cuales para este trabajo serian medición de glucosa en sangre y tensión arterial, donde no se descarta incluir nuevas métricas que ayuden a un análisis más exhaustivos por parte de los médicos especialistas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un módulo de adquisición de datos clínicos que permita el análisis por parte de especialistas médicos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Diseñar una programación para la adquisición de datos.
- ✓ Configurar equipos tecnológicos para la captura de datos clínicos.
- ✓ Diseñar y gestionar una base de datos clínica.
- ✓ Configurar un mini ordenador llamado Raspberry PI que permita la administración de recursos tanto en hardware y software en el aplicativo de telemedicina.
- ✓ Configurar una central telefónica digital usando el Protocolo SIP en troncales pagadas permitiendo llamadas salientes.

- ✓ Diseñar una plataforma web para la administración y visualización de datos clínicos obtenidos desde un mini ordenador portátil con sus interfaces de conexión.

1.4 Justificación

Considerando las tasas de morbilidad y mortalidad del Ecuador y debido al rol actual que cumplen las tecnologías de información, se plantea el proyecto de titulación como una herramienta que permitirá almacenar datos clínicos que luego puedan ser procesados para un posterior análisis específico por parte de especialistas médicos.

Esto se afirma con los resultados de las encuestas que se realizó al grupo de profesionales médicos identificando los parámetros para el diagnóstico de dichas enfermedades y al personal de cómputo que proporciono la orientación al desarrollo del sistema y su aplicación en el medio.

1.5 Variables e Indicadores

1.5.1 Variables

- ✓ Lectura de sensores médicos.
- ✓ Bibliotecas de comunicación.
- ✓ Comunicación VOIP.

1.5.2 Indicadores

- ✓ Adquisición de datos médicos y procesar la información
- ✓ Transferencia de lecturas a una base de datos.
- ✓ Realización de llamadas digitales entre extensión y llamadas salientes.

1.6 Metodología

Para el desarrollo del proyecto se han utilizado los siguientes métodos y técnicas.

1.6.1 Métodos

1.6.1.1 Método Deductivo

Para el diseño del módulo de telemedicina se han utilizado conocimientos de electrónica analógica, dispositivo microcontroladores y diseño de interfaz gráfica para el operador del módulo.

1.6.1.2 Método Inductivo

Se aplicó este método ya que al conocer el uso de tecnologías nos permite crear aplicaciones en distintas áreas de trabajo, realizando automatización de procesos que favorezcan la vida cotidiana.

1.6.2 Técnicas

Experimental: Se aplicó esta técnica en la captura de los datos usando lenguaje de programación de alto nivel y programación web para una interfaz al usuario.

1.7 Población y Muestra

1.7.1 Población

La población son todas las personas que se realicen chequeos médicos en los diferentes centros de salud.

1.7.2 Muestra

Como muestra se escoge a las personas de algún centro de salud o consulta externa que sientan algún síntoma de las enfermedades más comunes en nuestro medio siendo esta la diabetes e hipertensión.

1.8 Descripción de la propuesta

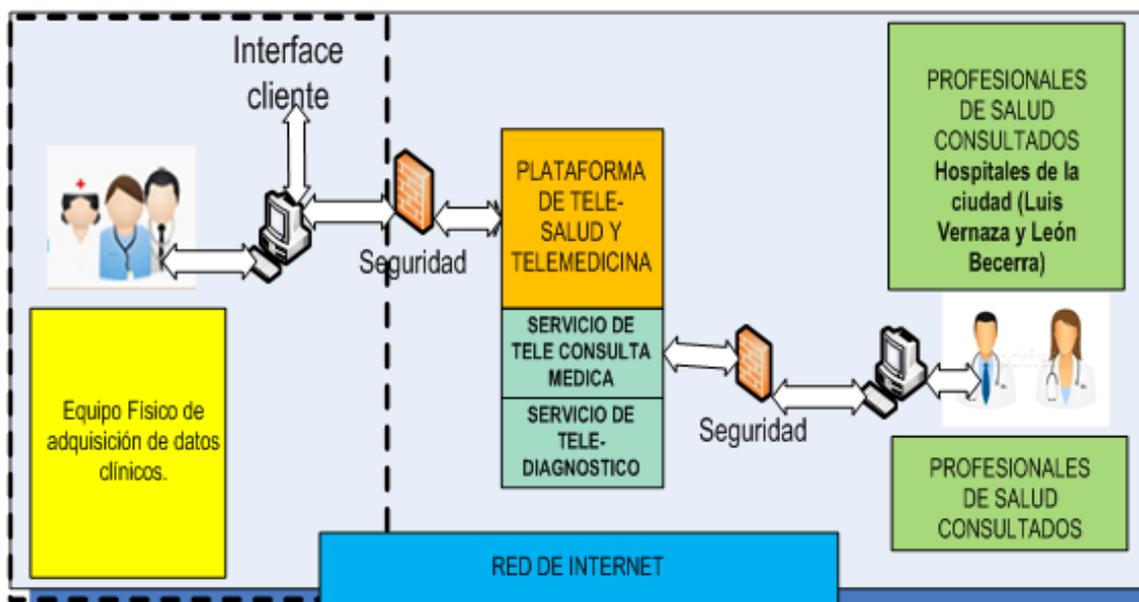


Figura 1-1 Arquitectura del módulo de datos clínicos para telemedicina. Diagrama del módulo cliente de captura de datos clínicos para aplicaciones de telemedicina.

El presente trabajo de investigación se resume en la creación de un módulo cliente de captura de datos clínicos para aplicaciones de telemedicina que tiene una componente de software y una componente de hardware.

El componente de hardware es un servidor que localmente almacena una página web desarrollada en PHP que registra los datos obtenidos por el mini ordenador portátil en una base de datos local y en línea.

Con lo cual el especialista ubicado desde cualquier parte podrá acceder a esa base de datos ya sea por un sistema de contenidos que lo diseñarán otro trabajo de titulación.

En el componente de hardware consta la conexión de cuatro sensores médicos que son herramientas de medición que servirán de diagnóstico para ciertas enfermedades.

Además en el componente de hardware se configura una central telefónica con el objetivo de tener comunicación con un médico especialista, debido a que el proyecto de tesis estará enfocado a trabajar en zonas rurales o en algún centro de salud.

1.8.1 Beneficiarios

Los beneficiarios de este proyecto son las personas que padecen de algún síntoma que se diagnostique hipertensión o diabetes.

1.8.2 Impacto

El módulo clínico está desarrollado para brindar beneficios al sector de la salud en lugares rurales o sectores donde no se tenga la visita de un médico especialista, permitiendo la comunicación a distancia usando aplicaciones web.

Interpretando los resultados obtenidos de la encuesta 1 se obtuvo la razón de como el médico conoce si un paciente posee las enfermedades como la diabetes y la hipertensión, siendo los antecedentes familiares la forma más común de saberlo. Números de encuestados: 6

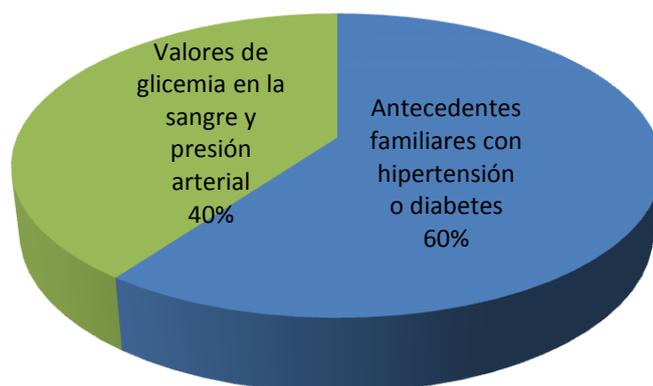


Figura 1-2 Diagrama estadístico de la encuesta 1. Muestra los porcentajes de las forma de identificar las enfermedades como la diabetes e hipertensión de un paciente.

Además se corrobora que los parámetros que el médico necesita saber para el diagnóstico de estas enfermedades son midiendo la glucosa en la sangre y la presión arterial.

De la encuesta 2 lo que se logró fue identificar el área de trabajo donde funcionará el módulo clínico, siendo esta hospitalización. Números de encuestados: 6.

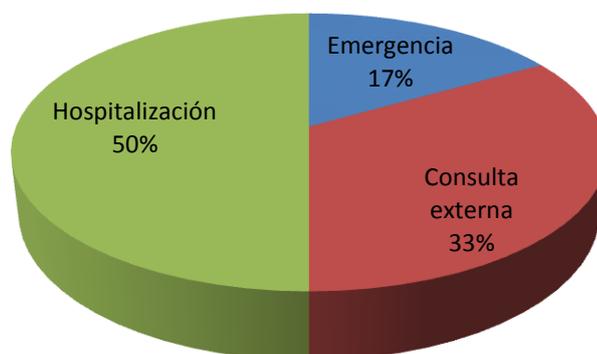


Figura 1-3 Diagrama estadístico de la encuesta 2, área de trabajo del módulo clínico. Muestra las áreas donde se implementara el sistema de telemedicina.

Además se conoció en que plataforma son desarrolladas las aplicaciones siendo las aplicaciones web las más usadas en este tipo de sistemas.

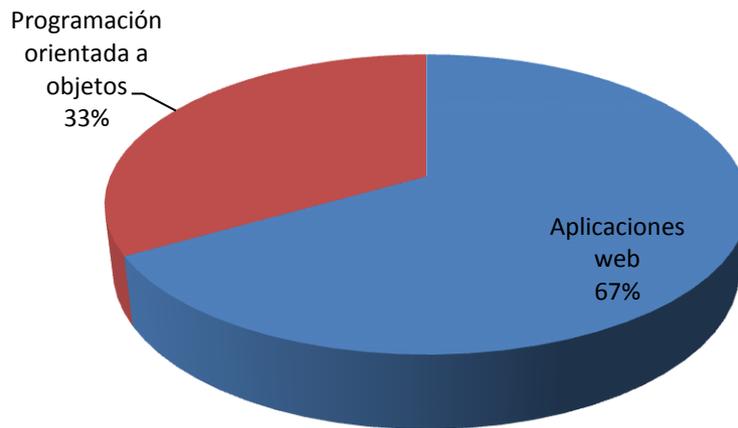


Figura 1-4 Diagrama estadístico de la encuesta 2, plataformas usadas en este tipo de sistemas. Muestra las plataformas usadas en este tipo de sistema.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Con los avances tecnológicos que se ha logrado a través de los años han sido de mucho beneficio para la humanidad y en los últimos tiempo se han realizado investigaciones sobre las mejoras que se pueden realizar usando la tecnología en el campo de la salud.

Siendo esta de mucha ayuda tanto para los pacientes con enfermedades como la diabetes, hipertensión arterial y para el especialista que pueda ayudar con el diagnóstico y tratamiento de dicha enfermedad.

Para lo cual se da a conocer como las telecomunicaciones entrarán a desempeñar un papel muy importante a la mejora de la salud en las diferentes comunidades del país.

2.2 Telemedicina

Según Nader Ch. (2011) es cualquier acto médico realizado sin contacto físico directo entre el profesional y el paciente, o entre profesionales entre sí, por medio de algún sistema telemático.



Figura 2-1 Aplicación de la telemedicina. Implementación de telemedicina en consultas pediátricas. Fuente (*Reporter, 2013*)

En otras palabras, la telemedicina utiliza las tecnologías de la información y las telecomunicaciones (por medio de los sistemas telemáticos) para proporcionar o soportar

la asistencia médica, independientemente de la distancia que separa a los que ofrecen el servicio.

2.2.1 La confidencialidad de la información

Según Nader Ch. (2011) cualquier sistema de telemedicina, sin importar el número de servicios donde se implemente, debe operar sobre intranet y no sobre internet.

Como lo decretan las diferentes leyes y la jurisprudencia a nivel mundial, la información médica de los pacientes pertenece a ellos y no a los gobiernos, las instituciones de salud o el médico, y es totalmente confidencial.

Como hoy no existe un sistema de internet que no sea vulnerable, surge la pregunta: ¿qué institución de salud se puede dar el lujo de tener una penetración espuria en los servidores donde tenga almacenada la información médica confidencial relacionada con historias clínicas, exámenes, interconsultas, imágenes diagnósticas, etc.?

Por lo anterior, recomiendo a aquellos que realizan procedimientos de telemedicina bajo la modalidad de internet, que migren su conectividad a intranet.

2.2.2 Pasos y recomendaciones para implementar telemedicina

Según Nader Ch. (2011) estos son algunos pasos que se deben cumplir con exactitud para no cometer errores que lleven al fracaso.

Antes de implementar algún sistema con cualquier número de servicios, se debe:

- ✓ Visitar y elaborar un cuestionario detallado de todos los hospitales objeto de la implementación, y establecer los servicios que poseen.
- ✓ Determinar primero los factores demográficos y epidemiológicos de morbi-mortalidad que aquejen a la población del sector que se va a cubrir, seguidos por la capacidad económica de la región objeto de la implementación.
- ✓ Determinar técnicamente el tipo y facilidades en comunicaciones existentes, conectividad, vías, aeródromos, etc.
- ✓ Trazar, en conjunto con las autoridades de salud, una logística cronológica de implementación, una vez que se establezca que se implementará el sistema.
- ✓ Capacitar a todo el personal de la salud que operará el sistema.

Los hospitales donde se instala este tipo de sistemas crecen y se modernizan, algunos de forma más rápida que otros.

Por ello, en su diseño los sistemas de telemedicina deben ser modulares, lo cual permite que de manera escalonada se puedan instalar servicios a través del tiempo, y evitar así la obsolescencia, factor común en cuanto a informática se refiere. (Nader Ch., MD, 2011)

2.2.3 Objetivos específicos que debe cubrir un sistema de telemedicina

- ✓ Prestar servicios interactivos de diagnóstico y videoconferencia.
- ✓ Recepcionar y enviar imágenes diagnósticas en tiempo récord.
- ✓ Agilizar el diagnóstico por parte de los especialistas.
- ✓ Impactar con una alta calidad médica la precisión diagnóstica.
- ✓ Impactar con una alta calidad médica la decisión terapéutica.
- ✓ Segunda opinión en diagnóstico y tratamiento.
- ✓ Aumentar la eficiencia de los centros de autorización para remisión.

2.2.4 La telemedicina en nuestro país

Según la Redacción Sociedad (2015) en Ecuador el Programa Nacional de Telemedicina comenzó hace 3 años. Hasta el 2014 fue dirigido sobre todo a la capacitación académica tanto de los internos rotativos como de los médicos en el hospital Eugenio Espejo de Quito y se replicó en otros de la Amazonía.

El Hospital Eugenio Espejo es el eje del Programa. Desde aquí se han realizado hasta el momento todos los talleres de formación a los galenos de los hospitales de Macas, Puyo, Tena, Vicente Corral de Cuenca, así como los centros especializados de Quito, pediátrico Baca Ortiz y el dermatológico Gonzalo González.

Además se han desarrollado interconsultas profesionales para que especialistas compartan sus criterios respecto a casos específicos.

Este año el proyecto arranca con un nuevo giro: las interconsultas entre el Eugenio Espejo y los pacientes en Macas, Puyo, Tena y Cuenca.

Se lo hará siguiendo el esquema de atención exigido por el Ministerio de Salud, es decir la atención primaria se la hace en los centros y subcentros, posteriormente va al hospital de segundo nivel y si es necesario va al de especialidades.

Las consultas que tengamos por Telemedicina se harán luego de que el médico de provincia haya revisado el historial del paciente y crea necesaria una opinión especializada.

Esto se hace previa autorización del paciente.

En caso de requerir una operación, se gestiona en ese mismo instante el traslado y la cama en el hospital más cercano.

A través de estas nuevas tecnologías, los datos médicos de un paciente se comparten de un lugar a otro. “Aquí lo que se busca es brindar un servicio de calidad y calidez a los pacientes que viven en lugares muy distantes, llegando a los puntos más lejanos porque para ellos es más difícil tener el contacto de un médico especialista”.

Para que una persona acceda al programa, el médico de provincia debe solicitar una interconsulta en una de las especialidades con el profesional del hospital Eugenio Espejo. Este galeno ya conoce previamente la información del paciente que observará.

A mediano plazo el hospital Espejo establecerá una agenda de turnos a través de videoconsultas en las distintas especialidades como neurología, reumatología u oftalmología.

Esto dependerá de la disponibilidad del especialista sin descuidar a los pacientes del Hospital Espejo.

Los hospitales públicos de Puyo, Macas, Tena y Cuenca cuentan a su vez con un tele cardiógrafo y tele dermatólogo, equipos que proporcionan imágenes claras al especialista para que conozca las condiciones del enfermo.

Los primeros experimentos de la Telemedicina se remontan a 1955 cuando el doctor Albert Jutras realizó consultas de tele radiología en Montreal (Canadá).

Desde entonces las clínicas privadas han llevado la delantera en esta tecnología. A nivel privado en Ecuador existe una empresa de medicina pre-pagada que implementó este año el espacio ‘Doctor en Línea’, para ofrecer consultas online a sus afiliados.

Aquí el paciente le indica al galeno sus síntomas y si es necesario le pide exámenes de laboratorio o receta medicamentos.

2.3 Sistema Operativo Linux

Según Ciberaula (s.f.) LINUX es un Sistema Operativo como Mac OS, DOS o Windows. Es decir, Linux es el software necesario para que el ordenador permita utilizar programas como: editores de texto, juegos, navegadores de Internet, etc.

Linux puede usarse mediante un interfaz gráfico al igual que Windows o Mac OS, pero también puede usarse mediante línea de comandos como DOS. Pero en Linux la línea de comandos es tan poderosa o más que la interfaz gráfica.

Linux es seguro y sigue la filosofía de los sistemas Unix; su robusto sistema de permisos y usuarios no permite a los mismos borrar ni instalar programas, ni tocar archivos del sistema. Esto sólo lo puede hacer el superusuario o root, que es el único que tiene los permisos adecuados para hacerlo.

Linux, es un sistema operativo libre, con todo lo que dicha palabra con lleva:

- ✓ Libertad de copia y distribución: Se puede conseguir gratuitamente en Internet. Hay muchísimas fuentes donde conseguir cualquiera de las distribuciones. Si no tienes una conexión rápida, también regalan Linux en los CD-ROM de muchas revistas especializadas y sitios Web.
- ✓ Libertad de modificación junto a los programas ejecutables, se puede obtener su código fuente. Esto debido a que Linux y sus aplicaciones se rigen bajo la licencia GPL, la cual está diseñada para programas de libre distribución como Linux, Solaris, y hasta algún tiempo atrás Java.

La potencia, estabilidad, gratuidad, modificabilidad y portabilidad de Linux lo hace el sistema operativo perfecto, y ya tiene una posición líder en el ámbito de Internet, siendo cuestión de tiempo que la tenga en el resto de ámbitos informáticos.

2.3.1 Sistema Operativo Debían

Debían (2014) el Proyecto Debían es una asociación de personas que han hecho causa común para crear un sistema operativo (SO) libre. Debían es un sistema operativo libre, para su computadora.

Un sistema operativo es un conjunto de programas y utilidades básicas que hacen que su computadora funcione. El centro de un sistema operativo es el núcleo.

El núcleo es el programa más importante en la computadora, realiza todo el trabajo básico y le permite ejecutar otros programas.

2.3.2 Requisitos mínimos de Hardware

Debían (2014) nos dice que una vez que haya reunido información sobre el hardware de su ordenador debe verificar que su hardware le permita realizar el tipo de instalación que desea efectuar.

Dependiendo de sus necesidades, podría arreglarse con menos del hardware recomendado listado en la siguiente tabla.

Sin embargo, la mayoría de usuarios se arriesgan a terminar frustrados si ignoran estas sugerencias. Se recomienda como mínimo un Pentium 4, a 1 GHz para un sistema de escritorio.

Tabla 1: Requisitos mínimos de sistema

Tipo de instalación	RAM (mínimo)	RAM (recomendado)	Disco duro
Sin escritorio	64 Megabytes	256 Megabytes	1 Gigabyte
Con escritorio	128 Megabytes	512 Megabytes	5 Gigabytes

Nota: Detalle de memoria RAM y disco duro que necesitará para instalar el sistema operativo Debían. Fuente: (Debian, 2014).

Los requisitos de memoria mínimos necesarios son en realidad inferiores a los indicados en esta tabla. En función de la arquitectura, es posible instalar Debían en sistemas con tan sólo 20 MB (en el caso de s390) a 60 MB (para amd64).

Lo mismo se puede decir del espacio necesario en disco, especialmente si escoge las aplicaciones que va a instalar manualmente.

2.4 Lenguaje de programación PHP

Álvarez (2014) es un lenguaje para programar scripts del lado del servidor, que se incrustan dentro del código HTML. Este lenguaje es gratuito y multiplataforma.

PHP es el acrónimo de Hipertext Pre-procesor. Es un lenguaje de programación del lado del servidor gratuito e independiente de plataforma, rápido, con una gran librería de funciones y mucha documentación.

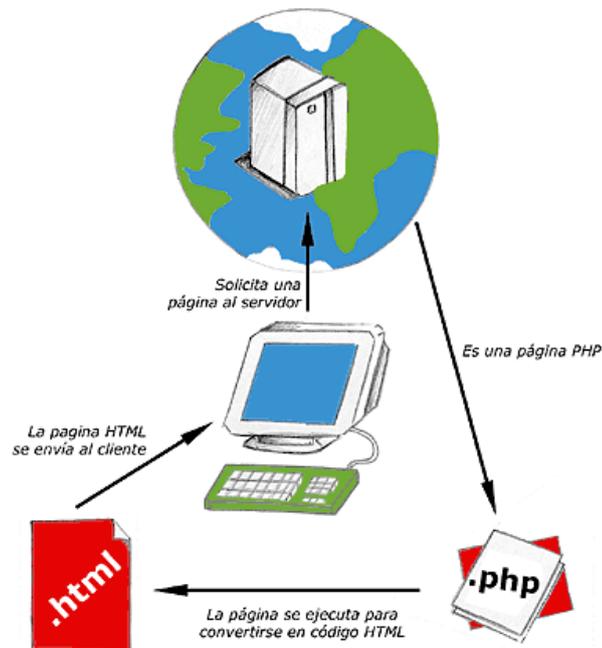


Figura 2-2 Esquema del funcionamiento de las páginas PHP. Diagrama de funcionamiento de las páginas Web con programación PHP. Fuente (Álvarez, 2001)

Un lenguaje del lado del servidor es aquel que se ejecuta en el servidor web, justo antes de que se envíe la página a través de Internet al cliente. Las páginas que se ejecutan en el servidor pueden realizar accesos a bases de datos, conexiones en red, y otras tareas para crear la página final que verá el cliente.

El cliente solamente recibe una página con el código HTML resultante de la ejecución de la PHP. Como la página resultante contiene únicamente código HTML, es compatible con todos los navegadores.

Henst (2001) indica que una de sus características más potentes es su soporte para gran cantidad de bases de datos. Entre su soporte pueden mencionarse InterBase, mSQL, MySQL, Oracle, Informix, PostgreSQL, entre otras.

PHP también ofrece la integración con las varias bibliotecas externas, que permiten que el desarrollador haga casi cualquier cosa desde generar documentos en pdf hasta analizar código XML. Su sintaxis es muy similar a la del ASP, pues el código PHP va incrustado dentro del código HTML.

2.4.1 Código abierto

Henst (2001) como producto de código abierto, PHP goza de la ayuda de un gran grupo de programadores, permitiendo que los fallos de funcionamiento se encuentren y se reparan rápidamente.

El código se pone al día continuamente con mejoras y extensiones de lenguaje para ampliar las capacidades de PHP. Es utilizado en aplicaciones Web-relacionadas por algunas de las organizaciones más prominentes tales como Mitsubishi, Redhat, Der Spiegel, MP3-Lycos, Ericsson y NASA.

PHP es la opción natural para los programadores en máquinas con Linux que ejecutan servidores web con Apache, pero funciona igualmente bien en cualquier otra plataforma de UNIX o de Windows, con el software de Netscape o del web server de Microsoft. PHP también utiliza las sesiones de HTTP, conectividad de Java, entre otros.

2.5 Raspberry PI

Según A.F. Tecnología (2013) raspberry Pi, es un ordenador de tamaño de tarjeta de crédito que se conecta a su televisor y un teclado. Es una placa que soporta varios componentes necesarios en un ordenador común.

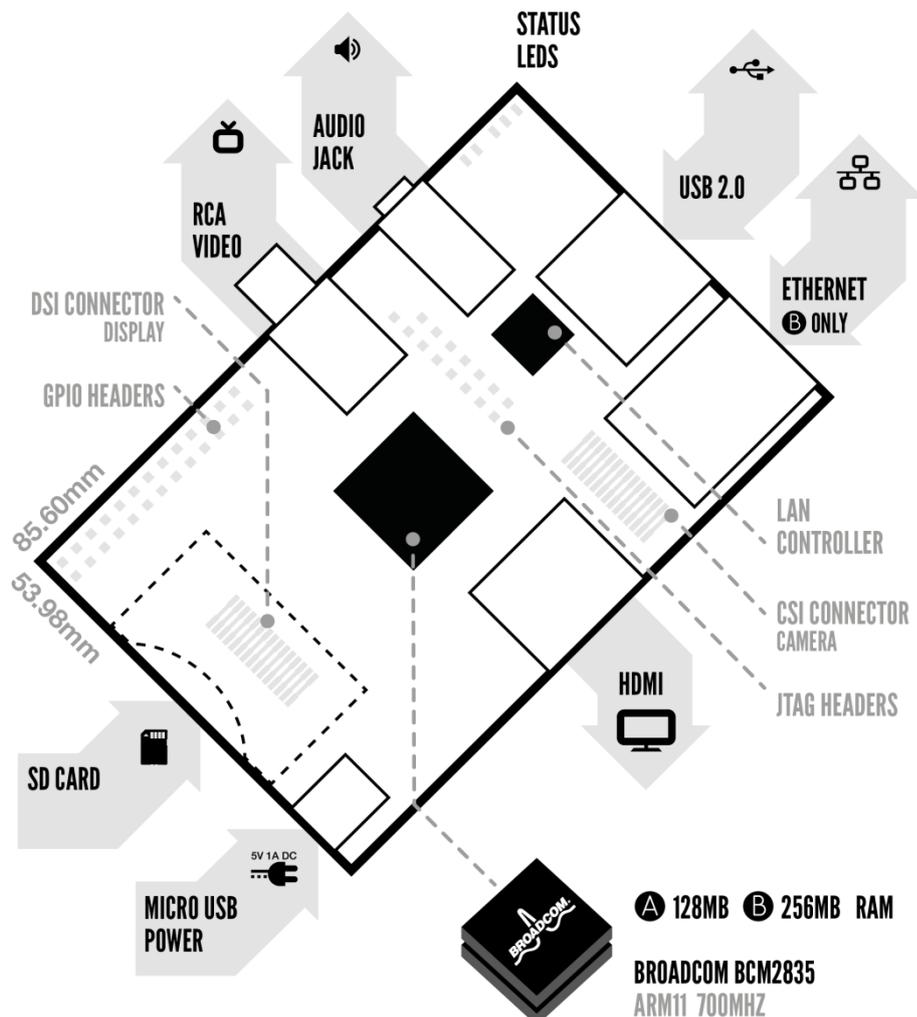


Figura 2-3 Esquema del Raspberry PI. Especificaciones de los componentes del Raspberry PI. Fuente (Raspberry PI, 2011)

Es un pequeño ordenador capaz, que puede ser utilizado por muchas de las cosas que su PC de escritorio hace, como hojas de cálculo, procesadores de texto y juegos. También reproduce vídeo de alta definición.

La placa, que antes era más pequeña que una tarjeta de crédito tiene varios puertos y entradas, dos USB, uno de Ethernet y salida HDMI. Estos puertos permiten conectar el miniordenador a otros dispositivos, teclados, ratones y pantallas.

También posee un System on Chip que contiene un procesador ARM que corre a 700 MHz, un procesador gráfico VideoCore IV y hasta 512 MG de memoria RAM. Es posible instalar sistemas operativos libres a través de una tarjeta SD.

