

Revisión estado del Arte de la tecnología Bluetooth

L. Avila¹, C. Reyes²
 { l.avila¹, c.reyes² }@unisimon.edu.co

Resumen - Este artículo presenta una revisión de estado del arte de la tecnología Bluetooth desde sus primeros planteamientos hasta el estándar hoy día, además se hace un enfoque de investigación orientado hacia el ámbito de la biomedicina y el área del cuidado de la salud en procura de identificar las mejores características de esta tecnología para futuras innovaciones de dispositivos médicos implementando bluetooth

Palabras claves - Biomedicina, Bluetooth, Dispositivos médicos.

Abstract---This paper presents an overview of state of the art Bluetooth technology from its early approaches to the standard today also a forward field of biomedicine and the area of health care approach seeks to identify the research is done best features of this technology for future innovations in medical devices implementing bluetooth

Keywords - Biomedicine, Bluetooth, Medical devices.

I. INTRODUCCIÓN

Tiempos atrás en el ámbito de las telecomunicaciones e informática siempre ha sido necesidad interconectar dispositivos para compartir información. Bien sabemos de protocolos TCP, IP, UDP, etc. Y Estándares como el Ethernet. El mundo evoluciona al ritmo de las tecnologías. Día a día las personas tienen nuevas necesidades, lo que conlleva a buscar nuevas soluciones. En estos tiempos es muy común ver los teléfonos inteligentes los cuales envían y reciben información con otros dispositivos de forma rápida y sencilla. El foco de las telecomunicaciones se está centrando en conexiones sin necesidad de cables, lo que conocemos Wireless o tecnologías inalámbricas. Es por ello que surgen las WPAN (Red Inalámbrica de área Personal) para suplir las necesidades de interconectar dispositivos de modo que puedan compartir datos y voz de forma sencilla, eficiente y de bajo coste sin grandes consumos de energía.[1]

El concepto de PAN fue tratado por los ingenieros de IBM, los cuales fueron pioneros en este tema. Planteando un modelo de transmisión de datos electrónicos utilizando como medio la conductividad natural del cuerpo humano. El problema que encontraron es que siempre debía existir contacto físico de la

persona y el dispositivo. De este problema surge la necesidad de implementar vínculos inalámbricos como enlaces de radiofrecuencia o infrarrojos. Dando nacimiento a las WPAN. La meta desde su planteamiento inicial, siempre ha sido brindarle a dispositivos que se encuentren geográficamente cerca, estén o no en movimiento la facultad para intercambiar información sin necesidad de cables. Las bondades que deben caracterizar a las WPAN son intercambiar información en un rango corto de acción sin utilizar mucha energía, además trabaja bajo el espectro inalámbrico libre lo que lo hace coexistir con otras tecnologías de radio frecuencia. Tecnologías como IrDA, Spike, HomeRF y Bluetooth están clasificadas como WPAN debido a sus características en común, las cuales son: brindar conectividad entre diferentes dispositivos para compartir datos y voz, bajo consumo de energía, bajo rango de acción, utilizados para reemplazar los cables. El mejor ejemplo de las WPAN es el estándar Bluetooth, el cual hoy día es muy común encontrarlo en celulares, PDA's, Laptops, electrodomésticos caseros, etc. Entre otras bondades que brindan las WPAN es que pueden coexistir con otras tecnologías inalámbricas a fin de brindarle al usuario la mejor opción de conexión. Es decir, un dispositivo móvil con conectividad Wifi, Bluetooth y 3G puede acceder al medio y conectarse a través del estándar que desee manteniendo activa una conexión Wifi (Router Casero), 3G (con la red Celular) y Bluetooth con unos audífonos al mismo tiempo. El Bluetooth no descarta otras conexiones, como se mencionó antes coexiste.[2]

La necesidad de intercambiar información ha sido siempre el punto de inicio de muchas tecnologías de telecomunicaciones. Las WPAN brindan la posibilidad de interconectar dispositivos de manera sencilla, sin impactar en el consumo de energía, rápido y seguro. Esto es lo que ha popularizado en los dispositivos móviles a tecnologías como el Bluetooth e Topología Física e Topología Virtual.

