

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**PROPUESTA DE SISTEMA INNOVADOR DE
COMUNICACIÓN DIGITAL UTILIZANDO IoT
PARA EQUIPO BIOMÉDICO DE
MONITOREO DE PACIENTES**

DE INTERÉS SECTOR SALUD PÚBLICA

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL:
LIC. MANUEL DE JESÚS GÁMEZ LÓPEZ

DOCENTE CO-INVESTIGADOR:
ING. OSCAR ARMANDO SÁNCHEZ SANTOS

TÉCNICO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS
CENTRO REGIONAL MEGATEC ZACATECOLUCA

ENERO 2021

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**PROPUESTA DE SISTEMA INNOVADOR DE
COMUNICACIÓN DIGITAL UTILIZANDO IOT
PARA EQUIPO BIOMÉDICO DE
MONITOREO DE PACIENTES**

DE INTERÉS SECTOR SALUD PÚBLICA

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL:
LIC. MANUEL DE JESÚS GÁMEZ LÓPEZ

DOCENTE CO-INVESTIGADOR:
ING. OSCAR ARMANDO SÁNCHEZ SANTOS

TÉCNICO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS
CENTRO REGIONAL MEGATEC ZACATECOLUCA

ENERO 2021

Rectora

Licda. Elsy Escolar SantoDomingo

Vicerrector Académico

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

Vicerrectora Técnica Administrativa

Inga. Frineé Violeta Castillo

Dirección de Investigación y Proyección Social

Ing. Mario W. Montes Arias, Director
Ing. David Emmanuel Ágreda Trujillo
Inga. Ingrid Janeth Ulloa de Posada
Sra. Edith Aracely Cardoza de González

Director Centro Regional Megatec Zacatecoluca

Ing. Christian Antonio Guevara

616.024 028 5

G192p Gámez López, Manuel de Jesús, 1984 -

Propuesta de sistema innovador de comunicación digital utilizando
slv IoT para equipo biomédico de monitoreo de pacientes [recurso
electrónico] : de interés sector salud pública / Manuel de Jesús
Gámez López, Oscar Armando Sánchez Santos. -- 1ª ed. -- Santa
Tecla, La Libertad, El Salv. : ITCA Editores, 2021.
1 recurso electrónico, (48 p. : il. col. ; 28 cm.)

Datos electrónicos (1 archivo : pdf, 7.5 Mb). --
<https://www.itca.edu.sv/produccion-academica/>
ISBN : 978-99961-39-77-2 (E-Book, pdf)

1. Signos vitales – Equipo – Automatización. 2. Medicina
Popular – Aparatos e instrumentos. 3. Internet de las Cosas. I.
Sánchez López, Oscar Armando, 1984-, coaut. II. Título.

BIN/jnh

Autor

Ing. Manuel de Jesús Gámez López

Co Autor

Ing. Oscar Armando Sánchez Santos

Tiraje: 13 ejemplares

Año 2021

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA–FEPAD; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica, el sector empresarial y la sociedad, como un aporte al desarrollo del país. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.



Atribución-No Comercial
Compartir Igual
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPAD
Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América
Sitio Web: www.itca.edu.sv
TEL: (503)2132-7423

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
2.1.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	5
2.2.	ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA	5
2.3.	JUSTIFICACIÓN.....	6
3.	OBJETIVOS.....	7
3.1.	OBJETIVO GENERAL	7
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4.	HIPÓTESIS.....	7
5.	MARCO TEÓRICO	8
5.1.	ESTÁNDARES DE MANEJO E INTERCAMBIO DE DATOS MÉDICOS Y TECNOLOGÍA IOT.....	8
5.2.	FHIR (RECURSOS RÁPIDOS DE INTEROPERABILIDAD EN SALUD)	11
5.3.	INTERNET DE LAS COSAS (INTERNET OF THINGS, IOT)	12
5.4.	OTRAS TECNOLOGÍAS PARA CONTROLAR LAS CONDICIONES EN PACIENTES.....	13
6.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	15
6.1.	MATRIZ OPERACIONAL DE LA METODOLOGÍA	16
6.2.	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA	21
6.3.	DISEÑO BÁSICO DE LA RED LAN PARA EL MONTAJE DE LA CENTRAL HL7.....	25
6.4.	DASHBOARD PLATAFORMA WEB.....	26
6.5.	DASHBOARD DE LA APLICACIÓN MÓVIL (APP)	28
6.6.	DISEÑO DE LA BASE DE DATOS.....	29
6.7.	DISEÑO ELECTRÓNICO DE LAS NOTIFICACIONES/ALERTAS SMS POR HARDWARE.....	29
7.	RESULTADOS.....	37
8.	CONCLUSIONES.....	38
9.	RECOMENDACIONES.....	39
10.	GLOSARIO	39
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
12.	ANEXOS	43

1. INTRODUCCIÓN

La tecnología ocupa un lugar muy importante en la sociedad, pues gracias a la gran diversidad de investigaciones y desarrollos tecnológicos, puede utilizarla en prácticamente todas las actividades cotidianas, ya sea en el área de la educación, la salud, la seguridad, entretenimiento, transformación digital, industria 4.0, entre otras.

La presente propuesta de diseño busca la interoperabilidad de datos en salud por medio de la integración de un sistema de comunicación a equipos especializados, utilizando las TI (Tecnologías de la Información) y el IoT (Internet de las Cosas) en los equipos biomédicos especializados, equipo o monitor que está siendo utilizado actualmente en los centros hospitalarios público a nivel nacional para la medición de signos vitales, con el objetivo de poder brindar una atención sanitaria a pacientes con padecimientos médicos y que necesitan de una constante supervisión y vigilancia.

En los centros hospitalarios se cuenta con equipo biomédico especializado que carece de dichas funcionalidades. Esto repercute u obliga al responsable especialista a tener que estar frente al monitor y paciente para poder observar las mediciones o lecturas que presenta un paciente, solamente en ese instante o momento.

Identificándose de entrada que es inherentemente necesario mejorar dicho proceso por un lado, y por otro, asegurar un constante y responsable proceso de monitoreo y supervisión de los estados o eventos clínicos de pacientes en cualquier instante y desde cualquier geolocalización, por medio de la integración del sistema de comunicación y uso de herramientas tecnológicas (dispositivos inteligentes).

Entonces, se observa y determina que no se da un uso óptimo en el acceso de la información que manejan los equipos especializados, esto se debe a la carencia de dicha funcionalidad en el equipo y por los altos costos que representa el hecho de integrar sistemas de comunicación, que permita un acceso óptimo y manipulación de la información.

Un sistema de monitoreo de pacientes implica la “recolección sistemática de la información de los eventos clínicos que ocurren en pacientes”. La buena atención de los pacientes en los centros hospitalarios y quizá principalmente en cuidados intensivos es esencial para su recuperación y para garantizar el éxito en los tratamientos que decidan emplear los especialistas. En este aspecto, los equipos médicos deben cumplir una función esencial ya que sus características pueden brindar diversas facilidades, tanto para los pacientes, como para los profesionales de la salud.

Factores como tener equipos portátiles que permitan la atención del paciente sin que este deba moverse de su cama, o la posibilidad de contar con la más alta y avanzada tecnología médica para garantizar diagnósticos más confiables y atención oportuna, son determinantes a la hora de brindar una mejor calidad de vida a los pacientes en unidades de cuidados intensivos.

Dado que las personas en cualquier centro o unidad de salud pueden presentar condiciones críticas, se requiere de un potente sistema de monitoreo de signos vitales que les proporcione a los especialistas la información necesaria para atender sus complicaciones de la mejor forma posible.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se identifica que el actual equipamiento biomédico especializado con el que se cuenta en los centros hospitalarios públicos para brindar atención sanitaria (medición de los signos vitales) de pacientes a nivel nacional no permite a los especialistas poder estar realizando un mejor trabajo de monitoreo y supervisión a los pacientes, esto debido a la falta de funcionalidades en los equipos utilizados y específicamente de comunicación e integración con otras plataformas para compartir dicha información del estado y eventos clínicos en pacientes.

Por lo que nace la gran e importante necesidad de implementar estrategias que no solo permitan el uso de las Tecnologías de la Información (TI) en el sector salud, sino también, permitan optimizar el acceso y manejo de datos de suma relevancia, debido a que gracias al acceso oportuno de esta información se puede llegar al relevante hecho de salvar vidas humanas.

No se cuenta con la ventaja tecnológica en funcionalidad para la adquisición o visualización de la información clínica desde diferentes dispositivos y desde cualquier geolocalización, solamente es posible de manera presencial. Este hecho obliga al especialista en atención sanitaria estar frente al paciente y monitor (equipo biomédico especializado) para tener acceso a dicha información, más, sin embargo, no siempre el especialista por diversas razones va a poder presenciar cualquier eventualidad en el paciente cuando no esté presente.

Con este sistema se busca brindar una mayor seguridad a los pacientes en el servicio de atención sanitaria que recibe, mejorando los tradicionales procesos obsoletos en el sistema de salud.

2.2. ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA

La innovación es el motor de los avances tecnológicos. Esta afirmación se base en investigaciones realizados por J. Schumpeter quien resalta que “el desarrollo económico está motivado por la innovación, por medio de un proceso dinámico en el cual nuevas tecnologías sustituyen a las antiguas”.

La industria de la tecnología en salud ha comprendido este fenómeno, en efecto, los dispositivos médicos se han convertido en un negocio que presenta dinámicas de crecimiento notorias a nivel mundial. El área de la tecnología biomédica ha evolucionado de forma acelerada durante las últimas décadas, situación que ha mejorado la calidad de los servicios de salud, al ofrecer diferentes soluciones y tratamientos para las enfermedades, transformando a las instituciones de salud en espacios sofisticados en tecnología.

La convergencia de disciplinas como la nanotecnología, la biología, los sistemas de información, el internet de las cosas y la inteligencia artificial continuarán impulsando aún más la innovación de estos sistemas convirtiéndolos en una poderosa herramienta para el desarrollo de la salud humana.

Casi tres cuartas partes de los líderes en atención sanitaria que han adoptado IoT consideran que su principal ventaja será la posibilidad de supervisar y controlar variables de salud provenientes de dispositivos médicos desde cualquier ubicación, en el momento preciso de entornos sanitarios. Es posible con las nuevas herramientas tecnológicas a disposición poder crearse un entorno más seguro y eficaz de supervisión y gestión de datos médicos de pacientes. Con una única aplicación en un dispositivo móvil los pacientes y el personal pueden gestionar de forma segura los datos.

A raíz de la investigación realizada dentro del marco de la salud y la tecnología e-health se identificó que en el país (El Salvador, centros hospitalarios públicos) no se cuenta con servicios/espacios especializados en atención sanitaria a pacientes y específicamente para gestión de los datos clínicos de manera óptima, pudiéndose incorporar la tecnología en sus procedimientos actuales o formas de brindar dicho servicio, siendo este un lamentable hecho y necesidad inherente en dicho sector.

Si bien, la biomédica ha tenido un desarrollo impresionante a nivel mundial, en el país a pesar de las propuestas actuales. Falta potencializar mucho la investigación técnica científica que busque beneficios en costos y procedimientos seguros, eficientes y rápidos, tanto en diagnóstico como en tratamiento y rehabilitación, según la propia necesidad y de los avances de la aplicación de la medicina en el país y región, que va vinculada a la gran demanda de salud que afectan fuertemente indicadores clínicos, y para ello no solo con querer desde la cátedra es suficiente si no existe interés del sector privado y gubernamental.

A nivel mundial, se tienen fuertes aportes tecnológicos basados en el enfoque de esta investigación. A continuación, se hace mención de algunas de estas:

- Sistema de Monitoreo Central BeneVision permite que los profesionales de la salud reciban alarmas en sus dispositivos —mediante SmartPager— sin importar en dónde estén, para generar reportes, hacer prescripciones y estar al tanto de los signos vitales. Esto permite que la reacción ante cualquier cambio en el estado de salud de los pacientes sea rápida y oportuna para tomar las medidas necesarias.
- Estación de monitoreo central Acuity: Capacidad para monitorear hasta 60 pacientes en tiempo real, el mapa personalizado de la unidad de cuidados muestra el estado y la ubicación de cada paciente, capacidad de copia de seguridad de CPU en tiempo real (opcional), varias estaciones centrales Acuity en red para la revisión de datos de pacientes global, opere en una red 802.11a exclusiva o en una red 802.11 a/b/g compartida, envíe los datos del paciente a los sistemas de RME, a dispositivos portátiles o de forma remota para obtener acceso inmediato.
- Dispositivos vestibles o llevables (Wearables): Wearable hace referencia al conjunto de aparatos y dispositivos electrónicos que se incorporan en alguna parte de nuestro cuerpo interactuando de forma continua con el usuario y con otros dispositivos con la finalidad de realizar alguna función concreta, relojes inteligentes o smartwatches, zapa-tillas de deportes con GPS incorporado y pulseras que controlan nuestro estado de salud son ejemplos entre otros muchos de este género tecnológico presente en nuestras vidas.

2.3. JUSTIFICACIÓN

La tecnología sanitaria se encuentra en continuo desarrollo, esto trae como consecuencia un incremento en el volumen de información que se debe manejar. En el caso de los equipos biomédicos, esta información debe darse a conocer plenamente ya que determinará las pautas de funcionamiento, alcances y cuidados que deben ser tomadas en cuenta para el uso racional de la tecnología sanitaria.

Dada la experiencia que se logró a raíz de la investigación realizada en 2019; en la cual se desarrolló un prototipo o dispositivo electrónico biomédico con la capacidad tecnológica de comunicación, necesaria para proporcionar información clínica de pacientes vía red, logrando con ello el objetivo principal de optimizar el acceso y manipulación de la información clínica de pacientes. Se partirá de dicha premisa, cabiendo la

posibilidad de retomar y reajustar parte del software desarrollado en la medida que sea posible, para incorporar en la nueva fase 2.

La propuesta comprende encontrar y desarrollar una alternativa ante la problemática descrita anteriormente, para que el equipo o monitor biomédico especializado cuente con la ventaja y funcionalidad tecnológica de comunicación vía red u otro medio, para la accesibilidad de la información clínica de manera eficiente y oportuna.

En la investigación de campo realizada para la búsqueda del asocio colaborativo, se identificó que el actual equipamiento biomédico en centros hospitalarios públicos no cuenta con un sistema de comunicación como el que se propone en esta investigación. Entonces, se busca escalar y optimizar el nivel de acceso, monitoreo, supervisión y manipulación de la información clínica de pacientes a través de la implementación del sistema de comunicación en equipos médicos especializado en el centro hospitalario.

Además, con el desarrollo de esta investigación se espera obtener beneficios a nivel social y económico en cuanto a la optimización de servicios sanitarios.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de comunicación que permita monitorear los signos vitales de pacientes, utilizando equipo biomédico especializado y estándares para el manejo e intercambio de información entre aplicaciones heterogéneas, aplicando Tecnologías de la Información (TI) y el Internet de las Cosas (IoT).

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Explicar cada uno de los elementos del diseño para una mejor comprensión de los mismos.
2. Conocer cada una de las tecnologías e innovaciones que se pretenden incorporar en el sistema de comunicación propuesto.
3. Describir los estándares que existen para el manejo e intercambio de datos médico entre plataformas heterogéneas o aplicaciones médicas.

