

APLICACIÓN E IMPACTO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS, PARA LA TOMA DE SIGNOS VITALES EN FORMA ELECTRÓNICA A DISTANCIA

Arturo Hernández Escalante

Tesis para optar por el grado de Doctor en Diseño

Posgrado en Diseño y Visualización de la Información

MIEMBROS DEL JURADO:

Doctor. Jorge Rodríguez Martínez

Director de la tesis

Resumen.

El sistema de medición de signos vitales, ofrece la posibilidad de realizar una consulta médica a distancia, diagnóstico, tratamiento, evaluación, y rehabilitación, mediante la transmisión de información médica, entre diferentes puntos hospitalarios de las zonas rurales, con poco equipamiento médico y escasos recursos humanos especializados. La información se transmitirá vía telefónica, alámbrica, inalámbrica o satelital, del lugar de origen, hasta un centro hospitalario de mayor nivel, solicitando de ser necesario, asesoría con el especialista que se encuentre en hospitales, que diagnosticará el problema, el grado de gravedad del paciente, y de ser necesario, poder canalizar al paciente al hospital más cercano, o darle un tratamiento lo más adecuado posible con los recursos existentes.

Capítulo 1.

1.- Introducción.

Esta investigación, busca apoyar al **pasante médico**, personal de enfermería especializada y médicos pertenecientes al Sector Salud (público), en zona rural (que no cuentan con cobertura médica). El diseño consiste de un sistema de toma de signos vitales en forma electrónica, que le permita realizar las mediciones elementales: temperatura, latido o

frecuencia cardiaca, presión sanguínea (diástole, sístole) fondo del ojo o retina, y cavidades corporales. Las actividades que realiza el personal del sector salud, son la atención médica de **primer nivel**, realizando una historia clínica, la toma de signos vitales para diagnosticar el estado de salud del usuario.

2.- Objetivo General del sistema de medición.

Crear la instrumentación electrónica necesaria para elaborar un “sistema de toma de signos vitales en forma electrónica a distancia”, para la elaboración de una consulta médica, diagnóstico, tratamiento, evaluación, y rehabilitación, mediante la transmisión de información, entre diferentes puntos hospitalarios del país.

3. - Límites de investigación.

Se plantean el diseño y construcción del prototipo en base de un teléfono celular inteligente, mismo que tenga la capacidad de procesamiento de información (sistema Android o en versión iOS) y de la aplicación para cada signo vital. Dispositivos utilizados en forma inalámbrica con sistema **Bluetooth**.

4. - Preguntas de investigación.

-La investigación a realizarse tiene como usuario al servidor médico rural del Sector Salud, ubicándolo en clínicas, centros de salud, consultorio médico, (primer nivel).

-Por medio del diseño y construcción del “sistema”, para el pasante médico, personal de enfermería especializada y médicos pertenecientes al Sector Salud (público), en el ámbito rural.

5.- Propuesta de la investigación.

El presente trabajo de investigación pretende apoyar, (ayudar) al pasante médico, enfermeras, técnico médico o médico general, paramédico, cuando estos o alguno de ellos, tengan dudas sobre el proceso del diagnóstico médico.

La ayuda, que se canaliza a hospitales de mayor nivel, de especialización y de recursos de 2º y 3º, para solicitar a médicos expertos sobre el tema del diagnóstico médico. Así como el diseño y realización de un expediente médico (formato general), que se puede transmitir de origen, médico –paciente a médico –de 2º o 3º nivel y médico –paciente, para realizar el diagnóstico médico.

Capítulo 2.

Marco Teórico.

1.- Antecedentes.

Los antecedentes del proyecto, provienen del trabajo de tesis de la maestría **“Electrónica Digital”**, realizada en Facultad de Ingeniería de la UNAM. (2007). * (Hernández E. A. 2007), apéndice 2.

El proyecto, **“Maletín Electrónico” ***, diseñado para el personal médico, en zonas rurales, por carecer de elementos tan esenciales como son, un diagnóstico clínico en zonas apartadas del país.

Fotografías del Maletín Electrónico en formato estacionario y de consultorio. (2007)



Baumanómetro. Cámara del Oftalmoscopio. Termómetro. Estetoscopio.

No. 1.- Fotografías tomadas por Arturo Hernández Escalante.

Este proyecto, buscó obtener un diagnóstico rápido y preciso, en el caso de existir alguna duda sobre el posible diagnóstico, el medico consultaría en las grandes ciudades, por la vía de Internet en la zona rural, hacia los hospitales de 2º y 3º nivel.

* (Hernández E. A. 2007), apéndice 2.

2.- Análisis del proyecto.