Bluetooth es un método para la comunicación que usa señales de radio de corto alcance a fin de eliminar los cables a la hora de interconectar equipos de cómputo y dispositivos en general. Esta tecnología tuvo su inicio en 1994 por L. M Ericsson. El estándar fue nombrado bluetooth gracias al rey de la mitología nórdica que lleva el mismo nombre. El Bluetooth SIG (Special

Interest Grupo) fue fundado por Ericsson, IBM, Intel, Nokia y Toshiba en febrero de 1998 a fin de desarrollar una especificación abierta de conectividad inalámbrica de corto alcance. En la actualidad más de 1900 compañías pertenecen al SIG, entre ellas 3Com, Motorola, Lucent, etc.

Bluetooth pretende proveer ventajas significativas sobre otras tecnologías de transferencia de datos, como IrDA y HomeRF. A diferencia de IrDA Bluetooth no requiere contacto directo con otro dispositivo para transferir datos. Además de ello provee velocidades más altas de transmisión, teniendo un tope máximo de transmisión de datos de 780kb/s y hasta 432.6kb/s de datos simétricos y seguridad garantizando así la integridad de la información que es transferida. Bluetooth está diseñado para ser implementado a bajo coste, siendo esta característica la de mayor impacto ante la popularización de bluetooth. La principal fortaleza de la tecnología bluetooth es su habilidad de mantener simultáneamente transferencia de voz y datos. Es capaz de soportar un canal de datos asíncrono y hasta tres canales sincrónicos de voz y un canal mixto de transferencia de voz y datos. También ofrece el servicio de descubrimiento automático de dispositivos en su alcance siendo esto muy útil para dispositivos móviles.[3]

Cuando se habla de redes Bluetooth salta a la luz el termino Piconet, el cual no es más que el nombre dado a una red conformada por dispositivos compartiendo información bajo bluetooth. El modelo de red de una Piconet es bastante sencillo se tiene un dispositivo maestro y los restantes serán esclavos. La función del dispositivo maestro abarca escoger el hop adecuado para mantener el enlace, controlan el tráfico del canal, reservar los slots para los archivos que son transmitidos, entre otras. Un dispositivo solo puede ser master en una piconet, pero puede pertenecer a otras piconet como esclavo. Todo dispositivo puede pertenecer a más de una piconet.[1]

Bluetooth es una tecnología que con el pasar de los años va tomando mayor fuerza y popularidad. Con el auge de Smarthphone, PDA's, Netbook, computing Cloud, etc. Se hace necesario tecnologías de conectividad inalámbrica, que ofrezcan altas velocidades de transmisión de datos, seguridad, eficiencia y bajo consumo de energía con el fin de mantener siempre conectado y compartir información. A esto sumándole el bajo coste de implementación que representa Bluetooth lo hace aún más atractivo para las empresas que desarrollan dispositivos y equipos de cómputo.

II. WIRELESS AREA NETWORK (WPAN)

Las redes WPAN son basadas en el estándar IEEE 802.15, este tipo de redes tienen muchas aplicaciones.

Entre los distintos usos de las mismas podemos encontrar la automatización de recintos, aplicaciones publicitarias o dispositivos conectados inalámbricamente a un punto de acceso dentro de un corto alcance [13] [14].

Para este tipo de redes existen actualmente dos estándares, los cuales son el estándar ZIGBEE y el estándar BLUETOOTH [12]. El estándar Zigbee es un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica, con la utilización de radios digitales de bajo consumo, está basado en el estándar IEEE 802.15.4 de redes de área personal. Los principales objetivos o funciones de este estándar están en las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximizar la vida útil de las baterías de los dispositivos que lo implementan [14]. El uso de esta tecnología se ve principalmente en el área de la domótica debido a sus características la cual la diferencias en ciertos aspectos del estándar bluetooth, como son su bajo consumo de energía, la topología de red en malla que utiliza y su fácil integración ya que se pueden fabricar nodos con muy poca electrónica [12] [13].

Ahora pasaremos a hablar del estándar principal WPAN el cual es Bluetooth, lanzado por Ericsson en 1994. Ofrece una velocidad máxima de 1 Mbps con un alcance máximo de unos treinta metros. La tecnología Bluetooth, también conocida como IEEE 802.15.1, tiene la ventaja de tener un bajo consumo de energía, algo que resulta ideal para usarla en periféricos de pequeño tamaño [13].