4. HIPÓTESIS

¿Cómo optimizar el acceso a la información clínica y el actual servicio brindado de atención sanitaria en los centros hospitalarios públicos, incorporando tecnología de punta para tener un mejor control y supervisión de eventos clínicos en pacientes, utilizando TI e IoT?

5. MARCO TEÓRICO

El auge de las tecnologías basadas en el concepto de IoT (Internet of Things) [1], ofrece diversidad de uso y uno de estos es el hecho de mejorar el servicio de atención sanitaria con el objetivo de optimizar el acceso a la información clínica de pacientes y de poder prevenir situaciones o estados críticos de salud en pacientes y así salvar vidas, logrando con ello contar con un sistema más eficiente. Al poder recopilar datos de dispositivos especializados, y con ello consultar información de pacientes y realizar diagnósticos en tiempo real desde cualquier ubicación por parte de un especialista o un sistema inteligente (Big Data) [2], puede mejorar la calidad del actual servicio brindado por el sistema de atención sanitario en el país. La convergencia de disciplinas como la nanotecnología, la biología, los sistemas de información, el internet de las cosas y la inteligencia artificial continuarán impulsando aún más la innovación de estos sistemas convirtiéndolos en una poderosa herramienta para el desarrollo de la salud humana.

Las Tecnologías en Salud (TS) son todos los equipos y dispositivos biomédicos y quirúrgicos usados en la atención médica, esto incluye medicamentos, sistemas de soporte de la organización como los de información y al mismo tiempo procedimientos médico – quirúrgicos.

Los equipos biomédicos se han convertido en una poderosa herramienta para resolver diversos problemas de la salud humana, mejorando las posibilidades de diagnosticar y tratar más enfermedades, sin embargo, la incorporación de estas tecnologías implica una gran responsabilidad por parte de las Instituciones de Salud (IS) debido a los diferentes riesgos que impactan a los pacientes y usuarios, situación que eleva los índices de eventos adversos. Es por ello que el diseño de este trabajo está enfocado para aplicar directamente con equipo especializado y en uso para tales fines.

5.1. ESTÁNDARES DE MANEJO E INTERCAMBIO DE DATOS MÉDICOS Y TECNOLOGÍA IOT

La investigación realizada abrió puerta a la identificación y estudio de una serie de componentes que en conjunto permitieran implementar el diseño propuesto para el sistema de comunicación para que en un futuro próximo se pueda implementar en equipo médico especializado en medición de signo vitales.

La organización HL7 Internacional

HL7 International (Health Level Seven) es una “Organización de Desarrollo de Estándares” (Standards Developing Organization, SDO), para el ámbito de la salud. Fundada en 1987, sin fines de lucro, opera a nivel internacional y su misión es proveer estándares globales para los dominios: clínico, asistencial, administrativo y logístico, con el fin de lograr una interoperabilidad real entre los distintos sistemas de información en el área de la salud.

Health Level-7 (HL7) fue creado por Health Level Seven International, una organización sin fines de lucro dedicada a desarrollar estándares para el intercambio de datos electrónicos de atención médica. HL7 son un conjunto de estándares internacionales que se utilizan para transferir y compartir datos entre varios proveedores de atención médica. Más específicamente, HL7 ayuda a cerrar la brecha entre las aplicaciones de TI (Tecnologías de la Información) de salud y hace que compartir datos de salud sea más fácil y más eficiente en comparación con los métodos más antiguos.

HL7 (Health Level Seven International) es un conjunto de estándares, formatos y definiciones para el intercambio y desarrollo de Historias Clínicas Electrónicas (HCE). Los estándares HL7, desarrollados y

promulgados por la autoridad de establecimiento de estándares de TI para el cuidado de la salud, HL7 International, son los estándares de facto en TI para el cuidado de la salud.

HL7 es la sigla de Health Level Seven Inc. La palabra “Health” (Salud) hace relación al área de trabajo de la organización y las palabras “Level Seven” (Nivel Siete) hacen referencia al último nivel del modelo de comunicaciones para interconexión de sistemas abiertos (Open Systems Interconnection, OSI) de la Organización Internacional para la Estandarización (Internacional Organization for Standardization, ISO).

El “Nivel Siete” dentro del modelo es el nivel aplicación, que se ocupa de la definición y la estructura de los datos que van a ser intercambiados.

Es una de las organizaciones más importantes de informática médica a nivel internacional.

En 1994 fue acreditada como SDO por el ANSI. La mayoría de las SDO producen estándares (a veces llamados especificaciones o protocolos) para un dominio particular de la salud, por ejemplo: farmacia, imágenes diagnósticas, seguridad del paciente o transacciones con entidades aseguradoras (tramitación de informes). Los dominios de HL7 comprenden información clínica, asistencial, administrativa y logística.

Con sede principal en Ann Arbor, MI, Estados Unidos y capítulos internacionales en más de 50 países, HL7, al igual que la mayoría de otras SDO, es una organización conformada por voluntarios sin fines de lucro.

Actualmente dispone de:

- 1300 miembros corporativos.
- 2500 asociados.
- 57 afiliados internacionales.
- 95% de los fabricantes de software de salud a nivel mundial.

Los miembros de HL7 (proveedores y distribuidores de tecnología, aseguradores, prestadores de servicios de salud, consultores, universidades, gobierno, etc.) tienen interés por el avance y desarrollo de estándares clínicos y administrativos.

Al igual que todas las SDO acreditadas por el ANSI, HL7 cuenta con un estricto y bien definido conjunto de procedimientos de operación que garantizan el consenso, la transparencia y el equilibrio de intereses.

Su especificación más utilizada es un estándar de mensajería para el intercambio electrónico de datos en salud.

Los miembros de HL7 son conocidos colectivamente como el “Grupo de Trabajo”, que está organizado en comités técnicos y grupos de intereses especiales. Los “comités técnicos” son directamente responsables por el contenido de los estándares. Los “grupos de intereses especiales” sirven para desarrollar información y pruebas para la exploración de nuevas áreas de cobertura de los estándares publicados por HL7.

Una lista de los comités técnicos y grupos de intereses especiales, así como sus misiones, alcances y coordinadores está disponible en el sitio web de HL7.

Visión de HL7

Un mundo en el que todos, de forma segura, puedan acceder y utilizar los datos de salud adecuado, cuándo y dónde lo necesiten.

Misión de HL7

HL7 faculta a la interoperabilidad de datos de la salud a nivel mundial mediante el desarrollo de normas y permitiendo su adopción y aplicación.

Los estándares HL7

Desde su origen, en 1987, el nombre de HL7 se asociaba a las versiones del “estándar de mensajería” para el intercambio electrónico de datos de salud. Este estándar está enfocado al intercambio de datos entre aplicaciones (facilitando el desarrollo de interfaces).

Sin embargo, la creciente necesidad de generar sistemas de información integrados regionalmente (ciudades, regiones, países) hizo necesario el desarrollo de un espectro más amplio de estándares que faciliten la interoperabilidad. Por esta razón, a partir del año 2000, la organización HL7 cuenta con un proceso para definir una serie de herramientas de interoperabilidad (mensajes, documentos electrónicos, reglas, modelos de referencia), esto ha dado origen a varios estándares que facilitan los procesos de intercambio de información de salud. Debido a ello, hoy en día, se habla de Estándares HL7.

Algunos de estos estándares son:

- **Mensajería HL7 Versión 2.** Estándar de mensajería para el intercambio electrónico de datos de salud.
- **Mensajería HL7 Versión 3.** Estándar de mensajería para el intercambio electrónico de datos de salud basada en el RIM.
- **CDA HL7.** (Clinical Document Architecture) Estándar de arquitectura de documentos clínicos electrónicos.
- **SPL HL7.** (Structured Product Labeling) Estándar electrónico de etiquetado de medicamentos.
- **HL7 Medical Records.** Estándar de administración de Registros Médicos.
- **GELLO.** Estándar para la expresión de reglas de soporte de decisiones clínicas.
- **Arden Syntax.** Es estándar sintáctico (if then) para compartir reglas de conocimiento clínico.
- **CCOW.** Es un estándar para Frameworks para compartir contexto entre aplicaciones.

Ejemplo de mensaje HL7 v2

```
MSH|^~&|LAB|CCF|||20040920080937||ORM^O01|42640000 009|P|2.3|
PID||56797971||Gonzalez^pepe^Jose|196505 25|M||||||56797971|
PV1||O|UNKO^|||||
ORC|RE||A0203809||IP|||||
OBR|1|A0203809|A0203809|400090^Complete Blood Count|||200609240000|||||200609240847||deleted^ ^^MD^^^^^^|200609241055||P
OBX|1|ST|40010^White Blood Count (WBC) (x1000)||PENDING|||||P
OBX|2|ST|40020^Red Blood Count (RBC)||PENDING|||||P
ORC|RE||A0203809||CM|||||
OBR|2|A0203809|A0203809|650300^Depakene (Valproic Acid) Level|||200609240000|||||200609240847||^deleted^ ^^MD^^^^^^|200609241055||F
OBX|3|NM|65030^Depakene (Valproic Acid) Level||76.8|ug/ml|50-100||||F||200609241054|
```

Ejemplo de mensaje HL7 v3

```
<?xml version="1.0" encoding="windows-1252"?>
<POLB_IN224200UV01 xmlns:hl7="urn:hl7-org:v3" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" ITSVersion="XML_1.0">
  <templateId extension="VS_RM200901C001" assigningAuthorityName="HospitalJorgeHUribe"/>
  <id extension="HISG0000001"/>
  <creationTime value="20100511220525"/>
  <interactionId root="2.16.840.1.113883.1.6" extension="POLB_IN224202UV01"/>
  <processingCode code="P"/>
  <processingModeCode code="T"/>
  <acceptAckCode code="NE"/>
  <receiver typeCode="RCV">
    <device classCode="DEV" determinerCode="INSTANCE">
      <id extension="HIS001"/>
    </device>
  </receiver>
  <sender typeCode="SMD">
    <device classCode="DEV" determinerCode="INSTANCE">
      <id extension="VSM001"/>
    </device>
  </sender>
  <controlActProcess classCode="CACT" moodCode="EVN">
    <code code="POLB_TE004202UV01" codeSystem="2.16.840.1.113883.1.11.20299" codeSystemName="LaboratoryTriggerEventType"
    displayName="Result Complete"/>
    <languageCode code="es-co" codeSystem="2.16.840.1.113883.1.11.11526" codeSystemName="HumanLanguage" displayName="Español Colombia"/>
    <subject typeCode="SUBJ" contextConductionInd="false">
      <observationBattery classCode="BATTERY" moodCode="EVN">
        <id extension="VS12340000"/>
        <code code="28562-7" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1" codeSystemName="LOINC" displayName="Vital Signs"/>
        <statusCode code="complete"/>
        <recordTarget typeCode="RCT" contextControlCode="OP">
          <patient classCode="PAT">
            <id extension="6537077"/>
            <patientPerson classCode="PSN" determinerCode="INSTANCE">
              <name>
                <given>ANDRES FELIPE</given>
                <family>FERNANDEZ CORTES</family>
              </name>
              <administrativeGenderCode code="M" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.1" codeSystemName="AdministrativeGender"/>
              <birthTime value="19860705"/>
            </patientPerson>
          </patient>
        </recordTarget>
        <author typeCode="AUT">
          <time value="20100511220525"/>
          <assignedEntity classCode="ASSIGNED">
            <assignedDevice classCode="DEV" determinerCode="INSTANCE">
              <id extension="VSM001"/>
              <manufacturerModelName code="VSM" codeSystem="BiomedicalDevice" displayName="Vital Signs Monitor"/>
            </assignedDevice>
          </assignedEntity>
        </author>
      </observationBattery>
    </subject>
  </controlActProcess>
</POLB_IN224200UV01>
```

En resumen, HL7, es un estándar para el intercambio de información entre aplicaciones médicas. Esta norma define un formato para la transmisión de información relacionada con la salud.

5.2. FHIR (RECURSOS RÁPIDOS DE INTEROPERABILIDAD EN SALUD)

Fast Healthcare Interoperability Resources o FHIR (pronunciado "Fire") define un conjunto de "Recursos" que representan conceptos clínicos granulares. Los recursos se pueden gestionar de forma aislada, o agregados en documentos complejos. Técnicamente se puede mencionar:

- FHIR está diseñado para la web; los recursos se basan en estructuras XML o JSON simples, con un protocolo basado en REST HTTP donde cada recurso tiene URL predecible.
- FHIR (pronunciado "fuego") son las siglas de Fast Healthcare Interoperability Resources.
- FHIR es el último estándar de interoperabilidad que ha surgido de la organización sin fines de lucro Health Level Seven (HL7) para permitir el intercambio electrónico seguro de datos de atención médica.

- FHIR incorpora las mejores características de los estándares HL7 desarrollados previamente, utilizando paradigmas modernos para la transferencia de datos y estándares de seguridad actuales para resolver problemas clínicos y administrativos de una manera práctica.
- FHIR define la procedencia u origen de los datos y los recursos de eventos de seguridad adecuados para rastrear el origen, la autoría, el historial, el estado y la fuente de los recursos.
- FHIR utiliza cuatro paradigmas principales para comunicar datos de salud: API REST, mensajes, documentos y servicios (Web Service).

Principales diferencias de FHIR con los estándares anteriores de HL7

FHIR se diferencia de los estándares anteriores de muchas maneras, pero las dos diferencias fundamentales que lo hacen tan revolucionario son:

Seguridad: Todos los datos de salud de producción intercambiados mediante FHIR deben protegerse mediante TLS / SSL. Esto lo hace mucho más seguro que los estándares HL7 anteriores.

Recursos: FHIR utiliza formatos y elementos de datos estandarizados, denominados colectivamente "Recursos". Un recurso es la unidad de transacción más pequeña posible en FHIR, con una identidad conocida que proporciona datos significativos.

Características FHIR

- FHIR combina las mejores características de HL7 V2, HL7 V3 y CDA, al tiempo que aprovecha las últimas tecnologías de web services.
- El diseño de FHIR se basa en los servicios web Representational State Transfer (RESTful). Esto está en contraste con la mayoría de los perfiles IHE que se basan en servicios web SOAP. Con los servicios web RESTful, las operaciones básicas HTTP incluyen Create, Read, Update y Delete (CRUD).
- FHIR se basa en componentes modulares llamados "recursos", y estos recursos se pueden combinar juntos para resolver problemas clínicos y administrativos de una manera práctica. Los recursos pueden ampliarse y adaptarse para proporcionar una solución más manejable a la demanda de atención médica para la opcionalidad y personalización. Los sistemas pueden leer fácilmente las extensiones utilizando el mismo Framework como otros recursos.

5.3. INTERNET DE LAS COSAS (INTERNET OF THINGS, IOT)

Es un concepto que se refiere a la interconexión digital de objetos cotidianos con Internet. Alternativamente, Internet de las cosas es la conexión de internet con "cosas u objetos" que personas. También se suele conocer como internet de todas las cosas o internet en las cosas.