Cruz (2014) el Raspberry Pi usa mayoritariamente sistemas operativos basados en el núcleo Linux. Raspbian, una distribución derivada de Debían que está optimizada para el hardware de Raspberry Pi, se lanzó durante julio de 2012 y es la distribución recomendada por la fundación para iniciarse.

Tenemos dos opciones, la primera es descargarnos desde la página oficial, todo el software para instalarlo en la tarjeta, o bien recurrir a algún programa que haga esto por nosotros.

Entre estos programas encontramos BerryBoot, un programa que se encarga de todo el trabajo de instalación del software desde la propia Raspberry Pi.

Una vez copiados los archivos a la tarjeta sd, la introducimos en nuestra Raspberry Pi y BerryBoot te permitirá elegir el sistema operativo descargándolo desde internet.

2.5.1 Características del Raspberry PI

Según Xataka (s.f.) la Raspberry PI tiene características muy interesantes:

- ✓ Las dimensiones de la placa es de 8.5cm por 5.3cm.
- ✓ Chip integrado Broadcom BCM2835
- ✓ Procesador ARM11
- ✓ Memoria RAM de 512 MB.
- ✓ Salida de video y audio HMDI.
- ✓ Conexión Ethernet 10/100.
- ✓ Adaptador Wi-Fi USB.

- ✓ Salida analógica de video RCA.
- ✓ Pines de entrada y salida de propósito general.
- ✓ 2 buses USB 2.0
- ✓ Procesador gráfico GPU VideoCore IV
- ✓ Pines de entrada y salida de propósito general
- ✓ Conector de alimentación microUSB
- ✓ Lector de tarjetas SD

2.5.2 Modelos de Raspberry PI

Según Cruz (2014) hay dos tipos de modelos A y B.

- ✓ Modelo A: Este modelo solo contiene un puerto USB, carece de controlador Ethernet y cuesta menos que el modelo B. A pesar de que este no tiene un puerto RJ45, se puede conectar a una red usando un adaptador USB-Ethernet suministrado por el usuario. Contiene 256 MB de memoria RAM.
- ✓ Modelo B: El modelo B tiene varias versiones, para nuestro proyecto de tesis se ha utilizado la revisión 2 que particularmente se lo identifica por el conector de audio celeste, dos orificios de montaje, dos puertos USB, HDMI y controlador Ethernet 10/100. Contiene 512 MB de memoria RAM.

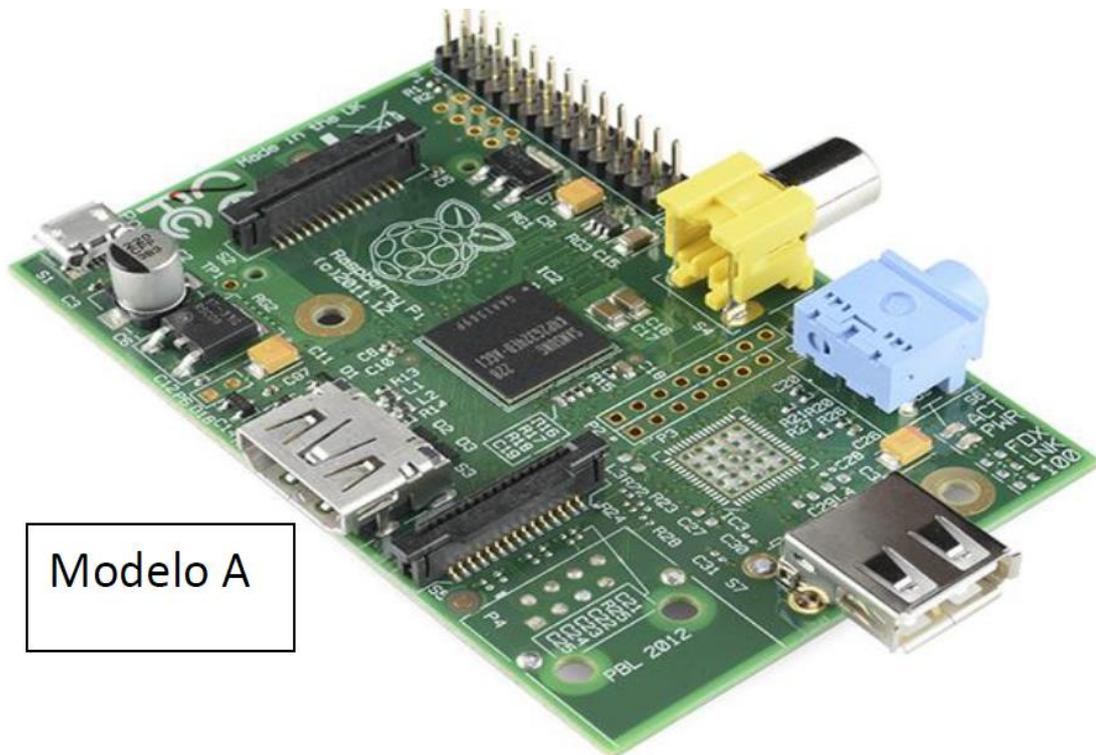


Figura 2-4 Modelo A del Raspberry PI. Modelo básico del Raspberry PI el cual no contiene tarjeta de red. Fuente (Cruz, 2014)

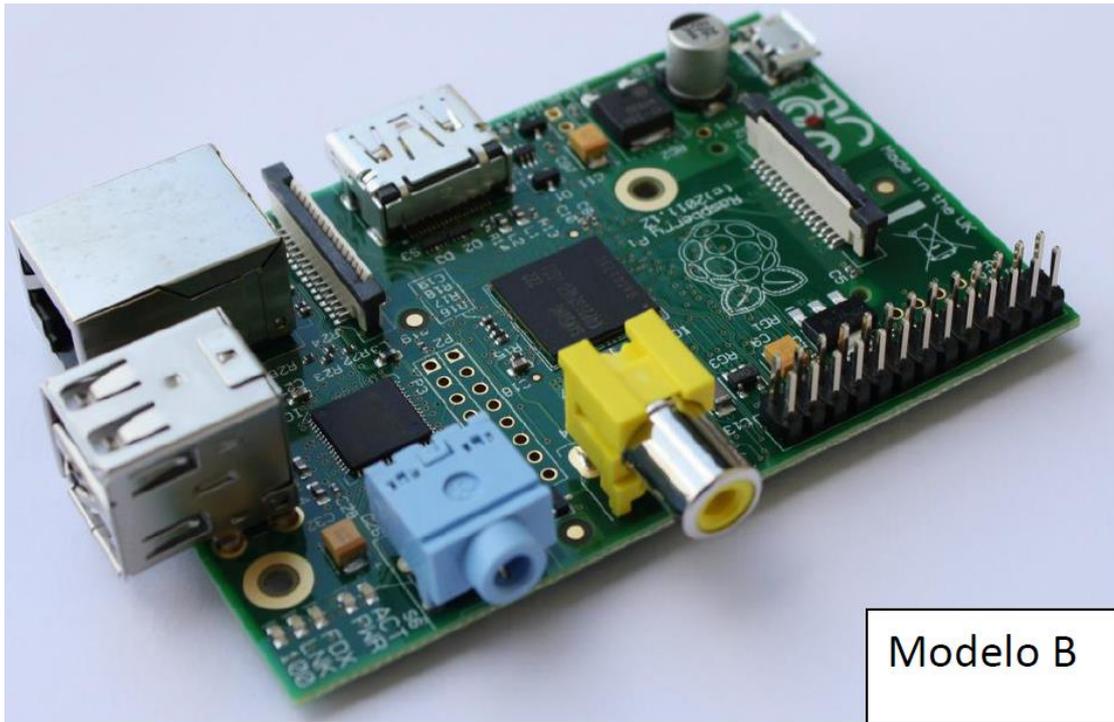


Figura 2-5 Modelo B del Raspberry PI. Modelo del raspberry PI que ya tiene incorporada la tarjeta de red. Fuente (Cruz, 2014)

Por otro lado a ambos modelos se les puede conectar un adaptador Wi-fi por USB, para tener acceso a redes inalámbricas o a internet.

El Raspberry Pi no viene con reloj en tiempo real, por lo que el sistema operativo debe usar un servidor de hora en red, o pedir al usuario la hora en el momento de arrancar el ordenador. Sin embargo se podría añadir un reloj en tiempo real con una batería.

2.6 VOIP

Según Voipec (s.f.) en la actualidad, cada vez más hogares poseen acceso a banda ancha de internet. La variedad de herramientas de comunicación que ofrece el internet es muy extensa.

Una herramienta muy popular hoy en día es la tecnología VOIP, en sus siglas en inglés VOIP (Voice over Internet Protocol) es una tecnología de red que transmite la voz a través de Internet.

VOIP convierte la señal de voz de su teléfono en una señal digital que viaja por Internet para convertirse nuevamente al otro lado de la comunicación en señal de voz, permitiéndole a usted hablar con cualquier persona usando un número y un aparato telefónico tradicional.

Hoy el Internet rápido, o de banda ancha, es cada vez más conocido y disponible a un mayor número de personas en el mundo, lo cual a su vez hace la telefonía por Internet sea más popular.

Debido a que este tipo de conexión a Internet está siempre disponible, usted siempre podrá contar con la telefonía por Internet para hacer y recibir llamadas.

Para explicar mejor lo que la tecnología VOIP tiene la capacidad de hacer, lo mostraremos con el diagrama siguiente:



Figura 2-6 Estructura de la tecnología VOIP. Diagrama esquemático para la conexión VOIP. Fuente (VOIP, s.f.)

La telefonía virtual es la utilización de VOIP. Dicha tecnología es capaz de utilizar el existente acceso a banda ancha de internet (internet de alta velocidad) que posea el usuario y a través de su equipo VOIP, para transmitir voz como paquete de datos que a su vez el internet trasladará al destino final, retornándola en voz en el destino, pudiendo ser el destino otro equipo VOIP (adaptador de telefonía virtual), o simplemente un aparato de telefonía fija o móvil.

La tecnología VOIP no debe confundirse bajo ningún concepto con medios ilegales de comunicación como lo son el “Call back”, “Refilling”, “By pass”, entre otros. El servicio de telefonía virtual a través de la tecnología VOIP usando la pre-existente conexión a internet del usuario es un medio totalmente legal de transmisión de voz.

Contreras (2009) nos da un ejemplo del uso de tecnología virtuales para comunicación, son el caso de las grandes compañías como SKYPE, Google Voice,

Messenger Video Chat, etc. las cuales, hacen llegar al cliente el acceso a tal tecnología utilizando el recurso de banda ancha de internet que el cliente ya posee.

2.6.1 Características y funcionalidad de la VOIP

Según Contreras (2009) nos detalla las características principales que tiene el uso de la VOIP

- ✓ Permite controlar el tráfico de la red, por lo que se disminuyen las posibilidades de que se produzcan caídas importantes en el rendimiento. Las redes soportadas en IP presentan las siguientes ventajas adicionales: Es independiente del tipo de red física que lo soporta. Permite la integración con las grandes redes de IP actuales.
- ✓ Es independiente del hardware utilizado.
- ✓ Permite ser implementado tanto en software como en hardware, con la particularidad de que el hardware supondría eliminar el impacto inicial para el usuario común.
- ✓ Permite la integración de Video y TPV.

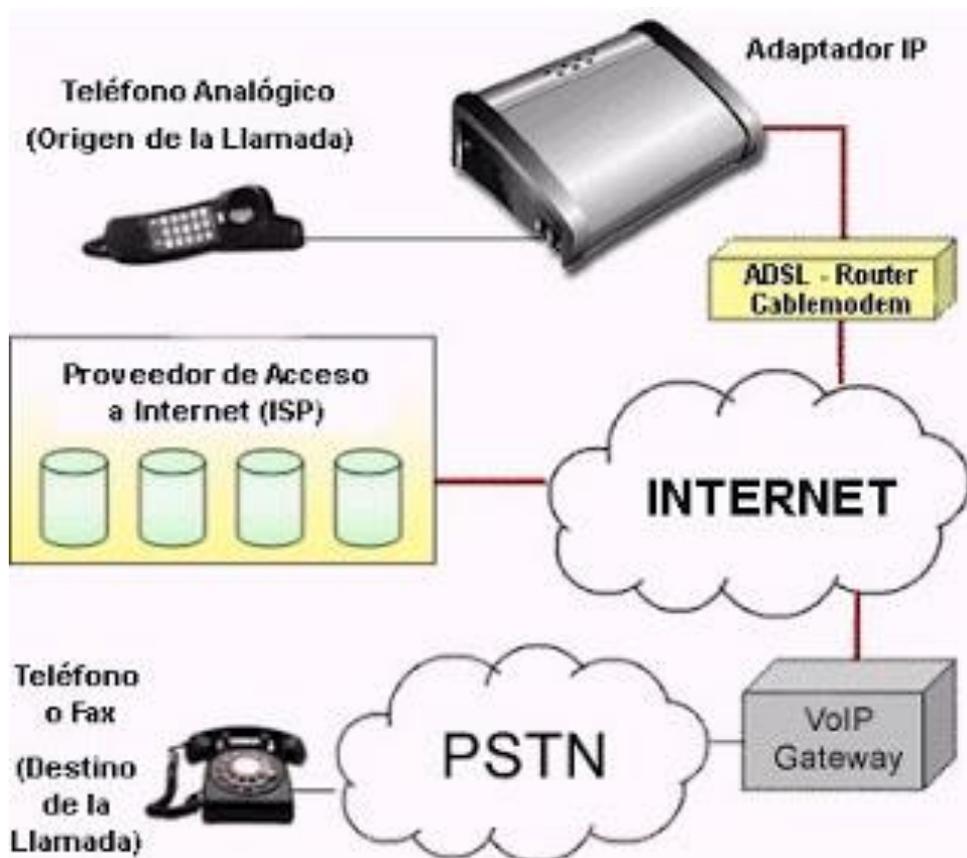


Figura 2-7 Topología de una red telefónica VOIP. Comunicación entre el origen y destino de la llamada usando el Internet. Fuente (Contreras, 2009)

Contreras (2009) VOIP puede facilitar tareas que serían más difíciles de realizar usando las redes telefónicas comunes:

- ✓ Las llamadas telefónicas locales pueden ser automáticamente enrutadas a un teléfono VOIP, sin importar dónde se esté conectado a la red. Uno podría llevar consigo un teléfono VOIP en un viaje, y en cualquier sitio conectado a Internet, se podría recibir llamadas.
- ✓ Números telefónicos gratuitos para usar con VOIP están disponibles en Estados Unidos de América, Reino Unido y otros países de organizaciones como Usuario VOIP.
- ✓ Los agentes de Call center usando teléfonos VOIP pueden trabajar en cualquier lugar con conexión a Internet lo suficientemente rápida.
- ✓ Algunos paquetes de VOIP incluyen los servicios extra por los que PSTN (Red Pública Telefónica Conmutada) normalmente cobra un cargo extra, o que no se encuentran disponibles en algunos países, como son las llamadas de 3 a la vez, retorno de llamada, remarcación automática, o identificación de llamadas.

2.6.2 Elementos de la Voz sobre IP

Según VOIP (s.f.) el modelo de Voz sobre IP está formado por tres principales elementos:

- ✓ El cliente.- Establece y origina las llamadas realizadas de voz, esta información se recibe a través del micrófono del usuario (entrada de información) se codifica, se empaqueta y, de la misma forma, esta información se decodifica y reproduce a través de los altavoces o audífonos (salida de la información). Cabe destacar que el elemento cliente se presenta en dos formas básicas: la primera es una suite de software corriendo en una PC que el usuario controla mediante una interface gráfica (GUI); y la segunda puede ser un cliente "virtual" que reside en el Gateway.
- ✓ Servidores.- Se encargan de manejar operaciones de base de datos, realizado en un tiempo real como en uno fuera de él. Entre estas operaciones se tienen la contabilidad, la recolección, el enrutamiento, la administración y control del servicio, el registro de los usuarios, etc. Usualmente en los servidores se instala software denominados Switches o IP-PBX (Conmutadores IP).
- ✓ Gateways.- Brindan un puente de comunicación entre todos los usuarios, su función principal es la de proveer interfaces con la telefonía tradicional

adecuada, la cual funcionará como una plataforma para los usuarios (clientes) virtuales. Los Gateways se utilizan para "Terminar" la llamada, es decir el cliente Origina la llamada y el Gateway Termina la llamada, eso es cuando un cliente llama a un teléfono fijo o celular, debe existir la parte que hace posible que esa llamada que viene por Internet logre conectarse con un cliente de una empresa telefónica fija o celular.

2.6.3 Protocolos principales

Villalón (2008) los protocolos de señalización para el servicio de transmisión de voz han experimentado una fuerte evolución, puesto que cada vez más, se están usando las redes de conmutación de paquetes para transportar tráfico de voz.

Las necesidades de calidad de servicio hacen que sea necesaria una gestión de recursos que asegure la optimización de la capacidad de transporte de la voz extremo a extremo, para ello surgen los protocolos de la señalización.

2.6.3.1 H.323

Villalón (2008) es una recomendación del ITU-T, que define los protocolos para proveer sesiones de comunicación audiovisual sobre paquetes de red donde no se garantiza la calidad de servicio.

Éste se creó basándose en estándares existentes como H.320, RTP y Q.931, para proveer de un mecanismo para el transporte de aplicaciones multimedia en LAN (Redes de área local) pero ha evolucionado rápidamente para dirigir las crecientes necesidades de las redes de VOIP.

Aparte del modelo básico de llamada, el protocolo define servicios suplementarios, necesarios para dirigir las expectativas de comunicaciones comerciales.

Los diseñadores de H.323 lo definieron de tal manera que las empresas pueden agregar sus propias especificaciones al protocolo que permiten a los dispositivos adquirir nuevas características o capacidades.

Éste fue el primer estándar de VOIP en adoptar el estándar de IETF de RTP (Protocolo de Transporte en tiempo Real) para transportar audio y vídeo sobre redes IP.

2.6.3.2 Session Initiation Protocol (SIP)

Villalón (2008) es un protocolo de control a nivel de aplicación desarrollado por el IETF con la intención de ser el estándar para la inicialización, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuario en las que intervienen elementos multimedia como el vídeo, voz, mensajería instantánea, juegos online y realidad virtual.

Éste fue aceptado como protocolo de señalización en noviembre de 2000, y viene definido en el RFC 3261, desplazando así el estándar H.323 descrito anteriormente.

En relación con sus características, SIP es un protocolo cliente/servidor similar al HTTP, legible por humanos, comparte muchos códigos de estado y sigue una estructura de petición-respuesta, donde las peticiones son generadas por un cliente y enviadas a un servidor, el cual las procesa y devuelve la respuesta al cliente; el par petición-respuesta recibe el nombre de transacción.

Al igual que el protocolo HTTP, SIP proporciona un conjunto de solicitudes y respuestas basadas en códigos.

2.6.4 Aplicaciones

- ✓ Centros de llamadas por el WEB: Partiendo de una tienda que ofrece sus productos on-line, los visitantes de la Web no solo tendrán acceso a la información que la Web les proporciona, sino que además podrían establecer comunicación directa con una persona del departamento de ventas sin necesidad de cortar la conexión.
- ✓ Multiconferencia: Con los datos de ancho de banda requeridos actualmente (de 8 a 16kbps por llamada), se podrían establecer de 15 a 30 comunicaciones simultáneas con una línea ADSL estándar, que podría satisfacer los requerimientos de una mediana empresa.
- ✓ Realizar llamadas usando un softphone: Que permita por medio de un software comunicación saliente a teléfonos celulares o convencionales e incluso comunicación internas entre equipos multimedios.

2.7 Gestor de base de datos

Según Martínez Bravo (s.f.) es el software que permite la utilización y/o la actualización de los datos almacenados en una (o varias) base(s) de datos por uno o

varios usuarios desde diferentes puntos de vista y a la vez, se denomina sistema de gestión de bases de datos (SGBD).

El objetivo fundamental de un SGBD consiste en suministrar al usuario las herramientas que le permitan manipular, en términos abstractos, los datos, o sea, de forma que no le sea necesario conocer el modo de almacenamiento de los datos en la computadora, ni el método de acceso empleado.

Los programas de aplicación operan sobre los datos almacenados en la base utilizando las facilidades que brindan los SGBD, los que, en la mayoría de los casos, poseen lenguajes especiales de manipulación de la información que facilitan el trabajo de los usuarios.

Los SGBD brindan facilidad a la hora de elaborar tablas y establecer relaciones entre las informaciones contenidas en ellas. Pueden mantener la integridad de una base de datos permitiéndole a más de un usuario actualizar un registro al mismo tiempo y también puede impedir registros duplicados en una BD.

2.7.1 Gestor de base de datos (MySQL)

Según Alegsa (s.f.) MySQL es un sistema de gestión de bases de datos (SGBD) multiusuario, multiplataforma y de código abierto, pertenece a la compañía sueca MySQL AB, a la que le pertenece casi todos los derechos del código fuente.

La compañía desarrolla y mantiene el sistema, vendiendo soporte y servicios, como también las licencias para usar MySQL.

MySQL es muy popular en aplicaciones web, y es componente de las plataformas LAMP, MAMP, WAMP, entre otras. MySQL suele combinarse con el popular lenguaje PHP.

2.7.1.1 Beneficios de MySQL

Según Martínez Bravo (s.f.) el servidor de bases de datos MySQL es muy rápido, seguro, y fácil de usar. Si eso es lo que se está buscando, se le debe dar una oportunidad a MySQL.

Se pueden encontrar comparaciones de desempeño con algunos otros manejadores de bases de datos en la página de MySQL.

El servidor MySQL fue desarrollado originalmente para manejar grandes bases de datos mucho más rápido que las soluciones existentes y ha estado siendo usado exitosamente en ambientes de producción sumamente exigentes por varios años.

Aunque se encuentra en desarrollo constante, el servidor MySQL ofrece hoy un conjunto rico y útil de funciones. Su conectividad, velocidad, y seguridad hacen de MySQL un servidor bastante apropiado para acceder a bases de datos en Internet.

2.7.1.2 Características

Según Alegsa (s.f.) nos detalla las características principales de MySQL:

- ✓ MySQL está escrito en C y C++ *
- ✓ Emplea el lenguaje SQL para consultas a la base de datos.
- ✓ MySQL Server está disponible como freeware bajo licencia GPL.
- ✓ MySQL Enterprise es la versión por suscripción para empresas, con soporte las 24 horas.
- ✓ Trabaja en las siguientes plataformas: AIX, BSDi, FreeBSD, HP-UX, GNU/Linux, Mac OS X, NetBSD, Novell NetWare, OpenBSD, OS/2 Warp, QNX, SGI IRIX, Solaris, SunOS, SCO OpenServer, SCO UnixWare, Tru64, Microsoft Windows (95, 98, ME, NT, 2000, XP y Vista).

3. CONFIGURACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS PARA ADQUISICIÓN DE DATOS MÉDICOS

3.1 Instalación del Raspberry PI

Para activar el Raspberry PI se debe cargar un sistema operativo basado en Linux desde este enlace <http://www.raspberry-asterisk.org/download/raspbx-09-02-2015.zip> que contiene un fichero que será montado en la tarjeta sdcard por medio de la aplicación Win32DiskImager que sirve para cargar el archivo imagen al Raspberry PI.

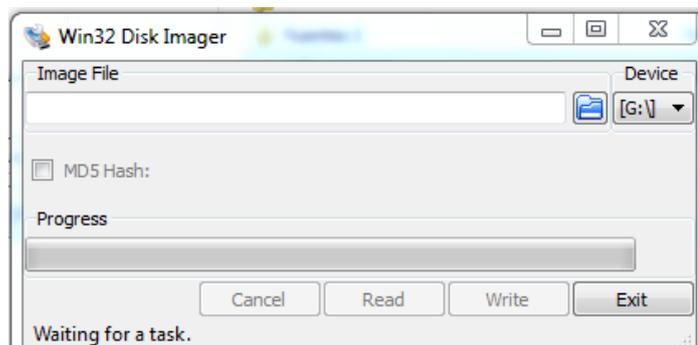


Figura 3-1 Aplicación para montar imágenes de sistemas operativos. Proceso de montaje de una imagen de sistema operativo a una sdcard.

Una vez cargada la imagen se conecta el equipo a una unidad de voltaje de 5V dc, con la tarjeta sdcard instalada y se procede a la instalación del sistema operativo bajo consola.

```
INIT: version 2.88 booting
[info] Using makefile-style concurrent boot in runlevel S.
[....] Starting the hotplug events dispatcher: udevdudevd[1141]: starting version
175
. ok
[....] Synthesizing the initial hotplug events...udev: version magic '3.1.9+ pre
empt mod_unload modversions ARMv6 ' should be '3.1.9+ mod_unload ARMv6 '
udev: version magic '3.1.9+ preempt mod_unload modversions ARMv6 ' should be '3
.1.9+ mod_unload ARMv6 '
ata_id[213]: HDIO_GEI_IDENTITY failed for '/dev/sr0': Invalid argument
done.
[ ok ] Waiting for /dev to be fully populated...done.
Starting fake hwclock: loading system time.
Fri Nov 23 13:17:01 UTC 2012
[ ok ] Setting preliminary keymap...done.
[ ok ] Setting parameters of disc: (none).
[ ok ] Activating swap...done.
EXT4-fs (sda2): re-mounted. Opts: (null)
[....] Loading kernel modules...snd_page_alloc: version magic '3.1.9+ preempt mo
d_unload modversions ARMv6 ' should be '3.1.9+ mod_unload ARMv6 '
done.
[ ok ] Activating lvm and md swap...done.
[....] Checking file systems...fsck from util-linux 2.20.1
```

Figura 3-2 Inicio del booteo del sistema operativo raspbx. Proceso de inicialización en la instalación del sistema operativo para raspberry.

Dentro de las opciones avanzadas se debe verificar que tengan instaladas las librerías de conexión I2C y UART (serial).

Para las librerías I2C se abre una conexión en consola y con una conexión a internet se procede hacer la descarga de la librería con el siguiente comando `apt-get install i2c-tools`, en la ruta `/etc/modules` se agregan las siguientes líneas:

```
i2c-bcm2708
```

```
i2c-dev
```

Para las librerías UART bajo consola y una conexión a internet se usa el siguiente comando `apt-get install git-core`, se muestra habilitadas las dos conexiones en el siguiente gráfico.

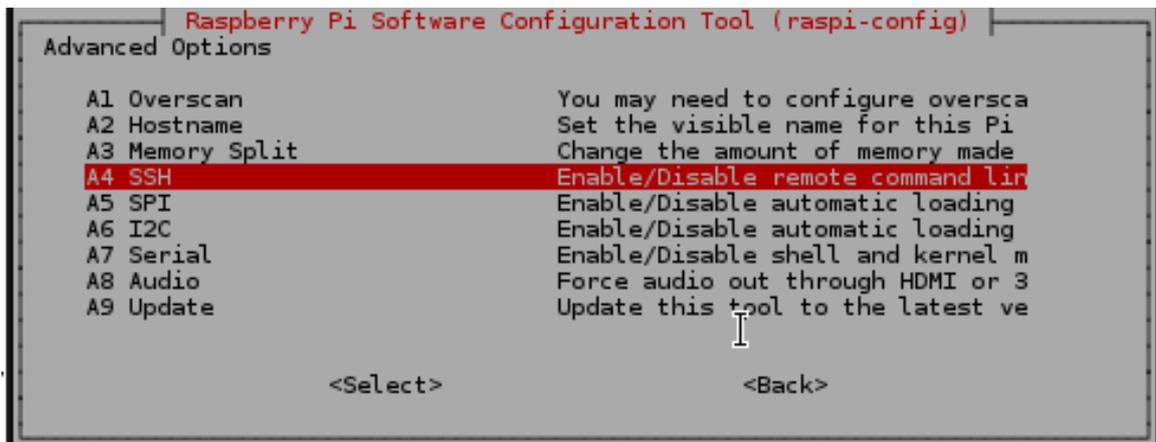


Figura 3-5 Pantalla de configuración de opciones avanzadas. Se habilita o se deshabilita la comunicación serial y la I2C

3.3 Aplicación para conexión remota

Se realiza una conexión con el protocolo SSH (Secure SHell) usando la aplicación Putty que debe estar instalada en un ordenador con Windows con la finalidad de tener un acceso al sistema operativo de la Raspberry PI y manipular su entorno.