La presente investigación va dirigida al usuario médico en general, (pasante médico, enfermeras, paramédico etc.), personal que tenga que ver con la medicina en general en el **primer nivel.**

Definiciones:

1.- Primer nivel, lugar donde se realiza la consulta por parte del servidor médico, (pasante médico, enfermeros, auxiliares médicos, médicos generales etc.) y al enfermo, para la solución a una enfermedad o accidente.

2.- Segundo nivel, el paciente pasa del primer nivel (con un expediente realizado por el médico general) al sistema hospitalario, para la realización de un tratamiento, con mayor especialización.

3.- tercer nivel, de especialización o alta especialización, según sea el caso, donde el paciente llega del 1º o 2º nivel con un expediente médico previamente llenado por el servidor médico, con estudios previos que comprueban la prioridad del 3º nivel, mismos que tienen la necesidad de la solución del problema del paciente.

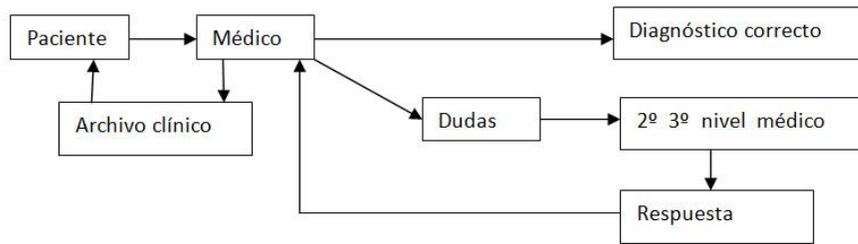
3.- Tema de apoyo de la investigación.

Dispositivos a considerar para el diseño del prototipo.

Apoyo logístico.	Posibles anexos logísticos.
- Termómetro electrónico.	- Medidor de oxígeno en sangre
- <u>Baumanometro</u> electrónico.	- Medidor de glucosa.
- Estetoscopio electrónico.	- Medidor de ácido úrico, etc.
- Oftalmoscopio (cámara).	
- Endoscopio (cámara).	

No. 1.- Tabla elaborada por Arturo Hernández Escalante.

Diagrama esquemático del proyecto de investigación.



Sistema esquemático de consulta médica a mayor nivel.

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM – 009 –SSA2 – 2013, Promoción escolar. (DOF: 09/12/2013)

No. 4.- Esquema realizado por Arturo Hernández Escalante.

Sistema que pretende resolver su enfermedad, de tal manera que el pasante médico o enfermera, se pueda apoyar en el sistema de transmisión de información en el 2º y 3º nivel del sistema médico –hospitalario.

Capítulo 3.

Metodología.

1.- **Investigación.** (Hernández S. R. 2004), apéndice 5.

El proyecto de investigación, se apoya en los antecedentes del maletín electrónico, antes mencionado, y sus anexos,* (Hernández, E. A. 2007), apéndice 2. Que servirán como una guía de estudio, para el personal médico **de primer nivel**, en aquellos que se encuentren en zonas rurales, y no cuenten con los conocimientos o equipo de atención necesarios. Se realizará un estudio de campo medico a nivel mundial, y nacional, permitiendo ubicar la realidad del país, a los centros de atención médica, clínicas rurales, así como centros de salud alejados de las ciudades y de ofrecer una consulta médica en la casa.

Las fuentes de información: el usuario mismo, los centros familiares, hospitalarios y de especialidad, la utilización de fuentes bibliográficas como son: revistas publicaciones médicas, bibliotecas públicas, privadas, Internet, personal de urgencias, paramédico y de centros de atención de emergencia (Cruz Roja, Erum, etc.) y el proyecto de la ciudad de México. **El médico en su casa.** Se realizará encuestas a pasantes médicos, (jóvenes) médicos especialistas, (experimentados) personal de enfermería, y paramédicos, para conocer sus necesidades y comentarios.

2.- Definiciones de algunos conceptos básicos: *

Medicina: (del latín, medicina palabra derivada de mederi que significa 'curar, cuidar, medicar'), ciencia y arte que trata de la curación y la prevención de la enfermedad, así como del mantenimiento de la salud.

Telemedicina: significa la práctica de la medicina a distancia, que incluye tanto diagnóstico y tratamiento, como también una educación médica. **

* medicina en la historia (apéndice 4)

** -<http://telemedicinarommycorrea.blogspot.mx/2012/03/cronologia-de-hechos-importantes-en.html>

Cronología de los hechos más relevantes de la telemedicina a nivel mundial. Tomado de Internet 2015.

3.- Instituciones de salud a nivel mundial.