IoT es una red de objetos digitalizados y dotados con características particulares de cómputo, comunicación y sensorial, los cuales están interconectados a la nube (Internet) y/o entre ellos realizando una tarea específica en el proceso, proporcionando información de interés al centro de datos, la cual normalmente es enviada y recibida en tiempo real para la toma de decisiones y acciones oportunas por humanos o por un sistema M2M (Machine to Machine).

Sistemas e-Health, Salud electrónica o e-Health es el término con el que se define al conjunto de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) que son usadas en el ámbito de medicina para una mejor contribución. En los últimos años ha cogido gran fuerza gracias al avance de las tecnologías que se aplican en el tema de salud pública. e-Health es definida como “el uso de información digital, transmitida, almacenada u obtenida electrónicamente para el apoyo al cuidado de la salud tanto a nivel local como a distancia” y se sustenta en el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en aspectos que van desde la gestión de las organizaciones, el acceso a información relevante, el seguimiento del paciente, o incluso la posibilidad de realizar diagnósticos alternativos en enfermedades.

5.4. OTRAS TECNOLOGÍAS PARA CONTROLAR LAS CONDICIONES EN PACIENTES

Dentro del marco de las tecnologías que se pueden utilizar para supervisar las condiciones de un paciente se tiene de entrada los sistemas tradicionales a base de sensores conectados directamente en el cuerpo humano. Mas, sin embargo, y por ser una tecnología relevante para la detección de patologías y principalmente para la detección de fiebre, se hace mención a los sistemas basados en cámaras termográficas.

Relación del COVID 19 y la termografía infrarroja

La empresa Flir Systems, lleva trabajando y perfeccionando los sistemas de detección de fiebre con termografía (Fever screening) desde 1999, con las primeras epidemias asiáticas y hoy en día más populares y/o novedosas para uso en detección de personas con altas temperaturas por lo de covid-19. Volviéndose este una tecnología más para ser utilizadas con pacientes.

Ya en 2003 se instalaron los primeros puestos fijos de detección de fiebre en aeropuertos de Asia, y, hoy en día, Flir Systems garantiza una precisión de 0,5 grados en modelos de cámaras aptos para el Screening como las gamas Exx, Serie T y A320.



Fig. 1: Dispositivo Serie T y A320 para termografía gráfica.

Esto quiere decir, que hay suficiente experiencia y bibliografía para generar confianza en este método de detección de fiebre, que, como se puede observar, aporta muchas ventajas.

Mediante termografía infrarroja se puede encontrar personas con una temperatura corporal más elevada que la media de las personas revisadas, lo cual, puede ser indicativo de tener fiebre, y, en cuyo caso, esas personas pasarían a una segunda revisión más en profundidad.

Cámaras termográficas para detectar temperatura



Fig. 2: Medición de temperatura corporal con cámaras termográficas.

El sector de la arquitectura y la ingeniería está ampliamente reconocido el uso de la termografía infrarroja en diferentes situaciones técnicas con profesionales sobradamente capacitados.

La termografía infrarroja ha estado presente desde 1958 aproximadamente, para usos de la construcción, civiles e industriales, experimentando en los últimos 15 o 20 años un gran crecimiento. Las cámaras térmicas son más intuitivas, ergonómicas y ofrecen cada vez mejores imágenes aportando análisis más exactos.

Los métodos habituales para medir la temperatura en personas que se están utilizando de forma generalizada son tres:

- Uso del termómetro de contacto.
- Uso de termómetro de infrarrojos que se suele colocar en el oído (algunos también lo permiten en la frente).
- La termografía infrarroja.

La termografía infrarroja permite no tener que tocar al paciente y además mantener a los operarios lejos del contacto directo con las personas que se revisan (Sí se vuelve necesario un lugar de trabajo con una temperatura estable donde se pueda controlar el flujo de persona que se van a revisar).

Un ejemplo con una cámara térmica para medir la temperatura se puede apreciar en la fig. 3.

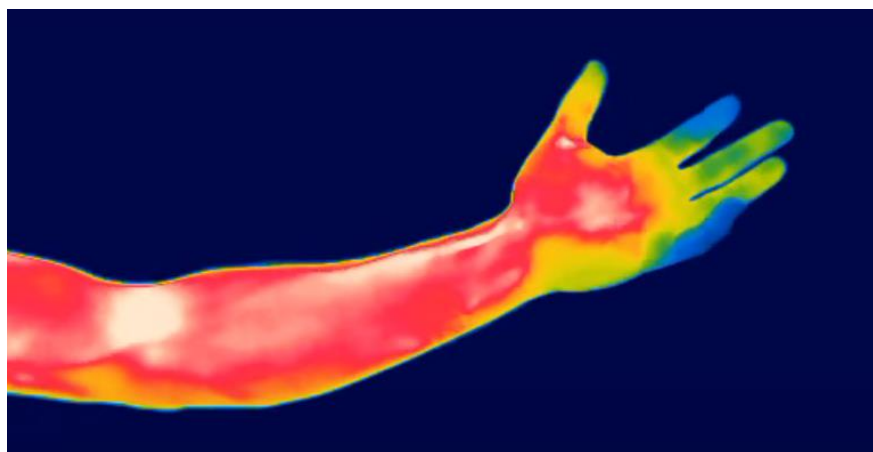


Fig. 3: Muestra de detección de temperatura con cámara termica.

Además, se identificó que, para contar con un sistema más completo de supervisión de una paciente sería relevante el hecho de instalar un sistema de video vigilancia (Sistema DVR o NVR). Este hecho, debido a que se puede estar en constante supervisión vía video o imagen en vivo y de esta forma no solo contar con un sistema a base de un dato o información desde la aplicación móvil y la plataforma web. Un sistema multimedia completo brindaría más confianza, por un lado, al especialista en atención sanitaria y por otro lado al mismo paciente.

DVR o Digital Video Recorder, se conecta a cámaras analógicas que le envían una señal de video que digitaliza. Es lo más económico y se pueden encontrar cámaras de calidad (960H y 1000 líneas de resolución) por precios muy buenos. Han evolucionado tanto que se pueden conectar a alarmas, con protocolo RTSP e incluso gran calidad en streaming, entre otros. Se usa un cable RG59 para instalar, aunque se puede usar UTP con transceptores de video.

NVR o Network Video Recorder, con el sistema IP las imágenes llegan procesadas al grabador. Es un poco más caro, pero ofrece una mayor calidad, con menos ruido y más resolución. Por su precio no lo utilizan todo tipo de clientes. Se puede basar en ordenador o sistemas autónomos. Se puede usar un cable UTP, más económico que el RG59, o incluso wifi.

NDVR o Network Digital Video Recorder, se trata de un videograbador híbrido, ya que combina ambas tecnologías. Se incluye en entornos donde se aprovechan instalaciones analógicas y se recurre a la tecnología IP.

6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación comprende el diseño de una propuesta de un sistema de comunicación integrado a equipo biomédico especializado en la medición de signos vitales, el cual permita la interoperabilidad entre aplicaciones heterogéneas utilizando estándares de manejo e intercambio de información entre aplicaciones médicas para el monitoreo de eventos y datos clínicos de pacientes, utilizando Tecnologías de la Información (TI) y el Internet de las Cosas (IoT). Para ello se definen una serie de componentes o bloques del sistema que trabajaran en conjunto para un fin común.

Para ello y por ser una metodología de investigación flexible y adaptable al escenario de este trabajo se optó por desarrollar las diferentes fases del proyecto, bajo la metodología de Gestión de proyectos AGILE, la cual es una metodología de gestión de proyectos ampliamente usada en el sector IT (Information Technology) y proyectos de organización empresariales, que tiene como principal virtud la flexibilidad y capacidad de modificar el producto a lo largo del proyecto, ya que estos se van usando al mismo tiempo que se desarrollan.

Esta metodología se basa en dividir el proyecto en fases (sprints), el resultado de las cuales es un producto con una serie de funcionalidades que ya permiten que este sea usado. Estas fases se terminan hasta haber conseguido el total de las funcionalidades definidas para el producto.

De forma resumida las fases se componen de lo siguiente:

Inicio: se escoge del total de objetivos del producto aquellos que serán implementados en el sprint, debiendo ser capaces de generar un producto funcional. En base a estos objetivos se define la duración del sprint (entre una semana y un mes), y las tareas que lo componen.

Desarrollo del sprint: el equipo del proyecto planifica y ejecuta las tareas, las cuales se van supervisando en reuniones diarias donde se miran las tareas ejecutadas, en curso, y pendientes, así como posibles impedimentos y restricciones.

Cierre: al final del sprint se revisa que se hayan completado las tareas y objetivos definidos al inicio mediante la presentación de un producto funcional. El ensayo de este producto por parte del cliente puede hacer variar los objetivos del proyecto o su prioridad.

La posibilidad de tener un producto funcional y utilizable al final de cada sprint permite ir ajustando los objetivos del proyecto, y por tanto asegurar mejor que el producto final cumplirá con las expectativas del usuario. A parte, la comercialización de estos sprints permite avanzar los ingresos generados por el proyecto, mejorando su rentabilidad.

6.1. MATRIZ OPERACIONAL DE LA METODOLOGÍA

Tabla 3. Matriz metodológica.

OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	MATERIALES
1. Investigación de campo	<p>A1. Visita de campo Hospital Santa Teresa, Zacatecoluca.</p> <p>A2. Reunión con responsable o especialista de equipo biomédico en el centro hospitalario.</p> <p>A3. Presentación del proyecto a dirección, especialistas en atención sanitaria y</p>	<p>R1. Presentación del proyecto en centro hospitalario.</p> <p>R2. Establecer acuerdos, responsabilidades, deberes, permisos de acceso a monitor y apoyo entre las partes involucradas.</p>	Computadora o Smartphone.

OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	MATERIALES
	<p>persona biomédica responsable de los monitores en el centro hospitalario.</p> <p>A4. Establecimiento de acuerdos, responsabilidades, apoyo y funciones de las partes involucradas.</p>		
<p>2. Seleccionar el equipo o monitor especializado.</p>	<p>A5. Visita de campo Hospital Santa Teresa, Zacatecoluca.</p> <p>A6. Identificación y selección del equipo o monitor especializado para el desarrollo de la investigación.</p> <p>A7. Recopilación de información en general acerca del equipo y sensores especializados. Manual de usuario y servicio del monitor, entre otros.</p> <p>A8. Estudio de la información recopilada.</p> <p>A9. Montaje de una red LAN para pruebas de la interface de red que incorpora el monitor. Comprobar que se puede obtener vía red accediendo al equipo por medio del identificador único de red desde un ordenador.</p>	<p>R3. Selección del monitor a utilizar para aplicar la investigación.</p> <p>R4. Montaje de una red LAN.</p> <p>R5. Información para el estudio del equipo.</p>	<p>Computadora o Smartphone.</p>

OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	MATERIALES
3. Conocer los sensores especializados del sistema.	<p>A10. Identificación de los sensores que se pueden trabajar con el equipo.</p> <p>A11. Estudio de protocolos de comunicación que utilizan los sensores.</p> <p>A12. Identificación de interfaces de comunicación en los sensores.</p> <p>A13. Cotización acerca de precio de sensores a proveedores del hospital.</p> <p>A14. Solicitud de información acerca de los sensores a proveedores y de ser posible a fabricantes.</p>	<p>R6. Selección de uno o dos sensores genéricos para estudio.</p> <p>R7. Cotización de sensores.</p>	Computadora o Smartphone.
4. Comprender el sistema de comunicación de los sensores con el monitor.	<p>A15. Estudio de protocolos de comunicación.</p> <p>A16. Identificación del tipo de señal eléctrica de operación de los sensores especializados.</p> <p>A17. Estudio de protocolos utilizados para comunicación de sensores con monitor.</p>	<p>R8. Conocer la forma de trabajo de los sensores.</p> <p>R9. Comprensión de la comunicación entre sensores y monitor</p>	Computadora o Smartphone.

OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	MATERIALES
5. Adquisición de materiales del proyecto.	A18. Recopilación de información acerca de materiales. A19. Estudio de la información recopilada. A20. Cotización de materiales. A21. Visita a proveedores. A22. Compra de materiales.	R10. Materiales del proyecto.	Computadora o Smartphone.
6. Diseñar el circuito electrónico para procesar, interpretar y enviar la información clínica al servidor.	A23. Diseño del circuito. A24. Elaboración de pistas en PCB. A25. Montaje de componentes electrónicos en tarjeta PCB. A26. Realizar pruebas de funcionalidad del circuito.	R11. Hardware de comunicación para integración con la información clínica del monitor.	Computadora o Smartphone.
7. Desarrollo del portal web.	A27. Selección de herramientas para desarrollo. A28. Diseño de Dashboard para representación de información clínica. A29. Realizar pruebas de funcionalidad del software.	R12. Plataforma web para acceso local o remoto vía red de la información clínica de pacientes por medio de dispositivos inteligentes.	Computadora o Smartphone.

OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	MATERIALES
8. Diseño de la base de datos.	A30. Selección del gestor de base de datos. A31. Diseño de la base de datos. A32. Modelo DER.	R13. Base de datos para el almacenamiento de la información.	Computadora o Smartphone.
9. Desarrollo de la aplicación móvil (App).	A33. Selección de herramientas para desarrollo. A34. Diseño de la aplicación. A35. Desarrollo de la aplicación. A36. Realizar pruebas de funcionalidad de la aplicación.	R14. App para acceso a la información local o remotamente.	Computadora o Smartphone.
10. Presentación de resultados.	A37. Presentación de la propuesta de diseño en HNST.	R15. Propuesta de diseño del sistema. Documento.	Computadora o Smartphone.
11. Elaboración de informes finales.	A38. Redacción de informe final.	R16. Informe final.	Computadora o Smartphone.