3.3.1 Conexión SSH usando el Putty

Para realizar la conexión SSH se usa la IP del Raspberry PI, que para objeto de prueba tiene la IP 192.168.0.100 con máscara de red 255.255.255.0 y que tenga habilitado el puerto 22, debido a que se tiene conexión a una red local y una salida de internet con el proveedor de claro.

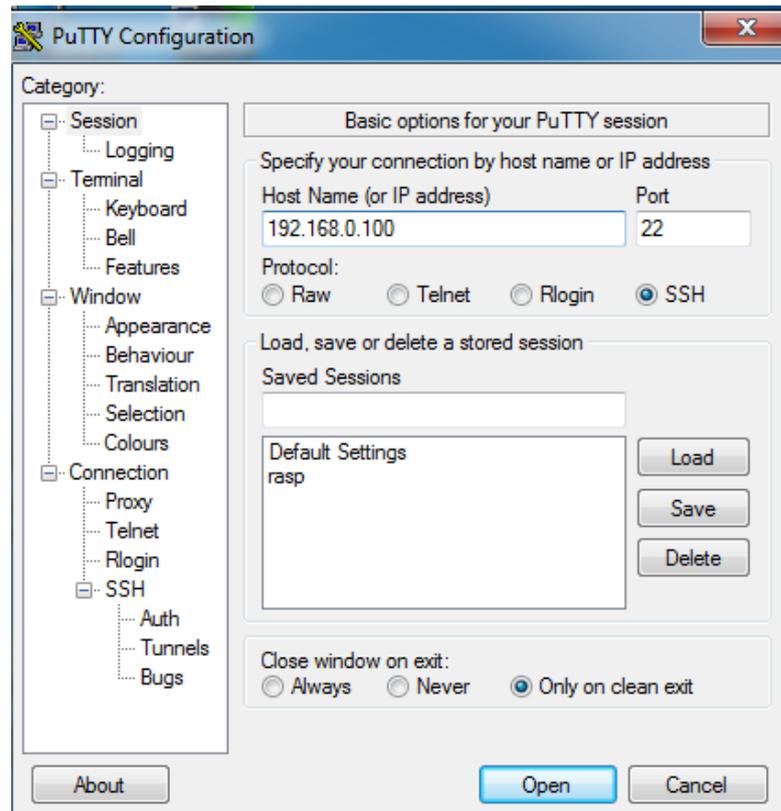


Figura 3-6 Ventana principal para acceder a una conexión SSH usando el Putty. Acceso a la conexión SSH de modo remoto usando IP del servidor y el puerto habilitado.

3.3.2 WINSOCP

Esta aplicación permite transferir archivos desde la máquina local al servidor Raspberry PI usando el protocolo SFTP y el puerto de conexión 22, adicional a esto se ingresa la IP del servidor (192.168.0.100), el puerto y la contraseña de administrador.

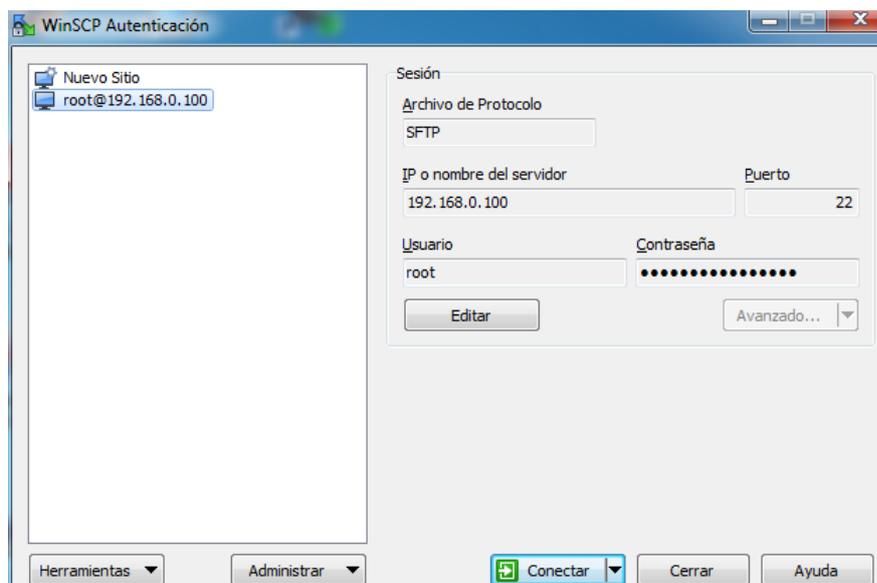


Figura 3-7 Ventana principal de conexión para transferencia de archivos. Acceso a la conexión SFTP para transferir archivos de forma local al servidor.

3.4 Arquitectura de conexión

La captura de las mediciones se lo realiza con sensores médicos conectados a una shield (interfaz de conexión de salud), usando tecnologías de comunicación UART y GPIO que son transmitidas a un puente de conexión permitiendo la transferencia de datos a la Raspberry Pi, estos datos pueden ser monitoreados desde un ordenador.

En la siguiente figura podemos visualizar el esquema del hardware de conexión que se implementa en el proyecto.

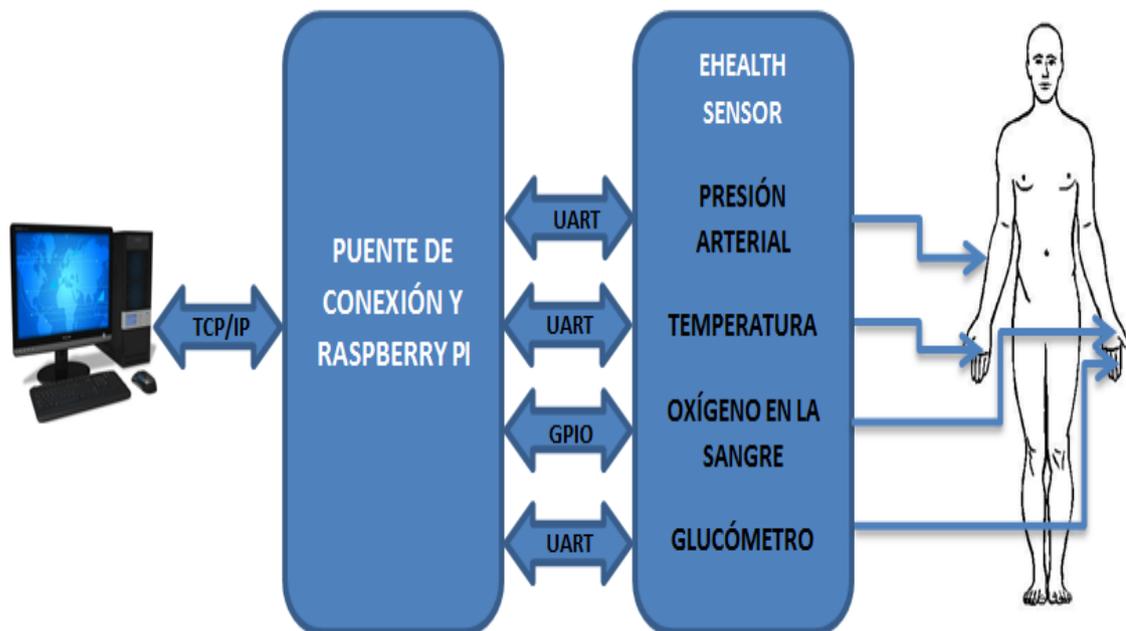


Figura 3-8 Esquema general del hardware de conexión. Modo de transferencia de los sensores al mini ordenador.

3.4.1 Tecnologías de comunicación

En el mini ordenador se tienen terminales que facilitan la interconexión de equipos, para la recepción y transmisión de información que puede ser almacenada y distribuida de acuerdo aplicaciones que el usuario necesite. Estas terminales se las conocen como puerto de entrada y salida de propósito general (GPIO), donde se recibe la lectura de los sensores médicos.

En los pines 14 (TX) y 15 (RX) se encuentra definido la comunicación serial UART que va hacer la tecnología que comunique a ciertos dispositivos de sensores médicos (Glucómetro, presión arterial y temperatura).

Para habilitar la transmisión serial en el mini ordenador se modifican los siguientes archivos `/etc/inittab` y `/boot/cmdline.txt`.

En el inittab se comenta la línea #T0:23:respawn:/sbin/getty -L ttyAMA0 115200 vt100.

En el cmdline.txt debe contener la siguiente línea de configuración `dwc_otg.lpm_enable=0 console=tty1 root=/dev/mmcblk0p2 rootfstype=ext4 elevator=deadline rootwait`, cada vez que el equipo se reinicie establecerá comunicación con cualquier dispositivo serial conectado.

A continuación se muestra la interfaz y los pines correspondiente a su tecnología de comunicación.

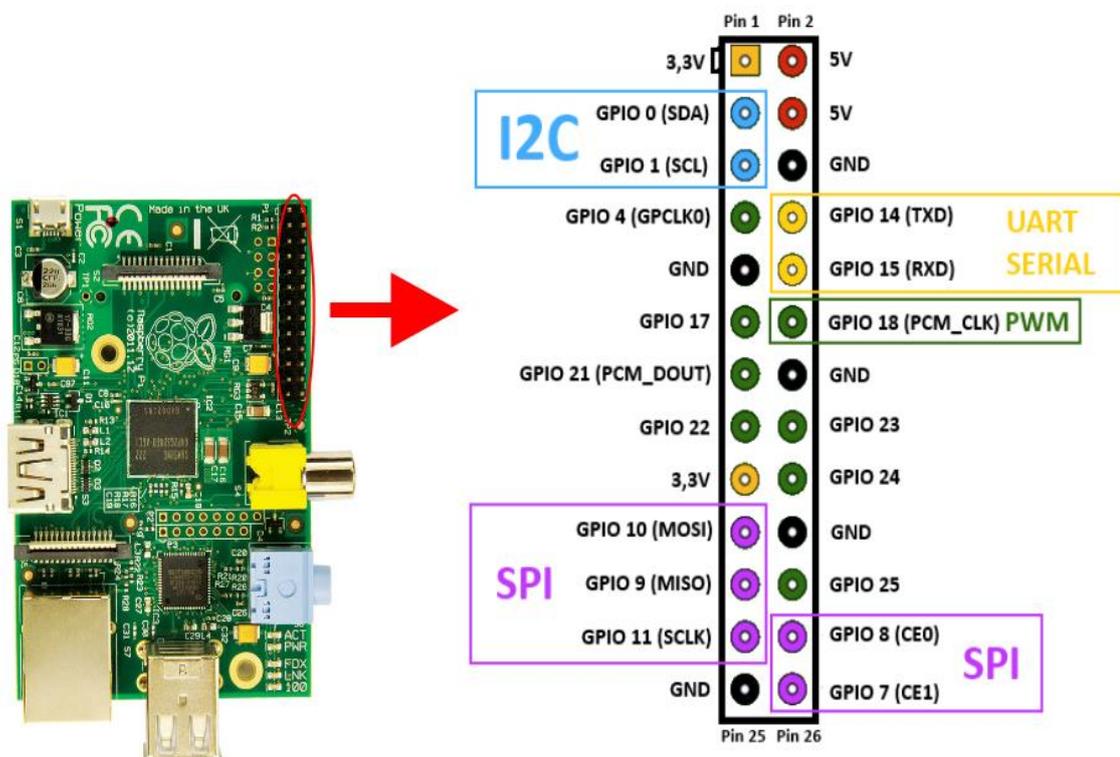


Figura 3-9 Descripción de los pines del puerto GPIO. Detalle de cada pin de conexión a su tecnología de comunicación.

3.4.2 Bibliotecas de comunicación

Se utilizan para la plataforma de salud dos librerías arduPi.cpp y eHealth.cpp que son compiladas con las siguientes líneas de código:

```
root@raspbx:/home/Tesis/eHealth# g++ -c arduPi.cpp -o arduPi.o
```

```
root@raspbx:/home/Tesis/eHealth# g++ -c eHealth.cpp -o eHealth.o
```

Para realizar un archivo ejecutable y poder hacer la lectura del sensor automáticamente se escribe la siguiente línea de código:

```
root@raspbx:/home/Tesis/eHealth# g++ -lrt -lthread temperatura.cpp arduPi.o
eHealth.o -o temperature
```

Para su ejecución se escribe lo siguiente: root@raspbx:/home/Tesis/eHealth# ./temp

3.4.3 Puente de conexión a Raspberry PI

El puente de conexión escudos permite utilizar cualquiera de los escudos, placas y módulos diseñados para Arduino en Raspberry Pi. Incluye también la posibilidad de conectar sensores analógicos y digitales, utilizando el mismo pinout para Arduino pero con el poder y las capacidades de Raspberry PI.

3.4.3.1 Características del puente de conexión

- ✓ 8 pines digitales.
- ✓ Toma para módulos inalámbricos.
- ✓ Pines RX / TX.
- ✓ Pines I2C (SDA, SCL).
- ✓ Pines SPI (SCK, MISO, MOSI, CS). Se puede utilizar también como GPIO.
- ✓ Analógico de 8 canales al convertidor digital.
- ✓ Fuente de alimentación externa.



Figura 3-10 Esquema Puente de conexión. Detalle de cada pin de conexión de la parte frontal. Fuente (Hacks, s.f.)

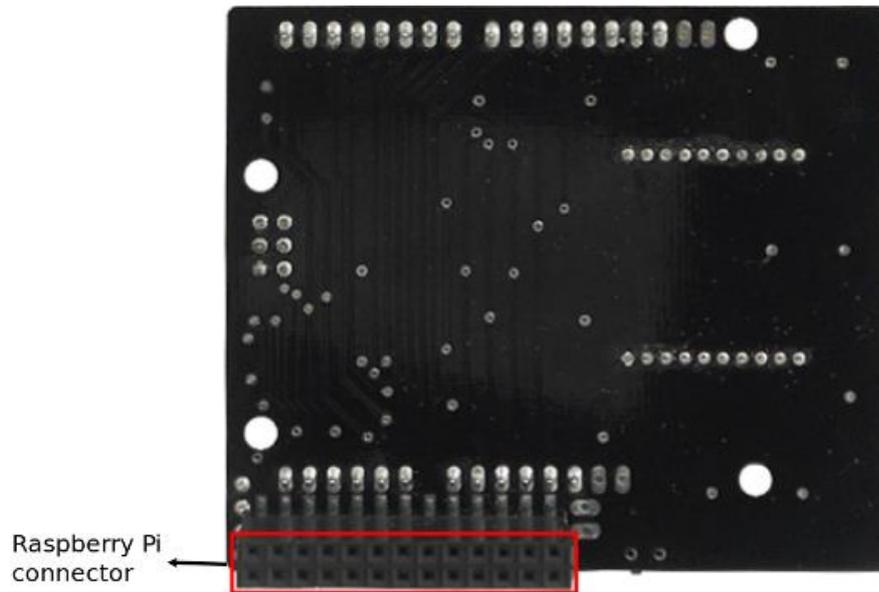


Figura 3-11 Esquema Puente de conexión. Detalle de conector de conexión al Raspberry PI. Fuente (Hacks, s.f.)

3.4.4 Plataforma de sensores médicos

La tarjeta de conexión de los sensores médicos permite a los usuarios de Raspberry Pi realizar aplicaciones biométricas y médicas donde se puede monitorear el cuerpo humano usando diez sensores diferentes. En el proyecto de tesis se lo realiza con dos sensores el glucómetro y temperatura.

Esto se lo puede hacer en tiempo real verificando el estado de un paciente o para obtener datos sensibles con el fin de ser analizados posteriormente para el diagnóstico médico.

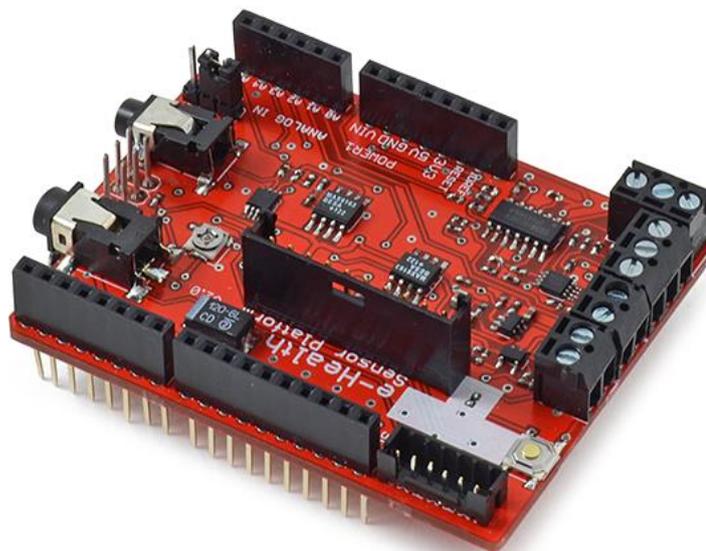


Figura 3-12 Interfaz de conexión a Raspberry PI. Tarjeta de conexión de los sensores médicos. Fuente (Hacks, s.f.)

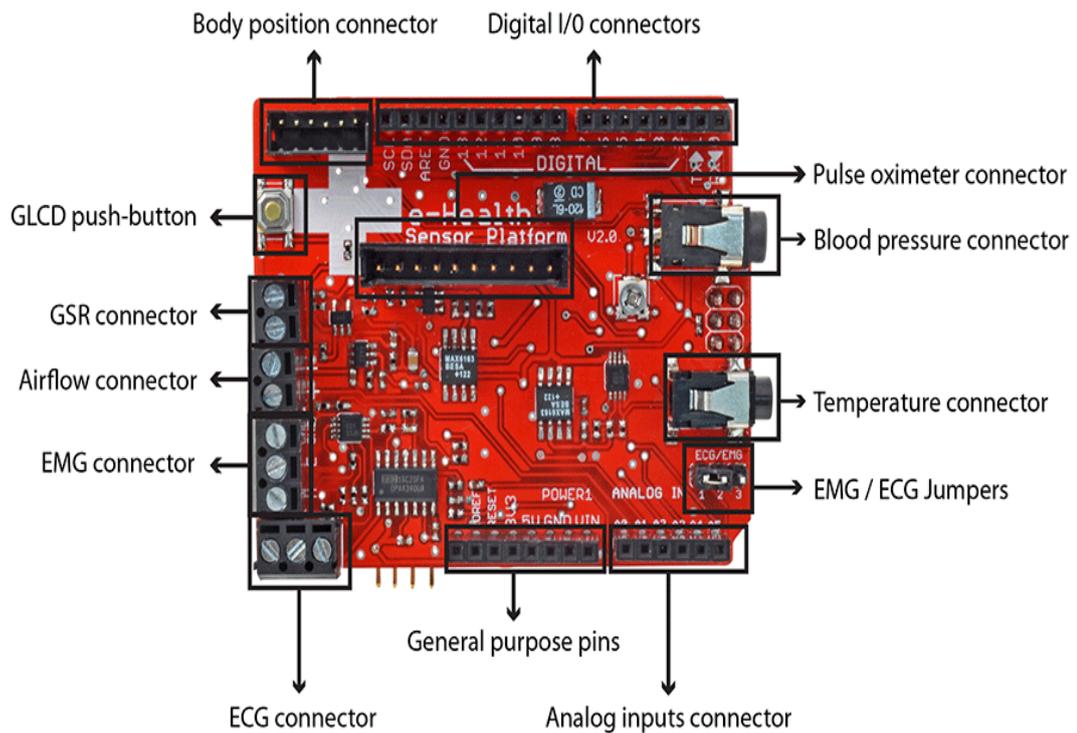


Figura 3-13 Esquema de conexión de los sensores médicos. Detalle de cada pin o conector para cada sensor médico. (Hacks, s.f.)

En el siguiente gráfico se muestra el equipamiento completo para la lectura de datos médicos donde se unifica Raspberry Pi, Puente de conexión y plataforma de sensores médicos.

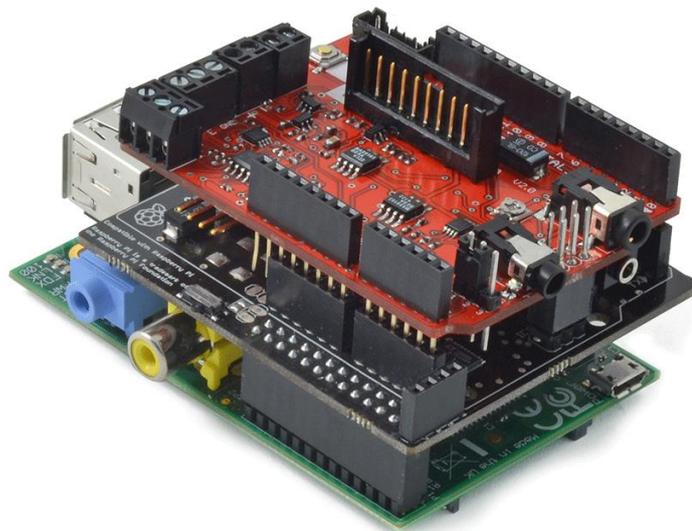


Figura 3-14 Hardware completo para la lectura de sensores médicos. Integración de tecnología para captura de datos médicos. Fuente (Hacks, s.f.)

3.4.4.1 Características de la plataforma de sensores médicos

- ✓ Almacenamiento y uso de las mediciones de glucosa.
- ✓ Monitoreo de la señal del ECG. (electrocardiograma)

- ✓ Monitoreo de señales EMG. (electromiografica)
- ✓ Control de flujo de aire del paciente.
- ✓ Datos de la temperatura corporal.
- ✓ Mediciones de la respuesta galvánica de la piel.
- ✓ Detección de la posición del cuerpo.
- ✓ Funciones de pulso y oxígeno.
- ✓ Dispositivo de control de la presión arterial.
- ✓ Múltiples sistemas de visualización de datos.
- ✓ Compatible con todos los dispositivos UART. (comunicación serial)

3.4.5 Topología de conexión del servidor Raspberry PI

El módulo de captura de datos clínicos está formado por un mini ordenador que se lo utiliza como servidor del sistema de telemedicina y de la central telefónica, el servidor es el raspberry PI dentro de su almacenamiento se encuentran instaladas las aplicaciones para el sistema de telemedicina al cual accedemos desde cualquier máquina de la LAN y para tener conectividad al internet tendrá que hacerlo por medio de un dispositivo router como se muestra en la siguiente figura.

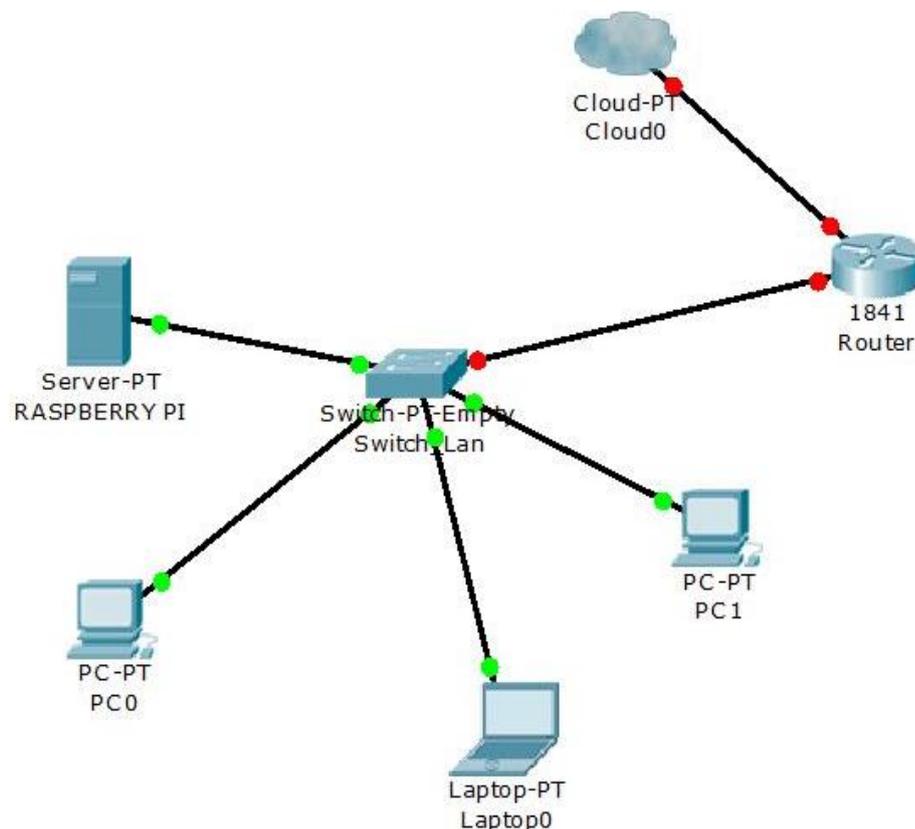


Figura 3-15 Esquema de topología para el raspberry PI. Conectividad del servidor en una LAN.

3.5 Sensores médicos

La plataforma de salud permite la conexión de diez sensores médicos con la finalidad de realizar aplicaciones de telemedicina usando interfaces de conexión que permita de alguna otra manera monitorear datos médicos y precisar un diagnóstico lo más rápido posible.

Los sensores que vienen en la plataforma de salud son los siguientes: pulso, oxígeno en sangre (SpO₂), el flujo de aire (respiración), la temperatura corporal, electrocardiograma (ECG), glucómetro, la respuesta galvánica de la piel (GSR - sudoración), la presión arterial (esfigmomanómetro), la posición del paciente (acelerómetro) y músculo / sensor electromiografía (EMG).



Figura 3-16 Kit completo de sensores médicos para plataforma de salud. Sensores médicos conectados al dispositivo de plataforma de salud controlado por Raspberry PI. Fuente (Hacks, s.f.)

3.5.1 Glucómetro

Es un dispositivo médico para determinar la concentración aproximada de glucosa en la sangre. Una pequeña gota de sangre, que se obtiene mediante un pinchazo en la piel con una lanceta, se coloca sobre una tira de prueba desechable que el medidor lee y utiliza para calcular el nivel de glucosa en sangre.

La unidad de medida que muestra el dispositivo es en mg/dl (miligramos/decilitro). A pesar de intervalos muy variables entre las comidas o el consumo ocasional de comidas con una carga sustancial de hidratos de carbono, los

niveles de glucosa en la sangre humana tienden a permanecer dentro de la gama normal. Sin embargo, poco después de comer, el nivel de glucosa en la sangre puede aumentar, en los no diabéticos, de manera temporal hasta 140 mg/dl o un poco más. (Hacks, s.f.)

Tabla 2: Clasificación de la glucosa para adultos

Tipo	Valor
Normal	70 - 100
Hipoglucemia	Menor de 70
Hiperglucemia	Mayor de 100

Nota: Detalle de los niveles de glucosa en personas mayores de 18 años.



Figura 3-17 Sensor glucómetro. Kit de trabajo para la de medición de la glucosa. Fuente (Hacks, s.f.)

3.5.1.1 Configuración del sensor glucómetro

Para la configuración de la fecha y hora, hay que abrir el compartimiento de la batería y presionar el botón negro. Se puede actualizar la fecha, hora y la unidad de medida (mg/dl) con un pequeño botón cerca de la batería en la parte trasera.

Cuando el glucómetro este apagado, pulse una vez PLZ (botón negro) a continuación se puede ver la pantalla, se modifica la fecha desde año, mes y día, pulse brevemente el botón frontal es para aumentar los datos (presión larga aumentará los datos rápido).

Para guardar los ajustes, los PLZ pulse brevemente el botón trasero varias veces hasta que vea la gran OFF en la pantalla y su apagado es automático.

3.5.1.2 Conexión del sensor glucómetro a la plataforma de salud

Antes de comenzar a usar el glucómetro necesitamos por lo menos una medida en la memoria del glucómetro.