Otra tecnología que implemento las WPAN fue HomeRF (Home Radio Frequency), lanzada en 1998 por HomeRF Working Group (que incluye a los fabricantes Compaq, HP, Intel, Siemens, Motorola y Microsoft, entre otros) ofrece una velocidad máxima de 10 Mbps con un alcance de 50 a 100 metros sin amplificador. A pesar de estar respaldado por Intel, el estándar HomeRF se abandonó en enero de 2003, en gran medida porque los fabricantes de procesadores empezaron a usar la tecnología Wi-Fi en placa (por medio de la tecnología Centrino, que incluía un microprocesador y un adaptador Wi-Fi en un solo componente) [13].

GRUPOS DE TRABAJOS

Al momento de hablar de las tecnologías WPAN encontramos que existen 4 GRUPOS DE TRABAJO o Estándares principales dentro de ella. Cada uno de ellos con particularidades propios que satisfacen necesidades específicas de comunicación, estos grupos son:

1. IEEE 802.15.1
2. IEEE 802.15.2
3. IEEE 802.15.3
4. IEEE 802.15.4

III. COMPARACION ESTANDARES WPAN

La finalidad del estándar 802.15 es proveer una plataforma para el desarrollo de dispositivos de bajo coste, corto alcance y bajo consumo de energía los cuales inalámbricamente se conectan al usuario con entornos de comunicaciones y computacionales. El estándar IEEE 802.15 está formado por siete estándares más. Ellos son:[4]

- IEEE 802.15 TG 1 (802.15.1): fue establecido para soportar aplicaciones las cuales requieren una WPAN de medio alcance. Estas WPAN mantienen una variedad de tareas desde teléfonos móviles hasta PDA's. Brindan Calidad de servicio (QoS) para la transmisión de voz.
- IEEE 802.15 TG 2 (802.15.2): Varios estándares como el Bluetooth y la IEEE 802.11b, y aplicaciones como microondas y teléfonos inalámbricos, operan en la banda 2.4Ghz. Aunque para promover una mejor coexistencia entre la 802.11 y la TG 2 se ha desarrollado un conjunto de mejores prácticas para facilitar la coexistencia de las WPAN y WLAN.
- IEEE 802.15 TG 3 (802.15.3): El TG 3 se conoce como el estándar para las WPAN de alto rango (55Mbps). Además un alto rango de transferencia de datos. Este estándar provee una solución de bajo consumo de energía y económica. Se orienta hacia los clientes móviles de imagen digital y aplicaciones de multimedia.
- IEEE 802.15 TG 4 (802.15.4): Define el nivel físico y de control de acceso al medio de las WPAN con tasas de baja transmisión de datos (200kbps) Es la base de ZigBee, cuyo propósito es ofrecer una solución completa para este tipo de redes construyendo niveles superiores de la pila de protocolos que el estándar no cubre.
- IEEE 802.15 TG 5 (802.15.5): Se definen los mecanismos necesarios que deben estar presentes en la capa física y la de acceso al medio para habilitar una red Mesh o malla. Se define la manera en que cada nodo se interconecta con todos los otros de la red. Puede ser parcial o total.
- IEEE 802.15 TG 6 (802.15.6): Es el estándar para el desarrollo de redes de área corporal (BAN – Body Wireless Network). Es optimizado para dispositivos de baja potencia y funcionamiento constante alrededor del cuerpo humano (pero no limitado a los humanos). Sirve en una variedad de aplicaciones incluyendo la medicina, electrónica y entretenimiento.
- IEEE 802.15 TG 6 (802.15.6): Estándar que define a la capa física y la de acceso al medio para las comunicaciones de luz visible (VLC – Visible Light Communications)

IV. VERSIONES BLUETOOTH

• BLUETOOTH VERSION 1

En sus comienzos el estándar IEEE 802.15.1 (bluetooth) lanzo su primera versión en 2002 bajo el nombre de IEEE 802.15.1-2002 o bluetooth v1.1 ya que las versiones 1 y 1b habían tenido muchos problemas, y los fabricantes tuvieron muchos

problemas a la hora de fabricar sus productos. Las versiones 1.0 y 1.0b incluían en el hardware de forma obligatoria BD_ADDR o dirección del dispositivo en la transmisión (haciendo el anonimato imposible a nivel de protocolo), lo que fue un gran revés para algunos servicios previstos para su uso en entornos Bluetooth [17]. Ya en la versión 1.1 se resolvieron muchos de los problemas de compatibilidad de las versiones anteriores y agregaron nuevas especificaciones como es el soporte para un rango de conexiones 10(100), permite el uso de la tecnología de espectro ensanchado por salto de frecuencia resistente a las interferencias, despliega frecuencia rápida tasa de salto (FHSS) para proporcionar transmisión de datos robusta, Soporta la transmisión simultánea de voz y datos con aproximadamente 1 Mbit / s (720 kbps) de velocidad de datos entre otras [17].