6.2. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA

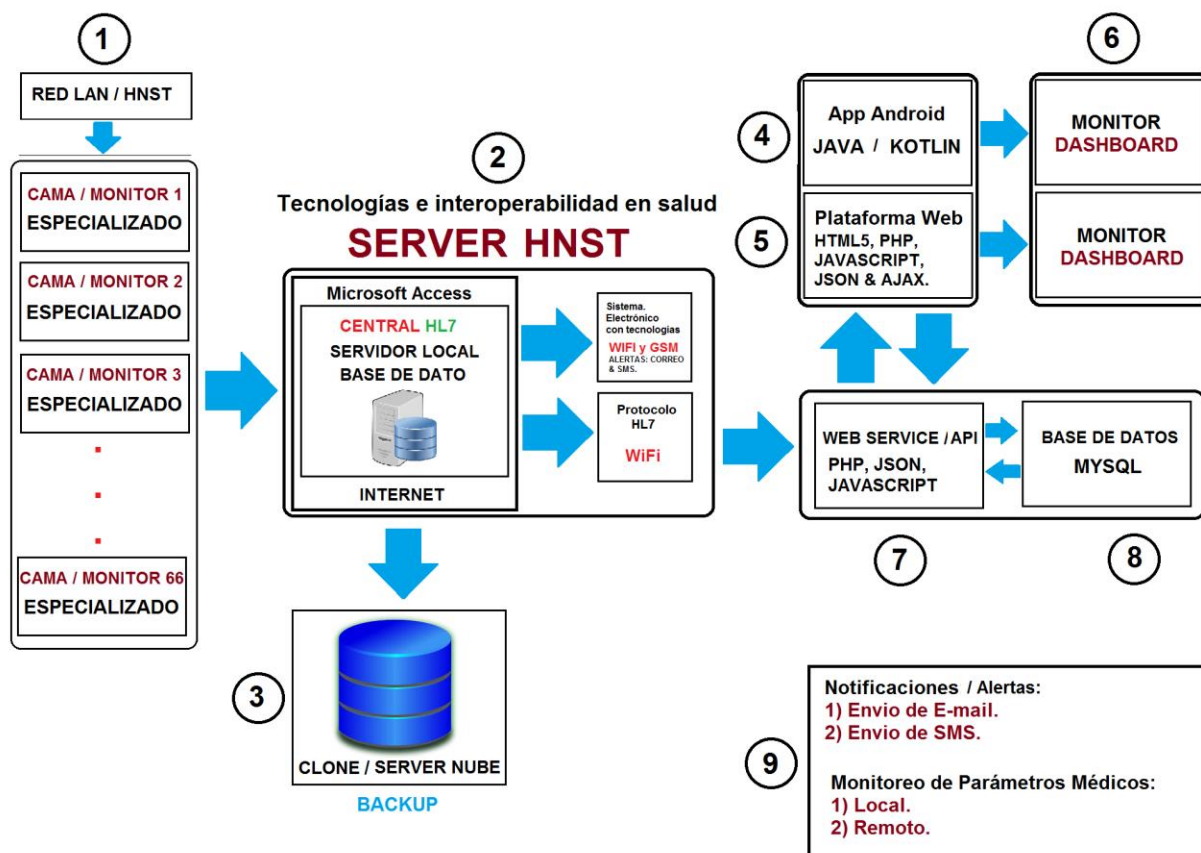


Fig. 4: Diagrama de bloques del sistema de comunicación.

A continuación, se describe cada uno de los bloques que comprende el diseño del sistema.

Tabla 1. Descripción de bloques.

N° Bloque	Nombre Bloque	Descripción
1	RED LAN (Red de Área Local)	Este bloque estará conformado por el diseño e implementación de una red LAN (Red de Área Local) en las instalaciones del centro hospitalario (HNST). Esta red va a permitir interconectar el/los monitores especializados en la medición de signos vitales con el servidor o central HL7, el cual a su vez es quien contiene la base de datos del sistema. Esta red, en conjunto con el software de la licencia adquirida (central HL7), permitirá el intercambio y manejo de la información procesada por los equipos médicos, para que posteriormente pueda ser enviada y almacenada en el servidor. Cabe mencionar que para probar el sistema de comunicación bastaría con poner un solo equipo médico en red con el servidor. Tener en cuenta que de por sí solo, el sistema permite extraer la información clínica de pacientes en un área limitada al mismo centro hospitalario o alcance de la red LAN y que no se cuenta con la

N° Bloque	Nombre Bloque	Descripción
		<p>posibilidad de poder visualizar los datos médicos desde lugares remotos. Mas, sin embargo, el presente diseño comprende escalar este sistema limitado a tal grado o alcance que dicha información clínica pueda ser accedida y visualizada desde cualquier lugar por medio de una plataforma web y aplicación móvil (App) haciendo uso de dispositivos inteligentes y la red Wifi (Internet). Ver topología de red a implementar en la fig. 5.</p> <p>Nota: Sin la adquisición de la licencia para la implementación de la central HL7 en el centro hospitalario y demás elementos que se irán describiendo más adelante no sería posible dicho sistema de comunicación. El obtener dicha licencia permitirá poder implementar y probar cada uno de los elementos descritos para comprobar que en conjunto cumplen con dicho funcionamiento.</p>
2	Servidor HNST / Central HL7.	Este es un recurso más con el que se debe contar en el centro hospitalario. Dicho equipo u ordenador será el responsable de almacenar la información clínica (historias clínicas electrónicas) procesada por los monitores médicos. Este equipo debe ser puesto en red con los monitores biomédicos especializados. Una vez se logre obtener los datos de los monitores para almacenarlos en el servidor o central HL7 se tendrá la posibilidad, recurriendo al uso del estándar Health Level 7 / Clinical Document Architecture (HL7/CDA) o versiones superiores poder integrar otras herramientas de terceros (plataforma web y App) para que dicha información puede ser visualizada a distancia.
3	Clone Base de Datos en la nube (Hosting privado o de pago).	La base de datos con la que opera la central HL7 es creada en Microsoft Access y es almacenada en la PC delegada como servidor dentro del centro hospitalario. Ahora bien, se propone que la misma estructura de base de datos sea creada en el gestor de base de datos MySQL y, además, tener claro que esa misma información debe estar alojada en un servidor en la nube para su acceso desde las aplicaciones desarrolladas (Plataforma web y App) por medio de la red Internet. Otra opción sería configurar dicho ordenador como un servidor de Internet y las aplicaciones desarrolladas conectarse a dicho servidor.
4	App (Smartphone y/o Tablet).	Como parte del sistema de comunicación propuesto y para que la información pueda ser accedida remotamente se desarrollará la aplicación móvil para uso en dispositivos inteligentes (Smartphone y Tablet con sistema operativo Android), la cual cumplirá con la función de mostrar los datos clínicos de los pacientes desde cualquier geolocalización haciendo uso de la red WiFi (Internet). Para que esto

N° Bloque	Nombre Bloque	Descripción
		sea posible será necesario haber superado los primeros pasos (Bloque 1, 2 y 3).
5	Plataforma Web.	Como parte del sistema de comunicación propuesto y para que la información puede ser accedida remotamente, se desarrollara una aplicación ambiente web para uso en cualquier dispositivo inteligente a través de un navegador web, esta cumplirá con la función de mostrar los datos clínicos de los pacientes desde cualquier geolocalización haciendo uso de WiFi (Internet). Para que esto sea posible será necesario haber superado los primeros pasos (Bloque 1, 2 y 3).
6	Dashboard de la App y plataforma web.	El Dashboard es una herramienta de gestión de información que monitoriza, analiza y muestra de manera visual los indicadores clave de un conjunto de datos, recopila datos de diferentes fuentes en un solo sitio y los presenta de manera digerible para que lo más importante salte a la vista. Este componente será diseñado e implementado en la aplicación móvil o App y la aplicación ambiente web para el Smartphone con el objetivo que facilite la interpretación de los datos clínicos de un paciente al usuario final.
7	Web Service.	<p>Un web service facilita un servicio a través de Internet: se trata de una interfaz mediante la que dos o más máquinas (o aplicaciones) se comunican entre sí. Esta tecnología se caracteriza por estos dos rasgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Multiplataforma: cliente y servidor no tienen por qué contar con la misma configuración para comunicarse. El servicio web se encarga de hacerlo posible. • Distribuida: por lo general, un servicio web no está disponible para un único cliente, sino que son diferentes los que acceden a él a través de Internet. <p>Cuando se utiliza un web service, un cliente manda una solicitud a un servidor, desencadenando una acción por parte de este. A continuación, el servidor devuelve una respuesta al cliente.</p> <p>Los webs services apuntan a ser la piedra fundamental de la nueva generación de sistemas distribuidos. Estos son algunos puntos para fundamentar esta afirmación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interoperabilidad: Cualquier web service puede interactuar con otro web service. Como los webs services pueden ser implementados en cualquier lenguaje, los desarrolladores no necesitan cambiar sus ambientes de desarrollo para producir o consumir web services.

N° Bloque	Nombre Bloque	Descripción
		<ul style="list-style-type: none"> • Ubicuidad: Los webs services se comunican utilizando HTTP, XML y JSON. Por lo tanto, cualquier dispositivo que soporte estas tecnologías pueden implementar o acceder web services. Muy pronto estarán presentes en teléfonos, autos e incluso máquinas expendedoras, las que avisarán a la central cuando el stock sea menor al indicado. • Encapsular reduce la complejidad: Todos los componentes en un modelo de web services son web service. Lo importante es la interface que el servicio provee y no como esta implementado, por lo cual la complejidad se reduce. • Fácil de utilizar: El concepto detrás de los webs services es fácil de entender, incluso existen toolkits de vendedores como IBM o Microsoft que permiten a los desarrolladores crear web services en forma rápida y fácil. • Soporte de la Industria: Todas las empresas de software importantes soportan SOAP, e incluso están impulsando el desarrollo de web services. Por ejemplo, la nueva plataforma de Microsoft .NET está basada en web services, haciendo muy simple el desarrollo de los mismos que luego podrían ser consumidos por un web service desarrollado utilizando VisualAge de IBM y viceversa. <p>En resumen, este componente o bloque del sistema será un intermediario en la comunicación que se dará entre las aplicaciones heterogeas, permitiendo así la interoperabilidad de los datos. Es en este componente o bloque donde se aplicará el estándar HL7 en la comunicación del sistema.</p> <p>Este componente o bloque se puede construir con diversidad de lenguajes de programación como, por ejemplo: ASP.NET (C# o VB), JAVA JSP, PHP, entre otros.</p>
8	Base de Datos.	<p>Este componente o bloque del sistema toma un rol fundamental en todo el diseño del sistema, esto es debido a que es el medio donde la información clínica de pacientes estará almacenada de una forma estructura y organizada. Las herramientas desarrolladas (App y aplicación ambiente web) e incluso los monitores biomédicos especializados se conectarán a esta fuente de datos por medio de la implementación de la central HL7 (licencia), permitiendo de esta manera el monitoreo local y remoto de los parámetros médicos.</p>

N° Bloque	Nombre Bloque	Descripción
		<p>Hay diversidad de opciones confiables que se pueden utilizar como gestor de base de datos, entre estos se pueden mencionar: SQL Server, Oracle Database, PostgreSQL, mongoDB, entre otros.</p> <p>La opción que se propone de gestor de base de datos a utilizar es MySQL, debido a sus prestaciones, alta demanda en uso, confiabilidad, es libre, etc.</p>
9	Notificaciones / Alertas.	<p>Dentro del marco de las funciones consideradas para integrar al sistema de comunicación, se tiene el tema de las alertas del sistema. Se han considerado dos tipos de alertas para tal fin, estas son: Vía correo electrónico y SMS utilizando la red WiFi y GSM respectivamente. Para ello fue necesario diseñar un circuito electrónico con las capacidades tecnológicas para hacer uso de la red GSM. Ver fig. 13 – fig. 22.</p> <p>Las alertas deben ser activadas justo en el instante en que una variable médica está por debajo o por arriba de un valor ya establecido previamente por un especialista. Por ejemplo: Si la variable temperatura corporal supera los 39 °C. Las notificaciones de las alertas las va a recibir el especialista responsable justo en el momento de cambio de la variable. Esta funcionalidad del sistema permitirá a los especialistas tomar decisiones y ejecutar acciones inmediatas y oportunas.</p>

6.3. DISEÑO BÁSICO DE LA RED LAN PARA EL MONTAJE DE LA CENTRAL HL7

En el siguiente esquema de red se presenta el mapeo para el montaje de la red LAN en el HNST, la topología a implementar será la estrella, utilizando cableado par trenzado Cat 5e o 6. Los posibles dispositivos centralizados para las interconexiones de todos los dispositivos (monitores especializados, PC, servidor, etc.) pueden ser un Switch con un número “x” de nodos de red.

Esto está sujeto a la necesidad o cantidad de dispositivos a interconectar por medios cableado. Otro dispositivo es un Router con capacidad WiFi o inclusive por medio de una combinación de ambos, de esta manera pueden coexistir en la red LAN dispositivos conectados por medios guiados y no guiados (cableado e inalámbricos).

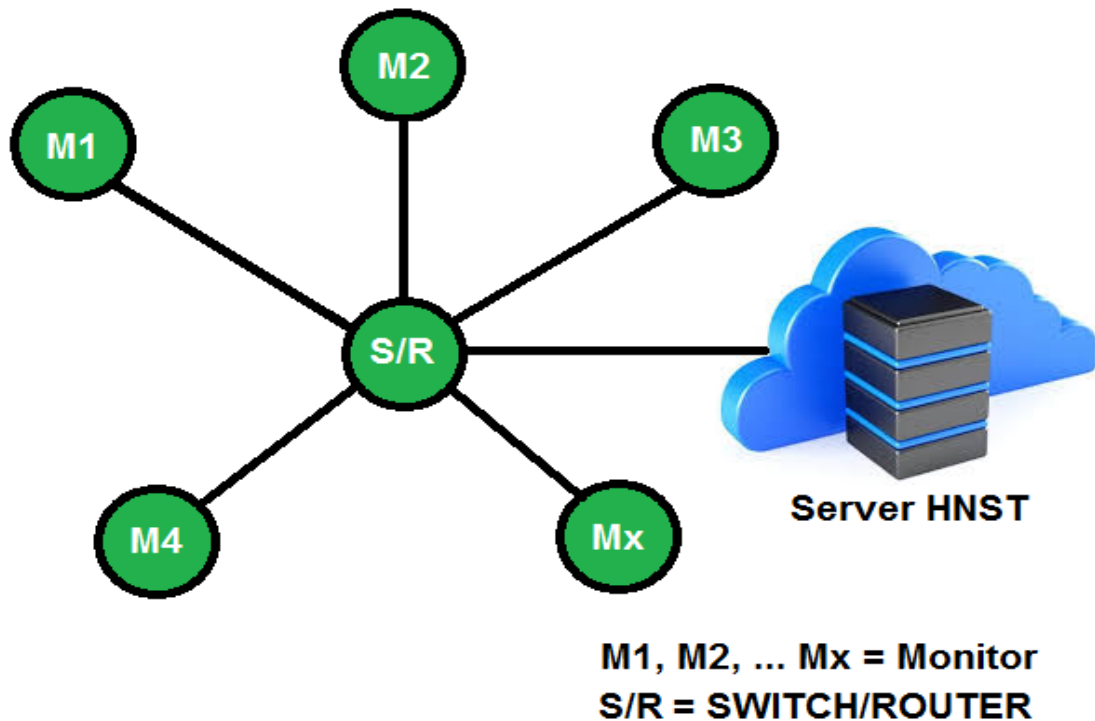


Fig. 5: Esquema de red topología estrella.

6.4. DASHBOARD PLATAFORMA WEB

A continuación, se presentan algunos de los diseños trabajados para la implementación de los Dashboard para la visualización de la información médica.