Encienda el glucómetro y colocar una tira de prueba en la máquina cuando la máquina está lista. Mire el indicador para la colocación de la sangre en la tira.

Limpie la punta del dedo índice con alcohol antes de pincharse con una aguja o lanceta estéril.

Perforar la punta del dedo sobre la almohadilla suave, carnosa y obtener una gota de sangre. El tipo de gota de sangre es determinado por el tipo de banda que está utilizando

Coloque la gota de sangre en o en el lado de la tira.

El glucómetro tomará unos momentos para calcular la lectura de azúcar en sangre.

El glucómetro almacenará el valor en la memoria.

Con el fin de extraer los datos del glucómetro para el Raspberry Pi, conecte el cable a la plataforma de salud.

Usted debe ver en la pantalla glucómetro el mensaje "PC", que indica que la conexión correcta.



Figura 3-18 Lectura de muestra de un paciente. Posicionamiento del conector desechable a la superficie de medición. Fuente (Hacks, s.f.)



Figura 3-19 Conexión del glucómetro a la plataforma de salud. Conexión plug and play entre el glucómetro y la plataforma de salud. Fuente (Hacks, s.f.)

3.5.1.3 Lectura del sensor glucómetro

Para la lectura del glucómetro se necesita adquirir el dato de la glucosa con su unidad de medida al paciente a tratar, usando la programación de lenguaje C++ y la biblioteca de conexión eHealth.h como se muestra en el código a continuación, se realiza la adquisición de esos datos.

```
#include "eHealth.h"

void setup() {
    eHealth.readGlucometer();
    delay(100); }

void loop() {
    printf("%d mg/dl\n",eHealth.glucoseDataVector[0].glucose); }

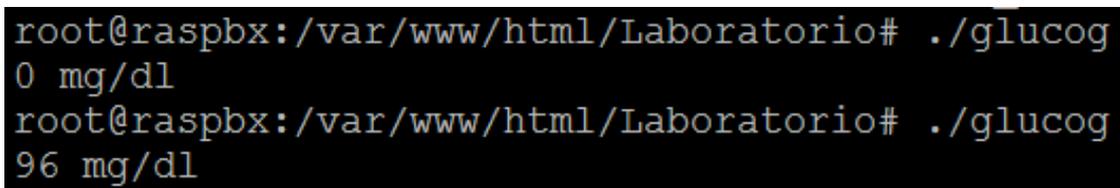
int main (){
    setup();
    loop();
    return (0); }
```

Para ejecutar el programa anterior se realiza una compilación y posteriormente se elige un archivo ejecutable con las siguientes líneas de comandos.

```
#g++ -c gluco.cpp -o gluco.o // Compilación
```

```
#g++ -lrt -lpthread gluco.cpp arduPi.o eHealth.o -o glucog //Archivo ejecutable
```

Realizando la ejecución del archivo tomará lectura del dispositivo glucómetro como se muestra en la siguiente imagen.



```
root@raspbx:/var/www/html/Laboratorio# ./glucog
0 mg/dl
root@raspbx:/var/www/html/Laboratorio# ./glucog
96 mg/dl
```

Figura 3-20 Lectura de datos del glucómetro. Detalle de dos tomas de lectura con el archivo ejecutable.

3.5.2 Sensor de pulso y oxígeno en la sangre

Según Hacks (s.f.) la oximetría de pulso es un método que indica la saturación arterial de oxígeno de la hemoglobina funcional.

La saturación de oxígeno se define como la medición de la cantidad de oxígeno disuelto en la sangre, basado en la detección de la hemoglobina y Desoxihemoglobina. Dos longitudes de onda de luz diferentes se utilizan para medir la diferencia real en los espectros de absorción de Hb y HbO₂.

El torrente sanguíneo se ve afectada por la concentración de Hb y HbO₂, y sus coeficientes de absorción se mide usando dos longitudes de onda 660 nm (espectros de luz roja) y 940 nm (espectros de luz infrarroja). Desoxigenada y la hemoglobina oxigenada absorben diferentes longitudes de onda.

Hemoglobina desoxigenada (Hb) tiene una absorción mayor a 660 nm y la hemoglobina oxigenada (HbO₂) tiene una mayor absorción en 940 nm. A continuación, un fotodetector percibe la luz no absorbida de los Leds para calcular la saturación arterial de oxígeno.

Un sensor de oxímetro de pulso es útil en cualquier entorno en el que la oxigenación del paciente es inestable, incluyendo cuidados intensivos, operación, recuperación, situaciones de emergencia y la sala del hospital.

Los rangos normales aceptables para los pacientes son 95 a 99 por ciento, los que tienen un problema en la unidad hipóxico sería de esperar valores sean entre el 88 al 94 por ciento, los valores de 100 por ciento pueden indicar envenenamiento por monóxido de carbono.

El sensor tiene que estar conectado a la plataforma de salud y no utilice la batería externa/interna.



Figura 3-21 Sensor de pulso y oxígeno en la sangre. Dispositivo con enchufe de conexión a la plataforma de salud. Fuente (Hacks, s.f.)

3.5.2.1 Conexión del sensor pulso y oxígeno en la sangre a la plataforma de salud

Conecte el módulo en la plataforma de sensores. El sensor tiene una sola forma de conexión para evitar errores y hacer la conexión más fácil.

Inserte su dedo en el sensor y pulse el botón ON.

Después de unos segundos obtendrá los valores en la pantalla del sensor.

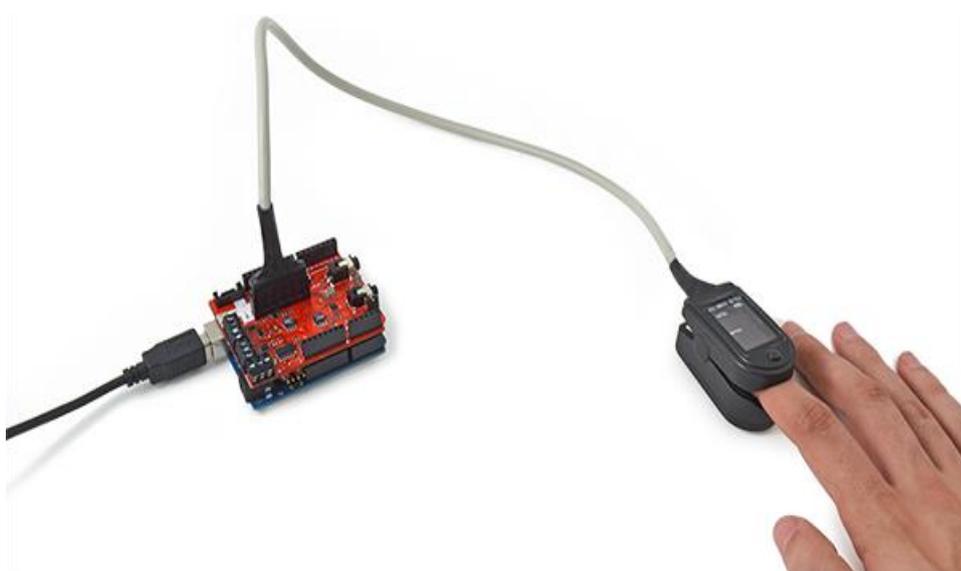


Figura 3-22 Conexión del sensor de pulso y oxígeno en la sangre. Toma de medida conectado a la plataforma de salud. Fuente (Hacks, s.f.)

3.5.2.2 Lectura del sensor de pulso y oxígeno en la sangre

Para la lectura del sensor de pulso y oxígeno se usa la programación de lenguaje C++ y la biblioteca de conexión eHealth.h como se muestra en el código a continuación, se realiza la adquisición de esos datos.

```
#include "eHealth.h"

int cont = 0;

void readPulsioximeter();

void setup() {
    eHealth.initPulsioximeter();

    //Attach the interruptions for using the pulsioximeter.
    attachInterrupt(6, readPulsioximeter, RISING); }

void loop() {
    printf("PRbpm : %d",eHealth.getBPM());

    printf("  %%SPo2 : %d\n", eHealth.getOxygenSaturation());

    digitalWrite(2,HIGH);

    delay(500); }

void readPulsioximeter(){
    cont ++;

    if (cont == 500) { //Get only of one 50 measures to reduce the latency

        eHealth.readPulsioximeter();

        cont = 0; } }

int main (){
    setup();

    while(1){
        loop(); }

    return (0); }
```

3.5.3 Sensor de presión arterial

La presión arterial es la presión de la sangre en las arterias, ya que se bombea alrededor del cuerpo por el corazón. Cuando el corazón late, se contrae y empuja la sangre a través de las arterias para el resto del cuerpo. Esta fuerza crea la presión en las arterias. La presión arterial se registra como dos números, la presión sistólica (cuando el corazón late) sobre la presión diastólica (cuando el corazón se relaja entre latidos). (Hacks, s.f.)



Figura 3-23 Sensor de presión arterial. Detalle de la presión sistólica y diastólica. Fuente (Hacks, s.f.)

El monitoreo de la presión arterial en el hogar es importante para mucha gente, especialmente si usted tiene presión arterial alta. La presión arterial no es la misma durante todo el tiempo.

Cambia para satisfacer las necesidades de su cuerpo. Se ve afectado por varios factores, incluyendo la posición del cuerpo, la respiración o el estado emocional, el ejercicio y el sueño. Lo mejor es medir la presión arterial cuando se está relajado y sentado o acostado.

La presión arterial alta (hipertensión) puede conducir a problemas graves como el infarto de miocardio, accidente cerebrovascular o enfermedad renal. La presión arterial alta generalmente no tiene ningún síntoma, por lo que necesita tener su presión arterial regularmente.

Tabla 3: Clasificación de la presión arterial para adultos

	Sistólica (mm Hg)	Diastólica (mm Hg)
La hipotensión	<90	<60
Deseado	90-119	60-79
La pre hipertensión	120-139	80-89
Etapa 1 hipertensión	140-159	90-99
Etapa 2 Hipertensión	160-179	100-109
Crisis hipertensiva	≥ 180	≥ 110

Nota: Detalle de las medidas de presión arterial que puede tener el ser humano mayor de 18 años. Fuente: (Hacks, s.f.).

3.5.3.1 Conexión del sensor presión arterial a la plataforma de salud

Antes de comenzar a utilizar el esfigmomanómetro necesitamos una medida al menos en la memoria del sensor de la presión arterial. Después de que podemos obtener toda la información contenida en el dispositivo. Coloque el esfigmomanómetro en el brazo (zona del bíceps). Encienda el dispositivo.

Encienda el manguito del esfigmomanómetro (pulse el botón ON). El sensor comenzará a realizar una medición. Después de unos pocos segundos, el resultado se muestra en la pantalla del esfigmomanómetro. Se almacenan los valores en la memoria.

Con el fin de extraer los datos del esfigmomanómetro a la plataforma de salud, conecte el cable y usted debe ver en la pantalla esfigmomanómetro el mensaje "UUU", lo que indica la conexión correcta.

Conecte el terminal de toma a la toma de presión arterial y la terminal mini-USB para el esfigmomanómetro. El cable se compone de dos cables adaptadores.

Con el fin de medir correctamente, es importante mantener el brazo y el manguito en la posición correcta. No haga movimientos bruscos porque la medida no será fiable.



Figura 3-24 Conexión del sensor de presión arterial a la plataforma de salud. Conexión para descarga de datos del esfigmomanómetro. Fuente (Hacks, s.f.)

3.5.3.2 Lectura del sensor de presión arterial

Para la lectura del sensor de presión arterial se usa la programación de lenguaje C++ y la biblioteca de conexión eHealth.h como se muestra en el código a continuación, se realiza la adquisición de esos datos.

```
#include "eHealth.h"

void setup() {

    eHealth.readBloodPressureSensor();

    delay(100); }

void loop() {

    uint8_t numberOfData = eHealth.getBloodPressureLength();

    printf("Number of measures : ");

    printf("%d\n",numberOfData);

    delay(100);

    for (int i = 0; i<numberOfData; i++) {

        printf("Measure number ");

        printf("%d\n",i + 1);

        printf("Date -> ");
```

```

printf("%d",eHealth.bloodPressureDataVector[i].day);
printf(" of ");
printf("%d",eHealth.numberToMonth(eHealth.bloodPressureDataVector[i].month));
printf(" of ");
printf("%d",2000 + eHealth.bloodPressureDataVector[i].year);
printf(" at ");
if (eHealth.bloodPressureDataVector[i].hour < 10) {
    printf("%d",0); // Only for best representation.  }
printf("%d",eHealth.bloodPressureDataVector[i].hour);
printf(":");
if (eHealth.bloodPressureDataVector[i].minutes < 10) {    printf("%d",0);  }
printf("%d\n",eHealth.bloodPressureDataVector[i].minutes);
printf("Systolic value : ");
printf("%d\n",30+eHealth.bloodPressureDataVector[i].systolic);
printf(" mmHg\n");
printf("Diastolic value : ");
printf("%d",eHealth.bloodPressureDataVector[i].diastolic);
printf(" mmHg\n");
printf("Pulse value : ");
printf("%d",eHealth.bloodPressureDataVector[i].pulse);
printf(" bpm\n");  }
delay(20000); }

int main (){    setup();
    while(1)  { loop();  }
    return (0);  }

```

3.5.4 Sensor de temperatura

La temperatura corporal depende del lugar en el cuerpo en el que se realiza la medición, la hora del día y el nivel de actividad de la persona. Diferentes partes del cuerpo tienen diferentes temperaturas.

Es de gran importancia médica debido a que un número de enfermedades están acompañadas por cambios característicos en la temperatura corporal.

Así mismo, el curso de ciertas enfermedades puede controlarse midiendo la temperatura del cuerpo y la eficiencia de un tratamiento iniciado puede ser evaluada por el médico. (Hacks, s.f.)

Tabla 4: Cambios de temperatura corporal

Hipotermia	<35,0 ° C (95,0 ° F)
Normal	36,5 a 37,5 ° C (97,7-99,5 ° F)
Fiebre o hipertermia	> 37,5 a 38,3 ° C (99,5 a 100,9 ° F)
Hiperpirexia	> 40,0 a 41,5 ° C (104 a 106,7 ° F)

Nota: Detalle de los diferentes cambios de temperatura corporal que puede tener el ser humano. Fuente: (Hacks, s.f.).



Figura 3-25 Sensor de temperatura. Kit de trabajo para la de medición de la temperatura. Fuente (Hacks, s.f.)

3.5.4.1 Calibración del sensor de temperatura

La precisión del sensor de temperatura del cuerpo es suficiente en la mayoría de aplicaciones. Pero se puede mejorar esta precisión por un proceso de calibración.

Cuando se utiliza el sensor de temperatura, en realidad se está midiendo una tensión y en relación a lo que la temperatura del sensor debe ser. Si usted puede evitar errores en las mediciones de voltaje y representar la relación entre la tensión y la temperatura con mayor precisión, puede obtener mejores lecturas de temperatura.

La calibración es un proceso de medición de valores reales de tensión y resistencia. En el archivo eHealth.cpp podemos encontrar la función getTemperature. Los valores [Rc=4700.0, Ra=4700.0, Rb=821.0, RefTension=3.0] están definidos por defecto.

Si se mide estos valores con un multímetro y se modifica la biblioteca se obtendrá una mayor precisión. Los valores [Rc=3826.0, Ra=3834.0, Rb=821.0, RefTension=2.4].

Conectando las terminales del multímetro en los extremos de las resistencias medimos el valor de resistencia, con el dispositivo apagado. De la misma manera se mide el voltaje de referencia cable rojo y cable negro, pero con el multímetro en medida de tensión.

3.5.4.2 Conexión del sensor de temperatura a la plataforma de salud

Para la toma de medidas de temperatura, conecte el sensor en el conector jack utilizando el adaptador, el modelo usado en el proyecto de tesis no posee este conector.

Haga el contacto entre la parte metálica y tu piel. Use un pedazo de cinta adhesiva para sujetar el sensor conectado a la piel, como se muestra en la siguiente imagen.



Figura 3-26 Conexión del sensor de temperatura a una plataforma de salud. Toma de medida conectado a la plataforma de salud. Fuente (Hacks, s.f.)

3.5.4.3 Lectura del sensor de temperatura

Para la lectura de la temperatura se necesita adquirir el dato de la temperatura corporal del paciente a tratar, usando la programación de lenguaje C++ y la biblioteca de

conexión eHealth.h como se muestra en el código a continuación, se realiza la adquisición de esos datos.

```
#include "eHealth.h"

void loop() {

    float temperature = eHealth.getTemperature();

    printf("Temperature : %f \n", temperature);

    delay(2000); }

int main (){

    while(1){

        loop();    }

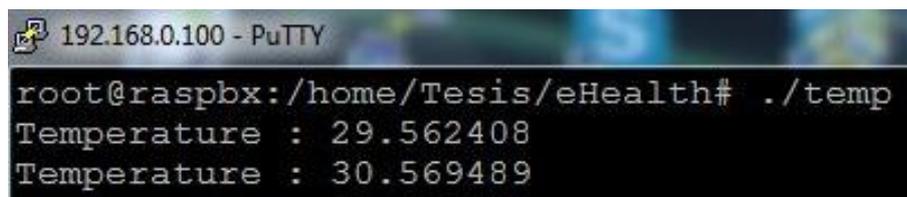
    return (0); }
```

Para ejecutar el programa anterior se realiza una compilación y posteriormente se elige un archivo ejecutable con las siguientes líneas de comandos:

```
#g++ -c temp.cpp -o temp.o // Compilación

#g++ -lrt -lthread temp.cpp arduPi.o eHealth.o -o temp //Archivo ejecutable
```

Realizando la ejecución del archivo tomará lectura del dispositivo de temperatura como se muestra en la siguiente imagen.



```
192.168.0.100 - PuTTY
root@raspbx:/home/Tesis/eHealth# ./temp
Temperature : 29.562408
Temperature : 30.569489
```

Figura 3-27 Lectura de datos del sensor temperatura. Detalle de dos tomas de lectura con el archivo ejecutable.

4. CONFIGURACIÓN DE UNA CENTRAL TELEFÓNICA VOIP (ASTERISK) ADMINISTRADO VÍA WEB (FREEPBX)

4.1 Estructura de la FreePBX

Junto con el sistema operativo Raspbx se instala la aplicación de asterisk que es una herramienta para configuraciones de VOIP por medio de consola, en la actualidad muchos de estos sistemas cuentan con configuraciones por medio de interfaz Web haciendo que el usuario tenga una interfaz agradable en la administración. La aplicación usada en el proyecto de tesis es el FreePbx. Se ingresa al servicio por medio del apache y la dirección IP del servidor (Raspberry).

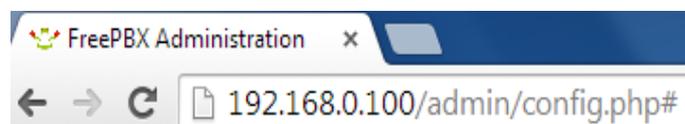


Figura 4-1 Dirección IP del servidor. Direccionamiento al administrador de central telefónica.

El usuario administrador ingresa usando el user: admin y el password: J0921PbX. Se carga la presentación del sistema.

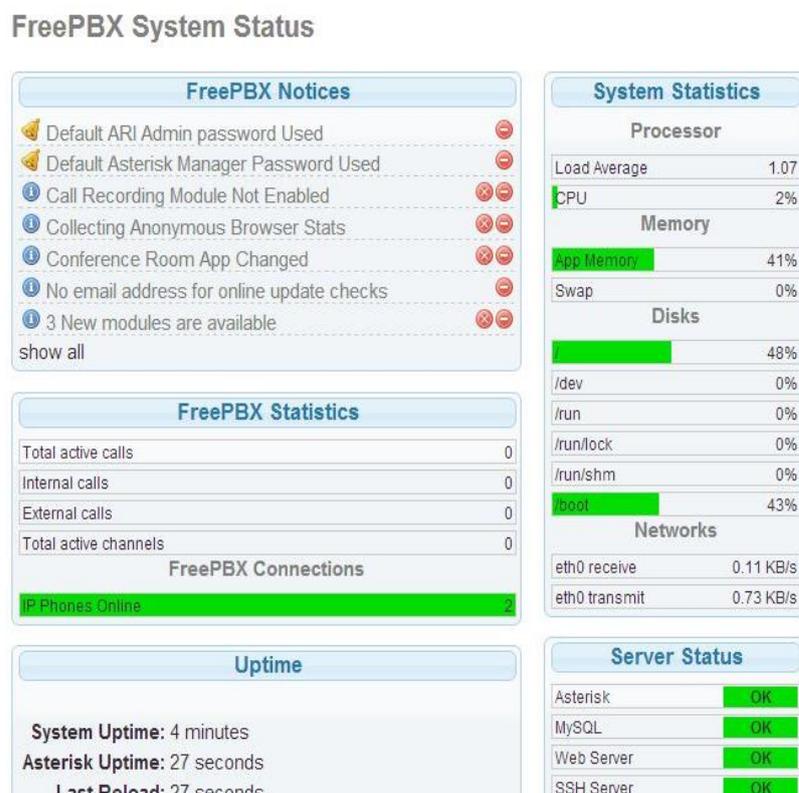


Figura 4-2 Pantalla de control del FreePBX. Pantalla donde se muestra el estado de los servicios de la central telefónica.

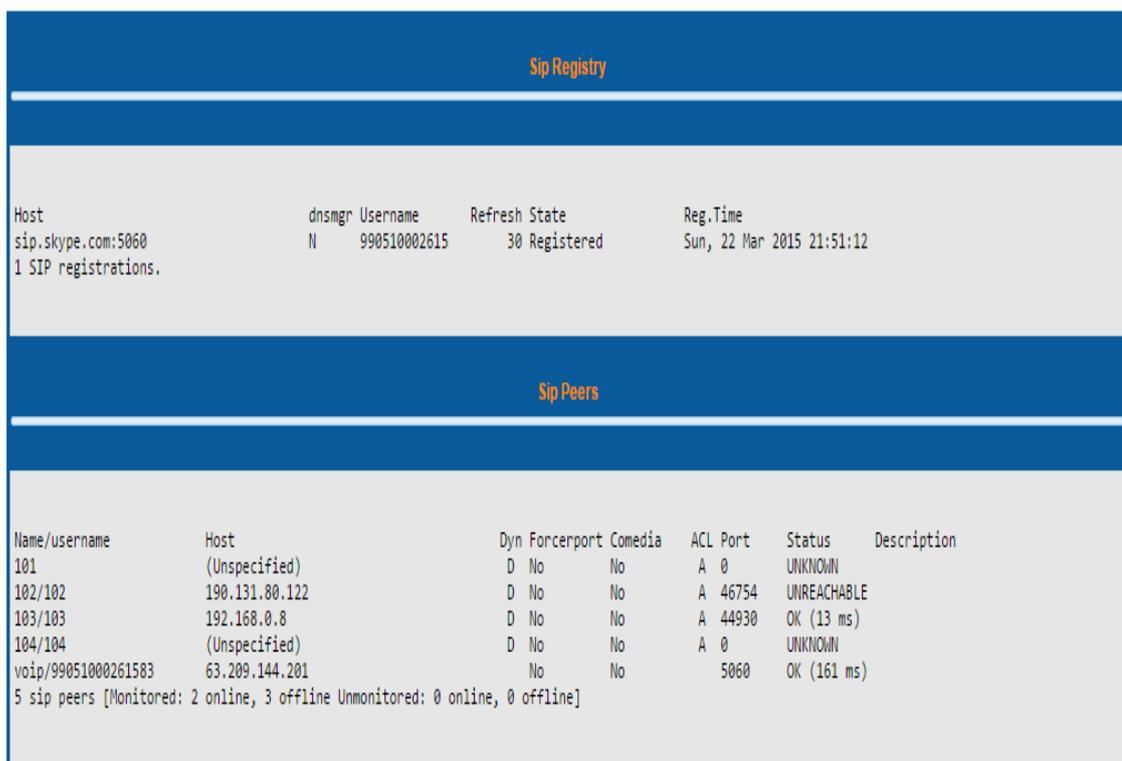
4.2 Configuración de cuentas SIP

En la figura 4-3 se muestra las cuentas SIP creadas tanto para extensiones internas como para troncal usada en llamada saliente.

Se verifica cuáles son las extensiones que poseen estatus ok las que están habilitadas para hacer llamadas internas.

Además se verifica el registro de la troncal SIP con nuestro proveedor Skype.

Asterisk (Ver. 11.15.0): Sip Info



The screenshot displays the Asterisk SIP configuration interface, divided into two main sections: 'Sip Registry' and 'Sip Peers'. The 'Sip Registry' section shows a single registration for 'sip.skype.com:5060' with a status of 'Registered'. The 'Sip Peers' section lists five peers with their respective configurations and statuses.

Host	dnsmgr	Username	Refresh	State	Reg. Time
sip.skype.com:5060	N	990510002615	30	Registered	Sun, 22 Mar 2015 21:51:12

1 SIP registrations.

Name/username	Host	Dyn	Forcerport	Comedia	ACL	Port	Status	Description
101	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNKNOWN	
102/102	190.131.80.122	D	No	No	A	46754	UNREACHABLE	
103/103	192.168.0.8	D	No	No	A	44930	OK (13 ms)	
104/104	(Unspecified)	D	No	No	A	0	UNKNOWN	
voip/99051000261583	63.209.144.201		No	No		5060	OK (161 ms)	

5 sip peers [Monitored: 2 online, 3 offline Unmonitored: 0 online, 0 offline]

Refresh

Figura 4-3 Resumen de extensiones SIP y troncal con Skype. Detalle de las extensiones SIP creadas y la troncal SIP en cuenta Skype con sus diversos parámetros.

En la siguiente figura se puede apreciar la configuración que se realiza a cada extensión modificando los siguientes parámetros: secret, context y el nombre de la extensión.

secret: contraseña de autenticación para extensión SIP.

context: el contexto donde se realiza las llamadas from-internal.

Extension: 103

Delete Extension 103

- Edit Extension

Display Name
CID Num Alias
SIP Alias

- Extension Options

Outbound CID
Asterisk Dial Options Override
Ring Time
Call Forward Ring Time
Outbound Concurrency Limit
Call Waiting
Call Screening
Pinless Dialing
Emergency CID
Queue State Detection

Add Extension
celu <101>
Pc2 <102>
Oficina <103>

This device uses sip technology.

secret	tesis103
dtmfmode	RFC 2833
canreinvite	No
context	from-internal
host	dynamic
trustpid	Yes
sendrpid	No
type	friend
nat	No - RFC3581
port	5060
qualify	yes
qualifyfreq	60
transport	UDP Only
avpf	No
icesupport	No
encryption	No
callgroup	
pickupgroup	
disallow	
allow	
dial	SIP/103
accountcode	
mailbox	103@device
vmexten	
deny	0.0.0.0/0.0.0.0
permit	0.0.0.0/0.0.0.0

Figura 4-4 Configuraciones de extensiones internas. Detalle de los parámetros de configuración activados por defecto.

Con el sistema FreePbx se obtiene un reporte de las llamadas realizadas tanto internas como salientes, se lo puede apreciar en la siguiente figura.

Call Detail Record - Search Returned 7 Calls

Call Date	Recording	System	CallerID	Outbound CallerID	DID	App	Destination	Disposition	Duration
2015-02-23 11:03:01		1424707381.2	*Pc2 *102>			Dial	103	ANSWERED	00:39
2015-02-23 11:01:41		1424707301.0	*Oficina *103>			Dial	102	ANSWERED	00:38
2015-02-22 15:27:00		1424838820.3	*Pc2 *102>			Dial	101	ANSWERED	00:17
2015-02-22 15:25:47		1424838747.1	*celu *101>			Dial	102	ANSWERED	00:49
2015-02-22 14:58:28		1424834988.8	*Oficina *103>			Dial	102	ANSWERED	00:11
2015-02-22 14:58:00		1424834980.6	*Oficina *103>			Dial	102	ANSWERED	00:19
2015-02-22 14:47:29		1424834449.4	*Oficina *103>			Dial	102	ANSWERED	00:18

Figura 4-5 Reporte de procesos de llamadas. Detalle de las llamadas realizadas sean estas internas o salientes.