A nivel mundial La **OMS**, (Organización Mundial de Salud) cuenta actualmente con 194 países miembros a nivel mundial (2015). La OMS se encarga de todos los aspectos de salud, promueve la promoción de salud y bienestar para todos los habitantes del mundo. *

*Fuente: CIA World Factbook - A menos que sea indicado, toda la información en esta página es correcta hasta Enero 1, 2012. See also: Densidad de médicos bar chart.

* Esta variable, de los médicos, se define como los médicos que estudian, diagnostican, tratan y previenen enfermedades, lesiones y otros problemas físicos y mentales en los seres humanos mediante la aplicación de la medicina moderna. (Definición OMS). También planifican, supervisan y evalúan los planes de atención y el tratamiento de otros proveedores de atención médica.

<http://www.indexmundi.com/map/?v=2226&l=es> consultada en 2015 04 03.

Otro organismo es La **OPS**, (Organización Panamericana de la Salud) fundada en 1902, es la agencia de salud pública internacional más antigua del mundo. Brinda cooperación técnica y moviliza asociaciones para mejorar la salud y la calidad de vida en los países de las Américas.

4.- En México, el **sistema de salud** tiene más de 70 años de vida. Su fundación data de 1943, año en el que se crearon la Secretaría de Salubridad y Asistencia, hoy Secretaría de Salud (SSA), el IMSS y el Hospital Infantil de México, considerado el primero de los Institutos Nacionales de Salud y finalmente el Seguro Popular de Salud. (1943)

5.- La situación actual en nuestro país: (2018) resaltan algunos estados sobre todo del sur este del país, mismos que **presentan carencia** sobre la **pobreza extrema** y el **rezago educativo**, elementos que detienen el avance de dichos estados. *

Pobreza extrema en México.		
No.	Estado	%
30	GRO	23%
31	OAX	26.9%
32	CHP	28.1%

Rezago educativo en México.		
No.	Estado	%
30	Michoacán	27.2%
31	Oaxaca	27.9%
32	Chiapas	30.0%

De igual forma en la parte central y del sureste se tienen estados con carencia del **acceso a servicios de salud y seguridad social.** *

Carencia por acceso a servicios de salud.		
No.	Estado	%
30	Veracruz	19.2%
31	Estado de México	19.9%
32	Michoacán	23.1%

Carencia por acceso a seguridad social.		
No.	Estado	%
30	Guerrero	76.7%
31	Oaxaca	76.9%
32	Chiapas	81.2%

En el año de 2018, se cuentan con consultorios de medicina general de 1º nivel en el **sector privado, como también de medicina general del sector público en la república mexicana.**

*

Consultorios de medicina general del sector privado.
--

Consultorios de medicina general del sector público.
--

No.	Estado	Unidades
30	Baja California Sur	187
31	Colima	179
32	Campeche	175

No.	Estado	Unidades
30	Aguascalientes	25
31	Colima	25
32	Campeche	22

También se hace referencia a la carencia de hospitales de 1º nivel tanto en el **sector salud como el público.** *

Hospitales generales del sector privado.		
No.	Estado	Unidades
30	Campeche	10
31	Colima	9
32	Zacateca	8

Hospitales generales del sector público.		
No.	Estado	Unidades
30	Campeche	49
31	Colima	35
32	Aguascalientes	13

* mexicocomovamos.mx/encifrascomovamos.pdf

Consultado 2018 06 29

No. 2.- Tablas en cifras, elaborada por Arturo Hernández Escalante.

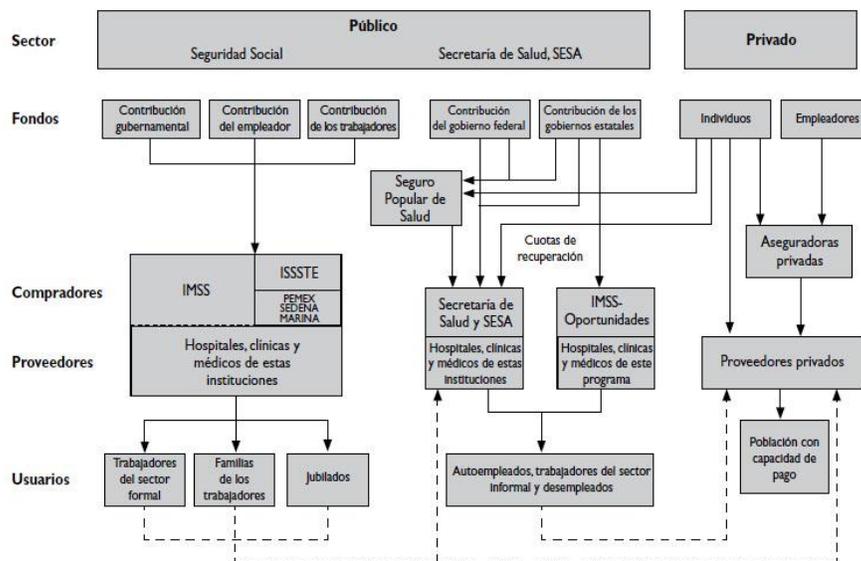
Capítulo 4.