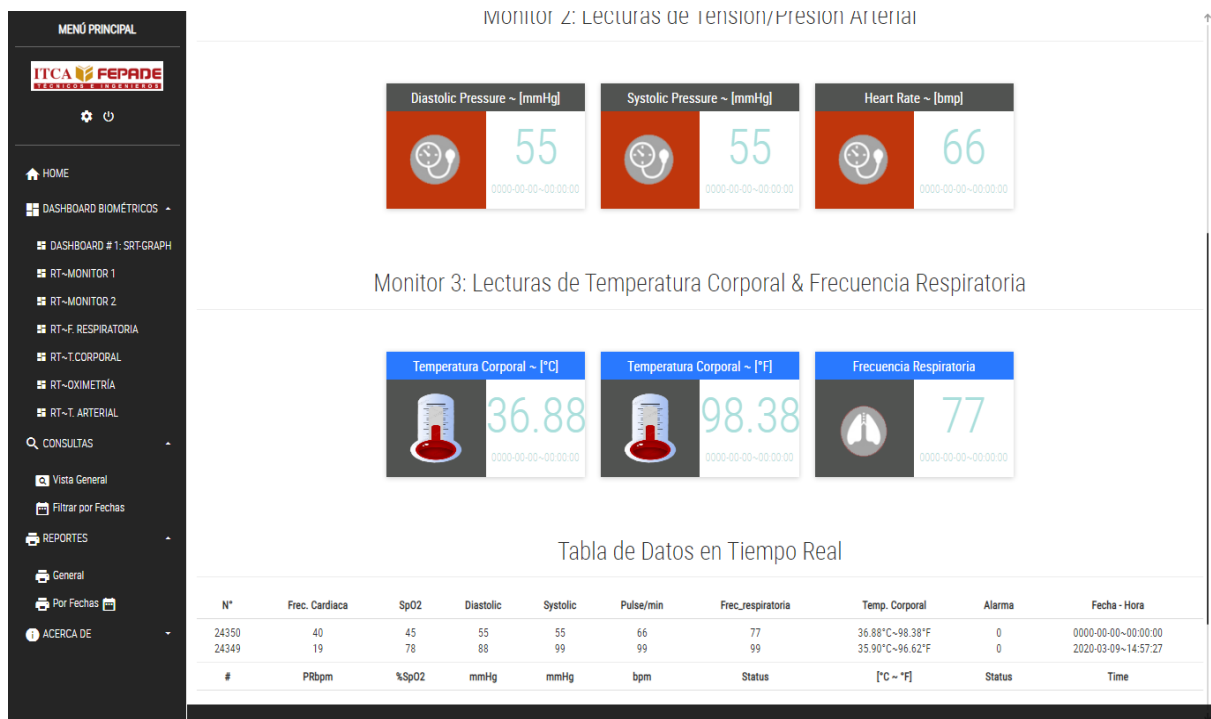


Fig. 6: Dashboard 1.

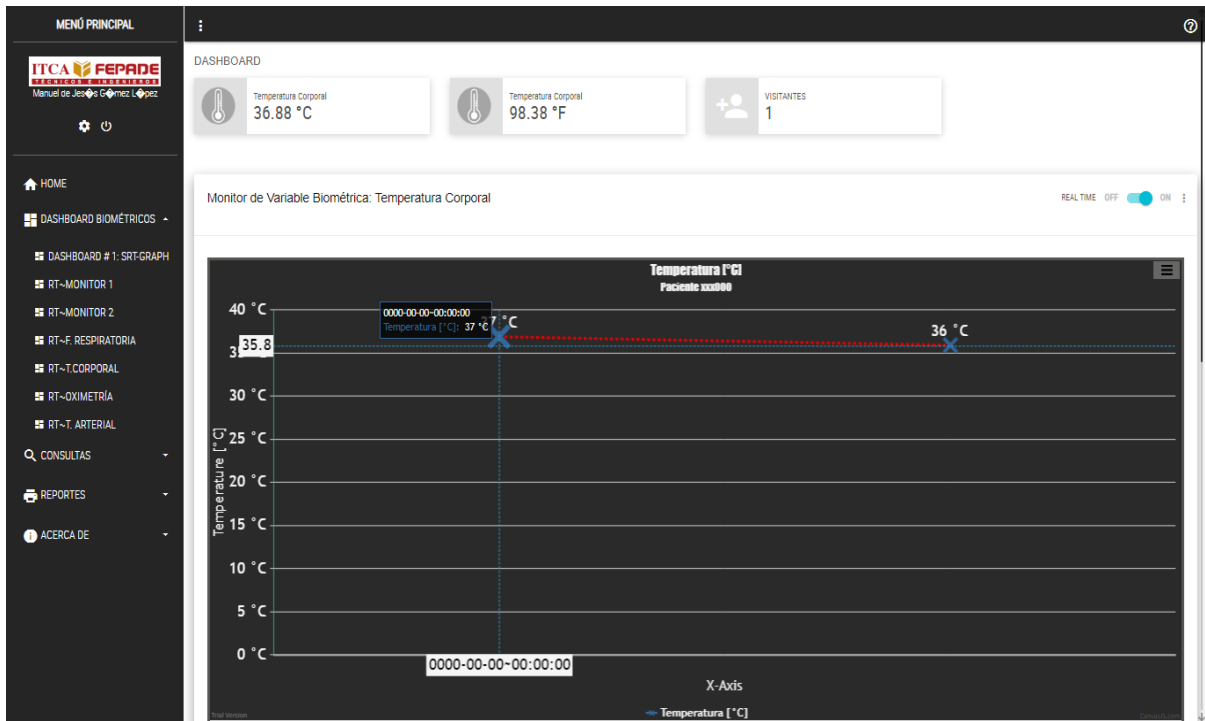


Fig. 7: Dashboard 2.

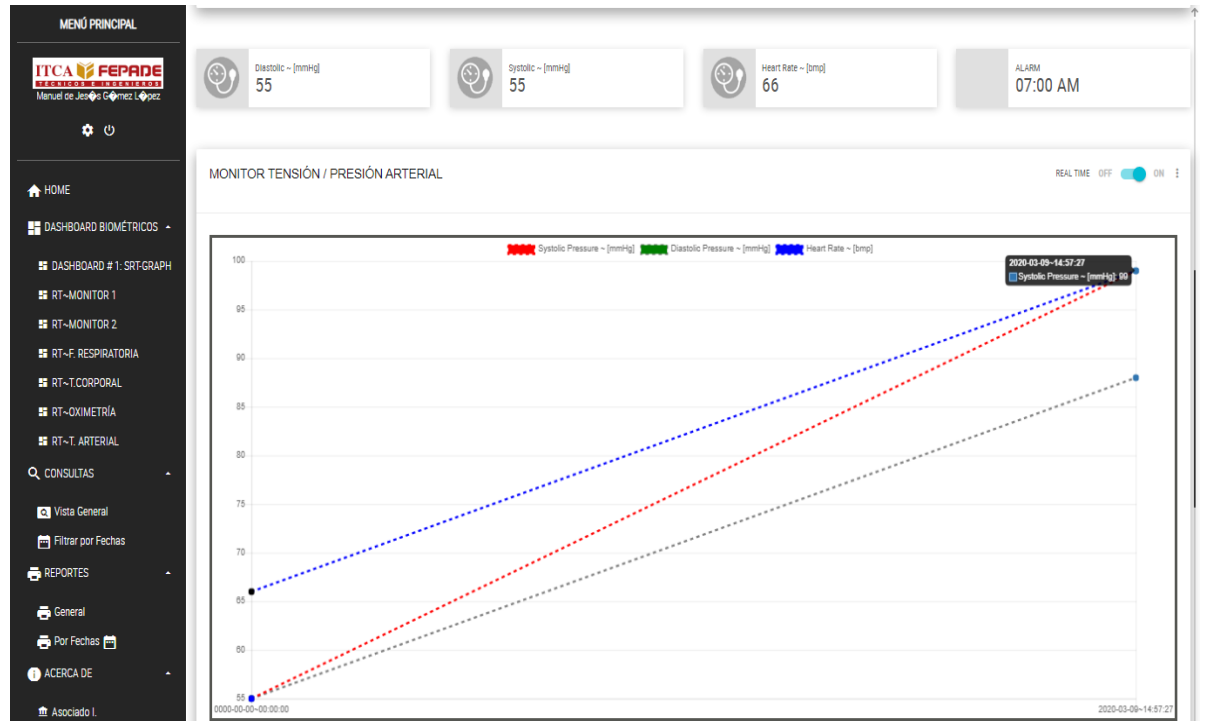


Fig. 8: Dashboard 3.

N°	Frec. Cardiaca	SpO2	Diastolic	Systolic	Pulse/min	Frec_respiratoria	Temp. Corporal	Alarma	Fecha - Hora
24349	19	78	88	99	99	99	35.90 °C~96.62 °F	0	2020-03-09 14:57:27
24350	40	45	55	55	66	77	36.88 °C~98.38 °F	0	0000-00-00 00:00:00
#	PRbpm	%SpO2	mmHg	mmHg	bpm	Status	[°C ~ °F]	Status	Time

Showing 1 to 2 of 2 entries

Fig. 9: Reportes de información médica.

Fig. 10: Alertas / notificación.

6.5. DASHBOARD DE LA APLICACIÓN MÓVIL (APP)

Fig. 11: Diseños para la App.

6.6. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

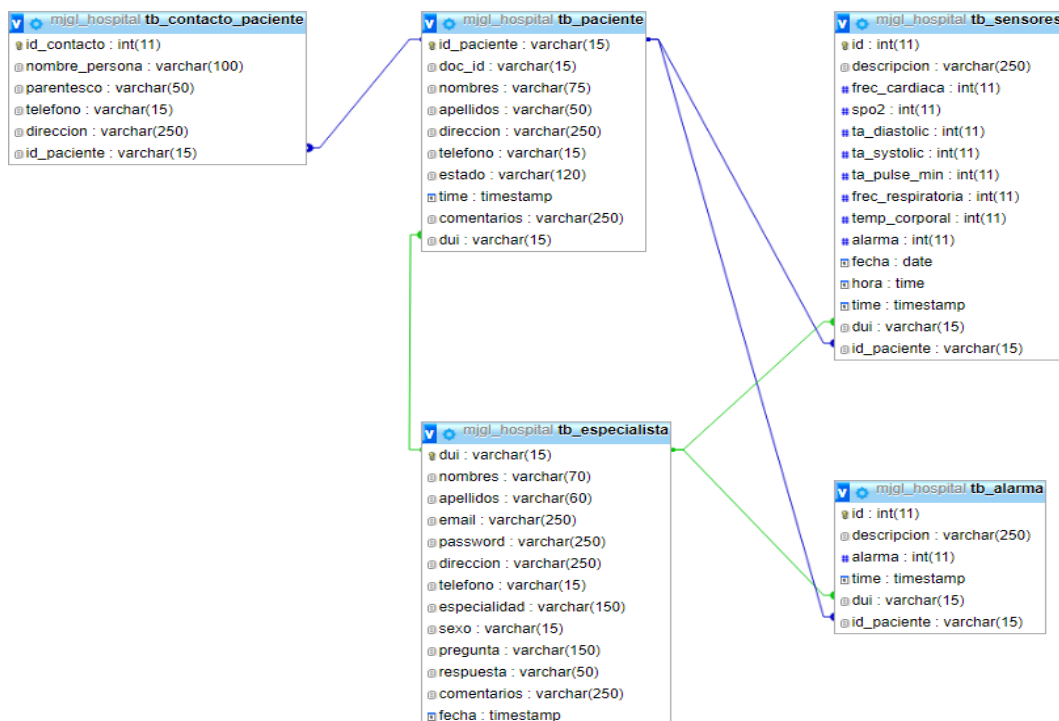


Fig. 12. Diseño de la base de datos.

El diseño de la base de datos que se propone está sujeto a cambios debido a que cada uno de los monitores especializados que se utilizan en los centros hospitalarios manejan o procesan diferente información, dentro de las cuales se puede mencionar: variables médicas, información del paciente, información del especialista responsable, entre otros. Sin embargo, la base de datos propuesta es un diseño básico y necesario para la captura y almacenamiento de la información más relevante en un servicio de atención sanitaria. Normalmente, este diseño debe estar creado tomando de base la estructura de la base de datos que maneja el sistema de la central HL7 (BD en Microsoft Access). El diseño presentado fue diseñado con la herramienta XAMPP Control Panel, utilizando el diseñador y el sistema gestor de base de datos MySQL.

6.7. DISEÑO ELECTRÓNICO DE LAS NOTIFICACIONES/ALERTAS SMS POR HARDWARE

La primera alternativa planteada para el módulo de las notificaciones del sistema ha sido crearlas por Hardware, para lo cual, a continuación, se describen los componentes electrónicos y parte de las pruebas efectuadas para lograr dicha funcionalidad.

Un microcontrolador (abreviado μC , UC o mCU) es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales que cumplen una tarea específica.

El ATMEGA328P es un microcontrolador de 8 bit creado por Atmel. Es un circuito integrado de alto rendimiento que está basado en un microcontrolador RISC combinando 32Kb ISP flash, una memoria con la capacidad de leer mientras escribe.

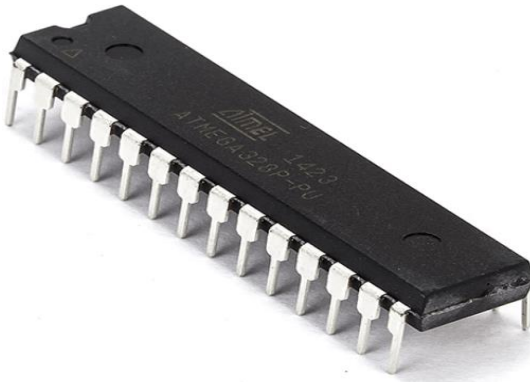


Fig. 13: ATMEGA328P-PU Microcontrolador.

Especificaciones técnicas

- Referencia: ATMEGA328P U
- Fabricante: Atmel
- Pines: 28
- Número de entradas / salidas programables: 23
- Número de temporizadores: 3
- Voltaje de operación: 1.8 ~ 5.5 VCD
- Encapsulamiento: DIP
- Núcleo: AVR
- Ancho de bus de datos: 8 bit
- Memoria de programa: 32 Kb
- Frecuencia de reloj máxima: 20 MHz
- RAM: 1Kb
- ROM: 1Kb
- Conversión analógico-digital en chip: Si
- Tipo de interfaz: 2-Wire, SPI, USART
- Temperatura de funcionamiento: -40°C ~ 85°C

Sin embargo, para tener este chip trabajando, es necesario un cristal externo de 16MHz o resonador, una fuente de 5V y una conexión serie. En la Fig. x.x se detalla el pinout de μ c.

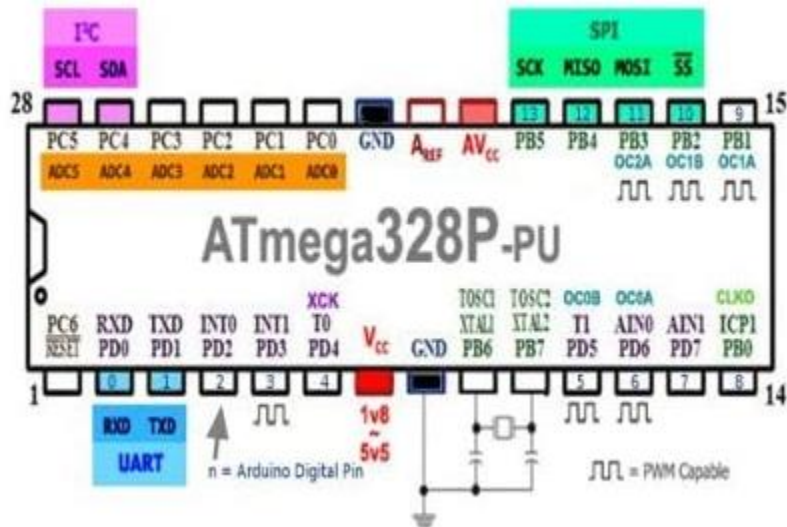


Fig. 14: Nomenclaturas de funciones del microcontrolador ATMEL.