Los clientes que accedan al PBX lo pueden hacer usando teléfonos IP o softphone es decir un software telefónico. Se instaló la aplicación de softphone (ZOIPER) tanto en Pc, Tablet y celular, pruebas de llamadas internas y salientes exitosas.

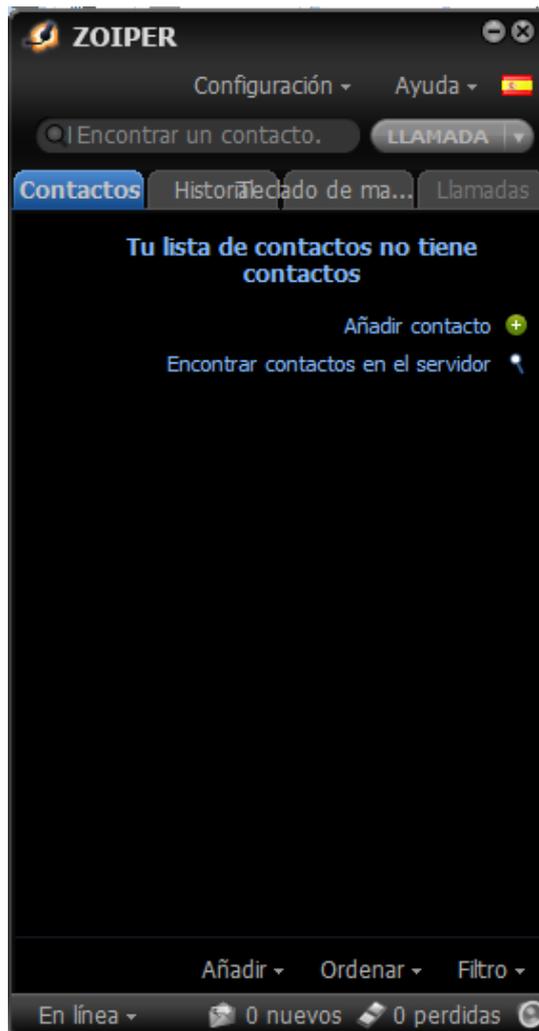


Figura 4-6 Ventana principal de softphone (ZOIPER). Aplicación usada desde cualquier equipo multimedia para realizar llamadas VOIP.

4.3 Configuración de troncales SIP

Se tiene un canal SIP adquirido por Skype, nos permite por ese canal hacer llamadas salientes a líneas locales y a celulares.

En la figura siguiente se puede apreciar los datos otorgado por dicho proveedor que se encuentran configurados en la parte PEER Details, se utiliza un nombre de troncal y el outbound callerid que es el número de cuenta de mi proveedor skype.

General Settings

Trunk Name [?]:

Outbound CallerID [?]:

CID Options [?]:

Maximum Channels [?]:

Asterisk Trunk Dial Options [?]: Override

Continue if Busy [?]: Check to always try next trunk

Disable Trunk [?]: Disable

Dialed Number Manipulation Rules [?]

(prepend) + prefix | match pattern

Dial Rules Wizards [?]:

Outbound Dial Prefix [?]:

Outgoing Settings

Trunk Name [?]:

PEER Details [?]:

```
host=sip.skype.com
username=99051000261583
secret=7RxdgW9z7vpqPQ
type=peer
qualify=yes
insecure=port,invite
context=from-pstn
```

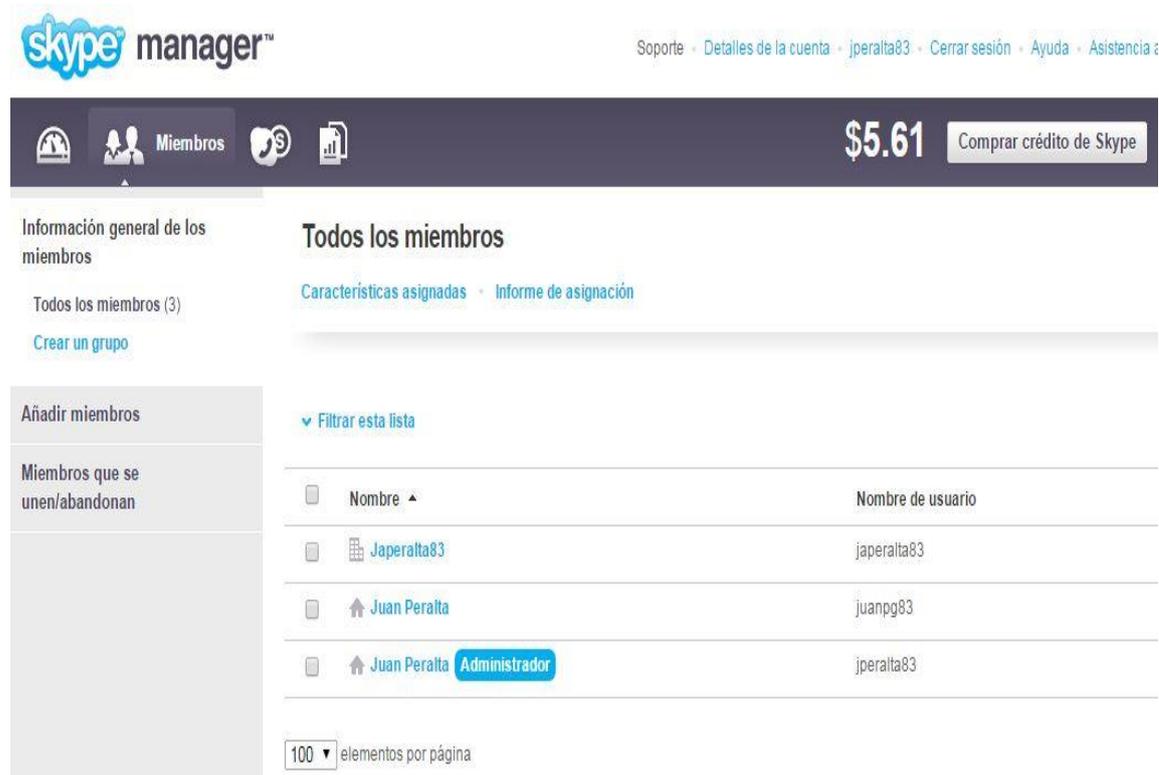
Figura 4-7 Parámetros de la troncal SIP. Configuración de datos de troncal SIP para realizar llamadas salientes.

4.4 Proveedor de cuenta SIP

Se escoge como proveedor para tener acceso de llamadas salientes a la aplicación Skype la misma que tiene trayectoria a nivel mundial.

Esto funciona asignando una cuenta administrador que se lo implementa con el Skype Manager, dentro de él se registran los usuarios o miembros con cuentas personales o administrada.

En la siguiente figura se muestra la pantalla principal del Skype Manager y sus miembros activos.



The screenshot shows the Skype Manager interface. At the top, there is a navigation bar with the Skype Manager logo on the left and links for 'Soporte', 'Detalles de la cuenta', 'jperalta83', 'Cerrar sesión', 'Ayuda', and 'Asistencia' on the right. Below the navigation bar, there is a dark header with icons for 'Miembros', a balance of '\$5.61', and a 'Comprar crédito de Skype' button. The main content area is divided into two sections: 'Información general de los miembros' on the left and 'Todos los miembros' on the right. The 'Todos los miembros' section includes a 'Filtrar esta lista' dropdown, a table of members, and a '100 elementos por página' selector.

Nombre	Nombre de usuario
<input type="checkbox"/> Japeralta83	japeralta83
<input type="checkbox"/> Juan Peralta	juanpg83
<input type="checkbox"/> Juan Peralta Administrador	jperalta83

Figura 4-8 Pantalla principal del Skype Manager. Listado de cuentas administradas por el Skype Manager.

Una vez que tenemos seleccionados los usuarios o miembros se habilita un perfil SIP para la troncal esto se lo hace con el Skype Connect que se muestra a continuación.

Skype Connect

Conecta tu actual sistema PBX con SIP a Skype con Skype Connect. [Más información](#)

Tus perfiles SIP

[Crear un perfil SIP](#)

Tesis [Ver perfil](#)

Canales	Compra un plan de canales para activar este perfil
Llamadas salientes	Configurar llamadas salientes
	¿Llamas con frecuencia a Estados Unidos? Configura paquetes de minutos para Estados Unidos
Llamadas entrantes	Configurar llamadas entrantes

Figura 4-9 Ventana principal del Skype Connect. Creación del perfil SIP para asignación de canal de troncal con skype.

Una vez creado el perfil SIP nuestro proveedor otorga una información de autenticación que se muestra en la figura siguiente.

Información de autenticación

[« Volver a lista de perfiles SIP](#)

Elige la forma de autenticación que necesitas para tu PBX.

Registro (Nombre de usuario / contraseña) **o autenticación por IP**

Usuario de SIP	99051000261583
Contraseña	***** Generar una contraseña nueva
Dirección de Skype Connect	sip.skype.com
Puerto UDP	5060

Figura 4-10 Información de autenticación troncal SIP. Datos de autenticación que me asigna el proveedor de troncal SIP.

5. INTERFAZ DE USUARIO CON CONEXIÓN A UNA BASE DE DATOS

5.1 Sistema de Telemedicina

El módulo cliente de datos clínicos posee la siguiente descripción de conexión cliente-servidor, un servidor local y un servidor en línea.

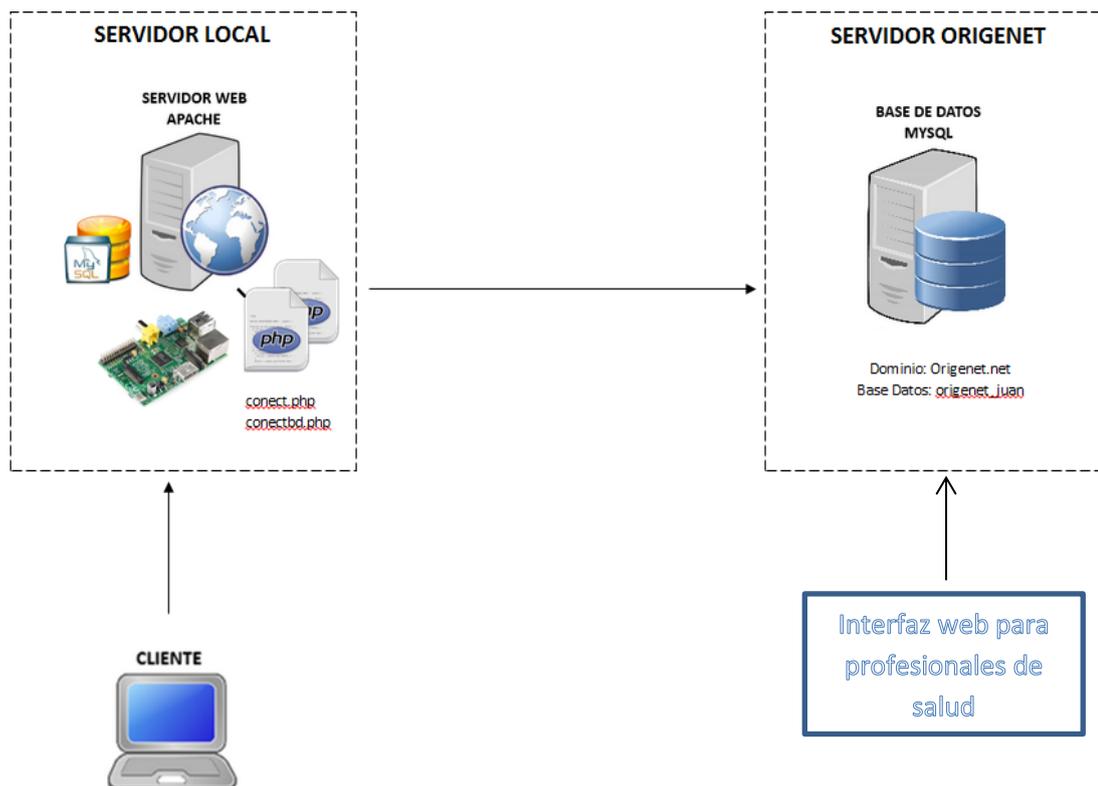


Figura 5-1 Esquema cliente-servidor del módulo de telemedicina. Diagrama de conexión del sistema telemedicina a un servidor local y en la nube.

Se desarrolló una interfaz con programación PHP y MYSQL permitiendo el acceso a una interfaz amigable entre el médico que toma la muestra y el paciente a tratarse y la opción de realizar consulta a cada paciente, todo este sistema está almacenado en un servidor apache en la dirección /var/www/html/Laboratorio. Para ingresar al sistema hay dos tipos de usuario administrador y cliente.

Tabla 5: Usuarios registrados para ingreso al sistema

Usuario	Descripción	Contraseña
jperalta	Administrador	juan0610
ctoala	Cliente	12345

Nota: Nombre de los usuarios y contraseñas para ingresar al sistema telemedicina.



Ingreso al Sistema

La información de usuario o contraseña es incorrecta

Usuario:
 Pass:
 Migrar Información

Figura 5-2 Acceso al Sistema de Telemedicina. Ingreso al sistema donde se accede con la información de usuario y password.

El checkbox Migrar información habilita la sincronización o actualización de los registros de pacientes tanto local a servidor como servidor a local de manera interna.

Ingresando como **Administrador** al sistema se presenta la siguiente pantalla en la cual mostrara las opciones del menú y así mismo muestra las opciones que va a realizar el Dr. Tratante como son Operación, Reportes, Administración y Salir.

SISTEMA DE TELEMEDICINA

Sistema de Telemedicina

Usuario: jperalta
 Nombre: Juan Alberto Peralta
 Cargo: Saucos III

BIENVENIDO AL SISTEMA

Operación

Inicio

- Medición Telemedicina

Reportes

- Listado de Pacientes
- Historia Clínica

Administración

- Pacientes
- Usuarios
- Sincronizar Bases

Salir

- Salir

Sistema de Telemedicina

ADMINISTRADOR
SERVIDOR:LOCAL
Copyright © SoftMar

Figura 5-3 Pantalla principal del sistema de Telemedicina ingresando como administrador. Presentación de menú de opciones como administrador.

En el menú **Administración** se podrá ingresar la información básica de cada uno de los pacientes y almacenarla en una base de datos obteniendo registros de cada paciente ingresado, crear usuarios clientes con el fin de que realicen consultas al sistema y sincronizar las bases.

En la **Opción Pacientes** se muestra la lista de todos los pacientes en la cual podrá consultarlos por nombres, este podrá Ingresar, Modificar  o Eliminar  un paciente.



The screenshot displays the 'SISTEMA DE TELEMEDICINA' interface. At the top, there is a header with a heart icon and the system name. Below the header, a user profile for 'Juan Alberto Peralta' is shown on the left. The main area is titled 'Consulta de Pacientes' and features a search bar, a 'Ver' button, and a 'Nuevo' button. A table lists patient records with columns for identification numbers, names, addresses, and phone numbers. Each row includes two action buttons: a green 'edit' icon and a red 'delete' icon. The bottom of the page shows system information: 'ADMINISTRADOR SERVIDOR:LOCAL Copyright © SoftMar'.

Cedula	Paciente	Dirección	Peso	Teléfono	Acciones
0289756321	Lorena Moncayo	Portete y la 29	115	2875639	[Edit] [Delete]
0902813456	Felicia Gutierrez Villa	Naranjal Recinto el Aromo	160	0985295749	[Edit] [Delete]
0912345678	Alberto Peralta	Alborada	160.50	234567	[Edit] [Delete]
0919802215	Mario Pincay m	Guasmo Norte m	160.9	2420346 666	[Edit] [Delete]
0919802261	Humberto Plaza	Guasmo Norte	160.9	234567	[Edit] [Delete]
0952212892	Dafne Peralta	Sauces 4 maz.366 villa 20	35	2824159	[Edit] [Delete]
0986235482	Andres Rodriguez	Floresta II	120	2446661	[Edit] [Delete]

Figura 5-4 Consulta del listado por paciente. Listado de pacientes con la opciones de modificar y eliminar.

Al presionar el botón Nuevo se muestra el formulario de ingreso de cada paciente, es necesario ingresar toda la información y luego presionar el botón guardar.

SISTEMA DE TELEMEDICINA

Sistema de Telemedicina

Usuario: jperalta
 Nombre: Juan Alberto Peralta
 Cargo: Saucos III

Ingreso de Pacientes

Cedula:
 Paciente :
 Dirección:
 Teléfonos:
 Fecha Nacimiento: 04/06/2015 Peso:
 Tipo de Sangre: RH+
 Sexo: Masculino Estado Civil: Soltero(a)
 Ocupación:
 Observación:

Operación

Inicio
 Medición Telemedicina

Reportes
 Listado de Pacientes
 Historia Clínica

Administración
 Pacientes
 Usuarios
 Sincronizar Bases

Salir
 Salir

ADMINISTRADOR
 SERVIDOR:LOCAL
 Copyright © SoftMar

Guardar Cancelar

Figura 5-5 Formulario de ingreso de pacientes. Detalle de la ficha médica del paciente a ingresar.

En la **Opción Usuario** se muestra la lista de todos los usuarios en la cual podrá consultarlos por nombres, este podrá Ingresar, Modificar  o Eliminar  un usuario.

Al presionar el botón nuevo nos permite crear nuevos usuarios ya sean como administrador o cliente.

SISTEMA DE TELEMEDICINA

Sistema de Telemedicina

Usuario:
 jperalta
 Nombre:
 Juan Alberto Peralta
 Cargo:
 Sauces III

Ingreso de Usuario:

Nombre :

Apellido:

Cargo:

Email:

Teléfono:

Celular:

Usuario:

Clave:

Tipo:

CLIENTE
 ADMINISTRADOR
 CLIENTE

Guardar Cancelar

ADMINISTRADOR
 SERVIDOR:LOCAL
 Copyright © SoftMar

Figura 5-6 Formulario de ingreso de usuarios. Detalle de datos para usuarios de sistemas.

En la **Opción Sincronizar Bases** podemos subir la data de las mediciones realizadas durante las horas de toma de muestra, seleccionando el rango de fecha y dando clic en el botón matching se subirán los datos al servidor que está apuntando a originet.net.

El checkbox Limpiar base realiza un borrado de los registros de la base de datos local, después de haber sincronizado los datos.

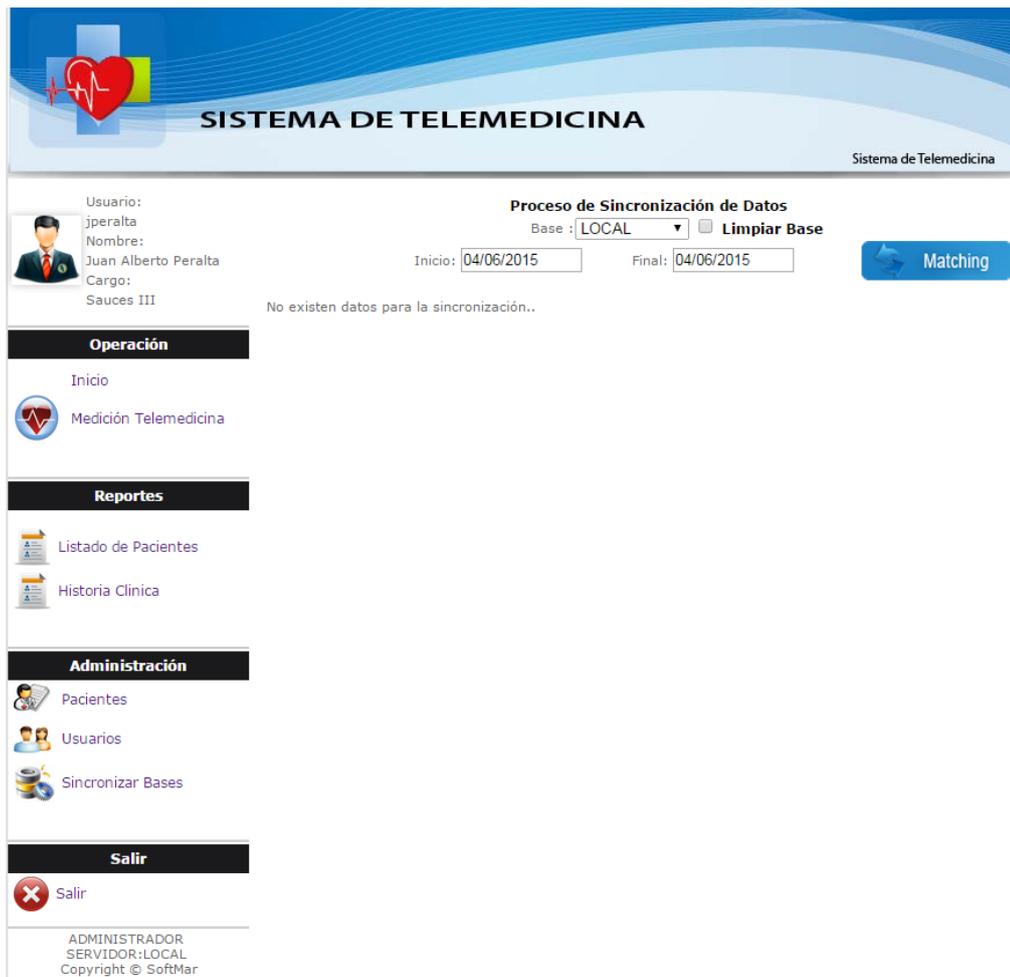


Figura 5-7 Proceso de sincronización de datos. Procedimiento de actualización de base de datos local a servidor.

En el menú **Reportes** se podrá verificar un listado de pacientes y su historia clínica.

En la **Opción Listado de pacientes** visualizamos un reporte de listado de los pacientes en forma general

SISTEMA DE TELEMEDICINA

Sistema de Telemedicina

Usuario:
jperalta
Nombre:
Juan Alberto Peralta
Cargo:
Sauces III

Operación

Inicio
Medición Telemedicina

Reportes

Listado de Pacientes
Historia Clínica

Administración

Pacientes
Usuarios
Sincronizar Bases

Salir

Salir

ADMINISTRADOR
SERVIDOR:LOCAL
Copyright © SoftMar

Reporte de Listado de Pacientes

#	Cedula	Paciente	Dirección	Teléfono
1	0912345678	Alberto Peralta	Alborada	234567
2	0986235482	Andres Rodriguez	Floresta II	2446661
3	0952212892	Dafne Peralta	Sauces 4 maz.366 villa 20	2824159
4	0902813456	Felicia Gubierrez Villa	Naranjal Recinto el Aromo	0985295749
5	0919802261	Humberto Plaza	Guasmo Norte	234567
6	0289756321	Lorena Moncayo	Portete y la 29	2875639
7	0919802215	Mario Pincay m	Guasmo Norte m	2420346 666
Total Pacientes : 7				

Fecha Impresion: 06 Apr 2015 04:00:03 AM
Total de Registros: 7
Reporte por: jperalta

Figura 5-8 Reporte de listado de pacientes. Datos personales de cada paciente ingresado.

En la **Opción Historia clínica** visualizamos el listado de los pacientes donde

podemos ver su historia clínica usando el siguiente icono.



SISTEMA DE TELEMEDICINA

Sistema de Telemedicina

Usuario:
jperalta

Nombre:
Juan Alberto Peralta

Cargo:
Sauces III

HISTORIA CLINICA



Operación

Inicio

Medición Telemedicina

Reportes

Listado de Pacientes

Historia Clínica

Administración

Pacientes

Usuarios

Sincronizar Bases

Salir

Salir

Datos del Pacientes

Cedula:

Paciente :

Dirección:

Teléfonos:

Fecha Nacimiento: Peso:

Tipo de Sangre:

Sexo: Estado Civil:

Ocupación:

Observación:

Registro de Medición del Paciente

1 / 1

::: Temperatura Rangos [35 a 37.5 normal]	
Fecha Registro	Valor
2015-04-10 00:41:46	29.2 C Hipotermia
2015-04-10 00:42:37	32.8 C Hipotermia

::: Glucómetro Rangos [70 a 100 normal]	
Fecha Registro	Valor
2015-04-10 00:43:07	96 mg/dl Normal

✕ Cancelar

ADMINISTRADOR
SERVIDOR:LOCAL
Copyright © SoftMar

Figura 5-9 Historia clínica por paciente. Detalle del registro de medición por paciente.

En el menú **Operación** muestra el acceso a la toma de medición.

En la **Opción Medición Telemedicina** se muestra el listado de pacientes que son sometidos a la lectura de toma médica que para el proyecto de tesis se ha realizado el estudio con cuatro sensores estos son: presión arterial, temperatura, oxígeno en la sangre y glucómetro.

De los cuales en el desarrollo práctico se lo realizo con el sensor de temperatura y el glucómetro.

SISTEMA DE TELEMEDICINA

Sistema de Telemedicina

Usuario: jperalta
Nombre: Juan Alberto Peralta
Cargo: Saucos III

Consulta de Pacientes [Ver](#)

1 / 1

Cedula: 0289756321 Paciente: Lorena Moncayo Dirección: Portete y la 29 Peso: 115 Teléfono : 2875639	
Cedula: 0902813456 Paciente: Felicia Gutierrez Villa Dirección: Naranjal Recinto el Aromo Peso: 160 Teléfono : 0985295749	
Cedula: 0912345678 Paciente: Alberto Peralta Dirección: Alborada Peso: 160.50 Teléfono : 234567	
Cedula: 0919802215 Paciente: Mario Pincay m Dirección: Guasmo Norte m Peso: 160.9 Teléfono : 2420346 666	
Cedula: 0919802261 Paciente: Humberto Plaza Dirección: Guasmo Norte Peso: 160.9 Teléfono : 234567	
Cedula: 0952212892 Paciente: Dafne Peralta Dirección: Saucos 4 maz.366 villa 20 Peso: 35 Teléfono : 2824159	
Cedula: 0986235482 Paciente: Andres Rodriguez Dirección: Floresta II Peso: 120 Teléfono : 2446661	

Operación

Inicio
Medición Telemedicina

Reportes

Listado de Pacientes
Historia Clinica

Administración

Pacientes
Usuarios
Sincronizar Bases

Salir

ADMINISTRADOR
SERVIDOR:LOCAL
Copyright © SoftMar

Figura 5-10 Operación medición telemedicina. Listado de los paciente que son sometidos a pruebas de los sensores médicos.

Después de haber ingresado el apellido o seleccionado de la lista presionamos el icono del lado derecho,  mostrará la siguiente información: los datos personales del paciente y adicional que opción de examen se tomará, este procederá a seleccionar una opción para poder almacenar la información referente en nuestra base de datos.

SISTEMA DE TELEMEDICINA

Sistema de Telemedicina

Usuario:
 jperalta
 Nombre:
 Juan Alberto Peralta
 Cargo:
 Sauces III

Operación

Inicio

Medición Telemedicina

Reportes

Listado de Pacientes

Historia Clínica

Administración

Pacientes

Usuarios

Sincronizar Bases

Salir

Salir

ADMINISTRADOR
 SERVIDOR: LOCAL
 Copyright © SoftMar

Datos del Pacientes

Cedula:	<input type="text" value="0986235482"/>
Paciente :	<input type="text" value="Andres Rodriguez"/>
Dirección:	<input type="text" value="Floresta II"/>
Teléfonos:	<input type="text" value="2446661"/>
Fecha Nacimiento:	<input type="text" value="02/15/1990"/> Peso: <input type="text" value="120"/>
Tipo de Sangre:	<input type="text" value="RH+"/>
Sexo:	<input type="text" value="Masculino"/> Estado Civil: <input type="text" value="Soltero(a)"/>
Ocupación:	<input type="text" value="Contable"/>
Observación:	<input type="text" value="Ninguna"/>

Ingreso de Datos de Telemedicina

**MEDIR
PRESION ARTERIAL**

**MEDIR
TEMPERATURA**

**MEDIR
OXIGENO EN LA SANGRE**

**MEDIR
GLUCOMETRO**

✕ Cancelar

Figura 5-11 Interfaz de adquisición de dato. Presentación de lectura de los sensores médicos.