Estudio Empírico.

1.- Ubicación de México en la medicina en el mundo.

La OMS, estima que un país necesita por lo menos de 23 trabajadores (médicos, enfermeras y parteras) por cada 1 000 habitantes para poder cubrir las necesidades de atención primaria de salud.* A nivel internacional, México ocupa el lugar no. **40 de 183**, (2004). La **cobertura del sistema salud en el país**, es claramente insuficiente, (3 médicos, enfermeras, parteras, por cada 1 000 habitantes (2004) los Estados más atrasados, como Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

2.- En México, el Sector Salud, es el encargado de ofrecer el servicio médico a la población, se divide en público y privado, se muestra la forma en que está organizado ver figura. Gómez (2010).



No. 6.- Esquema de Sistema de salud de México.

Octavio Gómez Dantés, y otros.

http://bvs.insp.mx/rsp/articulos/articulo_e4.php?id=002625 consultado 2015 04 04

*Estadística del sector Salud revista no. 20 (pdf) 2003.

En el sector público, se tienen al ISSSTE, IMSS, Petróleos Mexicanos, Secretaria de la Defensa Nacional, Secretaria de Marina, Secretaria de Salud, Secretaría de Salud del CDMX (Distrito Federal), y Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia el Seguro Popular de Salud, los sistemas de salud estatales ISSEMYM en el Edo de Mx.

El IMSS, es la institución con mayor presencia en la atención a la salud y en la protección social de los mexicanos desde su fundación en 1943. El Seguro Popular de Salud, se enmarca en la estrategia del Programa Nacional de Salud 2001 - 2006.

En el segundo, sector (privado), está conformado desde el consultorio individual hasta los grandes hospitales privados, algunos forman grupos conformados por hospitales, clínicas, como el del Ángeles, y otros más.

Capítulo 5.

1.- Usuario de la investigación.

La investigación a realizarse tiene como usuario al **pasante médico ó médico rural del Sector Salud**, ubicándolo en clínicas, centros de salud, consultorio médico, (primer nivel).

Estos centros se ubican generalmente en localidades regionales, alejadas de los centros hospitalarios de segundo y tercer nivel médico, así como también a todo aquel personal de enfermería especializada perteneciente al Sector Salud y paramédicos, cruz roja etc. **(público).**

Capítulo 6.

1.- Signos vitales. * (Los signos vitales son mediciones de las funciones más básicas del cuerpo.)

* <http://www.terra.com/salud/articulo/html/sal6625.htm> consultado 2016 05 17.



Termómetro estetoscopio baumanometro oftalmoscopio. endoscopio

No. 3.- Fotografías tomadas por Arturo Hernández Escalante.

2.- Tabla indicando los signos vitales.

Signo vital.	Definición.	Conceptos tipos.
--------------	-------------	------------------

<p>1.- La temperatura Corporal.</p>	<p>La temperatura normal del cuerpo de una persona varía dependiendo de su sexo, su actividad reciente, el consumo de alimentos y líquidos, la hora del día y, en las mujeres, de la fase del ciclo menstrual en la que se encuentren.</p> <p>La temperatura corporal normal, de acuerdo con la Asociación Médica Americana (American Medical Association), puede oscilar entre 36,5°C. (97,8° F), y 37,2°C. (99°F).</p>	<p>- Oral, la temperatura se puede tomar en la boca con un termómetro de vidrio o con uno digital.</p> <p>- Rectal, las temperaturas que se toman en el recto pueden ser más altas .5º C. que las que se toman por el método oral.</p> <p>- Axilar, las temperaturas que se toman en la axila, pueden ser .3º C. menores que las que se toman por el método oral.</p> <p>- El oído, se pueden medir la temperatura del tímpano, que refleja la temperatura central del cuerpo.</p>
<p>2.- El pulso (Frecuencia cardiaca).</p>	<p>El ritmo del pulso, es la medida de la frecuencia cardiaca, es decir, del número de veces que el corazón late por minuto. Cuando el corazón impulsa la sangre a través de las arterias, las arterias se expanden y se contraen con el flujo de la sangre.</p> <p>Al tomar el pulso no sólo se mide la frecuencia cardiaca, sino que también puede indicar:</p>	<p>Como se toma el pulso:</p> <p>-utilizando las yemas de los dedos índice y central, presione suavemente pero con firmeza, sobre las arterias, hasta encontrar el latido.</p> <p>-empiece a contar los latidos cuando el segundero del reloj marque las 12.</p> <p>-cuenta los latidos durante 60 seg. (o durante 15 seg., y después multiplíquelo por 4)</p>