En la parte de su topología se definen tres topologías como son punto a punto, sola célula (piconet) y multi-celda (scatternet) estas topologías permiten hasta ocho dispositivos de datos activos conectados en una piconet, donde cada piconet tiene un maestro y el resto debe servir como esclavos, los esclavos dentro de una piconet sólo tienen vínculos al maestro, algo importante de denotar es que hasta 10 piconets pueden existir dentro de un rango de 10 metros por último los dispositivos pueden estar de vez en cuando en modo "stand by" (no activo) [20], escuchando al maestro para los mensajes de sincronización y transmisión; por otro lado esta versión también tiene varias limitaciones dentro de las cuales podemos encontrar que no se ocupa del enrutamiento, la mayoría de las funciones de red se empujan a la capa de enlace, esta versión no es compatible con multi-hop multicasting, tampoco se ocupa de cómo hacer frente a la movilidad (Sin embargo, esto depende de cómo se define la "movilidad"), el definido nodo maestro es un cuello de botella, El número de nodos activos en una piconet se limita, no se preocupa por ahorro de energía ya hechas en las capas superiores, por encima de la capa de enlace [19].

• BLUETOOTH V2.0 + EDR

Fue lanzado en 2004 y es compatible con la versión anterior 1.2. La principal diferencia es la introducción de una velocidad de datos mejorada (EDR "Enhanced Data Rate" "mayor velocidad de transmisión de datos") para acelerar la transferencia de datos. EDR utiliza una combinación de GFSK y Phase Shift Keying modulación (PSK) con dos variantes, $\pi/4$ -DQPSK y 8DPSK. EDR puede proporcionar un menor consumo de energía a través de un ciclo de trabajo reducido.

Bluetooth v2.1 + EDR

Bluetooth Core Versión especificación 2.1 + EDR es totalmente compatible con 1.2, y fue adoptada por el Bluetooth SIG (Bluetooth Special Interest Group) el 26 de julio de 2007.

La función de titular de la 2.1 es Secure Simple Pairing (SSP): se mejora la experiencia de emparejamiento de dispositivos Bluetooth, mientras que el aumento del uso y la fuerza de seguridad [17].

2.1 permite a otras mejoras, incluida la "respuesta amplia investigación" (EIR), que proporciona más información durante el procedimiento de investigación para permitir un mejor filtrado de los dispositivos antes de la conexión. Lo que reduce el consumo de energía en modo de bajo consumo [18] [20].

(v2.0+EDR) incluyen mejores sistemas para la transmisión de datos. Posee las características funcionales de la v1.2, y agrega dos nuevos sistemas de modulación.

Los paquetes EDR proporcionan velocidades máximas de transmisión de datos de 2 y 3 Mbps; El incremento en la velocidad se consigue gracias al (DPSK) aumenta tres veces los bits por la cantidad de símbolos transmitidos [18]. Proporcionan transmisión simultánea en la misma piconet. Los dispositivos emplean el mismo código de acceso, cabecera y sistema de saltos de frecuencia.

EDR en la especificación básica de Bluetooth, se han añadido medidas adicionales específicas a la capa de red RF y la especificación (TSS/TP). Consiste en realizar pruebas a los dispositivos bluetooth sin bucle de retorno que son útiles en las etapas de desarrollo [17].

Las pruebas de EDR para los receptores bluetooth son: sensibilidad, nivel mínimo de tasa de error de bit (BER) y nivel máximo de entrada.

- **BLUETOOTH VERSION 3.0**

La versión 3.0 soporta velocidades de transferencia de datos de 24 Mbit. [2]

La conexión bluetooth nativa es utilizada para realizar la negociación y el establecimiento. Pero el nivel de enlace de tráfico es posible gracias al estándar 802.11 lo cual genera un transporte a alta velocidad. Solo los dispositivos con la abreviatura "HS" son los que incorporan el estándar 802.11 y pertenecen a la versión 3.0. Una de las características de esta versión es que cuando deben enviarse grandes cantidades de datos se utiliza PHY MAC 802.11 que generalmente están asociados con la tecnología wifi para transportar los datos. El núcleo del sistema bluetooth consiste en un host y uno o más controladores, en el que el host son todas las capas por debajo de los perfiles y por encima de la interfaz del controlador. HCI (HOST CONTROLLER INTERFACE). El controlador son todas las capas por debajo del HCI. Particularmente bluetooth 3.0 el cual maneja 2 tipos de controladores de núcleo:

1. basic Rate/Enhanced data Rate controller, que incluye radio, banda base, control de enlace y HCI [17].