SISTEMA DE TELEMEDICINA

Sistema de Telemedicina

Usuario: jperalta
 Nombre: Juan Alberto Peralta
 Cargo: Saucos III

Datos del Pacientes

Cedula: 0919802261
 Paciente: Humberto Plaza
 Dirección: Guasmo Norte
 Teléfonos: 234567
 Fecha Nacimiento: 12/02/2014 Peso: 160.9
 Tipo de Sangre: RH+
 Sexo: Masculino Estado Civil: Soltero(a)
 Ocupación: Ingeniero
 Observación: Hipertenso

Operación

Inicio
 Medición Telemedicina

Reportes

Listado de Pacientes
 Historia Clínica

Administración

Pacientes
 Usuarios
 Sincronizar Bases

Salir

1 / 1	
::: Temperatura Rangos [35 a 37.5 normal]	
Fecha Registro	Valor
2015-04-10 00:29:58	21.8 C Hipotermia
2015-04-10 00:34:12	33.5 C Hipotermia
2015-04-10 00:37:52	34.0 C Hipotermia
2015-04-10 00:38:29	35.4 C Normal
::: Glucometro Rangos [70 a 100 normal]	
Fecha Registro	Valor
2015-04-10 00:14:24	88 mg/dl Normal
2015-04-10 00:16:43	0 mg/dl Hipoglucemia
2015-04-10 00:24:38	96 mg/dl Normal

Figura 5-12 Presentación de lectura de datos por paciente. Detalle de cada medición y su descripción médica.

Ingresando como **Cliente** al sistema se presenta la siguiente pantalla en la cual mostrara las opciones del menú Reportes y Salir que son las opciones que va a poder realizar el Dr. Especialista

Este usuario cliente solo podrá realizar consultas del menú Reportes que se detalló anteriormente.



Figura 5-13 Interfaz inicial de ingreso para cuenta cliente. Pantalla principal del sistema de Telemedicina ingresando como cliente.

5.2 Conexión a una base de datos

Se posee una base de datos conformada por el gestor MySQL, es una aplicación de software libre y donde se aloja toda la información de nuestro sistema Telemedicina, a estos datos los podemos verificar desde la consola o por medio de aplicaciones libres como es el Navicat.

Para el proyecto de tesis se han creado seis tablas de registros de datos para el sistema de telemedicina.

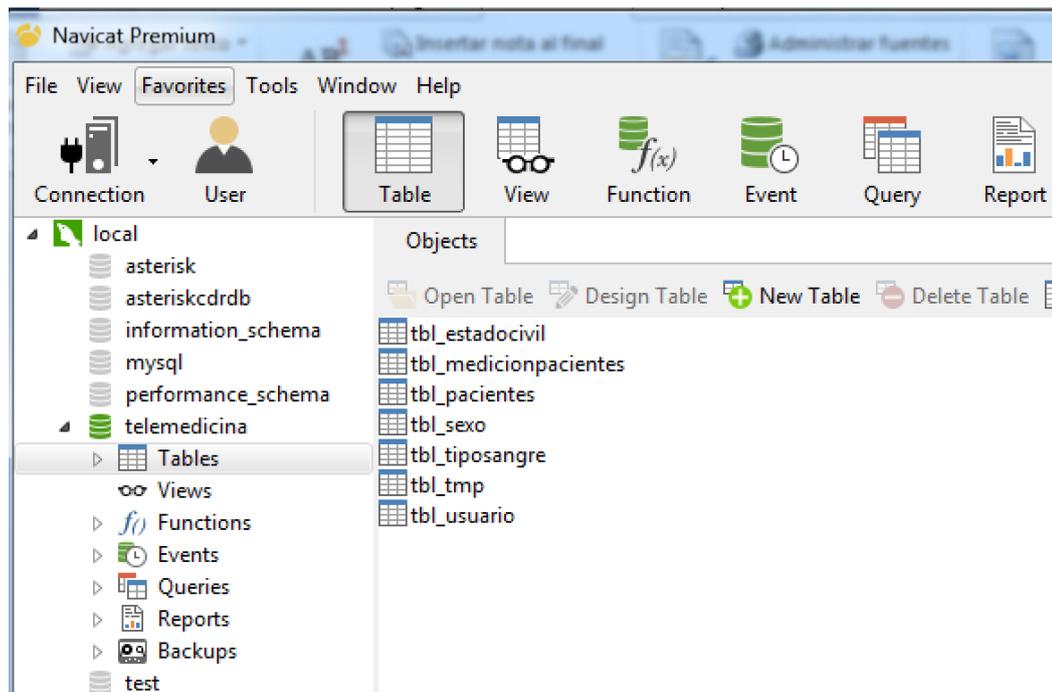


Figura 5-14 Tablas utilizadas en el sistema telemedicina. Descripción de base de datos desde un administrador externo.

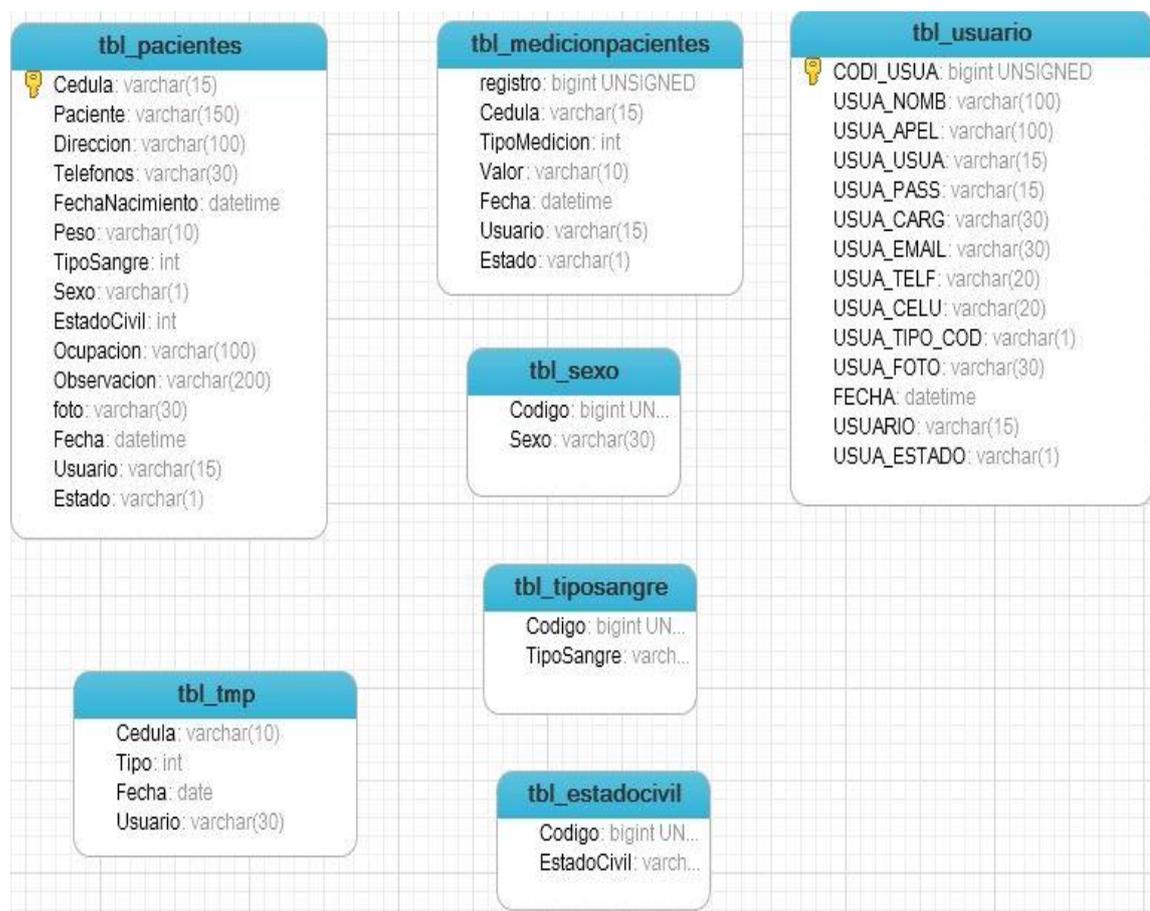
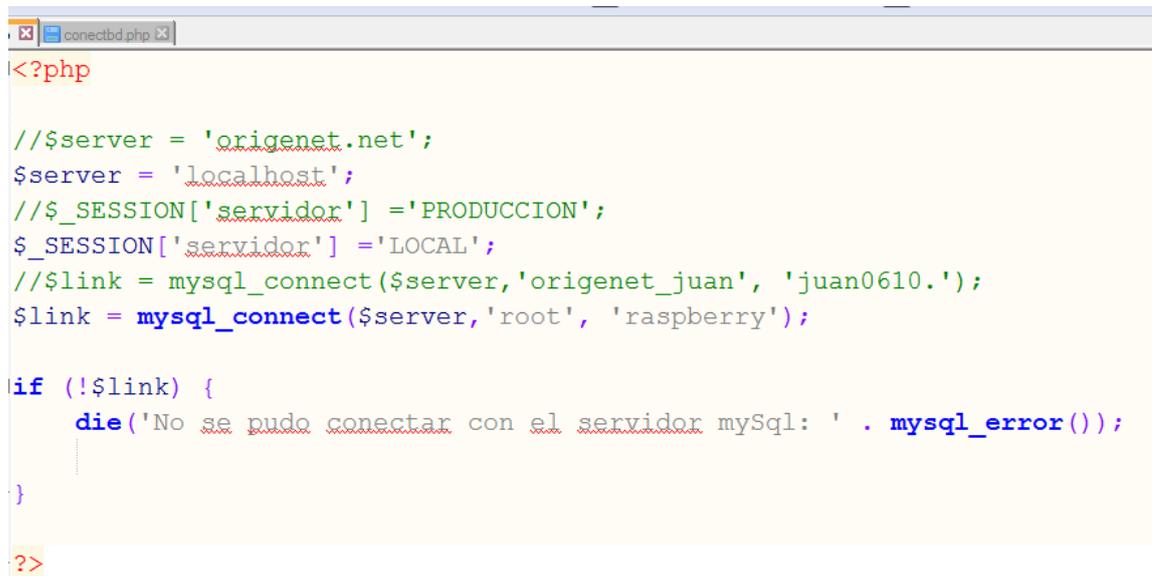


Figura 5-15 Descripción de entidades y campos de la base telemedicina. Entidades y tipo de datos de los campos de la base de datos.

Para realizar la conexión a la base de datos utilizamos dos archivos estos son el conect.php y conectbd.php.



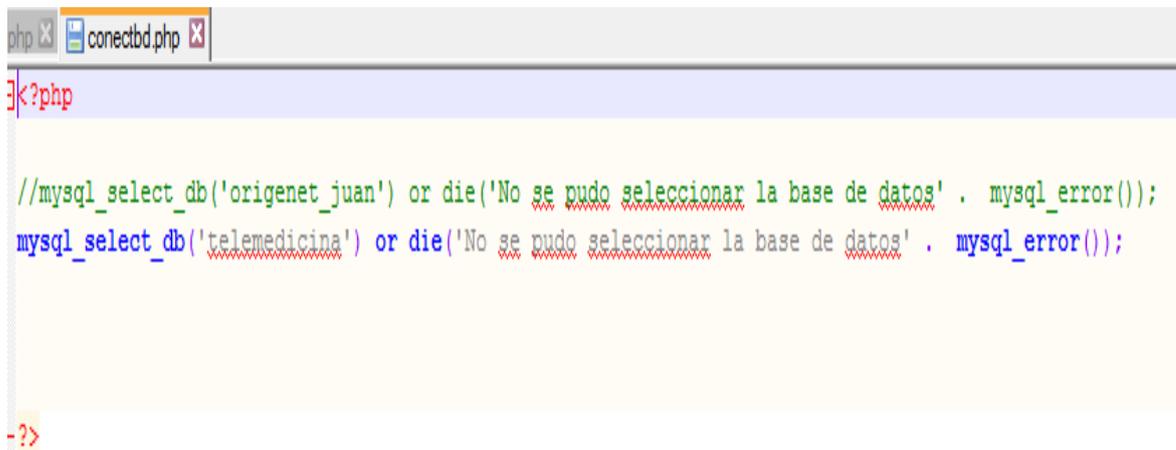
```
<?php

//$server = 'origenet.net';
$server = 'localhost';
//$_SESSION['servidor'] = 'PRODUCCION';
$_SESSION['servidor'] = 'LOCAL';
//$link = mysql_connect($server, 'origenet_juan', 'juan0610. ');
$link = mysql_connect($server, 'root', 'raspberry');

if (!$link) {
    die('No se pudo conectar con el servidor mySql: ' . mysql_error());
}

?>
```

Figura 5-16 Conexión a la base de datos con el archivo conect.php con sentencias SQL. Código de conexión como localhost a la base de datos local.



```
<?php

//mysql_select_db('origenet_juan') or die('No se pudo seleccionar la base de datos' . mysql_error());
mysql_select_db('telemedicina') or die('No se pudo seleccionar la base de datos' . mysql_error());

-?>
```

Figura 5-17 Conexión a la base de datos con el archivo conectbd.php con sentencias SQL. Conexión a la base de datos telemedicina.

5.2.1 Consultas utilizadas en el módulo para la lectura de sensores

Se muestra un script donde se referencia a la base de datos se ejecuta, el archivo de lectura para los dos sensores de prueba estos son temperatura y glucómetro y enviando los datos a un archivo plano para posteriormente ser enviados a la base.

```

</script> <?php
$sql = "delete from tbl_tmp" ;
$result = mysql_query($sql) or die('No se pudo insertar registros en la tabla... ' . mysql_error());

$fecha = 'NOW()';
$usuario = 'ADMIN';
$sql = "INSERT INTO tbl_tmp(Cedula,Tipo,Usuario,Fecha) VALUES ('" ;
$sql = $sql . $_GET['Cedula'] . "','";
$sql = $sql . $_GET['VAX'] . "','";
$sql = $sql . $_SESSION['usua_cod'] . "','";
$sql = $sql . $fecha . "'";
$result = mysql_query($sql) or die('No se pudo insertar registros en la tabla... ' . mysql_error());
$j = 0;

// codigo para leer el archivo generado con la lectura del glucometro

$ValorMedicion = 0;
switch ($dato)
{
    case 2: // medicion de Temperatura
        $Tipo = 'Temperatura';
        exec("sudo /var/www/html/Laboratorio/temp");
        $file = fopen("temperatura.txt", "r") or exit("Unable to open file!");
        while(!feof($file))
        {
            $ValorMedicion = substr(fgets($file), 0,4); //."uuc";
        }
        fclose($file);
        break;
}

```

Figura 5-18 Código de consulta y ejecución de lectura de temperatura. Código para leer el archivo generado con la lectura de la temperatura.

```

case 4: // medicion del glucometro
    $Tipo = 'Glucometro';
    exec("sudo /var/www/html/Laboratorio/glucom");
    $file = fopen("glucometro.txt", "r") or exit("Unable to open file!");
    while(!feof($file))
    {
        $ValorMedicion = fgets($file); // ." mg/dl";
    }
    fclose($file);
    break;
}

$fecha = 'NOW()';
$usuario = 'ADMIN';
$sql = "INSERT INTO tbl_medicionpacientes (Cedula,TipoMedicion,Valor,Fecha,Usuario,Estado) VALUES ('" ;
$sql = $sql . $_GET['Cedula'] . "','";
$sql = $sql . $_GET['VAX'] . "','";
$sql = $sql . $ValorMedicion . "','";
$sql = $sql . $fecha . "','";
$sql = $sql . $_SESSION['usua_cod'] . "','A' )" ;

echo $fecha;
$result = mysql_query($sql) or die('No se pudo insertar registros en la tabla... ' . mysql_error());
?> </script>

```

Figura 5-19 Código de consulta y ejecución de lectura del glucómetro. Código para leer el archivo generado con la lectura del glucómetro.

5.3 Sincronización a una base de datos

El método de sincronización es el envío de los datos almacenados localmente y subidos al servidor en línea donde se tiene la base de datos con el nombre origenet_juan.

```

<?php
    $estado = $_GET['cmb'];

    if ($estado=='L') // local
    {
        $servidor = 'LOCAL - SERVIDOR';
        $linkEjecucion = mysql_connect('localhost', 'root', 'raspberry')
            or die('No se pudo conectar:local' . mysql_error());
        mysql_select_db('telemedicina') or die('No se pudo seleccionar la base de datos');

        $sql = "SELECT * FROM tbl_medicionpacientes WHERE ";
        $sql = $sql . " DATE_FORMAT(Fecha,'%Y-%m-%d') >= '" . $_GET['fecha_in'] . "'";
        $sql = $sql . " AND DATE_FORMAT(Fecha,'%Y-%m-%d') <= '" . $_GET['fecha_fi'] . "'"; //2013-09-09";
        $sql = $sql . " ORDER BY Cedula, Fecha ";

        $em_vw = mysql_query($sql,$linkEjecucion) or die('Consulta fallida: ' . mysql_error());
        //mssql_execute($result);
        $row_em_vw = mysql_fetch_assoc($em_vw);
        $totalRows_em_vw = mysql_num_rows($em_vw);
    }

    $cc=0;
    $ccg=0;
    //echo $totalRows_em_vw;

    if ($totalRows_em_vw>0)
    { ?>

```

Figura 5-20 Módulo de sincronización de datos clínicos con sentencias SQL. Se habilita la opción de actualización de datos de local a servidor.

Al tener este procedimiento nos permite usar el módulo de forma portátil adquiriendo las mediciones a los pacientes y a su momento que tengamos conexión a Internet hacer uso de la sincronización.

```

$Servidor = 'LOCAL - SERVIDOR';

$linkEjecucion = mysql_connect('localhost', 'root', 'raspberrypi')
    or die('No se pudo conectar del LOCAL : SERVIDOR ' . mysql_error());
mysql_select_db('telemedicina') or die('No se pudo seleccionar la base de datos');

...

$sql = "SELECT * FROM tbl_pacientes WHERE Estado = 'A' ";
$sql = $sql . " ORDER BY Cedula ";

$em_vwp = mysql_query($sql,$linkEjecucion) or die('Consulta fallida: ' . mysql_error());
//mssql_execute($result);
$row_em_vwp = mysql_fetch_assoc($em_vwp);
$totalRows_em_vwp = mysql_num_rows($em_vwp);
$ccp = 0;
$ccpg = 0;
do
{
    $estado = '';

$link = mysql_connect('origenet.net', 'origenet_juan', 'juan0610.')
    or die('No se pudo conectar: ' . mysql_error());
mysql_select_db('origenet_juan') or die('No se pudo seleccionar la base de datos');

$sql1 = "SELECT count(*) Dato FROM tbl_pacientes WHERE Estado= 'A' and Cedula = '" .
$row_em_vwp['Cedula'] . "' ";
$em_vwv = mysql_query($sql1,$link) or die('Consulta fallida: ' . mysql_error());
//mssql_execute($result);
$row_em_vwv = mysql_fetch_assoc($em_vwv);
$totalRows_em_vwv = mysql_num_rows($em_vwv);

if ($row_em_vwv['Dato'] == '0')
{
    $ccp=$ccp+1;
    $sql = "INSERT INTO tbl_pacientes (CEDULA, PACIENTE, DIRECCION, TELEFONOS, FECHANACIMIENTO,
    PESO, TIPOSANGRE, SEXO, ESTADOCIVIL, OCUPACION, OBSERVACION, ESTADO, USUARIO, FECHA)
    VALUES ('" ;
    $sql = $sql . $row_em_vwp['Cedula'] . "','";
    $sql = $sql . $row_em_vwp['Paciente'] . "','";
    $sql = $sql . $row_em_vwp['Direccion'] . "','";
    $sql = $sql . $row_em_vwp['Telefonos'] . "','";
    $sql = $sql . $row_em_vwp['FechaNacimiento'] . "','";
    $sql = $sql . $row_em_vwp['Peso'] . "','";
    $sql = $sql . $row_em_vwp['TipoSangre'] . "','";
    $sql = $sql . $row_em_vwp['Sexo'] . "','";
    $sql = $sql . $row_em_vwp['EstadoCivil'] . "','";
    $sql = $sql . $row_em_vwp['Ocupacion'] . "','";
    $sql = $sql . $row_em_vwp['Observacion'] . "','";
    $sql = $sql . $row_em_vwp['Estado'] . "','";
    $sql = $sql . $row_em_vwp['Usuario'] . "','";
    $sql = $sql . $row_em_vwp['Fecha'] . "'"; // echo $sql;
    mysql_query($sql,$link) or die('No se pudo insertar registros en la tabla... ' . mysql_error())
}
else
{
    $ccpg=$ccpg+1;
}

} while ($row_em_vwp = mysql_fetch_assoc($em_vwp));
}

```

Figura 5-21 Módulo de sincronización de pacientes con sentencias SQL. Actualización de datos de pacientes.

6. HARDWARE DE CAPTURA DE DATOS CLÍNICOS

6.1 Montaje de las tarjetas y conexión a consola

Para el hardware de captura de datos clínicos que se utiliza en aplicaciones de telemedicina se realiza una unión de varias tecnologías entre el puente de conexión al Raspberry PI y la plataforma de sensores de salud.



Figura 6-1 Montajes de las tarjetas al Raspberry PI. Integración de tecnologías.

La Raspberry PI es conectada a su alimentación de voltaje por medio del cable micro USB y su conexión LAN, por medio de esta se abre una conexión SSH a la consola de su sistema operativo, como se puede apreciar en la siguiente figura.

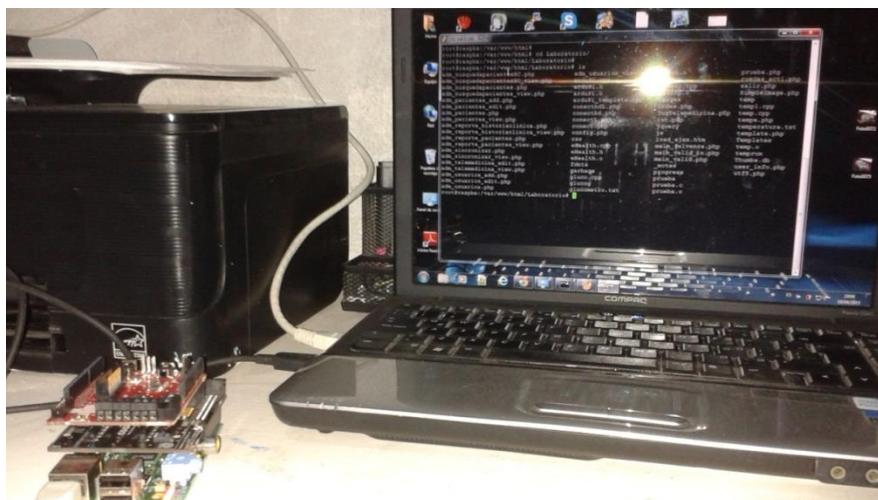


Figura 6-2 Conexión a una terminal de consola y acceso al sistema Raspbx. Prueba de conexión desde el protocolo SSH de la Raspberry PI.

6.2 Pruebas de funcionamiento

Se inicia con el acceso a la aplicación web por el servidor apache que se encuentra instalado en el mini ordenador, se hace conexión desde su navegador de preferencia a esta dirección <http://192.168.0.100/Laboratorio> de forma Ethernet.

Una vez ingresada al aplicativo, en la opción de menú Operación seleccionamos Medición Telemedicina donde se puede ingresar la diferente toma médica.

Al ingresar se presenta un listado de los pacientes que están ingresados en la base de datos, se hace la selección del paciente y se procede a realizar la lectura de los sensores que están habilitados, como lo es el glucómetro y temperatura.

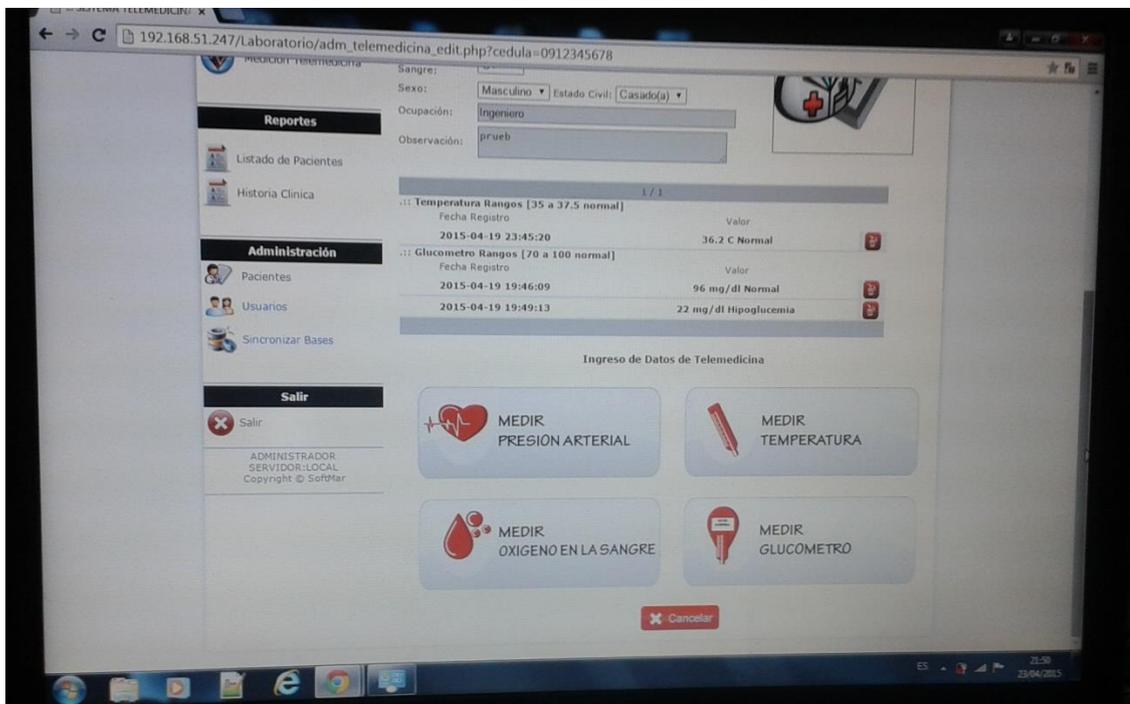


Figura 6-3 Presentación de las opciones de medición de telemedicina. Descripción de las alternativas para la captura de datos clínicos.

Para realizar la prueba del sensor de temperatura se hace la selección en el botón de medir temperatura, previa su conexión del hardware al paciente y a la plataforma de sensores de salud. Al dar clic en temperatura mostrará un mensaje indicando que está habilitado el hardware para la lectura médica.



Figura 6-4 Prueba de medición de temperatura a la aplicación web. Conexión del sensor al paciente a realizar la toma médica.

Posteriormente que se toma la lectura un mensaje indica que los datos han sido almacenados a la base de datos local.