	<p>-El ritmo del corazón.</p> <p>-La fuerza de los latidos.</p>	<p>-mientras este contando no mire el reloj, más bien concéntrese en los latidos.</p>
<p>3.- Respiración (frecuencia respiratoria).</p>	<p>La frecuencia respiratoria es el número de veces que una persona respira por minuto.</p> <p>Se suele medir cuando la persona está en reposo, y consiste simplemente en contar el número de respiraciones durante un minuto contando las veces que se eleva su pecho.</p>	<p>La frecuencia respiratoria puede aumentar con la fiebre, las enfermedades y otras condiciones médicas. Cuando se miden las respiraciones también es importante tener en cuenta si la persona tiene dificultad para respirar.</p>
<p>4.- Presión sanguínea.</p>	<p>Cada vez que el corazón late, bombea sangre hacia las arterias, por lo que la presión de la sangre es más alta cuando el corazón se contrae. Una persona no se puede tomar la presión de la sangre a sí misma a no ser que tenga un aparato electrónico de pulsera para medirla.</p>	<p>La presión sanguínea alta, o hipertensión, directamente aumenta el riesgo de cardiopatía coronaria (ataque al corazón) y de accidente cerebrovascular (embolia cerebral). Cuando la presión sanguínea está alta, las arterias pueden oponer una mayor resistencia al flujo sanguíneo, con lo que al corazón le resulta más difícil hacer que la sangre circule.</p>
<p>5.- Revisión de fondo de ojo, y de retina.</p>	<p>Otro signo vital es la revisión del ojo, para verificar en primera instancia de la vista, con el fin de detectar y canalizar con el medico correspondiente.</p>	<p>La inspección se realiza por medio de oftalmoscopio.</p>

6.- Cavidades corporales.	La endoscopia es una técnica diagnóstica, de la rama de la medicina, que consiste en la introducción de una cámara o lente dentro de un tubo o endoscopio a través de un orificio natural, una incisión quirúrgica o una lesión para la visualización de un órgano hueco o cavidad corporal.	El endoscopio es un instrumento (producto sanitario) en forma de tubo, que puede ser rígido o flexible, y que contiene una luz y una óptica que permiten la visualización del interior de un órgano hueco o de una cavidad corporal.
------------------------------	--	--

6.- Tabla elaborada por Arturo Hernández E.

Capítulo 7.

1.- Aplicación de las Nuevas Tecnologías en la medición de los signos vitales.

La utilización de **teléfonos inteligentes**, y **aplicaciones** propias, (signos vitales) la tecnología **RFID** (identificación de objetos mediante radiofrecuencia), que nos permite realizar las mediciones de los signos vitales aplicando la interacción en frecuencia de UHF, (ultra alta frecuencia) utilizada en sistemas de detección de objetos, por ejemplo los vehículos que circulan por las calles, y son detectados por los arcos metálicos ubicados dentro de las avenidas más importantes en la CDMX, para la localización de autos robados. De la fibra óptica, para la transmisión de imagen y video, permitiéndonos llevar información en formato de imagen, video y audio de alta calidad, como la transmisión de información textual, a una alta velocidad de transmisión.

Capítulo 8.

Diseño del Prototipo.

1.- Tabla de elementos de medición para realizar la toma de signos vitales.

Elemento utilizado	Descripción.	Ubicación de compra.
0.- Teléfono inteligente M4 Share SS4450.	Teléfono inteligente, utilizado para crear la plataforma de medición de los signos vitales, dentro del proceso de diseño y construcción del sistema como primer prototipo de la 2ª generación, con las siguientes variables de medición, temperatura, frecuencia cardiaca presión arterial (sístole, diástole y pulsaciones), observación de fondo de ojo (retina), cavidades corporales y un % de oxígeno en la sangre y glucosa en sangre.	http://parentesis.com/noticias/gadgets/M4ShareSS4450
1.- Termómetro.	El primer elemento utilizado para la medición de la temperatura, fue el termómetro electrónico del bebe, mismo que se usa como medio de medición de la temperatura corporal.	http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-570865408-termometro-monitor-de-24h-para-la-temperatura-del-bebe-JM
2.- Frecuencia cardiaca.	Como segundo elemento, utilizado para la medición de la frecuencia cardiaco latido cardiaco.	http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-553261865-sensor-de-frecuencia-cardiaca-

