



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Captura automática de datos
para un registro anestésico
digital**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero en computación

P R E S E N T A

Manuel Alejandro Lestrade Beraza

ASESOR DE INFORME

M.E. Gabriela Camacho Villaseñor



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019

Contenido

Introducción	1
Objetivos	2
Capítulo I Marco Teórico	3
1.1 Metodología de desarrollo de software World Wide Web Consortium(W3C).....	3
1.1.1 Estándares de la W3C	3
1.1.2 ¿Qué es un estándar?	3
1.1.3 Estándares en diseño y aplicaciones Web.....	3
1.1.4 Estándares Web de los dispositivos.....	4
1.1.5 Beneficios del uso de estándares Web.....	4
1.2 Tecnologías y Lenguajes utilizados	5
1.2.1 Windows XP / Windows 7	5
1.2.2 Servidor Web Apache	6
1.2.3 Gestor de base de datos MySQL	6
1.2.4 Lenguaje de programación PHP	6
1.2.5 Protocolo de comunicación TCP/IP	7
Capítulo II Empresa en la que se labora	8
2.1 ¿Quién es y que hace HGSOFT?	8
2.2 Misión, Visión y Valores de HGSOFT	8
2.3 Departamento y puesto de HGSOFT	8
Capítulo III Problemática	9
3.1 Descripción del problema	9
3.2 Monitor de Signos Vitales	10
3.3 Parámetros a capturar	11
3.3.1. Parámetros Invasivos	11
3.3.2 Parámetros No Invasivos.....	11
3.3.3 Gases Anestésicos	12
3.4 Lenguaje de comunicación médica HL7	12
3.5 Implementación de la captura automática al registro digital	14
3.6 Arquitectura.....	14

3.6.1 Requerimientos de Hardware	16
3.6.2 Requerimientos de Red	17
3.6.3 Requerimientos de monitor de signos vitales	17
3.6.4 Desarrollo	17
3.6.5 Pruebas	19
3.6.6 Liberación	19
Capítulo IV Situación después de colocar la captura automática de signos vitales en el registro anestésico.....	20
Capítulo V Resultados	21
Capítulo VI Propuestas	22
Capítulo VII Conclusiones	23
Anexo.....	24
A-1 Antecedentes de la anestesia y su evolución en México.....	24
A-2 El registro anestésico	27
Bibliografía.....	28
Mesografía.....	28

Tabla de figuras

<i>Figura 1 Tecnología W3C (fuente: https://www.slideshare.net/adita_cz/estndares-de-la-w3c/4)</i>	4
Figura 2 Logo Windows XP	5
Figura 3 Logo Windows 7	5
Figura 4 Logo Apache	6
Figura 5 TCP/IP	7
Figura 6 Registro Trans anestésico	10
Figura 7 Monitor de signos vitales Beneview T8 captando en DEMO	10
Figura 8 Logo HL7	12
Figura 9 Diagrama de flujo de captura automática	14
Figura 10 Contexto Arquitectónico de Anesthesys	15
Figura 11 Arquitectura centrada en datos	16
Figura 12 Características de Servidor sugerido	16
Figura 13 Características de cliente sugerido.....	17
Figura 14 Características de Monitor de signos vitales.....	17
Figura 15 Ciclo de vida de software en un modelo modular.....	18
Figura 16 Registro Trans-anestésico digital.....	18
Figura 17 Anesthesys primera prueba funcional en dispositivo móvil.....	19
Figura 18 Diagrama general de conexión para el registro anestésico digital	21

Introducción

Con el avance médico y tecnológico de los últimos años surge la necesidad de tener la historia clínica de los pacientes en registros digitales para un mejor cuidado del paciente, una mejor atención en los diferentes departamentos de investigación, epidemiología y recuperación de los pacientes.

Esto también aplica para la historia de los pacientes en el ámbito del quirófano, ya que existen diferentes sistemas hospitalarios en cuestiones administrativas, o para el médico cirujano pero no en cuestiones de la historia anestésica o para el médico anestesiólogo, por lo que fue necesario la construcción de un sistema que registrará de manera automática y sencilla dichos datos de los pacientes.

Los datos originalmente se toman de manera escrita con una pluma y un papel dando errores en su lectura o que llegaran a poner datos falsos, esto con el propósito de no tener tanta responsabilidad en caso de un evento dentro del quirófano y así responsabilizar al fabricante o proveedor de la máquina de anestesia por dicho evento desafortunado.

La historia clínica con el sistema estaría resguardada en una computadora y /o servidor el cual estaría al alcance de las autoridades hospitalarias y que se podría consultar sin el temor que estuviera la información “adulterada” o sea “falsa” pues todo sería obtenido de manera automática por los diferentes instrumentos o equipos que conforman la máquina de anestesia.

Para la construcción de el sistema del registro anestésico digital se necesitó estudio de diferentes lenguajes y protocolos debido a que los fabricantes del hardware vieron la facilidad y sencillez de implementarlo y los bajos costos de los mismos.

Dichos lenguajes son como el Health Level Seven¹ (HL7) que hoy en día se utiliza para todos los equipos médicos que implementen o pretendan implementar una interfaz con otro equipo médico o una interfaz con los usuarios para su manipulación o su estado de resultados durante cierto uso del equipo.

Otro lenguaje que se estudió para su desarrollo es PHP en el cual podemos poner diferentes directivas en un entorno web, y que puede ser funcional en cualquier navegador de Internet que se utilice ya sea para dispositivos móviles (smartphones, tablet's) o computadoras. Esto con el fin de que sea un sistema de fácil implementación en el hospital y no requiera de una gran infraestructura.

Parte del software utilizado es MySQL en el cual confiamos toda la base de datos siendo un manejador confiable, barato, adecuado para tener compatibilidad con PHP como lenguaje principal de la aplicación.

¹ Conjunto de estándares para la comunicación digital entre aplicaciones y equipos de índole médico

Objetivos

❖ Objetivo General

Crear una interfaz estable y confiable que comunique el monitor de signos vitales de los pacientes para tener digitalmente su registro anestésico.

❖ Objetivos Particulares

- Conectar el lenguaje de programación PHP con el servidor Apache, el manejador de datos MySQL y el lenguaje que utiliza el monitor de signos vitales HL7
- Crear bibliotecas para el manejo de sentencias HL7 y poder determinar los valores a guardar en el base de datos
- Tener reglas claras del negocio para que así, los médicos anestesiólogos tengan confianza usando el aplicativo.
- Construir scripts que permitan tener seguridad de que los registros no sean después manipulados por él o los usuarios (fiabilidad de datos)
- Configurar los accesos a la aplicación para evitar intrusos y hackeos.
- Configurar los accesos a la base datos para tener seguridad en el sistema en general y, por ende, no haya filtración, robo o manipulación de datos.
- Conocer la tecnología del monitor de signos vitales y los alcances de como físicamente se podía conectar a la red propuesta y solicitada por el cliente.

Capítulo I Marco Teórico

1.1 Metodología de desarrollo de software World Wide Web Consortium(W3C)

El World Wide Web Consortium, más conocido como W3C, es un consorcio internacional de organizaciones vinculadas a las tecnologías de información que busca promover la evolución de la Red a través del establecimiento de distintas pautas para su estandarización. El propio padre de la Web, Tim Berners-Lee, fundó el W3c con el objetivo de garantizar una Web universalmente accesible, más allá de las diferencias de idioma, navegador, sistema operativo, plataforma, localización geográfica o aptitudes tecnológicas.

Para lograr esta meta, el W3C propone a diseñadores, programadores, editores y empresas de software dedicadas a web browsers el cumplimiento de ciertas directivas de desarrollo. El W3C ofrece pautas sobre la mayoría de los lenguajes y tecnologías de uso común en la construcción de páginas y aplicaciones web, como HTML, CSS, XML, y sus distintas versiones, entre muchas otras.

1.1.1 Estándares de la W3C

Los estándares definen una plataforma Web abierta para el desarrollo de aplicaciones, con gran potencial dada la gran cantidad de datos, disponibles para cualquier dispositivo.

Si bien los límites de la plataforma siguen evolucionando, será el HTML5 uno de sus pilares; la fuerza de la plataforma radica en muchas tecnologías que se están creando: CSS, SVG, WOFF, XML, variedad de API's.

Ante el crecimiento del acceso a Internet desde celulares, tablets, televisores y electrodomésticos, esta capacidad de adaptación es fundamental. A los estándares de codificación se suman otros sobre estructura interna, seguridad y uso del idioma en sitios web.

1.1.2 ¿Qué es un estándar?

La W3C publica documentos que definen las tecnologías de la Web. Estos documentos siguen un proceso destinado a promover el consenso sobre el contenido de un informe técnico, para asegurar una alta calidad técnica y editorial, así como obtener mayor apoyo desde el W3C y la comunidad en general.

Al final del proceso, la W3C publica las “recomendaciones”, que son los estándares Web.

1.1.3 Estándares en diseño y aplicaciones Web

Incluye a los estándares para la construcción y representación de las páginas Web, como HTML5, CSS, SVG, AJAX y otras tecnologías para las Aplicaciones Web (“WebApps”).

También incluye información sobre cómo hacer páginas accesibles para personas con discapacidades, aplicar internacionalización y trabajar sobre dispositivos móviles.

1.1.4 Estándares Web de los dispositivos

El W3C se centra en tecnologías que permiten el acceso a la Web desde cualquier lugar, en cualquier momento y a través de cualquier dispositivo.

El acceso a la Web puede darse desde teléfonos móviles y otros dispositivos móviles, además del uso de la tecnología Web en electrónica de consumo, impresoras, televisión interactiva, incluso en automóviles.