SIM900 GSM Shield

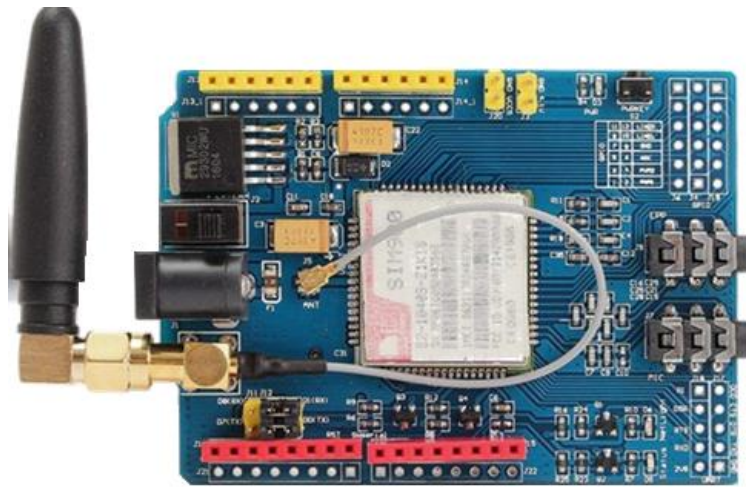


Fig. 15: Escudo SIM900.

El escudo SIM900 GSM / GPRS es un módem GSM, que puede integrarse en una gran cantidad de proyectos de IoT. Puede usar este escudo para lograr casi cualquier cosa que pueda hacer un teléfono celular normal; Mensajes de texto SMS, hacer o recibir llamadas telefónicas, conectarse a Internet a través de GPRS, TCP / IP, entre otros. El escudo es compatible con la red GSM / GPRS de cuatro bandas, lo que significa que funciona prácticamente en cualquier parte del mundo.

Descripción general del Hardware de SIM900 GSM / GPRS Shield

El escudo SIM900 GSM / GPRS está diseñado para rodear el chip SIM900 con todo lo necesario para interactuar con los μ c que maneja el protocolo UART o serial, además de algunas ventajas adicionales para aprovechar las características únicas del chip.

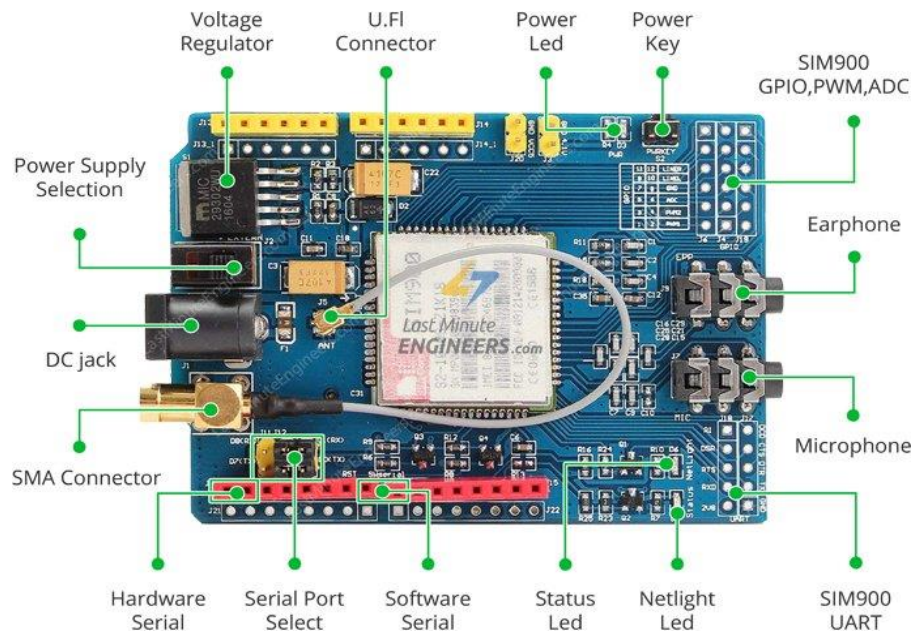


Fig. 16: Descripción general del escudo SIM900, parte frontal.

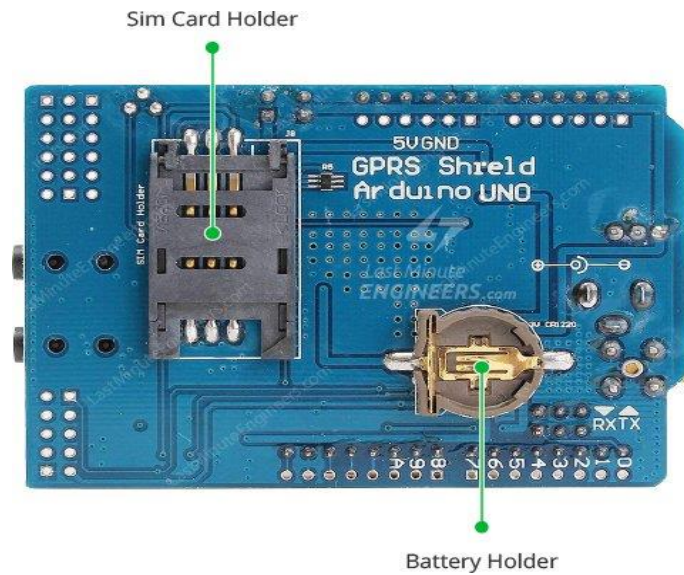


Fig. 17: Descripción general del escudo SIM900, parte posterior.

El escudo SIM900 incluye una sorprendente cantidad de características en su pequeño marco. Algunos de ellos se enumeran a continuación:

- Admite cuatro bandas: GSM850, EGSM900, DCS1800 y PCS1900.
- Conéctese a cualquier red GSM global con cualquier SIM 2G.
- Realice y reciba llamadas de voz con un auricular externo y un micrófono electret.
- Envía y recibe mensajes SMS.
- Envíe y reciba datos GPRS (TCP / IP, HTTP, etc.).

- Escanee y reciba transmisiones de radio FM.
- Potencia de transmisión:
 - Clase 4 (2W) para GSM850.
 - Clase 1 (1W) para DCS1800.
- Conjunto de comandos AT basado en serie.
- Conectores U.FL y SMA para antena celular.
- Acepta tarjeta SIM de tamaño completo.

A continuación, se presenta el esquema de conexiones del escudo sim900 con el μC ATmega328P-PU para uso con la red GSM y envío de SMS.

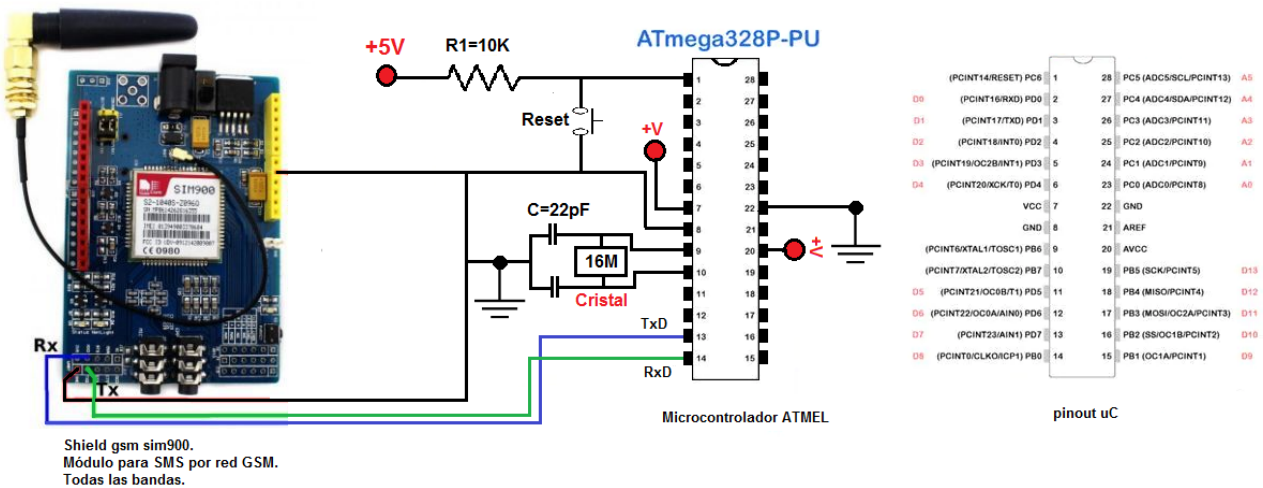


Fig. 18: Diseño electrónico para notificaciones SMS.

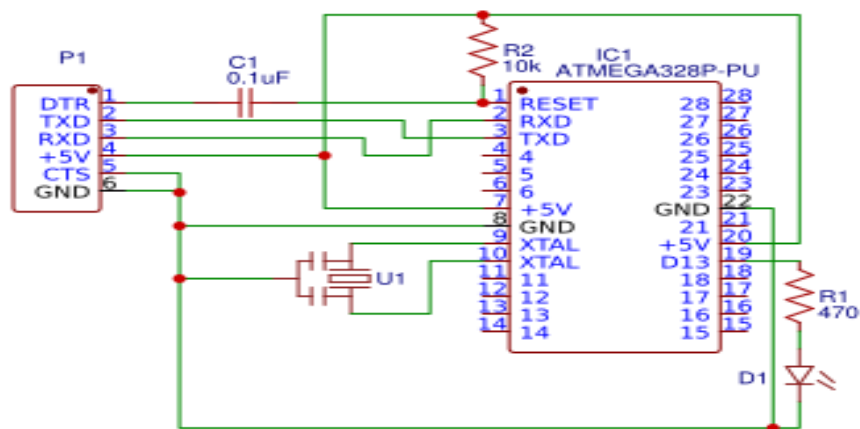


Fig. 19: Diseño electrónico para programación del μC ATMEGA.

Para programar el μC será necesario utilizar un módulo FTDI que debe conectarse respetando el conector P1 del diseño anterior. Ver fig. 19. La otra forma es utilizando una tarjeta Arduino uno sin su μC montado en la tarjeta y el IDE de Arduino para descargar el firmware.

Con respecto a la fuente de alimentación para energizar el escudo o módulo GSM/SIM900, se puede usar un adaptador de pared de 5V/3A



Fig. 20: Adaptador de pared.

Para energizar el microcontrolador será necesario implementar una fuente de voltaje regulada, para lo cual, se utilizó el regulador de tensión 7805, para asegurar que este componente electrónico no reciba un exceso de voltaje y de esta manera evitar que se vaya a dañar. El μC permite voltajes en el siguiente rango para una operación normal: 1.8 Vdc hasta 5.5 Vdc.

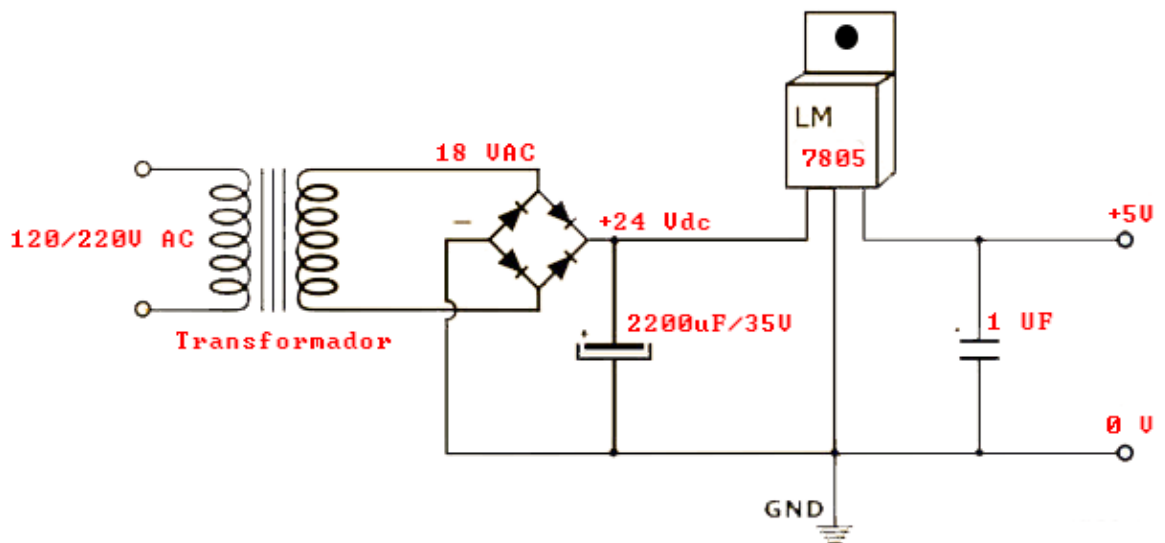


Fig. 21: Fuente de voltaje regulada.

Programa básico para envío de SMS.

```
#include <SoftwareSerial.h>

// Crear objeto de serie de software para comunicarse con SIM900.
SoftwareSerial mySerial(7, 8); //SIM900 Tx & Rx está conectado a terminales #7 & #8 del µC.

void setup(){

  //Configuración de la velocidad de trabajo para el puerto serie del µC (Serial Monitor)
  Serial.begin(9600);

  //Configuración de la velocidad de comunicación con el µC y el módulo SIM900.
  mySerial.begin(9600);

  Serial.println("Inicializando...");

  delay(1000);

  mySerial.println("AT");           //Handshaking con SIM900.

  updateSerial();

  mySerial.println("AT+CMGF=1");    //Configurando el modo TEXTO.

  updateSerial();

  mySerial.println("AT+CMGS=\"+ZZxxxxxxxxxx\""); //Cambiar ZZ por código de país y xxxxxxxxxxxx
  con número de teléfono para enviar sms.

  updateSerial();

  mySerial.print("SMS ENVIADO.");   //Contenido del mensaje a enviar.

  updateSerial();

  mySerial.write(26);              //Fin del SMS.

}

void loop(){...}

void updateSerial(){
```



```

delay(500);

while (Serial.available()) {

    mySerial.write(Serial.read()); //Forward what Serial received to Software Serial Port

}

while(mySerial.available()) {

    Serial.write(mySerial.read()); //Forward what Software Serial received to Serial Port

}

}

```

Otra alternativa probada por Hardware para lograr dicha funcionalidad fue hacer uso del chip o tarjeta electrónica denominada como módulo A6 GSM/GPRS en lugar del módulo SIM900 GSM/GPRS. Este módulo solo necesita de un puerto UART para su uso, lo que permitió realizar las pruebas con el mismo μ C ATMEGA, ya que este incorpora en sus prestaciones este tipo de protocolo de comunicación. Ambas placas GSM/GPRS fueron utilizadas y probadas con el μ C ATMEGA328P-PU utilizando el lenguaje de programación C y el set de comandos AT que brinda el fabricante de dichas tarjetas.

El módulo A6 GSM / GPRS es un módem GSM en miniatura, que puede integrarse en una gran cantidad de proyectos de IoT. Puede usar este módulo para lograr casi todo lo que puede hacer un teléfono celular normal; Mensajes de texto SMS, hacer o recibir llamadas telefónicas, conectarse a Internet a través de GPRS, TCP / IP, ¡y más! Para colmo, el módulo es compatible con la red GSM / GPRS de cuatro bandas, lo que significa que funciona prácticamente en cualquier parte del mundo.