		polar-bluetooth-h7-smartphone- JM
3.- Cámara.	Como tercer elemento, utilizado para la toma de imagen, video y audio, en este caso será para el otoscopio y oftalmoscopio respectivamente.	Cámara Wi-Fi modelo HD 720P, diámetro de lente 8 mm., 2Mp, CMOS con 6 leds con resolución de 640 x 480, 720 x 1280 pixeles, y una distancia focal de 4 -6 mm.
4.- Baumanometro	Como cuarto elemento, sistema para la medición de la presión arterial, sístole, diástole y pulsaciones corporales.	https://www.traininn.com/gimnasio-fitness/electronica-ihealth/11081/2398/x
5.- Oxímetro	Como quinto elemento, sistema para la medición del porcentaje de saturación de oxígeno en el cuerpo humano.	
6.- Glucómetro	Sexto elemento, sistema de medición del porcentaje de azúcar en sangre del cuerpo humano.	

Tabla de sensores de las variables de medición de los signos vitales, desafortunadamente no se lograron comprar en el país, motivo por el cual se solicitó mediante mercado libre a nivel mundial.

No. 8.- Tabla realizada por Arturo Hernández Escalante.

2.- Avance del proyecto del prototipo de la tesis de doctorado.

Avance del proyecto, se compraron los instrumentos de medición, en diferentes lugares del mundo, ya que desafortunadamente en México, todavía no se tiene estas tecnologías en una forma comercial.

Los instrumentos de medición médicas, con **Bluetooth**, con que se cuentan:

- 1.- termómetro. (Temperatura corporal)
- 2.- frecuencímetro. (Latido cardiaco)
- 3.- oftalmoscopio. (Cámara para ver fondo de ojo)
- 4.- endoscopio. (Cámara para ver cavidades corporales)
- 5.- baumanometro (presión arterial, sístole, diástole y pulsaciones arteriales)
- 6.- oxímetro (porcentaje de oxígeno en sangre)
- 7.- glucómetro (cantidad de azúcar en sangre)

Capítulo 9.

Formas de medición de signos vitales (norma o tradicional, alámbrica e inalámbrica con sistemas de **Bluetooth**).

1.- Medición de signos vitales (tradicional) realizado en hospitales, clínicas, consultorio médicos o casa del paciente.

La toma de los signos vitales, primera etapa de la valoración del paciente, aunado a la historia clínica, elementos que nos sirven para la realización del diagnóstico médico.



Fotos (izquierda) termómetro (centro) estetoscopio (derecho) Oftalmoscopio.



Fotos (izquierda) endoscopio (centro) baumanometro (derecha) oxímetro.

No. 7.- Fotografías tomadas por Arturo Hernández Escalante.

2.- Medición de signos vitales en hospitales, (forma alámbrica) cuya tecnología actual en México, se presenta el Hospital San Ángel Inn (Universidad).

Como podrá observarse en el ámbito médico, el sistema de medición de signos vitales del hospital San Ángel Inn, a la **fecha no se cuenta con sistemas inalámbricos, con Bluetooth,** sistemas que nos puede facilitar la toma de signos vitales con un teléfono inteligente, teniendo uno o varios pacientes a la vez, la propuesta de aplicación que se va a realizar, siendo de gran alcance.

Sistema de medición de signos **vitales en forma alámbrica**, módulo con base de sensores propios para la variable, interconectado por medio de un cable de cobre.

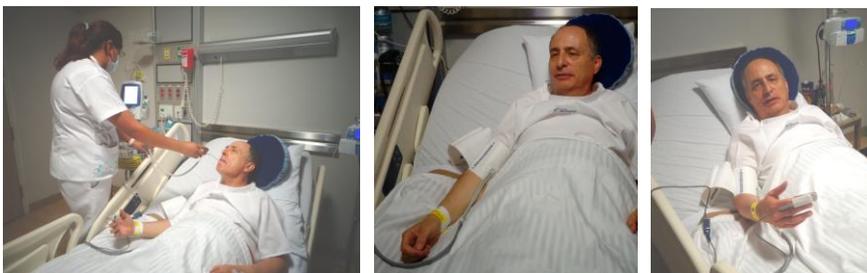
Fotos de instrumento de medición de signos vitales, dentro del hospital, temperatura, presión arterial, porcentaje de oxígeno en sangre y frecuencia cardiaca.

No. 8.- Fotografías tomadas por Arturo Hernández Escalante.



Medición de los signos vitales, en forma alámbrica.

Paciente recién operado, acostado en estado de reposo, la enfermera realiza la toma de signos vitales, se realizan la medición de temperatura corporal, frecuencia cardiaca, presión arterial, (sístole, diástole) y porcentaje de oxígeno en sangre.

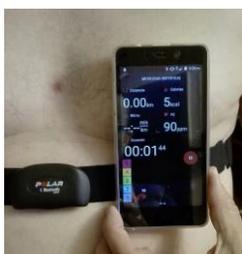


Medición: de temperatura presión arterial porcentaje de oxígeno en sangre.