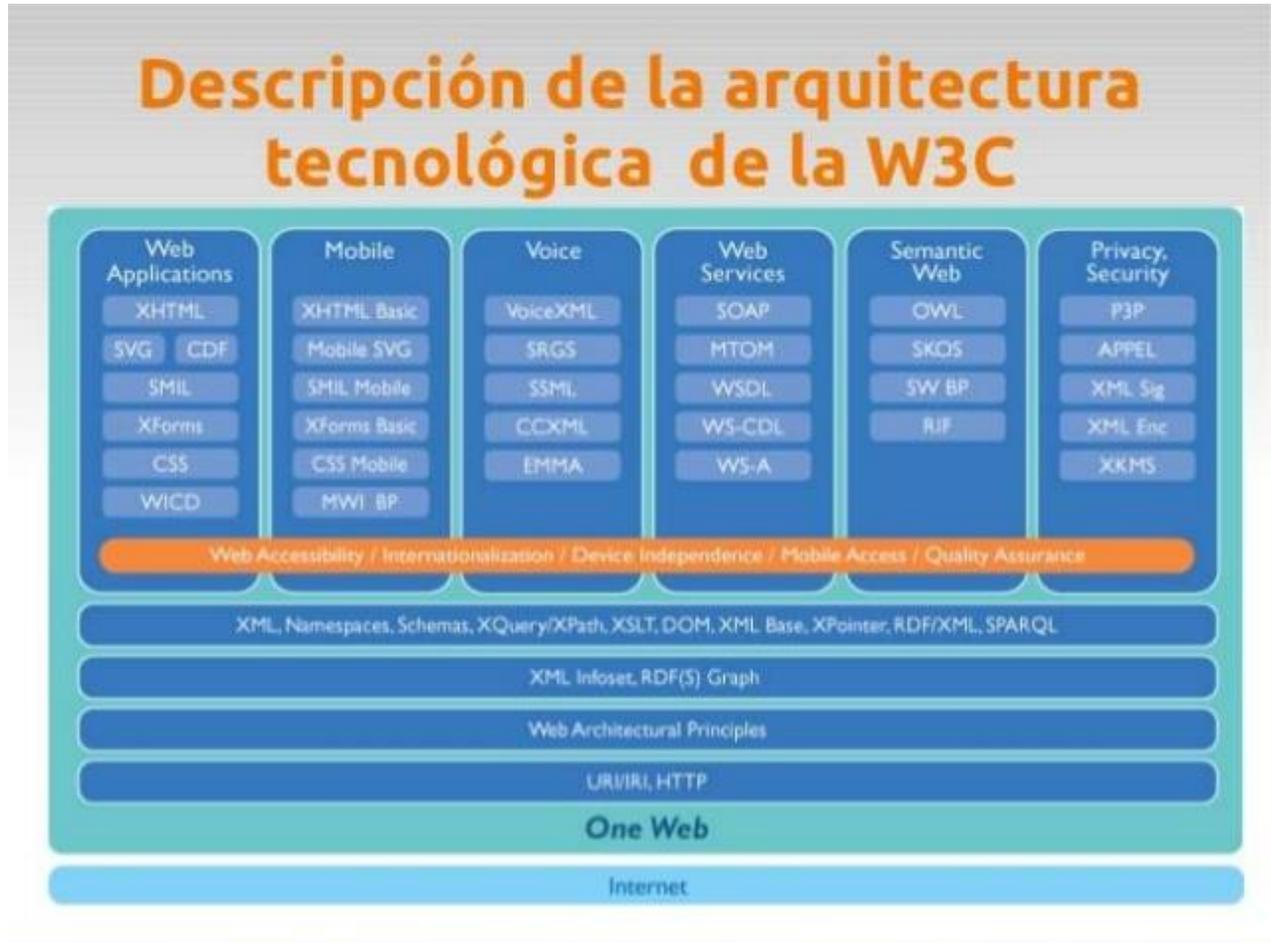


Figura 1 Tecnología W3C (fuente: https://www.slideshare.net/adita_cz/estndares-de-la-w3c/4)

1.1.5 Beneficios del uso de estándares Web

Un sitio basado en estándares web mostrará una mayor consistencia visual. Gracias al uso de XHTML para el contenido, CSS para la apariencia, se puede transformar rápidamente un sitio, sin importar que se trate de una página web o miles, realizando cambios en un solo lugar.

Los documentos que separan apariencia de contenido usan menos código, además, CSS permite conseguir efectos que antes requerían el uso de Javascript e imágenes, por lo que los sitios basados en estándares utilizan menos ancho de banda y se muestran más rápido a los usuarios, mejorando dramáticamente la experiencia de estos.

1.2 Tecnologías y Lenguajes utilizados

Parte de los antecedentes para el desarrollo del sistema fueron las tecnologías que durante mis días como estudiante en la Facultad de Ingeniería me enseñaron a usar tanto para tareas como para proyectos finales.

Hubo durante el desarrollo del sistema tecnologías de código abierto (Open Source) y otras que se tuvieron que adquirir dichas licencias, todas ellas pagadas por la empresa donde laboro.

1.2.1 Windows XP / Windows 7

Windows XP es una versión de Windows, lanzada en octubre de 2001. Su nombre en clave durante la fase de desarrollo fue Whistler, mientras que su denominación oficial proviene del término inglés eXPerience.

Este sistema operativo, que sucedió a Windows 2000 y es el antecesor de Windows Vista, logró convertirse en el más usado del mundo. Cuenta con adaptaciones para diversos entornos, como computadoras domésticas, equipos portátiles y mini-portátiles.



Figura 2 Logo Windows XP

Windows 7 tuvo más éxito que su antecesora, Windows Vista, gracias a que ha podido resolver los problemas o errores de esta última con el consumo de recursos y sobre todo con la compatibilidad con la versión Windows XP. Fue lanzado al mercado el 22 de octubre del 2009; sus principales ventajas frente a sus predecesores es que es más rápido, consume menos recursos y es más fácil de usar. En su parte estética (interfaz gráfica), Windows 7 es muy parecido al Windows Vista, de hecho presenta muchas funciones de ésta.

Existen novedades como la disminución del tiempo de arranque del sistema operativo, mayor compatibilidad a nivel hardware y software, ahorro del consumo energético de la PC, manejo del sistema mediante pantallas táctiles, mayor seguridad en los datos y en la red, puede instalarse en netbooks, y permite realizar búsquedas más eficientes en el disco duro, Internet, etc.



Figura 3 Logo Windows 7

Dado mi experiencia en otros sistemas operativos y por el hecho que el sistema fue desarrollado con estos sistemas operativos se implementó en un sistema operativo Windows, también ayudó que existe en la literatura, como en la red, basta información para el uso de herramientas en este entorno.

1.2.2 Servidor Web Apache

Originalmente desarrollado como un demonio por Rob McCool en el Centro Nacional para Aplicaciones de Supercómputo de la Universidad de Illinois (NCSA), el servidor HTTP era el servidor web más popular en 1995. Este proyecto fue mantenido y actualizado por un grupo de voluntarios e integrado como parte del Apache Software Foundation en 1999.



Figura 4 Logo Apache

Existe gran variedad de servidores web, nuevamente la experiencia que se cuenta en los servicios de hospedaje (hosting) ayudó a elegir Apache HTTP Server, el cual cuenta con gran estabilidad y disponibilidad de parches de seguridad y documentación. Su sencillez para configurar, así como su manejo de archivos de auditoría (logs) fueron parte fundamental en la elección de este servidor web.

1.2.3 Gestor de base de datos MySQL

MySQL v3.11 se libera en el año 1995 y es el resultado del esfuerzo de unir UNIREG, herramienta desarrollada por Michael Widenius en 1979 con SQL desarrollado por David Hughes, como una iniciativa de la empresa sueca TcX que requería una base de datos robusta para el desarrollo de aplicaciones web.

Debido al éxito de esta base de datos en el desarrollo de aplicaciones web, en 2008 Sun Microsystems adquiere MySQL, y en 2009 Sun es adquirido por Oracle.

Al instalar, existen diferentes opciones de MySQL, opté por la de MySQL MyISAM debido a que siendo la opción básica no consume muchos recursos de memoria y CPU en servidor, además que para el desarrollo no se contemplaron procedimientos almacenados o disparadores, únicamente las 4 instrucciones básicas de SQL, que son las mínimas suficientes para cualquier aplicación web que son: SELECT, INSERT, UPDATE y DELETE.

1.2.4 Lenguaje de programación PHP

PHP tiene sus orígenes en el año 1994 de un producto llamado PHP/FI en referencia a “Personal Home Page Tools”, proyecto personal realizado por Rasmus Lerdorf y que era conformado por ficheros binarios tipos CGI (Common Gateway Interface)

En 1995 Rasmus publica el código fuente lo que origina una extensa colaboración de desarrolladores de todo el mundo y cuyo esfuerzo de como resultado en 1998 la versión PHP 3.0, la cual se popularizó a finales de la década de los 90.

En 2004 se liberó la versión PHP 5, la cual tiene por núcleo el motor Zend 2.0 y un nuevo modelo orientado a objetos. Actualmente PHP 7, es la última versión disponible en descarga.

Era 1996 cuando Internet empezaba a ser una realidad en México, si bien solo instituciones de gobierno o educativas podían permitirse enlaces dedicados por los elevados costos, el usuario común ya podía disponer de una conexión vía módem de 28 kb/s, fue en esos tiempos cuando el

Perl era de los pocos lenguajes que permitían hacer búsqueda sobre archivo plano dar una salida con formato HTM, debido a que en la empresa se tenía una ideología que el desarrollo del sistema tenía que ser en web y es lo que se utilizaba fue más una adopción de usar este lenguaje de programación y desarrollar los módulos requeridos en esta plataforma, también fue la estrategia utilizar este lenguaje ya que los demás compañeros de desarrollo en la compañía estaban utilizándolo.

Todas estas razones más la experiencia adquirida con el tiempo hizo que PHP fuera el lenguaje utilizado para el desarrollo del sistema de registro anestésico digital.

1.2.5 Protocolo de comunicación TCP/IP

A principios de los 70 la Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados de Defensa (DARPA) trabajaba en lo que después se conocería como la familia de protocolos de Internet. Después de la construcción de la pionera ARPANET (cuya principal meta era el diseño de una red capaz de resistir un ataque nuclear de la URSS para lo que se pensó en una administración descentralizada) en 1969 DARPA comenzó a trabajar en un gran número de tecnologías de transmisión de datos.



Figura 5 TCP/IP

En 1972 Robert Kahn fue contratado por la Oficina de Técnicas de Procesamiento de Información de DARPA, donde trabajó en la comunicación de paquetes por satélite y por ondas de radio, reconoció el importante valor de la comunicación de estas dos formas.

En la primavera de 1973 Vint Cerf, desarrollador del protocolo de ARPANET Network Control Program se unió a Kahn con el objetivo de crear una arquitectura abierta de interconexión y diseñar así la nueva generación de protocolos de ARPANET.