Fig. 22: Módulo A6 GSM/GPRS.

Notificaciones a correo (e-mail) por software

La parte de las notificaciones a correo fueron programadas directamente en el servidor de alojamiento de la plataforma web, web service y la base de datos; la cual fue creada utilizando el lenguaje de programación PHP, JAVASCRIPT, JSON, AJAX y HTML5 juntamente con el Framework Bootstrap y Material Design para los diseños finales.

Notificaciones/alertas SMS por software

La segunda alternativa planteado para poder trabajar el tema de las notificaciones SMS es que dichas notificaciones sean programadas y generadas automáticamente desde la plataforma web que se ha desarrollado, la cual, estara activa 24/7 y almacenada en el ordenador designado como servidor en el centro hospitalario (HNST).

7. RESULTADOS

1. Desarrollo y descripción de los componentes del sistema de comunicación y monitoreo (bloques). (Base sujeta a cambios en su implementación a futuro). Ver fig. 4.
2. Diseño de la red LAN para interconexión de monitores especializados y servidor para implementar la central HL7. (Base sujeta a cambios en su implementación a futuro). Ver fig. 5.
3. Diseño de Dashboard para plataforma web y App. (Base sujeta a cambios en su implementación a futuro). Ver fig. 6. – fig. 11.
4. Diseño de la base de datos (Base sujeta a cambios en su implementación a futuro). Ver fig. 12.
5. Diseño electrónico del sistema de notificaciones y alertas SMS por Hardware. (Base sujeta a cambios en su implementación a futuro). Ver fig. 13 – fig. 22.
6. Desarrollo de web service base para pruebas de comunicación entre los módulos y dispositivos del sistema (Base sujeta a cambios en su implementación a futuro). Sin utilizar HL7 o FHIR, se hizo el estudio del estándar, pero no fue aplicado. Esto debido a que es necesario contar con la licencia e implementación de la central HL7 en el centro hospitalario. Etapa a la que no se llegó en esta investigación, quedando dichas pruebas para una etapa a futuro.
7. Diseño del sistema de monitoreo para su implementación utilizando el estándar HL7 para el manejo e intercambio de datos médicos entre plataformas heterogéneas. Nota: Se requiere la adquisición de la licencia para la implementación de una central HL7 en el centro hospitalario.
8. Informe final de la investigación.

8. CONCLUSIONES

1. El uso y aplicación del estándar HL7 y los demás componentes considerados como necesarios y descritos anteriormente en este trabajo de diseño, permitirá al centro hospitalario contar con un sistema de comunicaciones más moderno, novedoso, eficiente y seguro para la supervisión y monitoreo de pacientes, además, de una mejor organización y manejo de toda la información relacionada a la atención sanitaria en dicha institución de salud (IS).
2. Actualmente, y gracias a la tecnología que nos rodea, existen distintos sistemas para la medición de signos vitales de manera remota en diferentes países del mundo y la región, pero que en los centros hospitalarios públicos de El Salvador no los hay. Por tanto, se busca brindar a la sociedad salvadoreña con esta investigación un sistema más automatizado y eficiente para optimizar dichos procesos de monitoreo y supervisión de signos vitales en pacientes. La forma de realizar dicha actividad a la fecha fue considerada como un proceso obsoleto y que es imperativo cambiar por el bienestar del sector salud, así como también en muchos otros sectores de la sociedad.
3. A futuro, se espera implementar este servicio en un centro hospitalario público y posteriormente escalarlo a nivel nacional, además de lograr un avance en la salud, los servicios mejorarían ya que no sería necesaria la presencia física del especialista para estar realizando un chequeo constante de los signos vitales; todo esto conlleva a un mejor aprovechamiento, incorporación y uso de la tecnología para eficientizar los procesos.
4. Para el manejo y acceso a la información clínica de pacientes de dispositivos especializados se vuelve necesario y obligatorio utilizar estándares ya definidos para tales propósitos, brindando de esta manera una mayor seguridad y confianza en el sistema de comunicación. Por tales razones fue necesario un estudio sobre el estándar HL7, sus prestaciones, aplicaciones y formas de uso.
5. Los avances y adopción de la tecnología en la sociedad en general, permitirán que diversidad de sectores sean transformados, pasando de la forma clásica o cotidiana de realizar o llevar sus operaciones a convertirlos en espacios sofisticados y modernos que permitirán brindar una experiencia nueva y novedosa para realizar sus actividades, adentrándonos al globalizado mundo de la transformación digital, lo cual, cambiara la forma de vida de la sociedad y traerá consigo mejoras significativas en los procesos y/o actividades cotidianas.

9. RECOMENDACIONES

1. De las diferentes evoluciones del estándar HL7 y las nuevas versiones para gestión de los datos clínicos desde los equipos especializados hacia otros dispositivos, se recomienda experimentar con FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources / recursos rápidos de interoperabilidad en salud) ya que, gracias a sus prestaciones de funcionalidad brinda al/los desarrolladores diversidad de alternativas para lograr la interoperabilidad en la comunicación con todos los elementos del sistema.
2. La fuente de voltaje para los módulos GSM/GPRS deben cumplir con un voltaje de 5Vdc y como mínimo 2 A. Recomendable de 3 A en adelante.
3. Para el uso de los módulos GSM/GPRS es necesario adquirir una extensión para sacar al exterior la antena que incorpora de fábrica dicho dispositivo, esto debido a que en las pruebas realizadas se idéntico que no funciona en interiores e incluso en exteriores se obtiene mala señal de cobertura. Siendo conveniente cambiar la antena por una de mejores prestaciones y ubicarla en un lugar libre de paredes, pero cubierta por un techo para no dejar del todo a la intemperie.
4. Implementar un sistema de video vigilancia con alertas activas por cambios en una o varios signos vitales presentes en pacientes, esto permitirá contar con un sistema multimedia más completo para supervisión a pacientes de forma local y remota.
5. El servidor debe permanecer encendido y con conectividad a Internet 24/7 para garantizar una comunicación óptima del sistema.
6. Adoptar la tecnología en los procesos cotidianos para eficientizar las actividades y el acceso a la información para la toma de decisiones oportunas.

10. GLOSARIO

API (Application Programming Interface)

Interfaz de programación de aplicaciones. Interfaz que permite que dos programas informáticos independientes se comuniquen entre sí.

Atención médica

Se conoce como asistencia sanitaria en España y como atención médica, asistencia médica, atención sanitaria, o atención de salud en algunos países latinoamericanos, al conjunto de servicios que se proporcionan al individuo, con el fin de promover, proteger y restaurar su salud.

Biometría

Es la ciencia y la tecnología dedicada a medir y analizar datos biológicos. En el terreno de la tecnología de la información, la biometría hace referencia a las tecnologías que miden y analizan las características del cuerpo humano, como el ADN, las huellas dactilares, la retina y el iris de los ojos, los patrones faciales o de la voz y las medidas de las manos a efectos de autenticación de identidades. Ejemplo de dispositivos biométricos son los escáneres de huellas dactilares. Es una tecnología basada en la identificación de las personas a través de algoritmos de características personales, físicas y morfológicas que son únicas y distintivas de cada individuo.

Biométrica

Ciencia enfocada en la identificación de las personas, que ha servido como base para la creación de los marcadores biométricos.

Biometría

es una tecnología de identificación basada en el reconocimiento de una característica física e intransferible de las personas, como, por ejemplo, la huella digital, el reconocimiento del patrón venoso del dedo o el reconocimiento facial.

Computación ubicua

Es un concepto en ingeniería de software y las ciencias de la computación. Es entendida como la integración de la informática en el entorno de la persona, de forma que los ordenadores no se perciban como objetos diferenciados, apareciendo en cualquier lugar y en cualquier momento.

Equipo biomédico

Cualquier instrumento, aparato, implemento, máquina, implante, software, calibrador, marial y otro artículo similar o relacionado:

Destinado por el fabricante para ser utilizado solo o en combinación, en seres humanos, para uno o más de los propósitos específicos de:

- Diagnóstico, control, tratamiento y alivio o compensación de una lesión.
- Diagnóstico, prevención, control y tratamiento o alivio de una enfermedad.
- Investigación, reemplazo, modificación y soporte de la anatomía o de un proceso fisiológico.
- Apoyo o preservación de la vida, etc.

e-Health o eSalud

Es el término con el que se define al conjunto de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) que, a modo de herramientas, se emplean en el entorno sanitario en materia de prevención, diagnóstico, tratamiento, seguimiento, así como en la gestión de la salud, ahorrando costes al sistema sanitario y mejorando la eficacia de este.

Fisiología

Es el estudio científico de las funciones o mecanismos que funcionan dentro de un sistema vivo. Es uno de los cimientos sobre los cuales se han construido todas las ciencias biológicas y médicas.

HL7

Un estándar de interoperabilidad en Salud, es el acrónimo de Health Level Seven Internacional. Una organización sin ánimo de lucro dedicada a proporcionar estándares para la interoperabilidad en el ámbito de salud.

Interconectar y conectar

1. Unir o poner en comunicación dos cosas o dos personas, o una con otra.
2. Establecer comunicación entre dos lugares, o entre un lugar y otro.
3. Enlazar entre sí dos aparatos o sistemas, o uno con otro, de forma que entre ellos pueda fluir algo, como agua, electricidad o señales.
4. Lograr una buena comunicación con alguien.

Interoperabilidad

Capacidad de los sistemas de información, y por ende de los procedimientos a los que éstos dan soporte, de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre ellos.

Internet de las Cosas

La internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) es un sistema de dispositivos de computación interrelacionados, máquinas mecánicas y digitales, objetos, animales o personas que tienen identificadores únicos y la capacidad de transferir datos a través de una red, sin requerir de interacciones humano a humano o humano a computadora.

m-Health

Término que se refiere al uso de dispositivos móviles para mejorar la atención de los pacientes.

Protocolo

Conjunto de reglas de formalidad que rigen los actos y ceremonias diplomáticos y oficiales.

Patología

Rama de la medicina que se enfoca en las enfermedades del ser humano y, el otro, cómo el grupo de síntomas asociadas a una determinada dolencia.

Registro de Salud Electrónico (EHR)

Es el documento de salud oficial de una persona que se comparte entre varias instalaciones.

Transformación digital

Es la reinención de una organización utilizando tecnología digital para mejorar la forma en que la organización se desempeña y sirve a clientes externos e internos.

Telemática

Es la disciplina científica y tecnológica que analiza e implementa servicios y aplicaciones que usan tanto los sistemas informáticos como los sistemas de telecomunicación, como resultado de la unión de ambas disciplinas. Por ejemplo: Cualquier tipo de comunicación a través de internet o los sistemas de posicionamiento global.

Telemedicina (distancia + medicina)

Es la prestación de servicios médicos a distancia. Para su implantación se emplean tecnologías de la información y las comunicaciones.

Sensor Es un objeto capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

Señal bioeléctrica

Es la reacción electroquímica que produce cierto tipo de células al ser excitadas.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] López i Seuba Manel "Internet de las Cosas," La transformación digital de la sociedad, 1st ed., Vol. 1, Ed. España: Ra-Ma, 2019. pp 31-62.
- [2] G.Acevedo y A.D.Ruiz "Propuesta de un modelo de referencia basado en Internet de las cosas para diseñar soluciones utilizando tecnologías de la información y comunicaciones en XX congreso internacional de contaduría administración e informática, México, 2015, pp. 2-3.

12. ANEXOS

Test HL7.

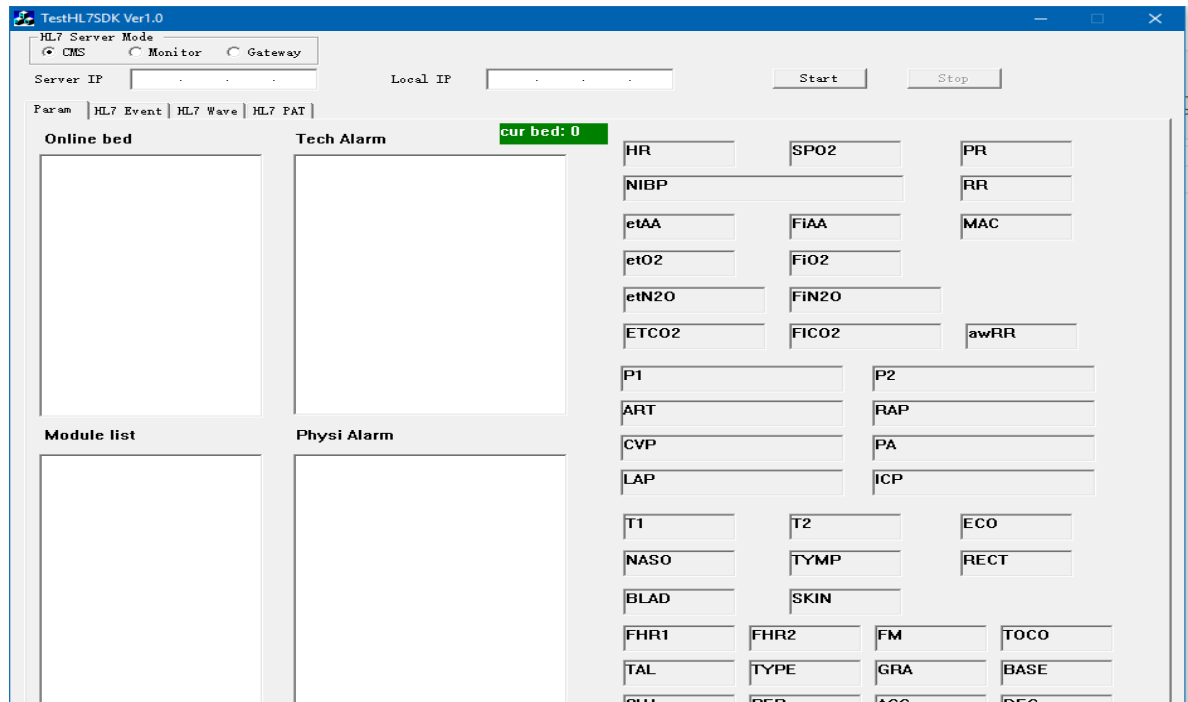


Fig. 23: Herramienta para Test HL7.

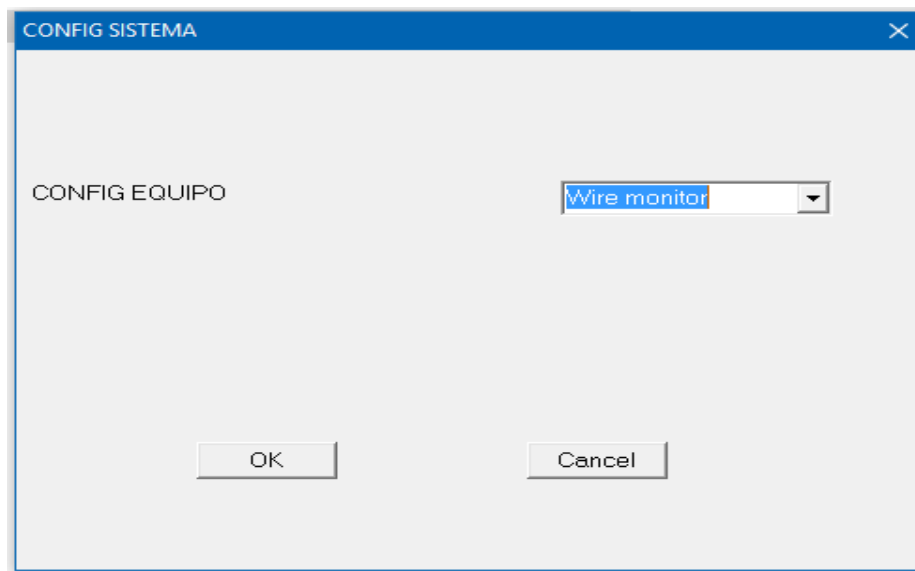


Fig. 24: Configuración del sistema.