No. 9.- Fotografías tomadas por Arturo Hernández Escalante.

3.- Proyecto alternativo, se presentan las fotografías de proceso de medición por medio de sistema Bluetooth.

Diferentes instrumentos de medición de los signos vitales, interconectadas con un **teléfono celular inteligente. (Share SS4450)**, micro- mediatek 6737 M, de 4 núcleos, RAM 1 GB, Android 6.0, mismo que cuenta con características como captura de texto, fotografías de alta calidad en HD, video en HD (cámara de frente 5 Mp, trasera 8 Mp) captura de audio en formato de buena calidad, comunicación por medio de internet, Bluetooth, Wi-Fi, además de poder contar con una línea telefónica, así como ser económico, motivo por el cual se puede utilizar para cualquier pasante médico.



Fotos (izquierda) termómetro (centro) estetoscopio (derecho) Oftalmoscopio.

No. 10.- Fotografías tomadas por Arturo Hernández.

La propuesta se basa en las siete variables de medición, (temperatura, frecuencia cardiaca, revisión de fondo de ojo, cavidades corporales, presión arterial, porcentaje de oxígeno en sangre, y glucosa en sangre), mismas que tienen la ventaja de contenerse en un solo instrumento de medición, en base al teléfono inteligente, con las capacidades mínimas para

poder realizar la toma de signos vitales, así como la capacidad de realizar la historia clínica, ya que el teléfono cuenta con manejo de texto, imagen, audio y video, sistemas que en la actualidad son de buena calidad, como también de poder empaquetar y enviar a un hospital de mayor nivel. (2º o 3º nivel).



Fotos endoscopio



baumanometro



oxímetro)



glucómetro.

No. 11.- Fotografías tomadas por Arturo Hernández Escalante.

Como un plus del proyecto, se puede monitorizar a un paciente con el sistema de toma de signos vitales, por medio de un sistema Bluetooth. Es decir, que con las variables a medir de los signos vitales, se puede realizar **una aplicación** que permita al usuario médico, (pasante médico, enfermera, paramédico o médicos en general) realizar en tiempo real, a distancia (dependiendo de la distancia del paciente al teléfono con sistema de Bluetooth, de cada variable, promedio de 10 mts. para la toma de los signos vitales)

Como segundo plus, de ser posible, se pueda realizar no solo un paciente, en tiempo real, sino que también se puedan monitorear varios pacientes, siempre conservando la personalidad del paciente, anexando a cada paciente, su historia clínica,

Ya con estas alternativas también se puede presentar la opción de poder realizar la consulta médica a distancia del lugar de origen hasta los centros hospitalarios de 2º o 3º nivel, mandando un paquete de información de texto, imagen, video al centro de consulta hospitalario.

4. - Imagen preliminar del teléfono inteligente, mostrando la presentación en base a las aplicaciones.



Historia Clínica



Signos Vitales



Enviar a Hospital



Temperatura



Latido Cardíaco



Fondo de Ojo



Cavidades Corporales



Oxígeno en Sangre



Presión Arterial



Azúcar en Sangre

Diseño Gráfico elaborado por D. G. María de Lourdes Ortega Domínguez.

No. 28.- primer modelo de aplicación prototipo elaborada por Arturo Hernández.

Conclusiones.

Primera etapa del proyecto. * (Hernández E. Arturo 2007), apéndice 2.

Tres años de trabajo aplicados al diseño y elaboración del primer prototipo, del Maletín Electrónico. (2004 - 2007) **Director de tesis M. en I. José Luis Pérez Silva.**

El diseño, se dividió en tres partes principales:

En la primera parte, el diseño de la electrónica, fabricación y calibración de los prototipos, del termómetro, estetoscopio y baumanómetro, adicionalmente, el diseño de los soportes de las cámaras del otoscopio y oftalmoscopio, los microcontroladores, puerto serial, así como el diseño del circuito selector del termómetro / baumanómetro, y las fuentes de alimentación.

En la segunda parte, el diseño y programación de los microcontroladores, PIC, y el programa de la computadora en Visual Basic.

Se han conjuntado la electrónica y la programación, etapas en las cuales se ajustan las variables de temperatura, presión arterial (sístole, diástole y frecuencia cardiaca), así como el manejo del audio generado por el estetoscopio, procesando una señal visible mediante un programa de manejo gráfico, así como uno de manejo de análisis de frecuencia mediante las series de Fourier.

En el caso del manejo de la imagen digital, se llevó a cabo mediante un formato de mapa de bits, con una resolución de 320 x 240 píxeles.