En el periodo de 1973 a 1974 Cerf tenía en Stanford ya bastantes avances en sus investigaciones, dando como resultado la primera especificación TCP. Entonces DARPA fue contratada por BBN Technologies, la Universidad de Stanford, y la University College de Londres para desarrollar versiones operacionales del protocolo en diferentes plataformas de hardware. Se desarrollaron así cuatro versiones diferentes: TCP v1, TCP v2, una tercera dividida en dos TCP v3 e IP v3 en la primavera de 1978, y después se estabilizó la versión TCP/IP v4 que es el protocolo estándar que todavía se emplea en Internet.

En 1975 se realizó la primera prueba de comunicación entre dos redes con protocolos TCP/IP entre la Universidad de Stanford y la University College de Londres. En 1977 se realizó otra prueba de comunicación con un protocolo TCP/IP entre tres redes distintas con ubicaciones en Estados Unidos, Reino Unido y Noruega. Varios prototipos diferentes de protocolos TCP/IP se desarrollaron en múltiples centros de investigación entre los años 1978 y 1983.

En el detalle de que el monitor necesita de una IP fija y que para establecer dicha comunicación con él hay que pasar por lo que se llama un router o un switch resultó imperativo el uso de este protocolo.

Capítulo II Empresa en la que se labora

2.1 ¿Quién es y que hace HGSOFT?

HGSOFT es una empresa que se dedica a el desarrollo, comercialización y mantenimiento de software a la medida para diferentes empresas a diferentes ramos desde el ámbito financiero, restaurantero y de entretenimiento hasta el ámbito hospitalario y de cirugía como es el expuesto en este documento.

2.2 Misión, Visión y Valores de HGSOFT

Misión. Ser una empresa mexicana dedicada a dar soluciones online a sus clientes para que funcionen acorde con sus necesidades de negocio, tener soluciones de gestión en cada uno de los procesos a lo largo de la cadena de valor del software dirigido a pequeñas, medianas y grandes corporaciones.

Visión. Tener el talento necesario en cada departamento para que nuestros clientes estén satisfechos con la consultoría dada en cuestiones de software e implementación de nuevas herramientas a hacer crecer su negocio o a hacer más fáciles sus labores diarias.

Poder colocarnos dentro de los mejores despachos de software de México y el mundo con el fin de alcanzar clientes que gusten de nuestros productos y de nuestras soluciones.

Valores. Soluciones creativas y artísticas a los proyectos, integridad en la forma de trabajar con clientes y proveedores por igual, amplia comunicación en todas nuestras líneas de desarrollo, excelente nivel de profesionalismo de todos nuestros colaboradores.

2.3 Departamento y puesto de HGSOFT

El departamento al cual se me asignó fue el de Programación y Desarrollo donde empecé como desarrollador Jr.; parte de mis funciones era la de investigar procesos técnicos del software, así como programar todos los requerimientos técnicos que el cliente propone para las reglas de negocio, otra de mis funciones es el estar en contacto con el cliente para saber darle seguimiento al proyecto y ver que se cumplan con las especificaciones solicitadas.

Capítulo III Problemática

3.1 Descripción del problema

Debido a la gran afluencia en el mundo de sistemas anestésicos digitales en otras partes del mundo el cliente quería incorporar un sistema que hiciera lo mismo que esos sistemas pero con unas funciones adicionales, el detalle era que dichas empresas que vendían el software no querían adicionar dichos módulos requeridos, no se iban a ajustar a la infraestructura del cliente y también su navegación no era lo mejor para el médico anesthesiologo. El objetivo de nosotros era tener la total satisfacción del cliente en el desarrollo del software por lo que primero se contaría con una base de datos donde se iban a registrar todos los signos vitales de cada operación que se obtuviera del monitor de signos vitales, de forma que al final todos esos datos se puedan poner en una forma gráfica y que el anesthesiologo le sea de una forma transparente el usar el software para poder así tener su registro igual que si él lo hubiera escrito a pluma y papel.

El sistema desarrollado nació como un proyecto de investigación, que al paso del tiempo por la cantidad de información que se manejaba se cotizó en la cantidad de \$1,000,000 pesos, justificación por la cual se tomó muy en consideración dicho proyecto, ahora que el cliente los demás sistemas de la competencia iban a salir más caros en tiempo y dinero y no iban a ser desarrollados como software a la medida.

El sistema partió de una base en la cual se intentaría replicar la hoja de anestesia de una forma digital, pero con un enfoque web para que su navegación fuera lo más intuitiva y lo más simple para todos los médicos, el sistema partió de cero en el sentido de que no teníamos código alguno que pudiera asemejarse a lo que los médicos y el cliente necesitaban del sistema, por ello se optó por el desarrollo de software en forma modular, esto por el hecho de que si es software a la medida también tuviera en el futuro modificaciones no tan drásticas y sea relativamente sencillo el poder cambiar o aumentar el programa a voluntad de los médicos que quisieran usarlo en las diferentes instituciones médicas donde se implementará.

En resumen , el ahorro de costos, aprovechar el conocimiento clínico y médico del cliente, el desarrollo de código nuevo para el cliente y poder tener a futuro un producto escalable fueron los puntos fundamentales que justificaron el proyecto del sistema de registro anestésico digital que trataré en este informe y cuyos objetivos principales fueron:

- Desarrollo e implementación del sistema de registro anestésico digital que permitirá un registro fiable y automático para el médico anesthesiologo.
- Total concentración del médico con su paciente en el sentido de no tener que dedicar tiempo en la papelería que es requerida para la evaluación de su técnica como de su trabajo en sí.
- Uso de metodología que permita tener un sistema escalable de acuerdo con el crecimiento de las instituciones hospitalarias o de las instituciones que requieran otros módulos y que adquieran el producto.
- El sistema deberá observar lo especificado en la norma oficial mexicana NOM-006-SSA3-2011

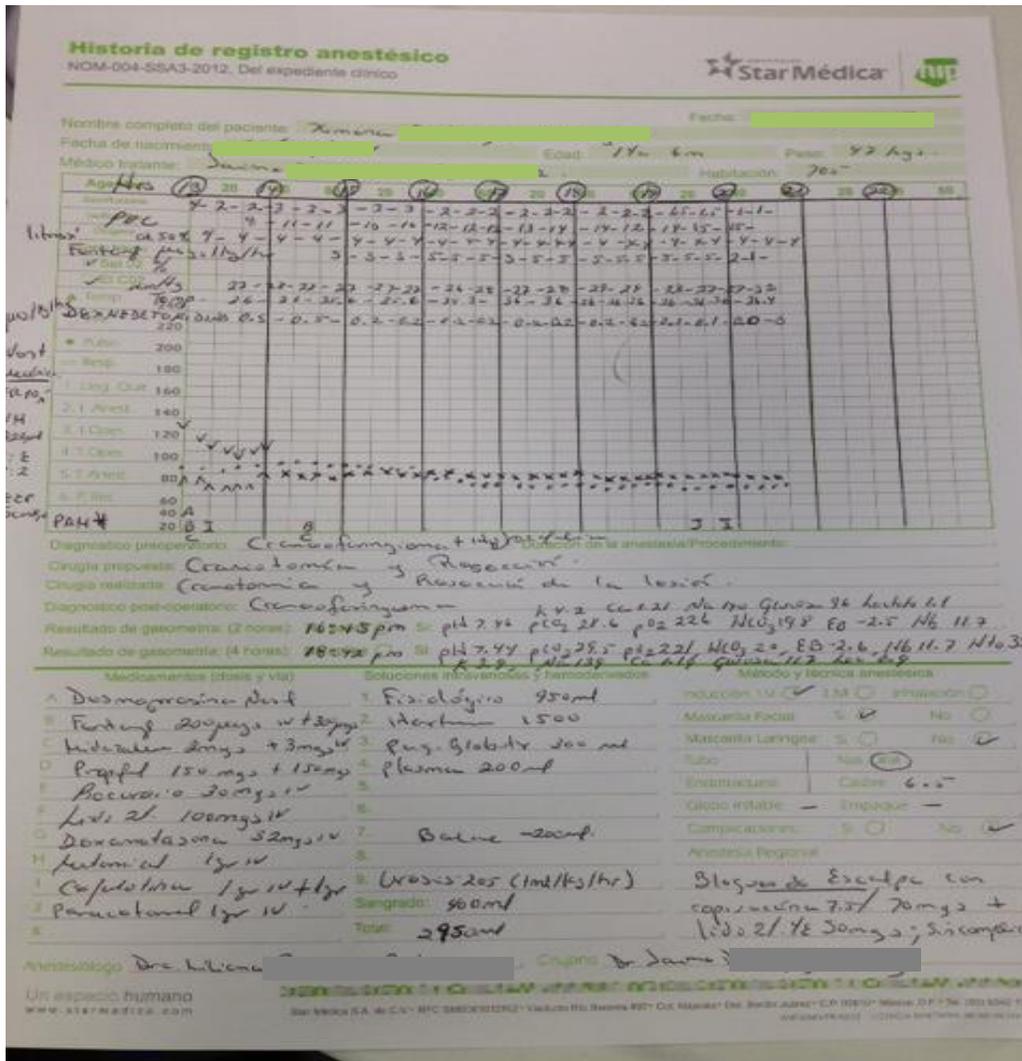


Figura 6 Registro Trans anestésico

3.2 Monitor de Signos Vitales

El monitor de signos vitales es el equipo en el cual, por medio de sus mediciones en tiempo real, se puede tener un registro anestésico, este monitor tiene los cables suficientes para determinar lo que habitualmente pide el registro anestésico en su norma oficial, Este consta con los módulos de presiones invasivas y medición de presiones no invasivas, también cuenta con el medidor de gases de inspiración y de expiración, otro de los módulos con los que cuenta el monitor es de la saturación de oxígeno, temperatura y frecuencia cardíaca, todo esto en un mismo módulo llamado multi-parámetros. En caso de no contar con alguno de estos, dicho parámetro, por obviedad, no saldría en el monitor por lo que no se registraría en el registro anestésico digital.