2. un Mac alternativa/PHY (AMP): controlador PAL AMP (PROTOCOL ADAPTION LAYER), AMP MAC, PAL Y HCI.

El sistema bluetooth 3.0 maneja controladores secundarios en el núcleo que son la capa MAC/física alternativa AMP [18].

El manejador AMP se encarga de descubrir los AMPs de los dispositivos que se encuentran disponibles. Cuando se conectan el núcleo del sistema empieza a promover los datos desde el controlador. BR/EDR al controlador AMP. Los AMP hacen parte del protocolo de capa de adaptación (PAL) en el tope de una capa MAC y una capa física. La función principal de PAL es el mapeo de los protocolos y comportamientos bluetooth [19].

Finalmente se puede concluir que la versión bluetooth 3.0 se caracteriza por la alta velocidad en transferencia de datos y entra a trabajar de la mano de las tecnologías WIFI.

- **BLUETOOTH VERSION 4.0 LE**

La versión 4 o BLE por sus siglas en inglés de "Bluetooth Low Energy", como se le conoce normalmente, podemos notar que actualmente los dispositivos del común que usan bluetooth como son teléfonos celulares, Tablet, y otros, vienen solamente con la versión 2.0 o anterior. Lo que trae con ello un problema en seguridad y alto consumo de energía. Es por ello que el principal propósito de esta versión además de corregir los antiguos errores de seguridad y otros, es el de hacer un menor consumo de energía de ahí su nombre, este estándar esta versión está enfocada principalmente a aplicaciones de bajo consumo y de baja transmisión de datos, esta orientación es un punto importante para los dispositivos más pequeños especialmente los que están enfocados a la biomedicina, deporte, seguridad y hasta domótica [16].

La versión 4 de Bluetooth o BLE (bluetooth low energy) fue desarrollada por Nokia ya que estos se dieron cuenta de que el estándar actual de su tiempo no cubría varias áreas de aplicación, entonces el grupo de investigación de Nokia se puso en la tarea de desarrollar una nueva tecnología basada en bluetooth, buscando un menor consumo de energía y menor precio en partes y componentes, dando como resultado el estándar "Bluetooth Low End Extension" como fue llamado en el 2004 por Nokia [19].

Pero este no fue el final de la tecnología desarrollada por Nokia ya que luego de esto en unión con otras compañías lanzaros en Octubre de 2006 su tecnología bajo el nombre de "Wibre". Un año más tarde en junio de 2007, se llegó luego de negociaciones con los miembros del Bluetooth SIG, incluir "Wibre" en una futura versión de bluetooth de bajo consumo, la cual se anunció públicamente en diciembre de 2009, dando una adopción debido a esta tecnología a la próxima versión de Bluetooth 4.0 bajo el nombre de "Bluetooth Low Energy". Esta versión se pensó implementar para que los futuros dispositivos fuesen compatibles con el mundo de bluetooth de ese tiempo, poniendo así las puertas abiertas a la continuidad

del desarrollo de la tecnología bluetooth, finalmente en junio 30 de 2010 fue lanzada la versión [16].

Pasando ya a hablar del funcionamiento, el BLE funciona muy parecido al bluetooth convencional en cuanto a los procedimientos, utilizando los mismos procedimientos de “anuncio” y “sincronización”. Por otra parte cabe mencionar que el BLE cuenta con una serie de protocolos para asegurar la comunicación entre dispositivos, pero en lo que respecta a los perfiles, no hay todavía un acuerdo en el Bluetooth SIG sobre su definición [20].

Siguiendo con el funcionamiento del BLE encontramos que usa la misma técnica del salto de frecuencia de espectro ensanchado FHSS y opera bajo la misma banda frecuencias ISM que el Bluetooth clásico (2.4 a 2.48 Ghz). “Pero este utiliza una distribución distinta de canales: en Bluetooth clásico se utilizan 79 canales de 1 Mhz de ancho de banda mientras que en BLE se utilizan 40 de 2 MHz de ancho de banda” [15].