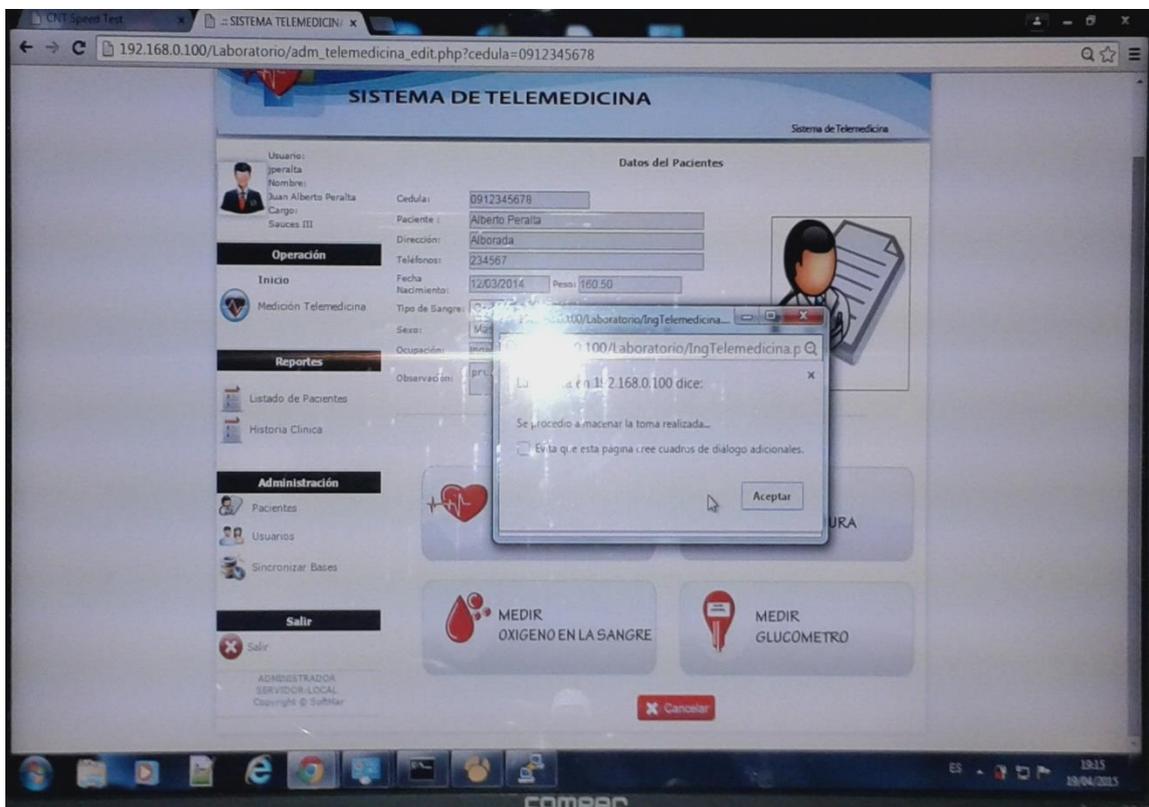


Figura 6-5 Confirmación de la lectura de la temperatura. Prueba de almacenamiento a la base de datos del módulo clínico.

Una vez confirmada la lectura se visualiza en el aplicativo web la fecha de registro, el valor capturado y su respectiva descripción medica de la temperatura corporal.

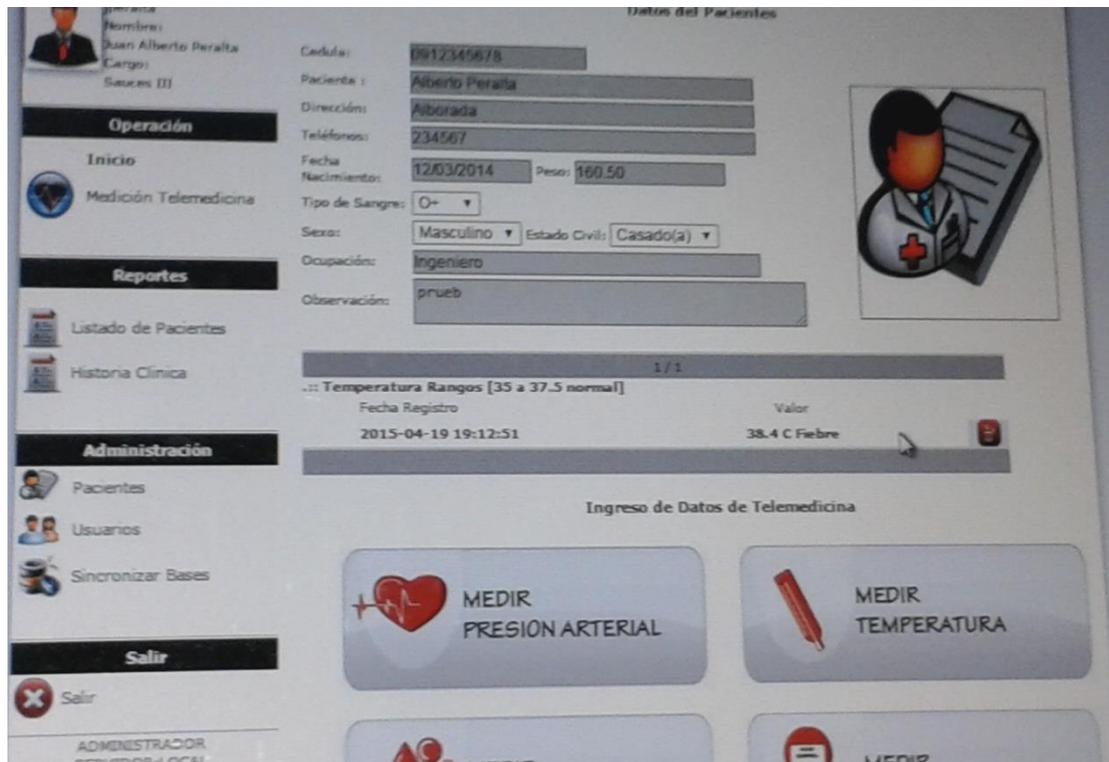


Figura 6-6 Lectura almacenada en la base de datos. Datos de la temperatura corporal ingresada.

Para realizar la prueba del sensor de glucómetro se hace la selección en el botón de medir glucómetro, la lectura de la glucosa la realiza el glucómetro que es un dispositivo independiente.

Se conecta la lanceta al dispositivo como indicador aparece un mensaje CHK preparando al dispositivo a la lectura de la gota de sangre.

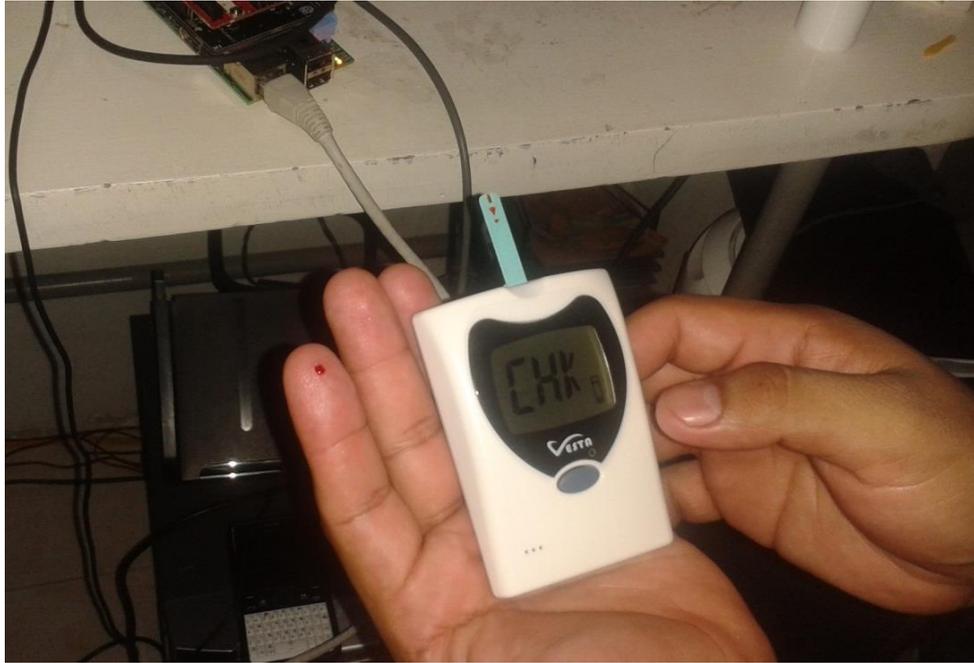


Figura 6-7 Preparación para la toma de muestra de la glucosa. Conexión de la lanceta al dispositivo glucómetro.

Se procede a realizar la toma de la muestra de sangre usando una lanceta, la misma que toma un tiempo en identificar un valor de glucosa en mg/dl.



Figura 6-8 Ingreso de la muestra de sangre al glucómetro. Absorción de gota de sangre por medio de la lanceta al dispositivo.

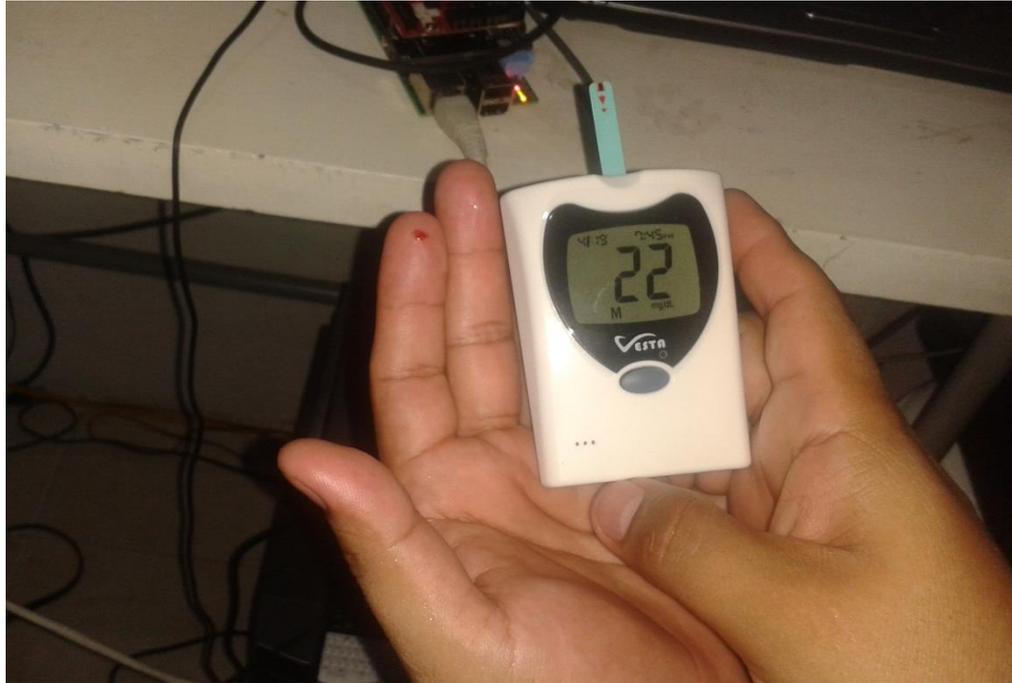


Figura 6-9 Medida obtenida por el glucómetro en mg/dl. Presentación del dato obtenido por medio de la muestra de sangre.

Este dato es almacenado en el glucómetro, luego es conectado a la plataforma de sensores de salud, donde aparece un mensaje indicador con el nombre PC, se procede a presionar el botón Medir glucómetro en el sistema, mostrará un mensaje indicando que está habilitado el hardware para la lectura médica, posteriormente que se toma la lectura aparece un mensaje que los datos han sido almacenados a la base de datos local.

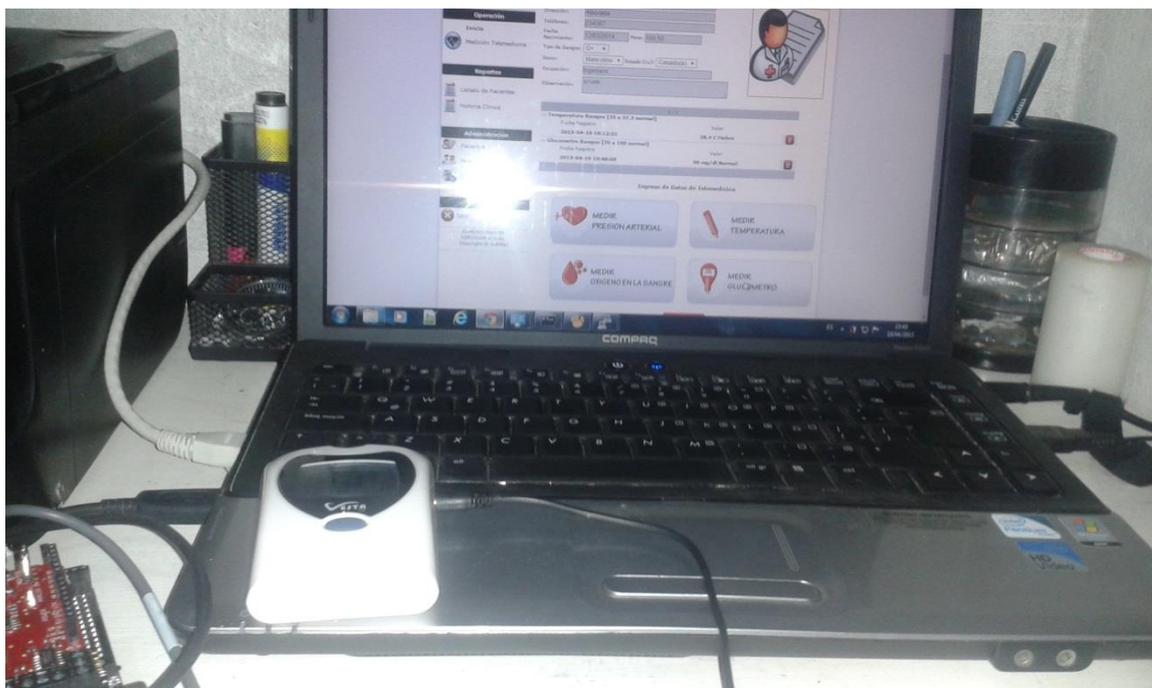


Figura 6-10 Conexión del glucómetro y lectura del dato. Ingreso del dato obtenido por la muestra de sangre al sistema de telemedicina.

Una vez confirmada la lectura se visualiza en el aplicativo web la fecha de registro, el valor capturado y su respectiva descripción médica del dato medido al paciente mostrándolo en el aplicativo web con su respectiva descripción.

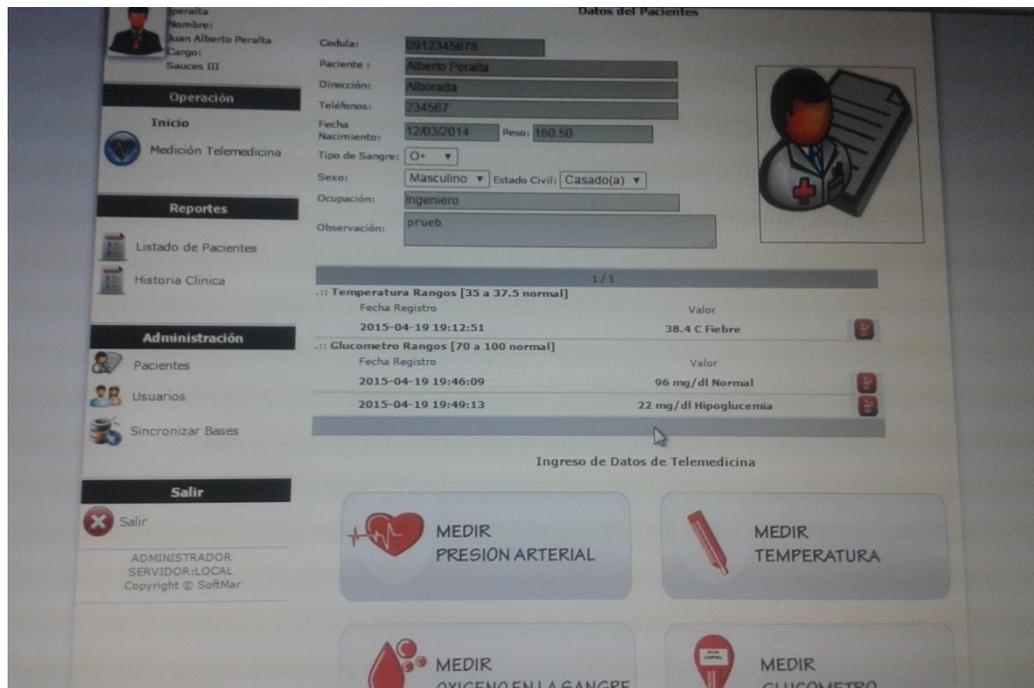


Figura 6-11 Lectura almacenada en la base de datos. Detalle del dato capturado por el dispositivo glucómetro.

6.3 Raspberry conectado a una LAN

El mini ordenador (Raspberry PI) dentro de sus características posee una conexión LAN, que permite usarlo en la red local como servidor direccionándonos hacia el por medio de su IP clase C.

Como prueba de funcionamiento se realizan la conectividad usando el comando ping en una consola de DOS, verificando que obtenga respuesta al equipo conectado.

De igual manera se lo puede identificar verificando el entorno de red y el nombre de host que muestra en la LAN. De esta manera se procede hacer una conexión directa a la consola del raspberry usando el protocolo SSH y un aplicativo como es el putty.



Figura 6-12 Conexión del Raspberry PI en una LAN por medio de un router. Descripción de una conexión LAN y el acceso desde una terminal.

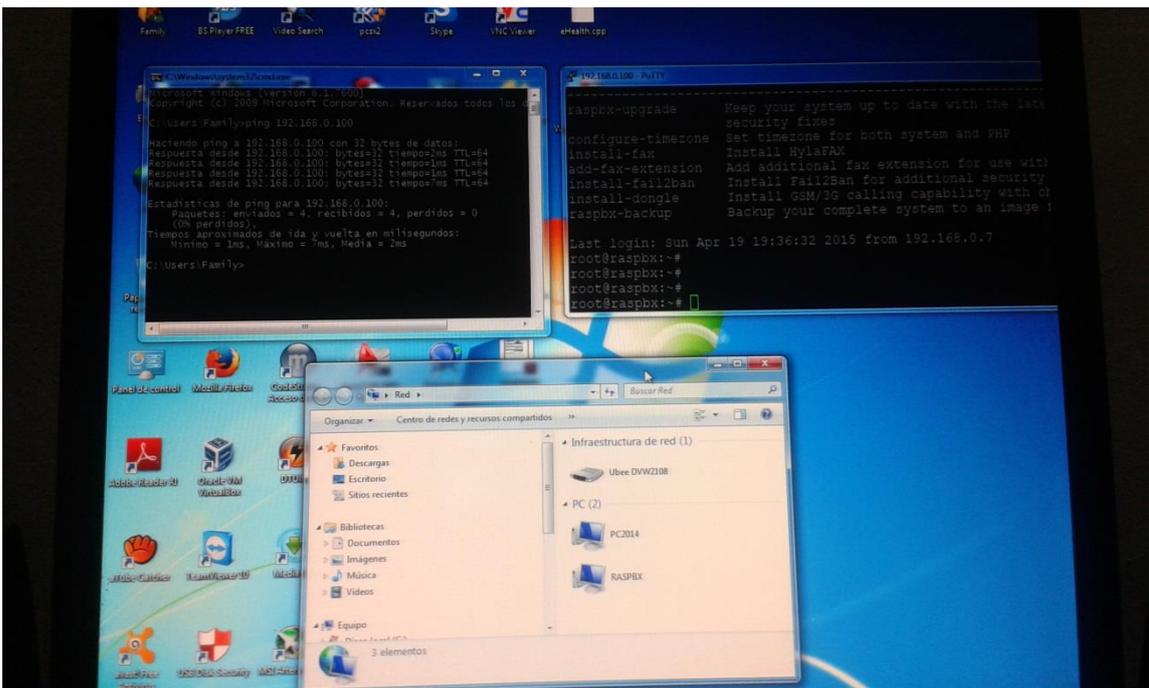


Figura 6-13 Verificación del acceso de la Raspberry PI en la LAN. Descripción de la forma de conectividad y nombres de host en la LAN.

6.4 Pruebas de la central telefónica

Una vez configurada la central telefónica que permite la comunicación de llamadas internas y externas a celulares, se realiza la verificación usando los sofphone que pueden ser instalados en equipos de cómputo, Tablet o Smartphone.

Como se muestra en la figura se realiza una llamada entre extensiones usando una Tablet y una portátil.



Figura 6-14 Prueba de llamada interna usando la central telefónica. Forma de marcación para realizar la llamada entre extensiones.



Figura 6-15 Conexión de llamada interna desde una tablet. Llamada realizada y proceso de comunicación entre extensiones.

CONCLUSIONES

Como resultado del proyecto se ha utilizado un equipo de poco requerimiento de hardware que se puede administrar y controlar un sistema telemático con bajo costo de implementación que servirá para mejorar las consultas médicas de los habitantes de los sectores rurales del país, reduciendo el tiempo de espera de cada paciente y la revisión de un especialista.

La unificación de varias tecnologías tanto hardware como software simplifica enormemente la automatización de procesos en distintos campos laborales como por ejemplo en este proyecto beneficiara al sector de la salud.

RECOMENDACIONES

Para la utilización de este proyecto se recomienda tener en claro los niveles de voltaje de equipamiento de hardware 5V y 3.3V DC (Módulo raspberry, puente de conexión y plataforma de salud).

Antes de realizar la toma médica calibrar los equipos con la finalidad de tener datos de una forma más precisa.

Muy importante tener conocimiento en la política de seguridad el sistema de Linux debido a que ejecuta archivos de lectura desde una plataforma web usando PHP.

Asignar las seguridades necesarias tanto en respaldo de la información generada por cada paciente, la manipulación correcta de los datos, contraseñas de conexión, usuarios administrativos y permisos del sistema.

CRONOGRAMA

	Mes 1				Mes 2					Mes 3				Mes 4				Mes 5					Mes 6				
	# Semanas				# Semanas					# Semanas				# Semanas				# Semanas					# Semanas				
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Hipótesis. Posible respuesta al problema.																											
Compra, Instalación y configuración de modulo físico de adquisición de datos.																											
Desarrollo de software que registre datos en una base de datos.																											
Diseño de un manual de usuario.																											
Pruebas de registro en la base de datos.																											
Pruebas.																											
Sustentación.																											

PRESUPUESTO

N°	Descripción	Costo	Cantidad	Sub-total
1	Raspberry Pi	\$70	1	\$70
2	Puente de conexión	\$90	1	\$90
3	Plataforma de conexión de sensores médicos	\$130	1	\$130
4	Glucómetro	\$74	1	\$74
5	Sensor de temperatura	\$40	1	\$40
6	Fabricación de soporte acrílico	\$20	1	\$20
7	Canal de skype, Troncal SIP	\$12	1	\$12
8	Saldo skype para llamadas	\$30	1	\$30
9	Elementos electrónicos prueba serial	\$25		\$25
10	Documentación	\$100		\$100
11	Accesorios varios	\$50		\$50
12	Desarrollo - Recurso humano			\$500
			Total	\$1141

REFERENCIAS

- Alegsa. (s.f.). *Definición de MySQL*. Recuperado el Diciembre de 2014, de Alegsa S.A.: <http://www.alegsa.com.ar/Dic/mysql.php>
- Álvarez, M. A. (Mayo de 2001). *Que es PHP*. Recuperado el Febrero de 2015, de Desarrollo Web: <http://www.desarrolloweb.com/articulos/392.php>
- Atmel Corporation. (Julio de 2010). *Atmel*. Obtenido de <http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf>
- Atmel Corporation. (Febrero de 2012). *Atmel*. Obtenido de http://www.atmel.com/Images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P_datasheet_Complete.pdf
- Barrett, S., & Pack, D. (2008). *Atmel AVR Microcontroller Primer: Programming and Interfacing*. California: Morgan & Claypool Publishers.
- Barroso, R. (11 de Junio de 2014). *Aeromodelismo Fácil*. Obtenido de <http://www.aeromodelismofacil.com/>
- Baturone, A. O. (2001). *Robótica Manipuladores y robots móviles*. Barcelona: Marcombo, S.A.
- Ciberaula, L. (s.f.). *Todo sobre GNU/Linux*. Recuperado el Febrero de 2015, de Ciberaula: http://linux.ciberaula.com/articulo/que_es_linux/
- Contreras, L. (Febrero de 2009). *Características y Funcionalidad del VoIP*. Recuperado el Diciembre de 2014, de VoIP: <http://infovoiplc.blogspot.com/2009/02/caracteristicas-y-funcionalidad-del.html>
- Cruz, C. O. (Agosto de 2014). *RASPBERRY PI*. Recuperado el Diciembre de 2014, de Sector IT: <http://itsektor.blogspot.com/2014/08/raspberry-pi.html>
- Debian. (Octubre de 2014). *Debian*. Recuperado el Febrero de 2015, de Debian: <https://www.debian.org/>

- Digi International Inc. (24 de Octubre de 2014). *Digi*. Obtenido de http://ftp1.digi.com/support/documentation/90000976_V.pdf
- Genta, G. (2012). *Introduction to the Mechanics of Space Robots*. Heidelberg: Springer Science+Business Media.
- Gerin Fahlstrom, P., & James Gleason, T. (2012). *Introduction to UAV System*. Southern Gate, Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Gordon. (Mayo de 2013). *Proyectos, Diversión y Juegos de Gordon @ Drogon*. Recuperado el Diciembre de 2014, de Proyectos Gordons: https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=es&prev=search&rurl=translate.google.com.ec&sl=en&u=https://projects.drogon.net/raspberry-pi/wiringpi/pins/&usg=ALkJrhjgAIQTITHGMKGRHYvDoT9IQCKZhw
- Hacks, C. (s.f.). *e-Health Sensor Platform V2.0 for Arduino and*. Recuperado el Diciembre de 2014, de Cooking hacks: <http://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical>
- Henst, C. V. (Mayo de 2001). *Que es el PHP*. Recuperado el Febrero de 2015, de Maestros del Web: <http://www.maestrosdelweb.com/phpintro/>
- Hernández , I. (11 de Enero de 2013). *tdrobotica.co*. Obtenido de <http://tienda.tdrobotica.co/categoria/58>
- Ingeniería MCI LTDA. (Julio de 2010). *mci electronics*. Obtenido de http://www.olimex.cl/pdf/Wireless/ZigBee/XBee-Guia_Usuario.pdf
- INNOV8TIVEDESIGNS. (29 de Julio de 2005). *INNOV8TIVEDESIGNS*. Obtenido de http://www.innov8tivedesigns.com/images/specs/Cobra_2808-26_Specs.htm
- Landivar, E. (2008-2011). *Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 1*.
- Landivar, E. (2012-2013). *Comunicaciones Unificadas con Elastix Volumen 2*.
- López Crespo, J. (2012). *Módulo 17. Hélices*. Madrid: Parainfo, S.A.

- M. Passino, K., & Yurkovich, S. (1998). *Fuzzy Control*. Reading, Massachusetts: Addison Wesley Longman.
- Martinez Bravo, I. (s.f.). *¿Qué es un sistema de gestión de base de datos (SGBD)?* Recuperado el Diciembre de 2014, de Informática Trabajos investigativos sobre sistemas, softwares, tecnología informática entre otros: <http://indira-informatica.blogspot.com/2007/09/qu-es-un-sistema-de-gestin-de-base-de.html>
- Nader Ch., MD, K. (Marzo de 2011). *Conceptos para la implementación de la telemedicina y su papel fundamental en la mejora sostenible de la salud de las comunidades*. Recuperado el Noviembre de 2014, de El Hospital Información para el desarrollo de la Salud en América Latina: <http://www.elhospital.com/temas/Que-es-la-telemedicina+8082249?pagina=1>
- Ponce Cruz, P. (2010). *Inteligencia Artificial con aplicaciones a la ingeniería*. Mexico: Alfaomega.
- Raspberry PI. (Noviembre de 2011). Recuperado el Enero de 2015, de <http://www.raspberrypi.org/new-graphic/>
- Redacción Sociedad. (Enero de 2015). *El Hospital Eugenio Espejo es la matriz del Programa Nacional de esta modalidad*. Recuperado el Febrero de 2015, de El telegrafo.
- Reporter, E. H. (Diciembre de 2013). *Un proyecto piloto en Sergipe implementa la telemedicina en consultas pediátricas*. Recuperado el Febrero de 2015, de E. Health Reporter: <http://www.ehealthreporter.com/es/noticia/verNoticia/2998/un-proyecto-piloto-en-sergipe-implementa-la-telemedicina-en-consultas-pediatricas>
- Roldán Viloría, J. (2014). *Motores de corriente continua*. Madrid: Parainfo S.A.
- Schahzaman , R. (21 de Octubre de 2012). *Skiras*. Obtenido de Skiras: <http://skiras.blogspot.com/2012>

- Senatel. (2012). *Secretaria Nacional de Telecomunicaciones*. Obtenido de http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/plan_nacional_frecuencias_2012.pdf
- Siciliano, B., & Khatib, O. (2008). *Springer Handbook of Robotics*. Stanford: Springer-Verlag.
- Sierra rc. (14 de Febrero de 2012). *Sierra rc, FPV Products and Service You Can Trust*. Obtenido de <http://www.sierrarc.com/docs/BoscamTS351.pdf>
- Somolinos, J. A. (2002). *Avances en Robótica y visión por computador*. Publicaciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- Tecnología, A. (Julio de 2013). *¿Qué es Raspberry PI y para qué sirve?* Recuperado el Diciembre de 2014, de ABC Tecnología: <http://www.abc.es/tecnologia/informatica-hardware/20130716/abci-raspberry-como-201307151936.html>
- V. Gadre, D. (2001). *PROGRAMMING AND CUSTOMIZING THE AVR MICROCONTROLLER*. New York: McGraw-Hill.
- Villalón, J. (Febrero de 2008). *VoIP: Protocolos de señalización*. Recuperado el Noviembre de 2014, de Security Artwork: <http://www.securityartwork.es/2008/02/20/voip-protocolos-de-senalizacion/>
- VOIP. (s.f.). *VOIP*. Recuperado el Diciembre de 2014, de Redes de voz: <http://redes-voz-uat.es.tl/2-.6-VoIP.htm>
- Voipec. (s.f.). *Voipec*. Recuperado el Diciembre de 2014, de <http://www.voipec.com/que-es-voipec2/tecnologia-voip>
- Xataka. (s.f.). *Apasionado por la tecnología*. Recuperado el Febrero de 2015, de Xataka: <http://www.xataka.com/gadgets/altavoces/raspberry-pi>

AneXOS

ANEXOS

Anexo 1.- Encuestas

ENCUESTA 1

1.- ¿Cómo conoce si un paciente posee diabetes o hipertensión arterial?