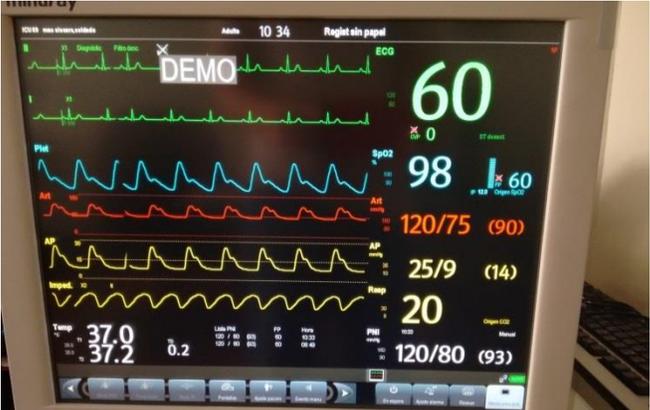


Figura 7 Monitor de signos vitales Beneview T8 captando en DEMO

Ahora, para la conexión con el sistema del registro anestésico digital, este cuenta con una entrada de Ethernet, la cual nos facilita la conexión por medio de red local y como se había mencionado antes se tiene que configurar una IP fija para su correcto funcionamiento, configurando correctamente el monitor se tiene una conexión fiable lista para poder adquirir los signos vitales del paciente, otro de los detalles que cumple es que si no se tiene el monitor conectado con los respectivos cables al paciente este presentará datos en 0 por lo que serán datos que aunque se inicie el registro este no guardará datos 0, estos datos reconoce el monitor cuando no se tiene conectado al paciente o cuando simplemente no tiene el paciente signos vitales (Esto está desarrollado por la empresa del fabricante).

3.3 Parámetros a capturar

Una de las cosas que necesitan los anesthesiólogos es que se pidan algunos parámetros en el momento de la cirugía, por lo que hay una lista dependiendo de la especialidad a donde el sistema vaya a residir, en este caso en una de las instituciones donde el sistema estuvo a prueba solamente pidieron los siguientes.

3.3.1. Parámetros Invasivos

Presión Sanguínea Invasiva. Internamente se usa un catéter sensitivo insertado en una arteria, lo que proporciona una lectura más exacta de la presión sanguínea del paciente en ese momento. Es usado normalmente cuando se prevén variaciones rápidas de la presión sanguínea.

Presión Arterial Media (PAM). Se considera como la presión de perfusión de los órganos corporales.

Presión Venosa Central (PVC). Describe la presión de la sangre en la vena cava superior, cerca de la aurícula derecha del corazón. La PVC refleja la cantidad de sangre que regresa al corazón y la capacidad del corazón para bombear la sangre hacia el sistema arterial: la presión venosa central determina la precarga ventricular.

Presión de la Arteria Pulmonar (PAP). Es la presión medida en las arterias o arteriolas de los pulmones

Presión Intracraneal (PIC). Es el resultado de la relación dinámica entre el cráneo y su contenido. El contenido o compartimento cerebral está constituido por el propio parénquima, por el volumen sanguíneo cerebral (VSC) y por el volumen del líquido cefalorraquídeo (LCR).

3.3.2 Parámetros No Invasivos

Fracción inspirada de Oxígeno (FiO2). Es la concentración o proporción de oxígeno en la mezcla del aire inspirado.

Fracción espirada de Bióxido de Carbono (EtCO2). Es la cantidad de gas que abandona el alvéolo al finalizar la espiración o es el resultado de la mezcla del gas proveniente de todos los alvéolos, es decir, equivale al valor medio de las presiones parciales de CO₂ de los distintos alvéolos.

Saturación parcial de Oxígeno (SpO₂). Es la medida de oxígeno que es transportado dentro de la sangre en 2 formas. El 98-99% está adherido a la hemoglobina y la otra parte está disuelto en el plasma de la sangre arterial.

Pulso o Frecuencia cardiaca. Es el número de contracciones del corazón o pulsaciones por unidad de tiempo. Se mide en condiciones bien determinadas (de reposo o de actividad) y se expresa en pulsaciones por minuto a nivel de las arterias periféricas y en latidos por minuto (lat/min) a nivel del corazón

Índice Bi-espectral (BIS). Es una interpretación estadística basada en un algoritmo matemático complejo sobre datos extraídos del EEG de individuos sanos sometidos a anestesia general, que calcula un valor que resulta de procesar una señal de electroencefalografía frontal. Dicho valor adimensional proporciona una medida del nivel de consciencia del paciente

Respuesta Neuromuscular -Tren de Cuatro (TOF). Es una serie de estímulos supra máximos a frecuencias de 2 [Hz·s]. Cada uno se repite con frecuencias entre 10 o 12 [s]. La estimulación con TOF ofrece las siguientes ventajas: La posibilidad de estimar en cantidad el grado de bloqueo neuromuscular (BNM).

Temperatura corporal. Es la medida relativa de la energía interna asociada al metabolismo del cuerpo humano y su función es mantener activos los procesos biológicos, esta temperatura varía según la persona, la edad, la actividad y el momento del día y normalmente cambia a lo largo de la vida

3.3.3 Gases Anestésicos

Sevoflorano. Es un agente anestésico líquido no inflamable que se administra por vaporización. Es un derivado fluorado del éter metilisopropílico. Sevoflurano está identificado químicamente como fluorometil 2,2,2-trifluoro-1 (trifluorometil) etil éter, tiene una masa molar de 200.05 [g/mol].

Desflorano. Es un anestésico general altamente volátil a temperatura ambiente, el cual debe conservarse en botellas cerradas. Es utilizado con frecuencia en intervenciones quirúrgicas de pacientes externos debido a su rápido comienzo de acción y expedita recuperación.

Óxido Nitroso. Es un gas incoloro con un olor a dulce y ligeramente tóxico. Provoca alucinaciones, un estado eufórico y en algunos casos puede provocar pérdida de parte de la memoria humana.

3.4 Lenguaje de comunicación médica HL7



Figura 8 Logo HL7

Salud Nivel Siete (HL7, Health Level Seven) no es un estándar en sí, sino que es un conjunto de estándares cuyo principal objetivo es especificar mensajería para la comunicación de información clínica, demográfica y financiera, entre sistemas informáticos. Existen algunos estándares dentro de HL7 que tienen otros focos, pero la mensajería es uno de los aspectos más fuertes de HL7.

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.

Es una de las organizaciones más importantes de informática médica a nivel internacional. En 1994 fue acreditada como SDO por el ANSI.

Los principales estándares que conforman a HL7 son:

- Mensajería v2.x: mensajería basada en formatos EDI y XML, sin un modelo de referencia detrás.
- Reference Implementation Model: modelo de referencia de HL7, en el que se basan todos los mensajes v3.
- Mensajería v3: mensajería XML basada en el RIM.
- Dominios: la mensajería v3 se divide en dominios específicos de aplicación.
- Clinical Document Architecture: representación de documentos clínicos con XML basados en el RIM.
- EHR System Functional Model: especifica las funcionalidades que debería implementar un sistema de Historia Clínica Electrónica.

Por el hecho de que no tenía una capacitación previa en HL7 comencé a tomar literatura de distintas partes de la red para poderme comunicar con el lenguaje de HL7 y poder tomar todos los parámetros indicados por el médico anestesiólogo. En este caso el monitor utiliza la versión 2.3.1 por lo que se tuvo que adecuar el sistema para esa versión del lenguaje.

3.5 Implementación de la captura automática al registro digital

La captura automática al registro anestésico digital se implementó siendo más un módulo dentro del sistema principal que facilitaría el trabajo del médico anesthesiologo para así no tomar los parámetros fisiológicos manualmente en un sistema digital, que por la naturaleza de la página podría ser confuso para médicos no tan experimentados en medios digitales, este módulo se presenta su funcionamiento en el siguiente diagrama de flujo.

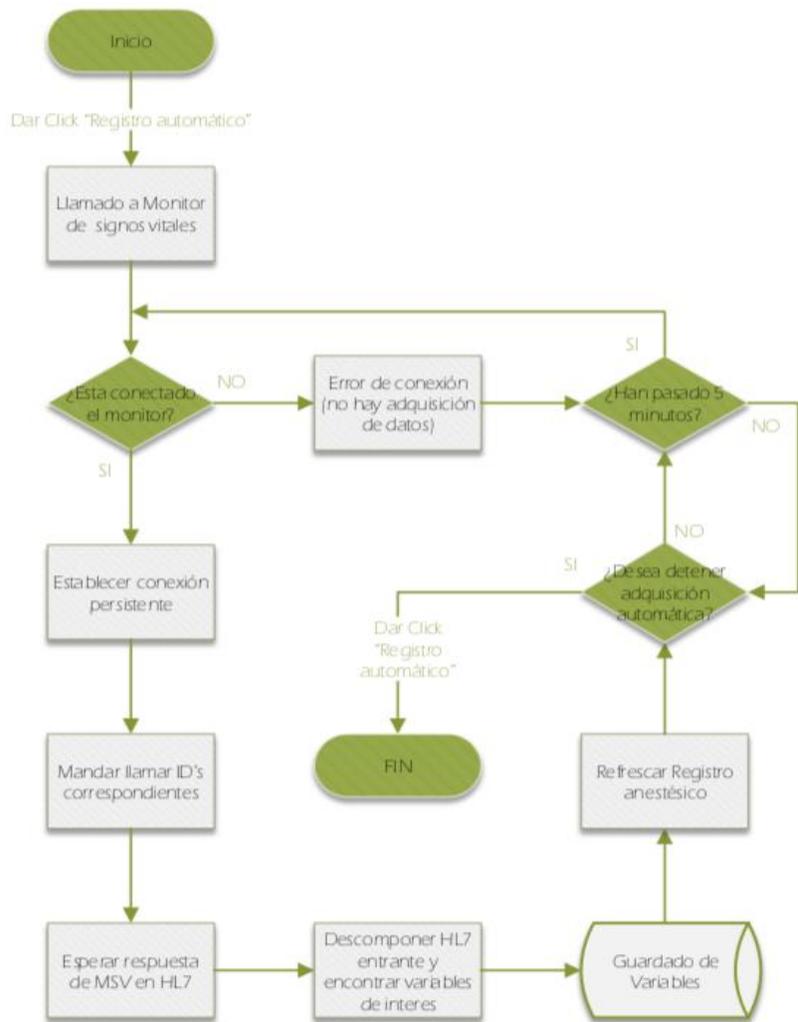


Figura 9 Diagrama de flujo de captura automática

A continuación, detallo el proceso de su implementación.