Si hablamos de la transmisión de datos, BLE permite una velocidad máxima de 1Mbit por segundo con una transmisión de información útil (o “throughput”) de hasta 0.2Mbits por segundo. El alcance teórico de los dispositivos BLE es de 50 metros [16]. Algo importante a denotar en las diferencias en funcionamiento con el bluetooth clásico es que BLE en arquitectura no se permite las “redes de dispersión” o “scatternet” del Bluetooth tradicional, “siendo en topología de estrella el único modo de creación de redes. Aun así, un solo “máster” podría tener prácticamente ilimitados esclavos (la asignación de direcciones se realiza con 48 bits, lo que supone alrededor de 218 billones de direcciones distintas)” [15].

Pero la diferencia que más denota del BLE con el bluetooth tradicional es que el consumo de energía (“la especificación dice que BLE puede llegar a necesitar solo el 10% de lo que necesita Bluetooth para Funcionar” [15]). Lo que hace posible tan bajo consumo de energía, con respecto a la del Bluetooth clásico, es que BLE es un protocolo “sin conexión”, es decir, los dos extremos de la comunicación no tienen la necesidad de estar permanentemente conectados. Quiere decir que esto “permite a los dispositivos permanecer “dormidos” o en estado de “standby” durante mucho tiempo en caso que no haya información que intercambiar, lo que reduce significativamente la cantidad de tiempo que el dispositivo y su parte transmisora/receptora necesita estar encendida” [15].

V. COEXISTENCIA BLUETOOTH Y WIFI

Existe una amplia investigación con respecto al Bluetooth. Mientras el objetivo general fue el análisis y la mitigación de la interferencia, muchos otros trabajos han tratado de abarcar otros aspectos de la tecnología, incluyendo las piconet y las Scatternet, algoritmos de formación de Scatternet, ingeniería de tráfico soporte QoS, mejoras en el procedimiento de

descubrimiento de dispositivos, IP sobre Bluetooth, entre otras.

Bluetooth implementa el espectro 2.4Ghz banda libre para trabajar. Es bien sabido que esta banda es utilizada por numerosos dispositivos además Bluetooth utiliza muy baja potencia para funcionar por lo que un equipo Wifi (Estándar 802.11) podría abrumar la señal de Bluetooth provocando gran interferencia y ocasionar la caída del enlace Bluetooth. Expertos en el tema trabajaron en esta interferencia entre Wifi y Bluetooth, llegando a la conclusión que entre 2 metros de distancia la interferencia causada entre un dispositivo 802.11 y uno Bluetooth es bastante alta, diferencia cuando la distancia está por encima de 2 metros hasta 4 metros. Dicha interferencia, causada por un dispositivo 802.11 hacia un Bluetooth es conocida como Interferencia Persistente. La interferencia creada hacia una Piconet se cómo ce como Interferencia intermitente.

La IEEE en su afán de garantizar la coexistencia de equipos 802.11 y Bluetooth sin gran impacto en interferencia han desarrollado mecanismos para mitigar esto. [11]Se conocen como Mecanismos Colaborativos y No-Colaborativos. Un mecanismo de existencia colaborativa está definido donde una WPAN y una WLAN se comunican y colaboran en minimizar la interferencia mutua. Una coexistencia no colaborativa se basa es donde no hay formas de que una WPAN y una WLAN se comuniquen, en este método se destacan dos técnicas, Selección de paquetes adaptativos y saltos de frecuencia adaptativa.

Debido a que dispositivos Wifi y Bluetooth operan en la misma capa de 2.4Ghz debe existir la forma que coexista sin que haya interferencia de unos con otros. Existe una arquitectura llamada Bluestar la cual garantiza las estabildades de los enlaces Wifi y Bluetooth sin interferencias. Esto funciona de la siguiente manera: Existen unos dispositivos Bluetooth llamados Gateway Inalámbricos Bluetooth (BWG) también miembros de la WLAN, habilitando así a dispositivos de bajo costo y corto alcance acceder a la infraestructura global de Internet mediante el uso de transmisores Wifi de alta potencia. Cabe decir que es posible que dispositivos Bluetooth accedan a internet a través de redes WAN como LTE, WiMAX, UMTS, etc[5]

VI. BLUETOOTH E INTEGRACION CON ESTANDARES INTERNACIONALES DEL CUIDADO DE LA SALUD

En los últimos años se ha incrementado el número de investigaciones sobre la aplicación de tecnologías portátiles, automáticas e inalámbricas en el campo de la salud. Muchas investigaciones apuntan a la telemedicina y la teleasistencia, para facilitar una mejor calidad de vida a los pacientes y a los diversos entornos hospitalarios.