En la tercera parte, se diseñó la ingeniería del producto, los resultados obtenidos, del Maletín Electrónico fueron los siguientes:

- Interface del usuario, se diseñó una interface entre el usuario y el sistema mediante un archivo llamado **Electrón**, mismo donde se almacenan todos los datos, que el usuario puede consultar y transmitir por medio de correo electrónico, además se presenta el proyecto de transmisión por medio de la historia clínica.

- El prototipo terminado, que es el resultado del trabajo de investigación, se presentaron en dos versiones: en un maletín portátil de piel sintética, permitiendo su traslado fácilmente a la consulta domiciliaria y la segunda en la forma de estación de trabajo (en acrílico) para utilizarlo en el consultorio médico.

- Manual del usuario, donde se describe el uso propio del Maletín Electrónico, se diseñó pensando que el usuario no tuviera información importante sobre el uso de la computadora, y se le encausa para poder utilizar el sistema del Maletín Electrónico.

En la segunda etapa.

El proyecto con una nueva versión temática, (2014) **“Aplicación e impacto de las nuevas tecnologías, para la toma de signos vitales en forma electrónica a distancia.”** Proyecto de investigación a nivel doctorado en el posgrado de CyAD de la UAM –A. **Director de tesis Dr. Jorge Rodríguez Martínez.**

El proyecto se ha dividido en 4 partes:

1º **Investigación**, se realizó una búsqueda a nivel mundial, continental y nacional, de la realidad en que se encuentra México, obteniendo resultados documentales como estadísticos consultados por el INEGI, (INEGI. Encuesta Intercensal 2015, consultada 6 de marzo de 2017.)

Planteándose la necesidad de realizar un estudio sobre el personal médico de servicios generales del sector salud, ubicados en la parte rural de México, en los estados más pobres en los estados más atrasados, como Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

Por lo que es urgente rediseñar la manera de ofertar la consulta médica cuando se ofrece en situaciones poco óptimas, buscando optimizar los recursos tanto los materiales como evitar en lo posible que el paciente y su familia tengan que hacer gastos de transporte y de alimentación innecesarios.

2.- **Diseño y construcción del prototipo**, mismo que consiste en contar con un **teléfono inteligente**, e instrumentos de **medición para la temperatura, presión arterial, frecuencia cardiaca, % de oxígeno en sangre y glucosa en sangre, como una cámara para ver la retina, y cavidades corporales**, elementos que se integraran al teléfono inteligente, con sus aplicaciones individuales, hasta el momento, pero se espera obtener una sola aplicación que le permita al usuario medico el poder valorar los diferentes signos vitales, así como información en audio, imagen, video y texto, para la elaboración de la historia clínica del paciente.

3.- **Diseño de una aplicación**, (en proceso) que mediante el **teléfono inteligente**, se logre hacer solo una aplicación, que tenga los mismos instrumentos de medición de los signos vitales, adicionado la historia clínica, para poder realizar la transmisión de información a un nivel superior medico 2º o 3º, permitiendo pedir una asesoría médica.

4.- **Realización de encuestas** mediante formato de video donde se realiza una entrevista al personal médico, pensando en cuatro elementos:

-**Pasantes médicos**, personal joven e impetuoso.

-**Doctores**, con experiencia laboral, suficiente para realizar una valorización mayor al proyecto.

-**Paramédico**, personal médico que atiende emergencias en sitio donde se ha tenido un evento traumático del paciente.

-**Enfermeras**, personal médico que apoya al sistema de salud complementando el tratamiento para el paciente.

Bibliografía consulta de internet.

Se utilizaron 97 sitios de internet, de forma general no enlistados.

Parte tele-médica.

-<http://wikipedia.org/wiki/telemedicina>.

-<http://telemedicina.org.mx>.

-<http://telemedicina-wikipedia.org>.

-[http:// grupo SEESA telemedicina de México](http://grupo SEESA telemedicina de México).

Parte de la medicina.

-Lyond, Prtucelli.: 1968 "Historia de la Medicina". Ediciones Doyna S.A.

Edit. Parke –Davis, Barcelona, España.

- Welch Allyn.: "Guía para el uso de la oftalmoscopia para el examen ocular" (folleto del fabricante)

-Surós Juan, Surós Antonio.: 1994. "Semiología Médica y Técnicas Exploratorias" Edit. Salvat

-Hampton John R.: "Electrocardiogramas" Edit. Manual Moderno.

Dubin Dale.: "Electrocardiografía práctica" ediciones Americana Editorial
McGrqW-Hill Inter

Relación de 20 videos procesados utilizados en el estudio del doctorado.

Atentamente:

M. en I. Arturo Hernández Escalante. (Candidato a grado del Doctorado.)