3.6 Arquitectura

La arquitectura se puede enmarcar en el género de sistemas comerciales lucrativos indirectos, esto debido a que se concibió como parte de una ayuda al cliente directo para poder saber si había necesidad de calibrar constantemente la máquina de anestesia y si debido a falta de mantenimiento se tenían severas fallas en las técnicas anestésicas de los doctores, en este caso el cliente (el fabricante de las máquinas de anestesia) encargó a HGSoft la tarea de tener un registro automático de la anestesia.

La necesidad de tener un registro de anestesia le daba al cliente la oportunidad de estar a la vanguardia en el sentido de ser el primer fabricante de máquinas de anestesia en México y Latinoamérica que implementa un registro para el paciente mexicano y con todos los parámetros que se deben medir según la Norma Oficial Mexicana.

Teniendo como referencia que el sistema estaba basado en los datos que guardaba el monitor de signos vitales definió por si solo el estilo de la arquitectura centrada en dichos datos. Este estilo promueve la integridad de datos al tener un esquema cliente – servidor, los datos son actualizados de manera independiente y estos pueden ser consultados en línea y tiempo real,

siempre y cuando se cuidara la actualización se hiciera sobre la base de perfiles de usuarios cuyos permisos y acceso a los módulos garantizara que no exista sobre escritura en los datos.

En el siguiente cuadro se muestra el cuadro arquitectónico resultante de todo el sistema.

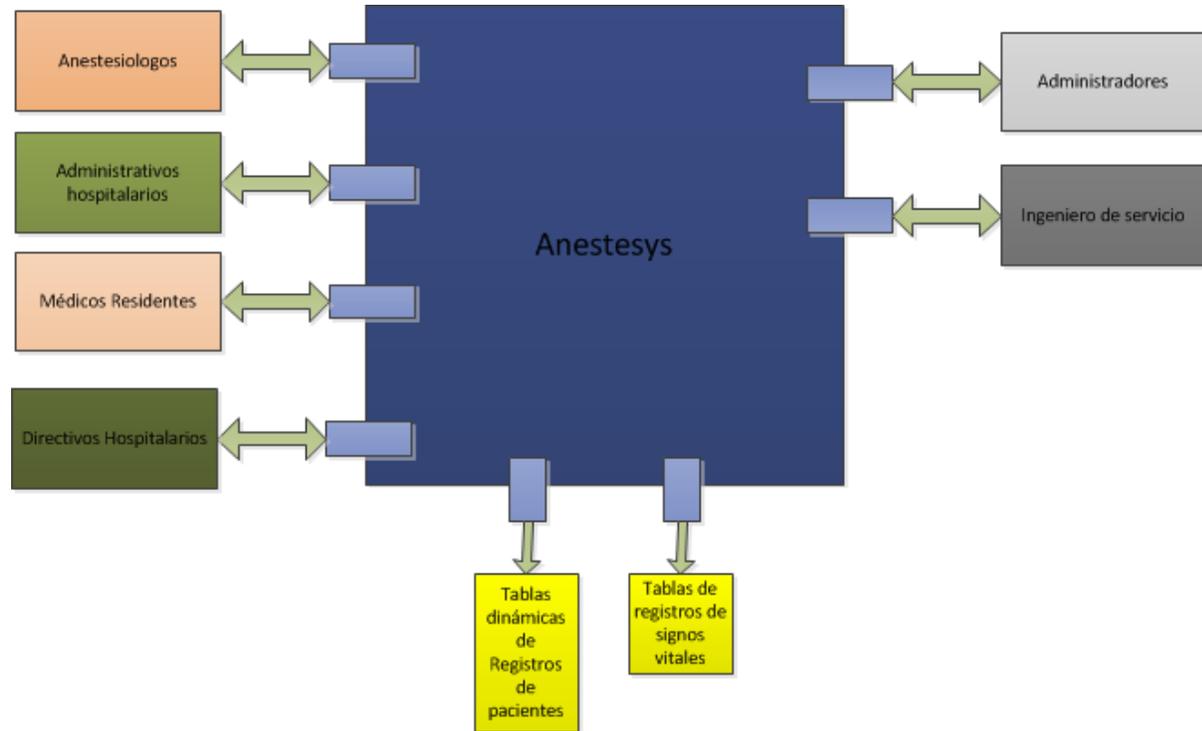


Figura 10 Contexto Arquitectónico de Anestesys

En el siguiente cuadro se muestra el enfoque centrado en datos, el almacén de datos es consultado y realimentado por el software principal de los siguientes actores.

- Anestesiólogos
- Administrativos hospitalarios
- Médicos residentes
- Directivos hospitalarios
- Administradores
- Ingeniero de servicio

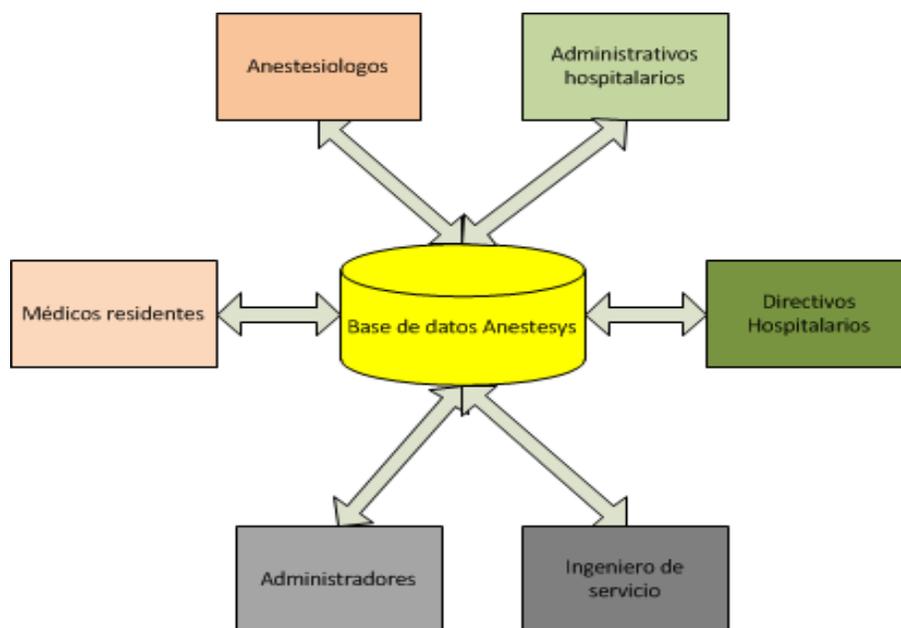


Figura 11 Arquitectura centrada en datos

En todos los casos el software del cliente es la misma interfaz web, dependiendo del actor se tiene acceso a diferentes módulos y ejecución de funciones dentro del sistema.

3.6.1 Requerimientos de Hardware

Basándonos en un análisis de carga de procesos y uso de memoria así como por petición de un modelo de servidor que viviera dentro de la máquina de anestesia se decidió por un modelo de computadora “cliente ligero” descrito en la siguiente tabla.

Servidor:

Característica	Descripción
Sistema Operativo	Linux Linaro
Procesador	NXP ARM® Cortex®-A9 i.MX6 dual/quad-core 1.0 GHz
Memoria RAM	DDR3 1066 MHz
Memoria	1 GB en origen DDR3, soporta arriba de 2 GB

Figura 12 Características de Servidor sugerido

Con respecto al cliente debido a que es un sistema en red y móvil se puede utilizar cualquier dispositivo ya sea laptop o móvil que cuente con red de Wi-Fi pero se sugieren con estos requerimientos mínimos para una experiencia en el uso del sistema más cómoda y agradable.

Cliente:

Pantalla sugerida	Arriba de 13"
Red	Conexión Wi-Fi 802.11 b, g, n
Sistema Operativo	Windows XP o superior Android 2.3 Gingerbread o superior iOS 8 o superior
Navegador	Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari

Figura 13 Características de cliente sugerido

3.6.2 Requerimientos de Red

El acceso al sistema Anestesys a través del protocolo TCP/IP, para su uso dentro de las instalaciones hospitalarias, es más que justo una red de tipo LAN pues debido a que muchos hospitales no tienen una red y menos cifrada se tuvo que poner un router que también viviera en la máquina de anestesia.

El sistema Anestesys utiliza dentro de sus protocolos TCP/IP el HTTP para la Web, ya que la información no debe salir de las instalaciones del hospital, por solicitud del cliente no debe estar en acceso de redes 3G y 4G.

3.6.3 Requerimientos de monitor de signos vitales

Dado que es parte del equipo que el cliente entrega en conjunto con la máquina de anestesia, este, de un inicio, se decidió que fuera el primer monitor a conectar, sus características son las siguientes:

Marca	Mindray
Modelo	Beneview T8
Pantalla	17" color TFT
Resolución	1280x1024 pixeles
Interfaces	2 conectores RJ-45 de red 1 conector USB SMR 1 conector BNC 1 conector CA voltaje de 100 a 240 de entrada 50/60 Hz, corriente de 2.8 a 1.6 Amperes

Figura 14 Características de Monitor de signos vitales

3.6.4 Desarrollo

Bajo el modelo incremental o iterativo se hizo un prototipo del sistema y del módulo desarrollado que consistía en las primeras entregas de la captación de los mensajes en crudo en HL7 desde el monitor de signos vitales, así fue hasta que se pudo dar la entrega final donde el sistema imprime tanto digitalmente como a papel la monitorización de los signos vitales de un paciente.

La arquitectura como tal se propuso de forma modular para el sistema entero, cada módulo se codificó por separado, utilizando funciones de sesión para integrar todos los módulos.

Posteriormente al afinar detalles en los demás módulos se dio una oficial primera liberación en hospital ya que era parte de los requerimientos y necesidades del cliente, tanto el cliente como los anestesiólogos del hospital siguieron dando requerimientos después en las juntas, lo que originó el módulo de la hoja integral de anestesia, y no solo la impresión de la trans-anestesia.