Esta propuesta es una solución genérica que toma como base la familia de normas ISO 11073 (estándar X73), con el objetivo de conectar y generar la interoperabilidad entre dispositivos. Se muestran escenarios diseñados por la Red FISG03/117 y se presenta el diseño para la implementación de un demostrador que facilite la experimentación y el desarrollo de la solución diseñada.[6][7]

Las normas ISO/IEEE 11073, ó X73, se desarrolla en la actualidad como una solución que provee interoperabilidad y conexión plug-and-play entre dispositivos médicos asignados a un paciente clínico. [9] La idea es establecer el estándar X73 en ambientes médicos móviles tales como ambulancias, monitor holter, etc., y una ampliación de dicho estándar que extienda las capacidades de interoperabilidad a dispositivos wireless. Todo esto en entornos y situaciones dispares como atención hospitalaria, servicios geriátricos, rehabilitación.

Gracias a este avance el personal médico y de sanidad puede conectar y desconectar los equipos sin necesidad de realizar actualizaciones de software o configuraciones de tipo manual. Esta propuesta tiene objetivos claros y definidos, entre las metas de X73, se encuentra normalizar la obtención de datos médicos procedentes de los dispositivos situados en el punto de cuidado (point-of-care). Para ello, el estándar define una base de datos de nomenclaturas, con la cual es posible el intercambio de informaciones médicas bien definidas

Entre las necesidades de la implementación de un sistema de telemedicina, encontramos: la provisión de un entorno tecnológico adecuado, con el fin de obtener signos vitales del paciente: la capacidad del sistema para la detección de situaciones extrañas y la gestión de alarmas, y el control remoto de los equipos que permita facilitar los cambios en el procedimiento asignado al paciente.

Para el diseño del sistema tenemos la arquitectura y evolución hacia x73, en donde el sistema se compone de una serie de dispositivos médicos X73 asignados a un paciente específico; [10] los cuales se comunican con una puerta de enlace o gateway, que con ayuda del funcionamiento de una serie de criterios como lo es la inteligencia local del sistema, transmitirá la información al servidor de telemonitorización.

Dentro de la arquitectura vemos que el gateway es diseñado como un dispositivo X73, y se favorece de las funciones incluidas en el diseño X73, como los son la interoperabilidad, sistema de alertas y control remoto.

Es importante anotar que el Gateway necesita un módulo de inteligencia local, también se debe evitar la pérdida de datos por problemas de conectividad con el servidor de

telemonitorización. Además el acceso al Gateway desde el exterior debe ser restringido y el paciente tiene derecho a tener privacidad en su información médica, por eso debe transmitirse cifrada. Con respecto al Servidor de Telemonitorización, podemos decir que su función no está definida, pues comunica, generalmente, con la base de datos del sistema en el que es englobado. Éste actúa como un cliente del Gateway.

En cuanto a la implementación del servidor se tiene en cuenta que un gateway no conecte con el servidor según la frecuencia establecida, ya que puede ser condición de alarma; y el control remoto puede que esté limitado a los momentos en el gateway, inicie conexión. Además, es importante resaltar que la comunicación entre los dispositivos médicos y lo equipos dependerá, en gran medida, del estilo de vida de cada paciente, si éste está acostumbrado al sedentarismo, a la actividad física, entre otros hábitos.

Para las condiciones de uso es indispensable anotar que éstas dependerá de cada momento, y situación específica de cada paciente, lo único que no cambia, es la forma en la que viajan, envía y se conectan los puntos principales que participan en el sistema.

La implementación del sistema esta suscitada a componentes tales como: 1. Dispositivos médicos no compatibles con X73, que son Tensiómetro (DATEX-Ohmeda 3900): [8] permite obtener los valores de presión arterial y pulso, y dispone de una memoria de 28 mediciones. Y Pulsioxímetro (OMRON 705IT): genera una salida por el puerto serie, cada 2 segundos, de los valores SpO2, frecuencia cardiaca e índice de perfusión relativo, así como también las indicaciones de alarma o error. 2. Dispositivos médicos compatibles con X73, que permite integrar los esfuerzos por desarrollar en la Red de Telemedicina dispositivos X73 efectivos: como una báscula con salida MIB y un holter sobre Bluetooth. 3. Gateway, y 4. Servidores de telemonitorización.