M9000

Patient Monitor

Technical Manual

Guangdong Biolight Meditech Co., Ltd.

Address: Innovation First Road, Technology Innovation Coast, Jinding, Zhuhai, P.R.CHINA

Tel: +86-756-3399900

Fax: +86-756-3399989

<http://www.blm.com.cn>

J/M9000 (MSP900) -001-2007A2

1.4 Appearance and Structure of the Monitor



Fig. 1-4-2 The appearance of M9000 Multi-Parameter monitor

Fig. 25: Monitor especializado M9000.

1.5 Sockets

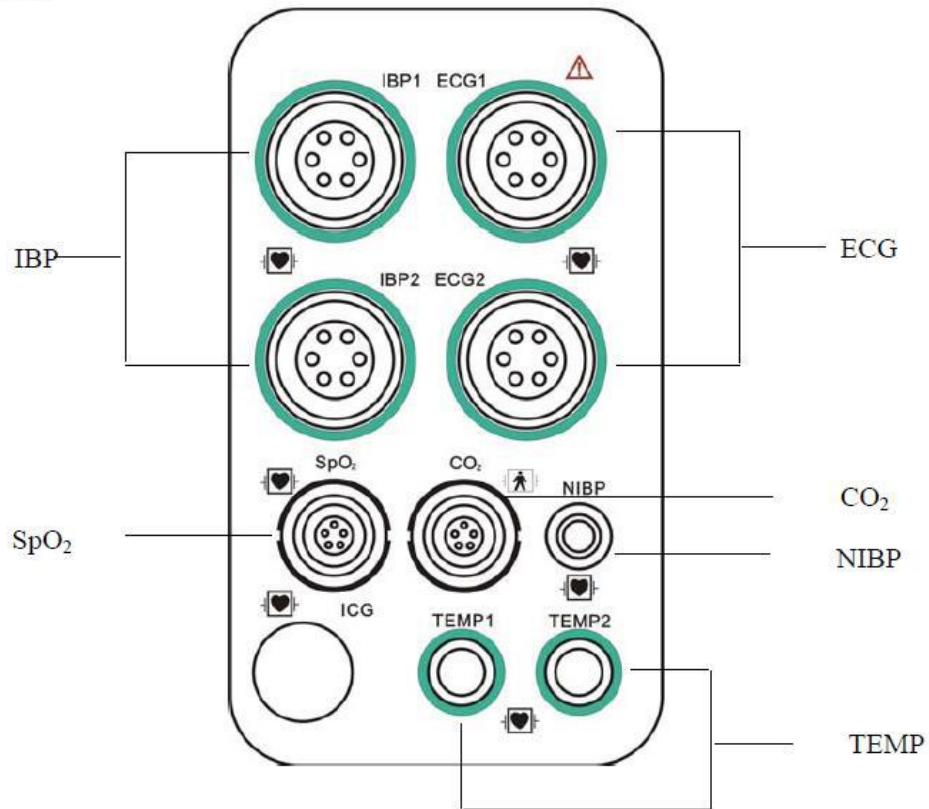


Fig. 26: Sockets del Monitor.

Fig. 1-5-1 Sensor cable sockets on the panel at the left side (full)

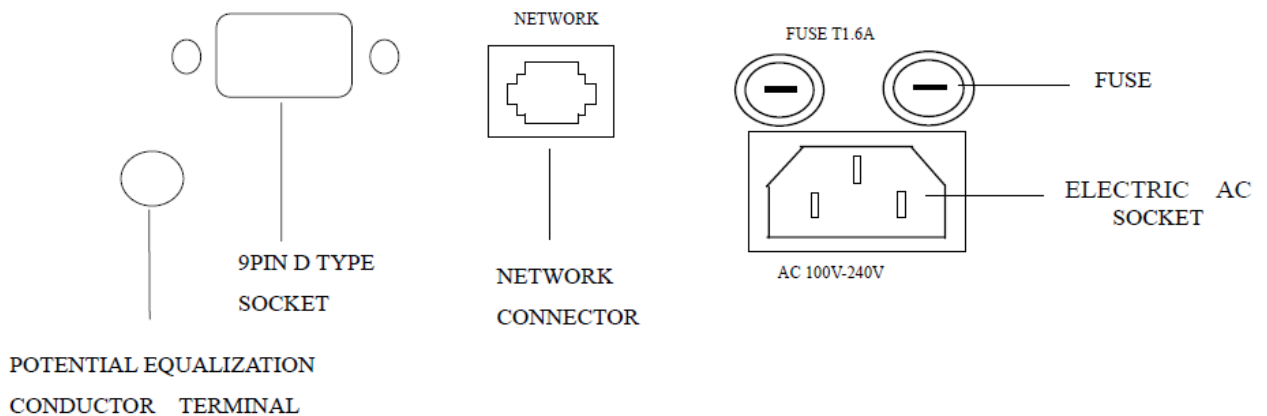


Fig. 1-5-2 Various sockets on the panel at the back

Fig. 27: Socket en el panel posterior M9000.

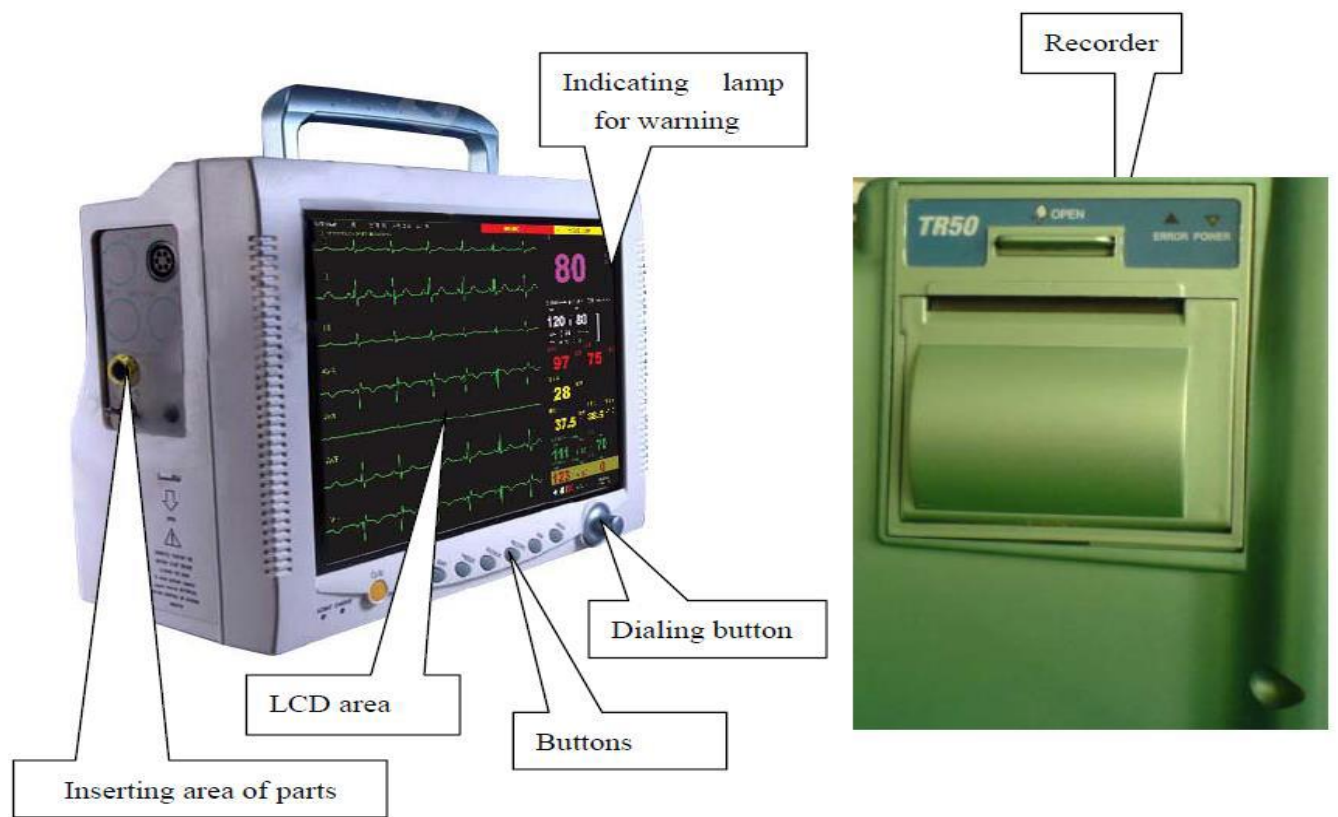


Fig. 28: Descripción de componentes M9000.

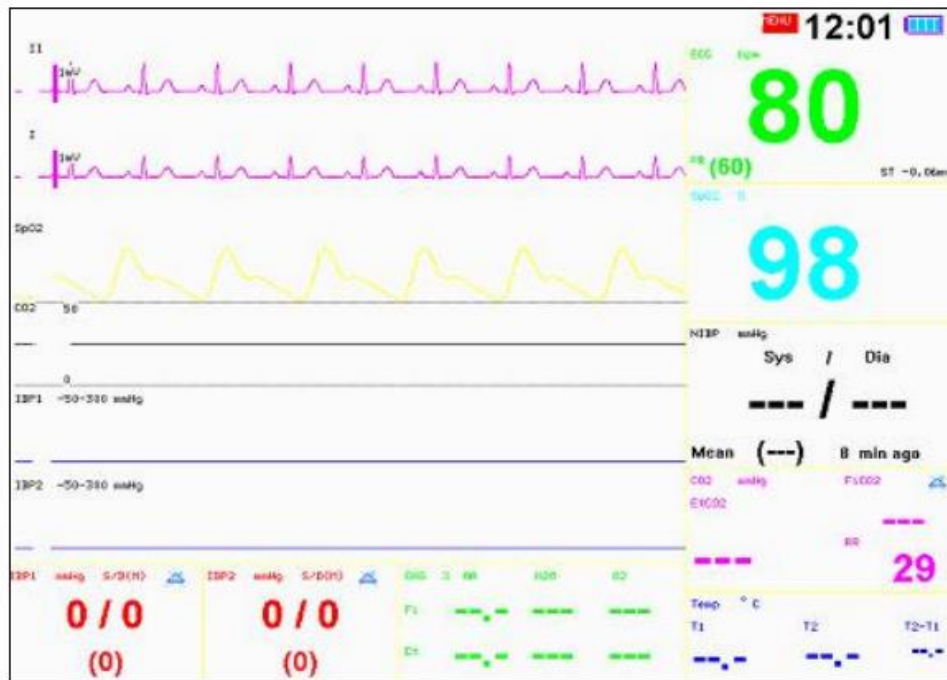


Fig. 29: Modos de pantalla.

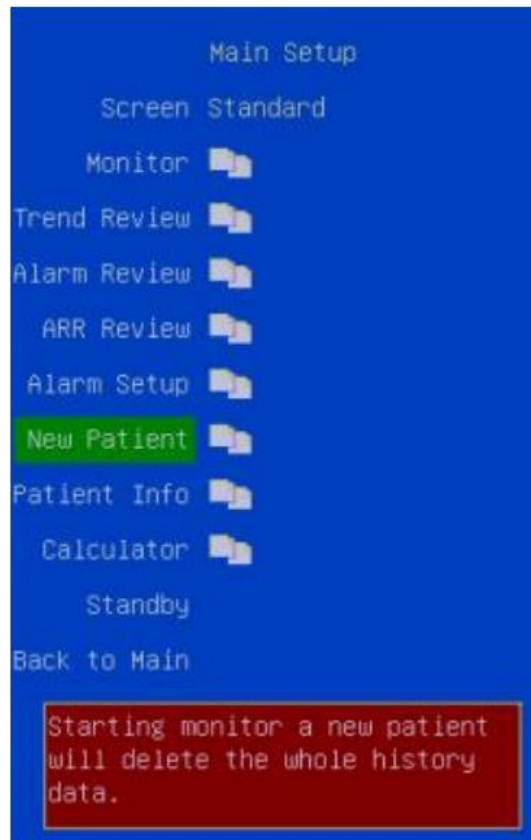


Fig. 30: Menú principal.

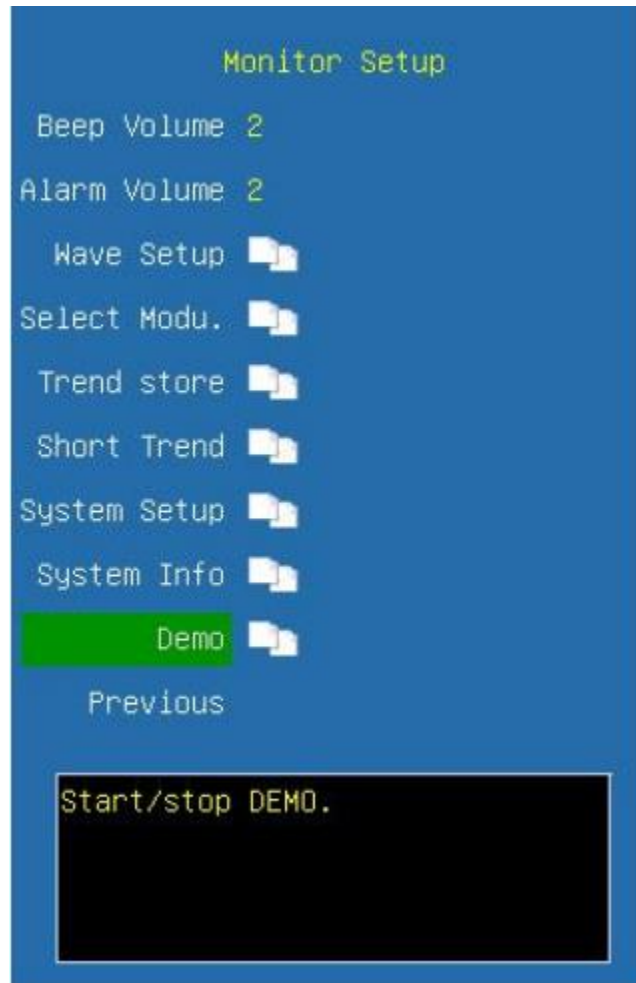


Fig. 31: Menú de configuración.

SEDE CENTRAL Y CENTROS REGIONALES EL SALVADOR



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

1. SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.
Tel.: (503) 2132-7400

2. CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia.
Tel.: (503) 2440-4348

3. CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.
Tel.: (503) 2334-0763 y 2334-0768

4. CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.
Tel.: (503) 2669-2298

5. CENTRO REGIONAL LA UNIÓN

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión
Tel.: (503) 2668-4700