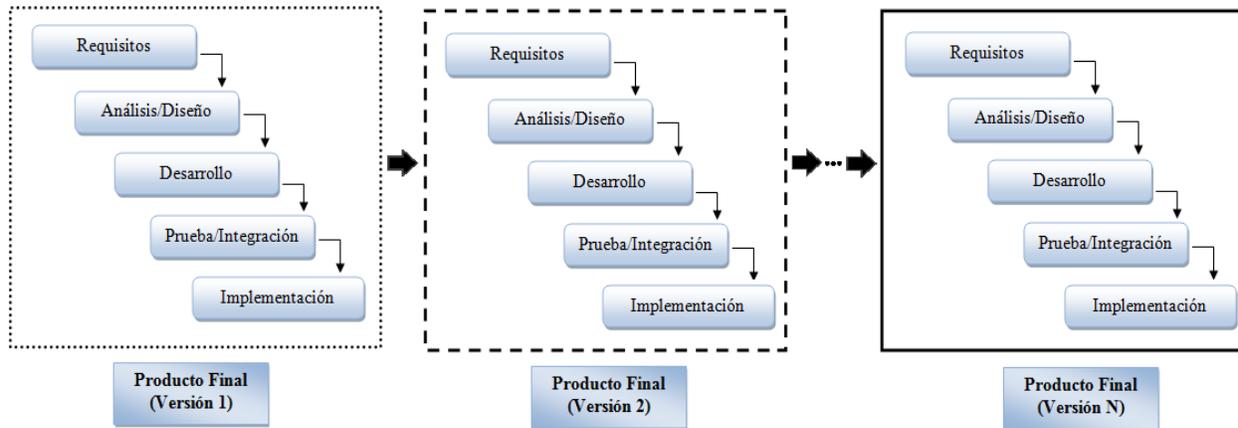


Figura 15 Ciclo de vida de software en un modelo modular

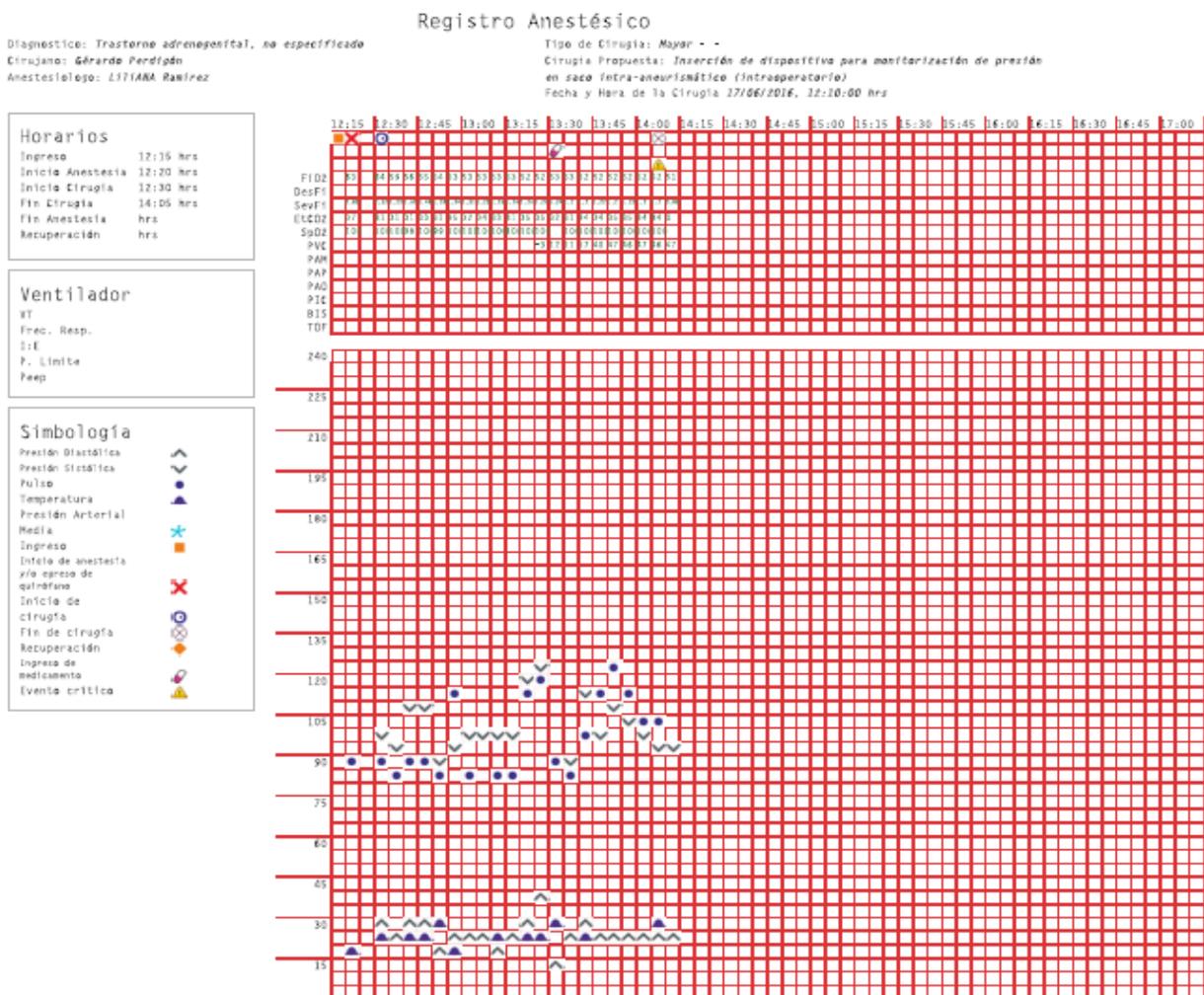


Figura 16 Registro Trans-anestésico digital

3.6.5 Pruebas

En la etapa de pruebas se utilizaron en primer instancia los métodos de caja blanca donde se veía gracias a un shell de Windows si el flujo de el programa era el adecuado gracias a mensajes predefinidos que solo el desarrollador podía ver y que daba la pauta a tener mensajes de “debugeo” positivos, al pasar todas las pruebas realizadas por el equipo de desarrollo se pasaron a pruebas de estilo caja negra con el cliente, el cual ya con la experiencia del negocio y en un ambiente controlado se corroboraron los datos que se podían observar tanto en el monitor de signos vitales como en la interfaz gráfica del programa, esto llevó a pruebas en hospital donde con el equipo propuesto en los subcapítulos anteriores se probó y dio por terminada la etapa de pruebas para así pasar a la liberación final y definitiva.

3.6.6 Liberación

La liberación del sistema Anestesys originalmente se hizo con los módulos de la hoja pre-anestésica y la hoja trans-anestésica:

- Programación de cirugías
- Historial de cirugías
 - Ficha ID
 - Valoración Pre-anestésica
 - Registro Transanestésico
 - Configuración
- Indicadores
- Panel de cirugía

Durante el tiempo en operación del sistema en los meses siguientes se fueron liberando nuevos módulos como los de la Post-anestesia

- Nota Post anestésica
 - Nota Post anestésica
 - Aldrete quirófano
- Recuperación
 - Nota de evolución de UCPA
 - Aldrete
 - Indicaciones post anestésicas

Los últimos módulos mencionados fueron parte de lo que hizo ver al sistema como algo realmente completo para los registros de un anestesiólogo y su forma de llevar su técnica anestésica, con esto igual se pudo llevar de manera ágil y automatizada todos los puntos que dicta la Norma Oficial Mexicana para la anestesiología.



Figura 17 Anestesys primera prueba funcional en dispositivo móvil

Capítulo IV Situación después de colocar la captura automática de signos vitales en el registro anestésico

Anterior a la implementación del sistema Anestesys se utilizaba la hoja de anestesia que todo el hospital usaba cuando un paciente entraba a una cirugía, para esto se debía de tener un control riguroso de cada hoja y podía ser dicha hoja susceptible de ser corrompida y alterada en caso de que una anestesia estuviera mal ejecutada.

Una vez que el sistema se mantuvo en operación, se observaron las siguientes mejoras:

Permitió una programación por médico de cada cirugía y también llevar en forma móvil dentro del hospital y del área de quirófanos el historial del paciente, lo cual ha permitido agilizar la manera de llevar la anestesia de forma tal que ahora los anesthesiólogos pueden tener confianza de que lo que marque el monitor de signos vitales es lo que se verá reflejado en la hoja digital del paciente.

El sistema permite saber dentro de sus funciones una manera rápida de tener informes de cada uno de los médicos, como cuantas anestesias ha tenido en un periodo de tiempo determinado, también se sabe cuánto medicamento se ha usado por paciente en forma exacta, esto también ayuda en el sentido de tener una clara idea de saber qué medicamentos pedir a la farmacia y poder pronosticar inventario y pedido de los fármacos.

Anestesys permite tener la seguridad de que la hoja de anestesia no se verá corrompida por nadie, esto da fiabilidad de que suceda lo que suceda, ya sea una mala praxis o que haya problemas de tipos mecánicos o eléctricos en la máquina de anestesia siempre se mantendrá la información original y fidedigna. Parte de los objetivos del cliente era tener seguridad plena que en las operaciones donde su máquina está usándose; si se tiene o no que calibrar cada que se tiene calendarizado y no cuando diga el médico que “falló” pues con esto se tiene un respaldo y confianza, para el cliente como para el médico, que la máquina funciona al 100% como se indica.

No hay distracciones para los anesthesiólogos en llevar su técnica anestésica pues el sistema se encarga de llevar cada 5 minutos la lectura de los signos vitales del paciente esto permite que al saber que el sistema toma los datos en directo del monitor los anesthesiólogos no tan experimentados o más novatos han tenido que mejorar su técnica y estar más al pendiente de su paciente, pues ahora los informes de cada anestesia llegan a los directivos y jefes de los médicos en caso de que así lo deseen.

Se cumplió con la NOM-006-SSA3-2011 en el sentido de que todo lo que es sensible a ponerse en la hoja de anestesia se está registrando y documentando.

Capítulo V Resultados

El sistema Anestesys benefició varios aspectos en la forma de cómo el cliente comercializa sus productos y de cómo los que adquieren Anestesys, sus técnicas anestésicas están siendo más eficaces.

Ahora con el registro automático de los signos vitales permite al médico anesestesiólogo se pueda concentrar en su paciente mientras lo leído por el monitor es lo que se va captando en el sistema, esto permite sacar tendencias de cómo el cuerpo humano se comporta durante la cirugía y cómo reacciona a ciertos medicamentos documentado en tiempo real.

Los hospitales pueden tener ahorro de papelería en el sentido de que ya no hay necesidad de imprimir el registro anestésico en dado caso que sea una propuesta y lo acepten los directivos del mismo esto también influyó en el beneficio económico del cliente en sentido de que se puede tener por medio del sistema informes específicos de si la máquina necesita o no una calibración o reparación no calendarizada y evitan costos innecesarios de visita al hospital y de sus ingenieros.