En conclusión, este sistema muestra la construcción para múltiples casos de uso en los campos de la telemedicina y la teleasistencia. La adopción del estándar X73 facilitará en gran medida las soluciones genéricas y con características de portabilidad y accesibilidad en pacientes clínicos.

VII. CONCLUSION

Bluetooth es una tecnología bastante completa y eficiente en cuanto a transferencia de información en cuanto a redes de área personal (WPAN). Debido a sus características intrínsecas de bajo coste de producción, sencillez de implementación del estándar, entre otras se perfila como la solución de conectividad predilecta para dispositivos móviles.

Aprovecharemos todas estas características de esta tecnología para aplicarlas al campo de la biomedicina y el cuidado de la salud, a fin de innovar y buscar nuevas y mejores herramientas para los pacientes y profesionales en este campo.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Carlos, C; Dharma P; AD HOC SENSOR NETWORKS, Theory and applications , Feb 2011
- [2] Jaap H, Bluetooth-The universal radio interface for ad hoc Wireless connectivity, 1998
- [3]Theodoros S, Pravin B, Leandros T and Richard L; Distributed topology construction of Bluetooth personal Area Networks Marzo 2010
- [4]Sukhvinder S; Ajay S; Comparative performance Investigations of different scenarios for 802.15.4 WPAN
- [5]Howitt, I; WLAN and WPAN coexistence in UL band; 2001
- [6]Malcolm C; Developing a Standard for personal Health device based on 11073; 2008
- [7]Galarraga M, Serrano L, Martinez L, Melvin R; Telemonitoring systems interoperability challenge: An update review of applicability of ISO/IEEE 11073 standards for interoperability in telemonitoring.; 2008
- [8] J. Finkelstein, M R. Cabrera, et al, "Internet-based home asthma telemonitoring: can patients handle the technology?", Chest, 117(1): 148-55, 2000.
- [9] Clarke M et al, Developing a standard for personal health devices based on 11073, Libro de Actas – Annual Int Conf IEEE Eng in Medicine and Biology (EMBC), 2007, pp. 6174–6176.
- [10] X73 agent and manager implementation source-code, World Wide Web electronic publication, 2009, <http://www.freescale.com/webapp/sps/site/prodsummary.jsp?code=MEDICALUSB>, (consultado: Agosto 2010)
- [11] Kinney P, Zigbee technology: Wireless control that simply works, Communications Design Conference, 2003.
- [12] Ed Callaway, Paul Gorday, and Lance Hester, Motorola Laboratories, Jose A. Gutierrez and Marco Naeve, Eaton Corporation, Bob Heile, Appairant Technologies, Venkat Bahl, Philips Semiconductors Home Networking with IEEE 802.15.4:A Developing Standard for Low-Rate Wireless Personal Area Networks. IEEE Communications Magazine • August 2002
- [13] Jose A. Gutierrez, Marco Naeve, Eaton Corporation, Ed Callaway, Monique Bourgeois, Motorola Labs, Vinay Milter, Qualcomm Inc. Bob Heile, consultant. IEEE 802. 75.4: A Developing Standard for Low-Power Low-Cost Wireless Personal Area Networks. IEEE Network September/October 2001.
- [14] [LIBRO] José A. Gutiérrez, Edgar H. Callaway, Raymond L. Barrett. Low-Rate Wireless Personal Area Networks: Enabling Wireless Sensors with IEEE 802.15.4
- [15] Bluetooth v4.0: la futura solución inalámbrica de bajo consumo, Ricard Morales Pedro, 8 de Julio de 2011.
- [16] [LIBRO] Brent A. Miller. Chatschik Bisdikian. Bluetooth Revealed 2nd. Prentice Hall PTR Upper Saddle River, NJ, USA ©2001
- [17] An Overview of the Bluetooth Wireless Technology, Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heights, NY 25 June 2001.
- [18] An Overview of the Bluetooth Wireless Technology, Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heights, NY 25 June 2001.
- [19] What is Bluetooth?. Patricia McDermott. JANUARY 2005
- [20] Wi-Fi (802.11b) and Bluetooth: enabling coexistence. Lansford, J. Sep/Oct 2001. 15 , Issue: 5.
- [21] Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee and WiMax Houda Labiod, Afifi Hossam, Costantino De Santis. February 2007.