() Antecedentes familiares con hipertensión o diabetes

() Valores de glicemia en la sangre y presión arterial

2.- ¿Qué parámetros el médico necesita saber para el diagnóstico de la diabetes o hipertensión?

ENCUESTA 2

1.- El sistema que se desea implementar en que área de trabajo funcionaria

() Emergencia

() Consulta externa

() Hospitalización

2.- En que plataforma son desarrolladas las aplicaciones en este tipo de sistema

() Aplicaciones Web

() Programación orientada a objetos

Anexo 2.- Diagrama esquemático del puente de conexión

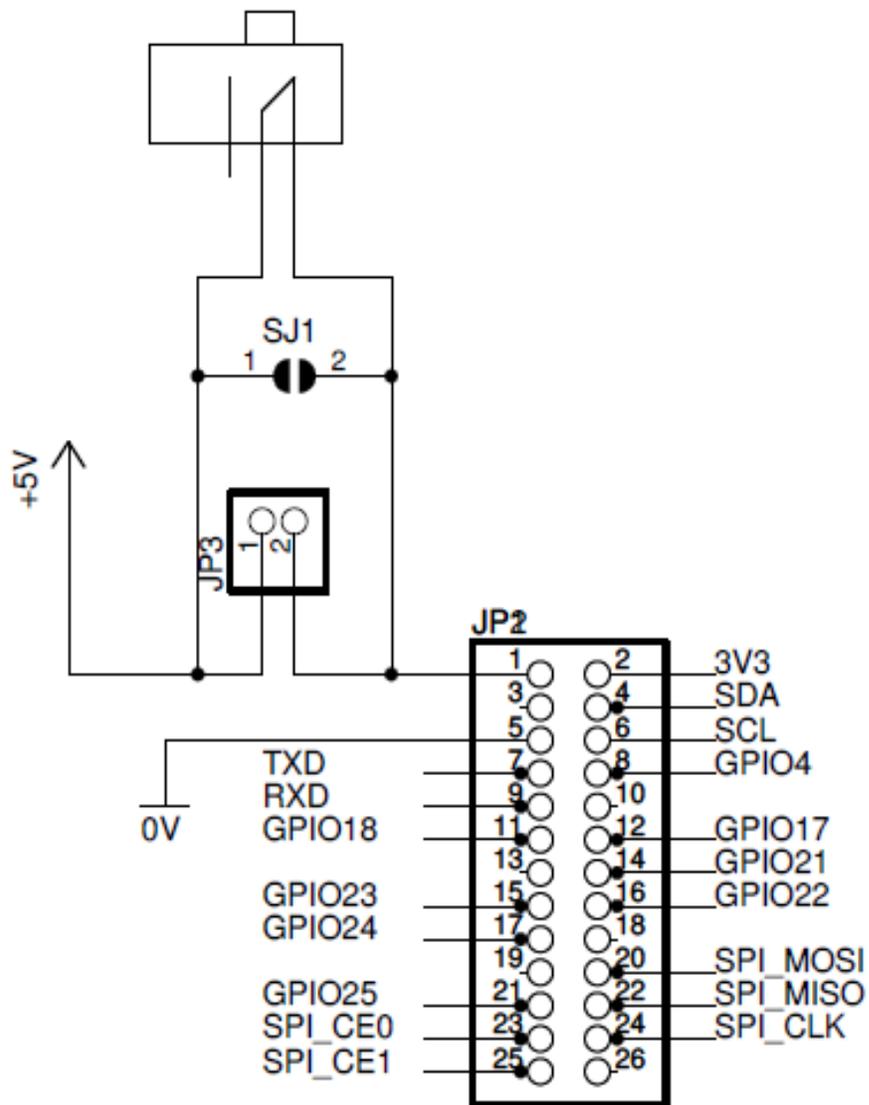


Figura A.1 Jumper de conexión al Raspberry PI.

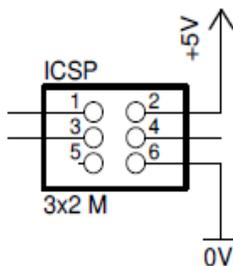


Figura A.2 Conector ICSP.

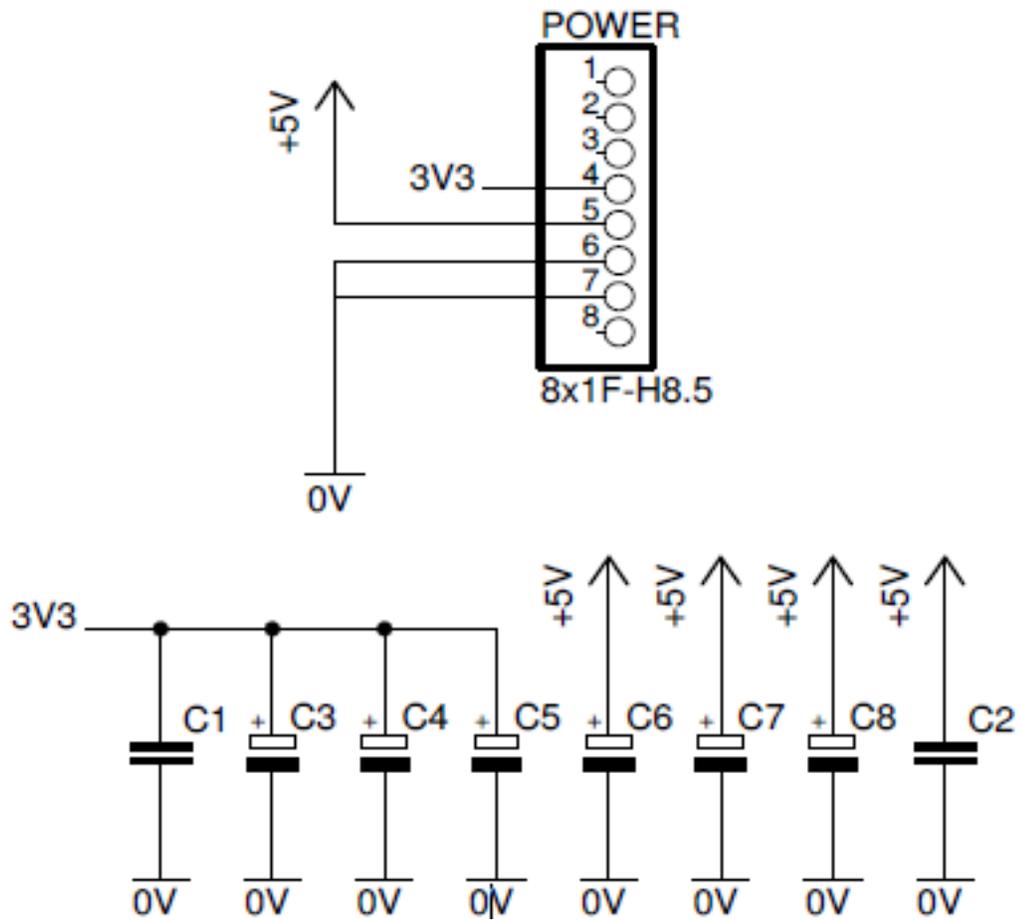


Figura A.3 Fuente de alimentación de voltaje DC.

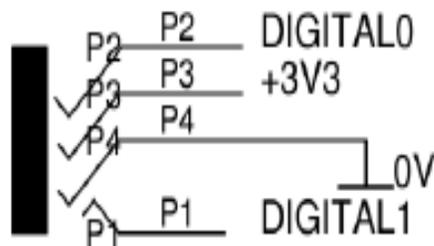


Figura A.4 Conector de presión arterial - Transmisión serial.

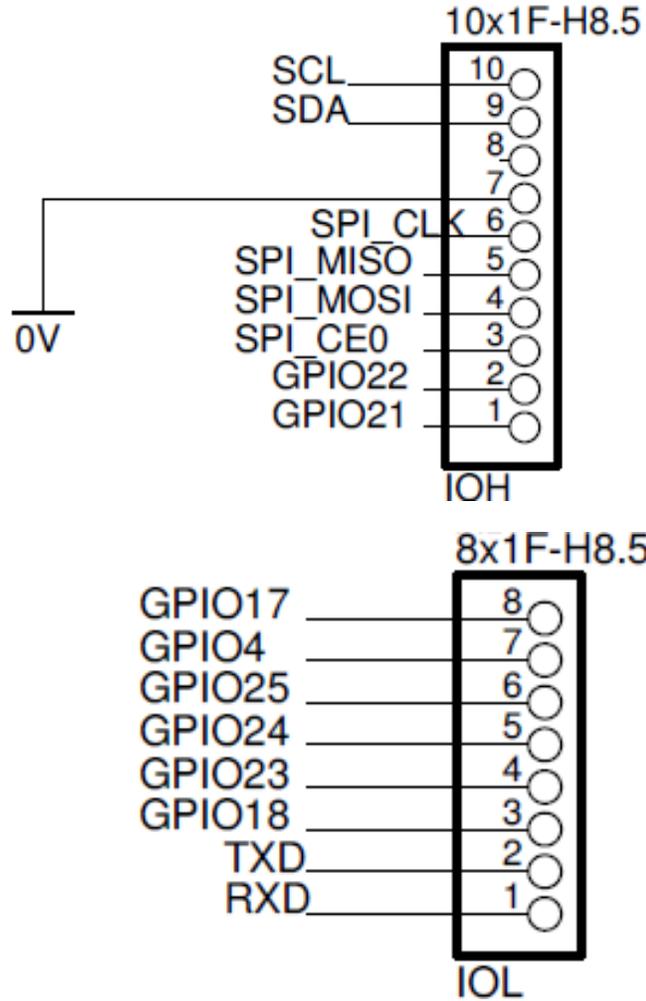


Figura A.5 Entradas /salida digital y serial.

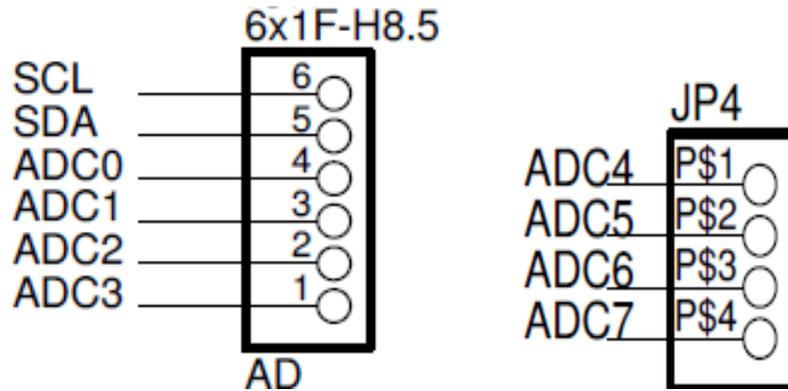


Figura A.6 Entradas analógicas.

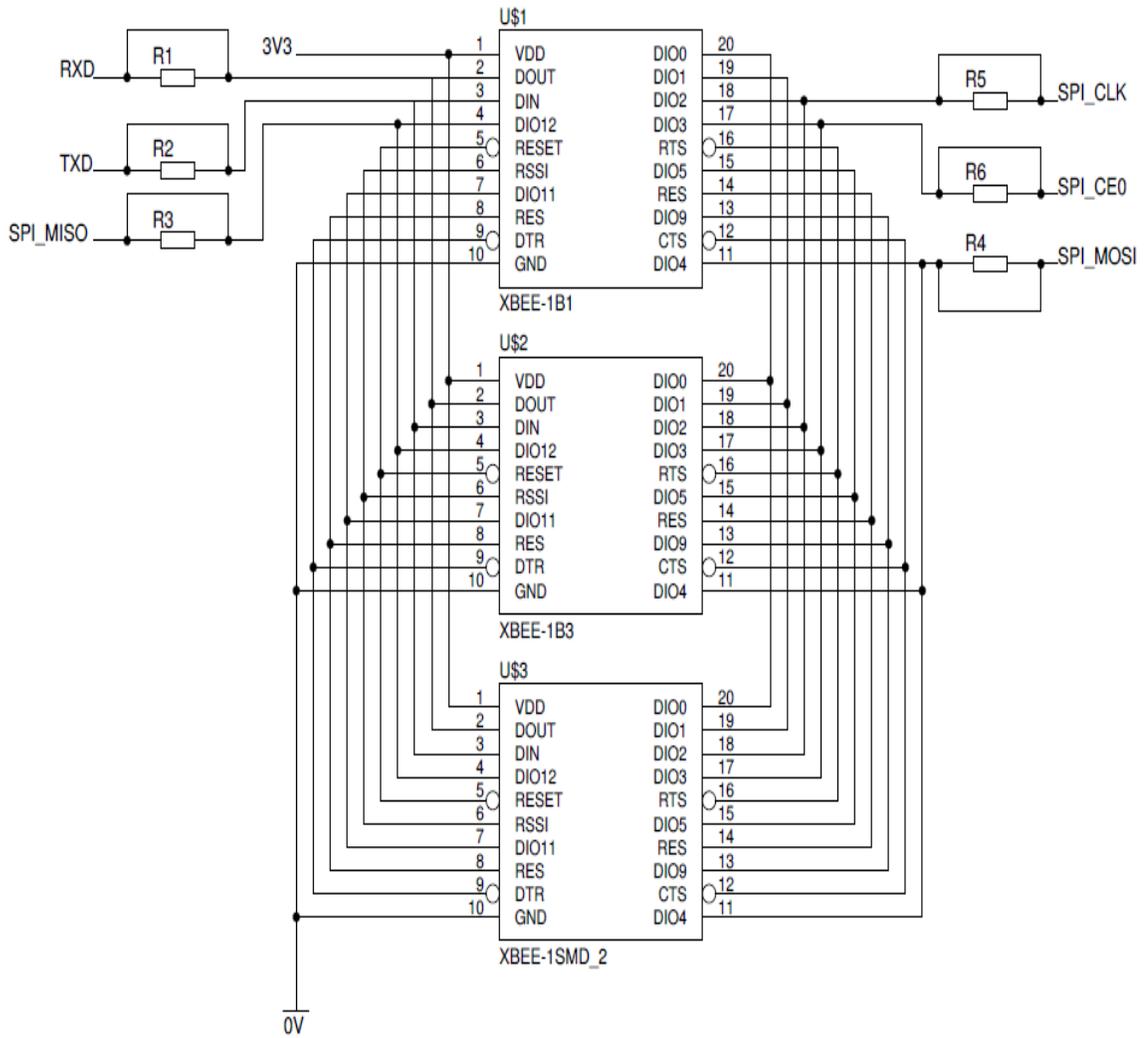


Figura A.7 Circuito de conexión para comunicación serial del puente de conexión.

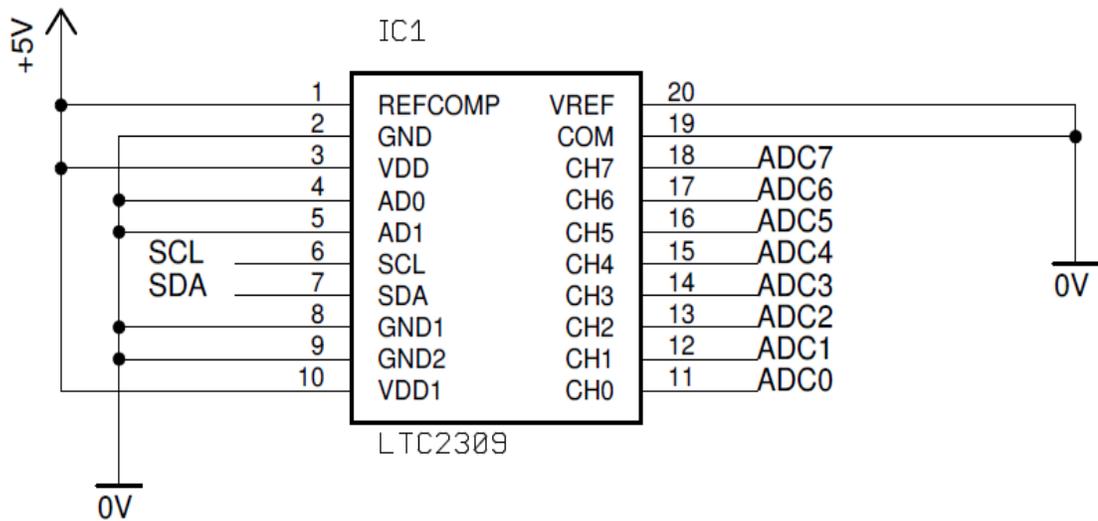


Figura A.8 Circuito de conexión para las entradas analógicas del puente de conexión.

Anexo 3.- Diagrama esquemático de la plataforma de sensores de salud

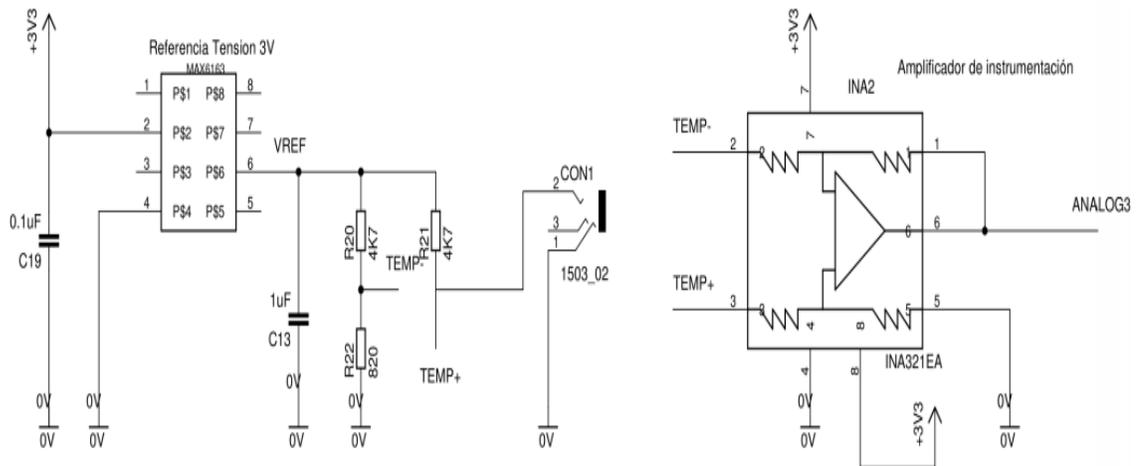


Figura A.9 Circuito de lectura para el sensor de temperatura.

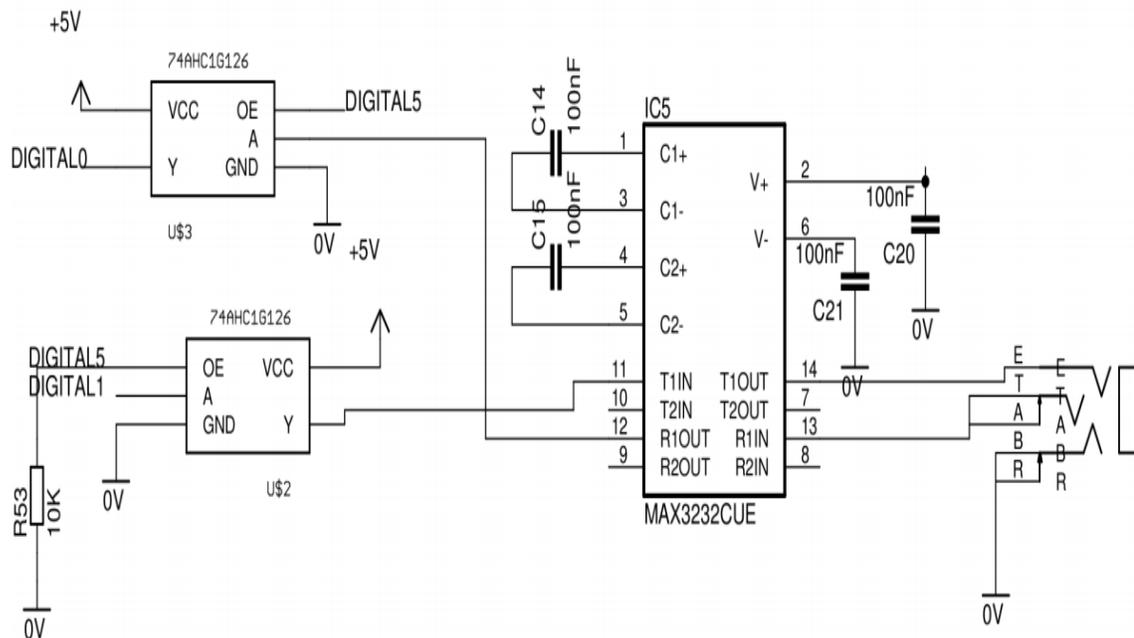


Figura A.10 Circuito de lectura para el sensor de glucosa.

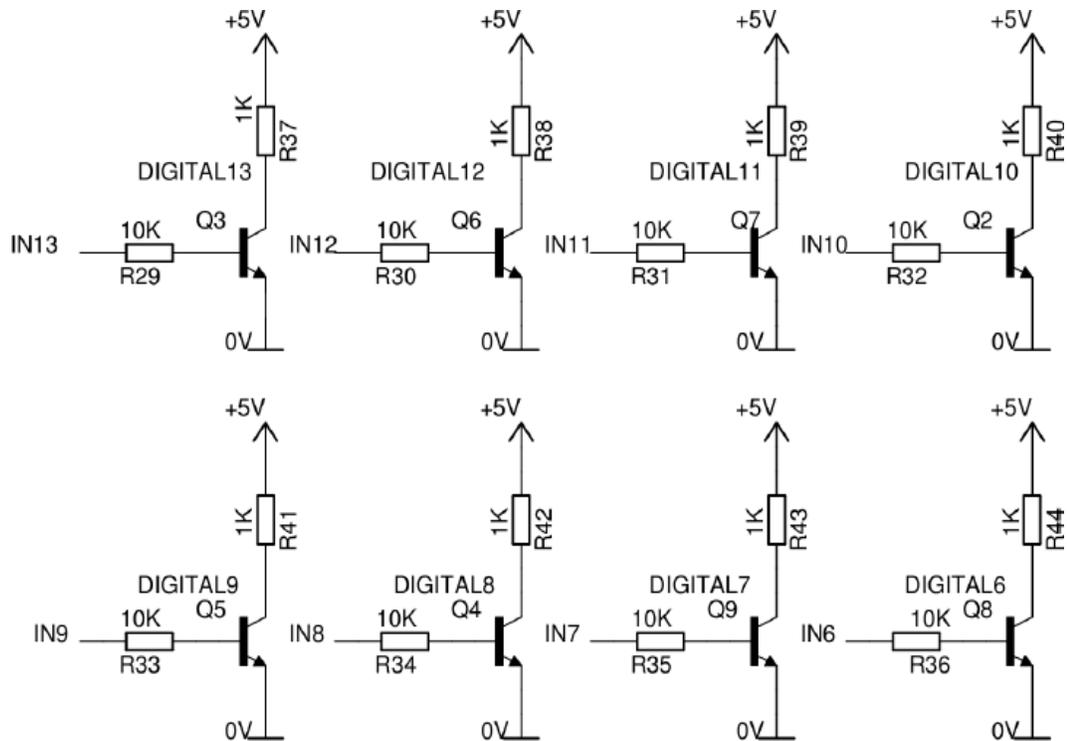


Figura A.11 Circuito de lectura para el sensor de pulso y oxígeno en la sangre.

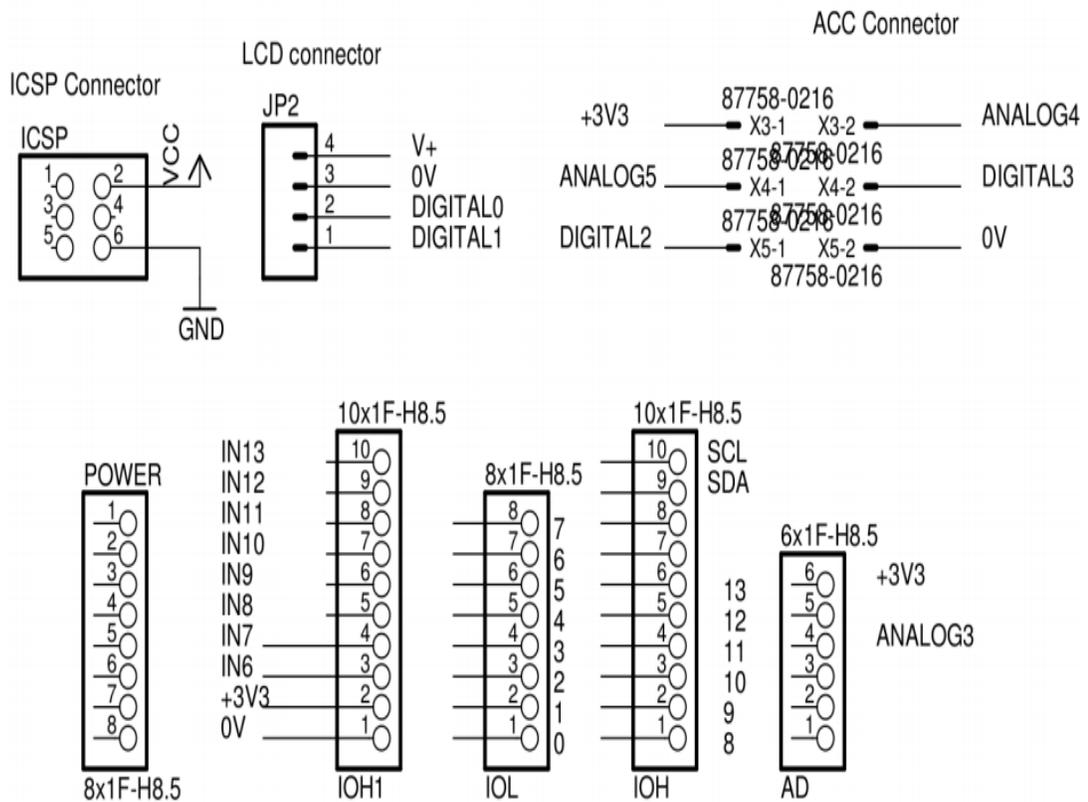


Figura A.12 Conectores para los distintos sensores de salud.