Ya no existe el hecho de que hubo un error con la máquina de anestesia por alguna negligencia por parte del ingeniero de servicio, esto permite saber que si hubo un error, es posible que lo haya hecho el anesestesiólogo en su técnica elegida.

A partir de este momento se descubrió un nuevo paradigma en cómo llevar la anestesia en México dado que solamente se llevaba por medio de un papel llenado a mano, con esto se puede tener únicamente en medios digitales y en lugar de archivar los resultados se pueden solamente tener repositorios con todos los resultados de anestesia de los pacientes.

El cliente dentro de sus planes futuros tiene el tratar de conectar más monitores de otros modelos y otras marcas al mismo sistema.

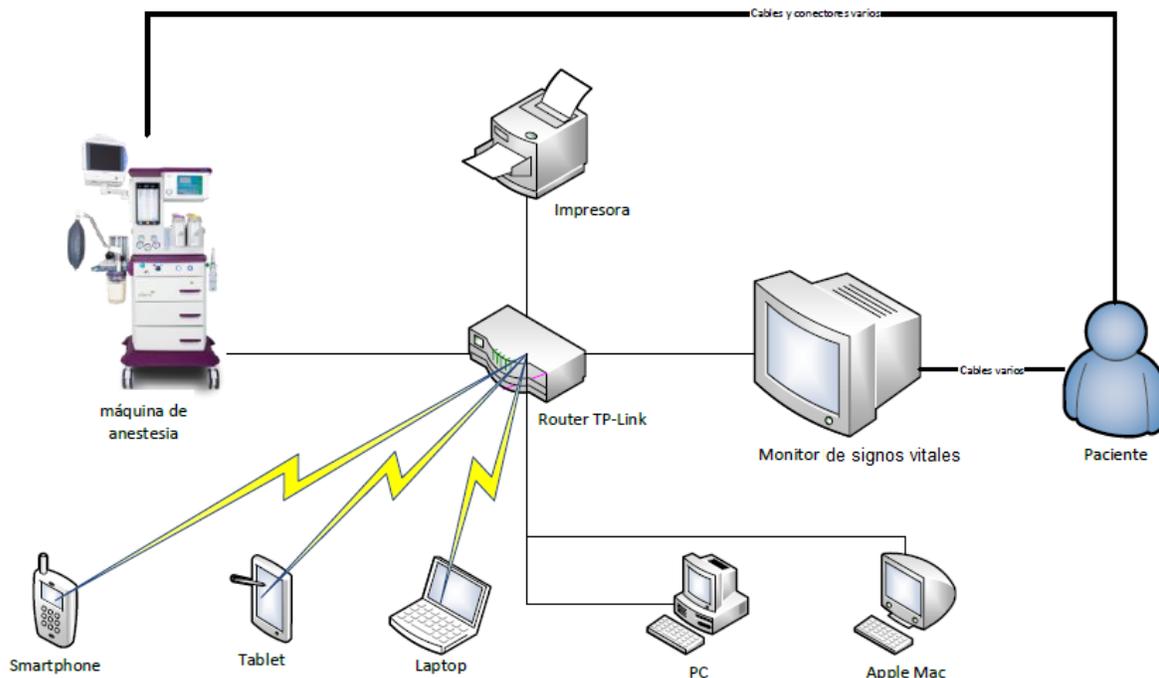


Figura 18 Diagrama general de conexión para el registro anestésico digital

Capítulo VI Propuestas

En el proyecto se tomó originalmente solo una máquina de anestesia como la única que tuviera el sistema y el mismo sistema igual se acondicionó solo para tener conexión con una máquina de anestesia pero esto a futuro puede ser un problema ya que si se requiere conectar en red el sistema para toda la red interna de quirófanos van a tener que instalar muchas redes locales para en cada quirófano, por lo que se propone el sistema adecuarlo para que pueda conectarse a una red de quirófanos y sin necesidad de tener que mover una máquina de anestesia a cada quirófano cada máquina tenga ya el sistema cargado y listo para usarse lo más rápido posible.

Para un futuro el sistema podría migrar a ser una aplicación móvil y no una Web App lo cual hoy puede ser un problema en cuestión de visibilidad o de manejo de algunos anestesiólogos en el sentido de que no puedan visualizar muy bien en su dispositivo la Web App (diseño responsivo)

El método de entrar al sistema puede ser para algunos un tanto tedioso o lento, se podría mejorar cambiando la forma de mejorar como hoy en día en algunas aplicaciones es con la huella digital del usuario (seguridad biométrica)

Para una cuestión estética cuando el sistema llena el registro digital, se puede observar el cambio en cada refresco de la página, pero pudiera ser que cada que llene un valor en el registro lo vaya poniendo uno a uno en la hoja, esto mediante códigos más avanzados de CSS, HTML y AJAX, JQuery para verlo de alguna manera dinámico.

El sistema lee y recibe los parámetros del paciente que son los parámetros invasivos, no invasivos y los gases pero no recibe algunos datos como el nombre, su edad o peso, esos datos tienen que ser escritos directamente en el sistema, como otra mejora futura se podría buscar que reciba también esos datos en caso de que algún anestesiólogo o residente use más el monitor y tener la misma información igual por los dos lados.

Por otro lado, el sistema no puede enviarle información al monitor, por lo que se propone poder enviarle un paquete de información del paciente y pueda llenar igual por ambos lados la misma información, esto abre al 100% el hecho de tener una conexión bidireccional donde el cliente pueda enviarle paquetes de información al servidor y no solo el estatus de conexión.

Capítulo VII Conclusiones

Al estudiar el lenguaje HL7 se pudo crear una biblioteca especial para poder leer y escribir en la aplicación y en el registro anestésico toda la información requerida por el monitor de signos vitales, esto se logró claro a la creación de una conexión tipo socket con lenguaje PHP para la aplicación y el monitor de signos vitales.

Creación de scripts para darle fiabilidad a los datos guardados automáticamente en la base de datos solo se aumentaron ciertas líneas de código en el archivo de envío de información a la base de datos para solo guardar las primeras mediciones enviadas cada cierto tiempo de refresco y por ende también las validaciones donde si ya había un registro a cierta hora con cierto parámetro este no pueda modificarse con el perfil de un anestesiólogo o de un administrativo hospitalario.

Dado que el sistema tuvo sus fases de prueba en hospital y este se estuvo ajustando conforme querían los médicos, estos también estuvieron de acuerdo en como se comportaba en producción y por ende aceptaron que el sistema respetaba y seguía las reglas del negocio.

La aplicación se configuró con los protocolos de seguridad de usuario/contraseña como en una página web comercial donde si el usuario no tiene uno de los dos datos no puede acceder, de igual manera se pudo configurar la base de datos de tal forma que sin accesos de administrador no puede entrar a la base de datos. Hubo pruebas concluyentes y favorables de seguridad en materia de la aplicación en cuestión de anti-hackeos o de intrusos, también se realizaron pruebas de seguridad en materia de la base de datos contra la filtración de datos sensibles, robo, extravío o manipulación de los mismos.

Se refrescaron los conocimientos previos escolares donde sentencias de control como los IF, ELSE IF, CASE, etc se han podido reproducir a lo largo de código haciéndolo a futuro un sistema en su mantenimiento fácil.

El poder conocer tan a fondo la tecnología del monitor de signos vitales hizo posible que cualquier otro monitor que utilice la misma sintaxis, sea tan rápida su conexión en el sentido que la configuración para el usuario sea muy transparente.

La interfaz que se creó para tener la hoja digital de anestesia hizo que a médicos, directivos y residentes de anestesia les fuera fácil su manejo, también esto creó confianza en el producto final ya que saben qué signos vitales se registraron en el momento y en el lugar que se debe en la hoja digital, tanta confianza hubo que parte del éxito de este sistema hizo pensar en la empresa que se puede llegar más lejos, y no solo conectar un solo modelo o una sola marca de monitor de signos vitales, pues dado que sí se tiene el software base, ahora solo sería necesario adecuar el hardware en sus conexiones o tal vez en la arquitectura de la red.

Construyendo esta interfaz se puede decir que es el primer registro anestésico digital adecuado para la población mexicana, pues a pesar de que internacionalmente existen otros registros, este se hizo con la idea de ser usado por mexicanos, hecho por mexicanos y para mexicanos.

La interfaz como producto final es capaz de ser maleable si lo requiere el médico, pues dado a su configuración, no aparecen todos los signos vitales (simultáneamente) que se pueden registrar y solo aparece el llenado en la hoja si es que se conectó al paciente el sensor indicado y adecuado, esto significa tener una hoja de anestesia limpia y concreta.

Anexo

A-1 Antecedentes de la anestesia y su evolución en México

¿Qué es la anestesia?

En el griego, y más concretamente en la palabra **anaesthesia** es donde nos encontramos con el origen etimológico del actual término de anestesia. En concreto aquella se compone de tres partes diferenciadas: el prefijo an que significa “sin”; el concepto aesthesis que se puede traducir como “sensación” y el sufijo ia.

La anestesia es aquella ausencia parcial o general de sensibilidad en el cuerpo, la cual puede ser producida de manera artificial, a través de una sustancia específica destinada para tal efecto o por la consecuencia de algún padecimiento.

Generalmente, usamos el término para referirnos al acto médico controlado, que a través de una sustancia anestésica, permite bloquear la sensibilidad de dolor del paciente en aquel lugar en el que el médico trabajará para quitar la dolencia del paciente en cuestión.

La rama de la medicina que se encarga de atender y cuidar a las personas en el marco de una operación quirúrgica se conoce como anestesiología. Esta especialidad, de todas maneras, también puede ocuparse de aliviar el dolor que proviene de motivos que no son quirúrgicos, como el suministro de sustancias anestésicas a la madre durante las tareas de alumbramiento.

Partiendo de todo ello podemos establecer que el profesional encargado de llevar a cabo esta tarea es el que recibe el nombre de anestesiólogo. Este, en concreto, es el médico responsable del bienestar del paciente tanto antes como durante y posteriormente a la intervención quirúrgica a la que se le vaya a someter. De ahí que vele por la seguridad y comodidad de aquel.

Razón por la que se registra la anestesia

Dado el hecho por el cual durante las cirugías de cualquier índole quieren darle la mayor confianza y el mejor trato a los pacientes, se diseñó el registro anestésico; el cual es un documento legal médico, de investigación, docente y de estadística epidemiológica entre otras.

En este registro se asegura la mayor vigilancia de parte del médico anestesiólogo al paciente, así como la valoración del paciente en la cuestión de diagnóstico clínico y su tratamiento.

Su finalidad está en:

1. Facilitar el cuidado del paciente, cuando asegura la atención frecuente, proporciona datos respecto al estado actual, y precisa el ordenamiento de hechos que determinen reacciones o complicaciones manejables.
2. Proporcionar material para la enseñanza, estudio, información y estadísticas
3. Deja un informe médico-legal.

Parte de las características de un registro son:

- Ser esenciales. Completo y preciso, incluyendo mediciones continuas y exactas de cualquier parámetro fisiológico, y observaciones de los cambios que ocurrieran.
- Ser exactos. Obtenidos de la observación y registrados inmediatamente.
- Ser asequibles. Fáciles de obtener y accesibles.
- Ser limpios y legibles.

El diseño del registro consta de tres partes en las que se señalan los datos del Pre anestésico, el proceso anestésico y el post-anestésico. En el preoperatorio existe una guía de anamnesis y examen físico del paciente y los espacios para registrar: resultados de laboratorio, tratamientos con fármacos, antecedentes anestésicos, tipo de cirugía, anestesia, riesgo e indicaciones.

Otros datos son la posición del paciente y las técnicas utilizadas y las observaciones. Actualmente a estos datos se suma el consentimiento informado.

El registro Trans-anestésico, inicia con los datos de la institución en donde se actúa, los de afiliación del paciente y el equipo quirúrgico que interviene, La segunda parte consta de una tabla que permite señalar fecha y hora de cada medición.

Los parámetros que se miden en la vigilancia y se registran básicamente son: tensión arterial, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura en especial en niños. Actualmente se suman oximetría y capnometría. El registro permite señalar el inicio y final de procedimientos, y la administración de líquidos, sangre o derivados y fármacos utilizados.

El post-anestésico registra los controles y visitas que se hacen en la sala de recuperación post-anestésica y en hospitalización y que deben incluirse hasta las 24 horas siguientes al procedimiento.

Norma Oficial Mexicana NOM-006-SSA3-2011, para la práctica de la anestesiología.

Para llevar a cabo el registro este, está regido por la norma oficial mexicana (NOM-006-SSA3-2011) la cual establece las características que deberán tener los profesionales del área de la salud y los establecimientos para la atención médica que practican la anestesiología, así como los criterios mínimos de organización y funcionamiento que se deberán cumplir en la práctica de esta especialidad.

En la misma norma explica el “deber ser” de la anestesia en su cuidado pre-anestésico, el manejo trans-anestésico, la documentación del procedimiento anestésico y los lineamientos del cuidado post-anestésico; Para los fines de este informe se enumerarán los puntos relacionados con la documentación del procedimiento anestésico.

1 Deberá elaborarse hoja de registro anestésico, la cual contará como mínimo con los siguientes datos:

- Signos vitales;
- Hora de inicio y término del procedimiento anestésico y del procedimiento quirúrgico;
- Dosis de los medicamentos o agentes usados y los tiempos en que fueron administrados;
- Técnica utilizada;
- Tipo y cantidad de líquidos intravenosos administrados, incluyendo sangre y sus derivados, plan de administración de líquidos parenterales y balance hidroelectrolítico, con reporte del cálculo de pérdidas hemáticas y de otro tipo;
- Registro de contingencias, accidentes e incidentes; y
- El estado del paciente al salir de la sala de operaciones.

- 2 En caso de tratarse de un bloqueo de conducción nerviosa, la hoja de registro anestésico deberá incluir todos los datos referentes a dicha metodología.

¿Qué es el registro anestésico, para qué sirve? Y sus momentos

El registro anestésico en las instituciones de salud y hospitales es un documento de carácter legal, histórico y para fines educativos en el cual se plasma la evolución de él paciente desde el momento en que entra a el pre-operatorio, hasta el momento en que sale de la sala de recuperación, el registro anestésico tiene como principio el poder comunicar a las autoridades hospitalarias los fármacos administrados al paciente, los eventos que sucedieron en el quirófano o los eventos críticos que pudieron haberse suscitado en el mismo.

La función principal para todo registro anestésico es y consiste en el registro histórico y estadístico de la evolución de los pacientes dentro de los quirófanos de la misma.

En los registros anestésicos se puede encontrar tres momentos diferentes a registrar del paciente; En este se encuentra el registro pre-anestésico, donde encontramos en general un formulario a llenar por parte del médico anesthesiólogo con los datos del paciente, en el cual podemos encontrar su nombre, su edad, enfermedades que tiene o que ha sufrido en el pasado inmediato. Este interrogatorio tiene también la finalidad de conocerse el paciente y su médico anesthesiólogo, que no necesariamente es el médico tratante, Terminando de llenar el pre-anestésico y de pre medicar al paciente este pasa a el quirófano en el cual entra el momento llamado transoperatorio o trans-anestésico donde se registra cada cierto tiempo los signos vitales de él paciente, como son sus presiones tanto diastólica como sistólica, frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno, algunos gases anestésicos como son: desflurano, sevorano, y en algunos caso óxido nitroso, todas estas mediciones se toman directamente del monitor de signos vitales que tiene conectado el paciente, también en este momento es cuando se registra todos los fármacos que se le administran al mismo, esto dependiendo de la técnica anestésica que el médico haya propuesto anteriormente, Este momento del registro tiende a ser el más complejo y el más largo de todos debido a que en este depende del médico cirujano y su técnica, por lo que también el anesthesiólogo debe de estar muy atento de su paciente pues no es lo indicado que en plena cirugía se llegue a despertar o a levantar su paciente.

Terminando el trans-anestésico y ya el paciente con las incisiones cerradas y con la aprobación del médico anesthesiólogo pasa el paciente a la sala de recuperación, en la cual solamente se va a ver la evolución del paciente después de la intervención quirúrgica, es el momento en el que el anesthesiólogo llena el tercer momento del registro que es la nota post-anestésica que ella se marca todos los sucesos que pasaron en la cirugía, Este es un resumen que escribe el anesthesiólogo si se tienen dudas acerca del procedimiento o si se requieren más detalles de los cuidados que debería llevar el paciente. Anexo a esta nota se tiene la hoja de recuperación que es poner una calificación de aldrete del paciente cada determinado tiempo para saber si este pasa a la unidad de cuidados intensivos.

El aldrete es un número entre el 0 y el 2 donde dependiendo de cada rubro cada número describe el actual estado del paciente en ese momento, se coloca un 2 si está en una buena calificación y un cero si está en una pésima calificación de dicho rubro, se toman en cuenta solo 5 rubros que son: respiración, circulación, actividad muscular, nivel de conciencia y la saturación de oxígeno, Si se tiene la suma de todos los rubros mayor o igual a 8 el paciente va bien en su recuperación, de lo contrario este podría ser candidato a pasar a el área de unidad de cuidados intensivos.

A-2 El registro anestésico

El registro anestésico digital

El propósito de tener un registro anestésico digital nació en 2014 cuando nuestro cliente pide que se investigue que si es posible que con la infraestructura que cuentan como es la máquina de anestesia y el monitor de signos vitales conectarlos de tal forma que registren según la norma oficial mexicana el registro anestésico automáticamente.

Dado el hecho que era factible dicho desarrollo se tuvo como tarea principal el saber cuál era el protocolo de comunicación que en este caso es el HL7², y que tuviera interacción con un protocolo web.

El lenguaje HL7 es el lenguaje con el cual el monitor de signos vitales se puede comunicar con otras interfaces o sistemas, el lenguaje que utiliza el monitor es la versión 2.3.X con la cual todavía se puede interactuar con sentencias primitivas que eran del primer HL7 y así el programa de conexión no cambiara tanto como se podía uno imaginar, en caso de cambiar a otras versiones.

El principio que tenía que cumplir era que se tenía que conectar en red local debido a que el monitor se conecta por medio de una IP fija y no por medio de un protocolo DHCP², esto de igual manera lo facilitaba ya que se podía deducir que IP tenía cada monitor pensando que se tiene una red de monitores en un hospital y en varios quirófanos.

Ahora la conexión facilita que el anestesiólogo escoja dependiendo en que quirófano se encuentre pueda tomar el registro de su paciente y no tener que escribir cada 5 minutos el registro como es habitual y lo que se podría considerar tradicional.

Este registro tenía que cumplir también con los demás momentos del registro como es el pre-anestésico y la nota post-anestésica con su hoja de recuperación esto con el propósito que no solo se tuviera el registro trans-anestésico en un servidor central sino que también sirviera como un sistema que el anestesiólogo o el mismo hospital consulte a fines educativos toda la evolución de los pacientes o de algún paciente en específico. Esas tareas que se tenían que cumplir estaban a cargo de otra área de desarrollo, la cual no me fue asignada, puesto que mi trabajo en el proyecto era la conexión y la estructura de la red con el monitor de signos vitales, la cual se plasma en el siguiente diagrama.

² Health Level Seven International. [Online]

² Dynamic Host Configuration Protocol

Bibliografía

- Hunt, Craig ; **TCP/IP Network Administration** ; 3th Edition ; USA ; O'Reilly & Associates Inc. ; 2002
- Comer , Douglas E. ; **Internetworking with TCP/IP Client server Programing and applications, Windows Socket Version Vol. III** ; 3th Edition ; USA ; Prentice Hall ; 1997
- Weitzenfeld, Alfredo ; **Ingeniería de software orientada a objetos con UML, Java e Internet** ; México ; Thompson ; 2005
- Harley, D ; **Cliente-Servidor y objetos: Guía de supervivencia** ; 3ª edición ; México ; Oxford ; 2002
- Tortora, Gerard J. ; **Principios de anatomía y fisiología** ; México ; Harla ; 1977
- Walton, Sean ; **Programación de socket Linux** ; Madrid ; Pearson Education ; 2001
- James, Kurose ; **Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet** ; Boston ; Addison-Wesley ; 2010

Mesografía

- http://www.infiniti.no/upload/Produktblad/Mindray/MIN_PB_EN_Brochure%20T8-T6-T5%20data-ny.pdf
- [https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc781008\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc781008(v=ws.10).aspx)
- <http://www.hl7.org>
- <https://es.slideshare.net/davidhuevo10/w3c-44940334>
- www.maestrosdelweb.com/estandaresweb/
- https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5240668&fecha=23/03/2012