

**APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGIAS MACHINE TO MACHINE AL ENTORNO
DE LA VIDA DIARIA. ESTUDIO DEL CASO: TELEMETRIA Y TELECONTROL
EN LA MEDIDA CENTRALIZADA**

**LUIS ALEJANDRO ROJAS MARTÍNEZ
EDWIN REMBERTO HERNÁNDEZ GENEZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C**

2009

**APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGIAS MACHINE TO MACHINE AL ENTORNO
DE LA VIDA DIARIA. ESTUDIO DEL CASO: TELEMETRIA Y TELECONTROL
EN LA MEDIDA CENTRALIZADA**

**LUIS ALEJANDRO ROJAS MARTÍNEZ
EDWIN REMBERTO HERNANDEZ GENEZ**

**Monografía presentada como requisito para optar al título de Ingeniero
Electrónico**

**Director
ING. JORGE ELIECER DUQUE PARDO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C**

2009

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Cartagena de Indias D. T. y C. Octubre de 2009

Cartagena de Indias D. T. y C. Octubre de 2009

Señores

Comité curricular de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

Universidad Tecnológica de Bolívar

Respetados señores:

Por medio de la presente nos permitimos informarles que la monografía titulada **“APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGIAS MACHINE TO MACHINE AL ENTORNO DE LA VIDA DIARIA. ESTUDIO DEL CASO: TELEMETRIA Y TELECONTROL EN LA MEDIDA CENTRALIZADA”** ha sido desarrollada de acuerdo a los objetivos y justificaciones establecidas con anterioridad.

Como autores de la monografía, consideramos que el trabajo investigativo es satisfactorio y merece ser presentado para su evaluación.

Atentamente,

Luís A. Rojas Martínez

Edwin R. Hernández Genez

Cartagena de Indias D. T. y C. Octubre de 2009

Señores

Comité curricular de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

Universidad Tecnológica de Bolívar

Respetados señores:

Cordialmente me permito informarles, que he llevado a cabo la dirección de la monografía de los estudiantes Luís A. Rojas Martínez y Edwin R. Hernández Genes titulado **“APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGIAS MACHINE TO MACHINE AL ENTORNO DE LA VIDA DIARIA. ESTUDIO DEL CASO: TELEMETRIA Y TELECONTROL EN LA MEDIDA CENTRALIZADA”**.

Atentamente,

Jorge Eliécer Duque Pardo

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias D. T. y C. Octubre de 2009

Señores

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Yo, LUIS ALEJANDRO ROJAS MARTÍNEZ con CC. 3.838.275 de Corozal, como autor de la monografía: “**APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGIAS MACHINE TO MACHINE AL ENTORNO DE LA VIDA DIARIA. ESTUDIO DEL CASO: TELEMETRIA Y TELECONTROL EN LA MEDIDA CENTRALIZADA**”, en uso de mis facultades legales, autorizo a la biblioteca de la Universidad Tecnológica de Bolívar para la utilización de la misma.

Atentamente,

LUIS A. ROJAS MARTÍNEZ
CC 3.838.275 de Corozal

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias D. T. y C. Octubre de 2009

Señores

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Yo, EDWIN REMBERTO HERNANDEZ GENEZ con CC 92.694.165 de Sincelejo, como autor de la monografía: **“APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGIAS MACHINE TO MACHINE AL ENTORNO DE LA VIDA DIARIA. ESTUDIO DEL CASO: TELEMETRIA Y TELECONTROL EN LA MEDIDA CENTRALIZADA”**, en uso de mis facultades legales, autorizo a la biblioteca de la Universidad Tecnológica de Bolívar para la utilización de la misma.

Atentamente,

EDWIN R HERNANDEZ GENEZ

CC 92.694.165 de Sincelejo

DEDICATORIA

Dedico esta monografía, como un logro a resaltar dentro de mi carrera, a mis padres y hermanas que han estado apoyándome en todos los momentos. Ellos han significado un motor de búsqueda y apoyo para que alcance a realizar mis sueños. Muchas gracias por apoyarme cada vez que he caído. Esperen de mí, grandes cosas después de la graduación.

Luis Alejandro Rojas Martínez

DEDICATORIA

*A Dios padre todopoderoso,
por permitirme alcanzar este logro tan importante de mi vida.*

Esta carrera es fruto de su infinita misericordia.

*A mis padres Remberto y Maria, por todo su amor y apoyo
incondicional en los momentos en que más lo he necesitado.*

*A mis tías Inés y Berenice. Sus oraciones por mí
me fortalecieron en los momentos de debilidad.*

*Dios bendiga a todos mis compañeros de universidad, docentes y
amigos que confiaron en mí y que me colaboraron en alcanzar este logro.*

Edwin Remberto Hernández Genez

TABLA DE CONTENIDO

	PÁGINA
INTRODUCCION.....	23
1. ARQUITECTURA DE M2M.	24
1.1 Las máquinas.....	24
1.1.1 El tamaño.....	24
1.1.2 El consumo.....	25
1.1.3 La ubicación.....	25
1.2 Las interfaces.....	25
1.3 El tráfico generado.....	26
1.4 La red móvil.....	26
1.5 El desarrollo de los servicios.....	26
1.6 Los módulos de control.....	27
1.7 El centro de control.	27
1.8 Las herramientas de configuración.....	28
2. TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN M2M.	29
2.1 El servicio CSD/HSCSD.	30
2.2 El servicio SMS (Short Message Service).	31
2.3 El servicio USSD (Unstructured Supplementary Service Data)	32
2.4 El servicio GPRS (General Packet Radio Service).	33
2.5 El servicio GPS.	36
2.6 Tecnologías inalámbricas aplicadas a los servicios M2M.	39
2.6.1 Tecnología WLAN "WI- FI".....	39
2.6.2 Tecnología Bluetooth.	41
2.7 Tecnología celular – UMTS.	46

2.8 Tecnología UWB.	50
2.9. Tecnología ZIGBEE.	51
2.10. Tecnología RFID.	53
3. APLICACIONES DE LOS SERVICIOS M2M.	55
3.1 Caracterización de las aplicaciones M2M.	55
3.1.1 La recolección de datos.	55
3.1.2 El control remoto.	56
3.1.3 La configuración remota.	56
3.1.4 La supervisión remota.	57
3.1.5 La presentación de datos.	57
3.2 “Off Line” GPS.....	59
3.3 “On Line” GPS-GSM.....	60
3.4 Monitoreo Remoto.....	61
3.5 Vending.	62
3.6 Procesos de fabricación industrial.	63
3.7 Lectura de contadores.	65
3.8 Telemedicina.	66
3.9 Automoción.	67
3.10 Control de acceso.	68
3.11 Control y supervisión del tráfico.	69
3.12 Medio ambiente.	69
3.13 Gestión de flotas.	70
3.14 Descargas Móviles.	71
3.15 Telecontrol.	71
3.15.1 Equipos de telecontrol SINAUT.	72
3.15.2 Equipos de telecontrol INVENTIA.	78
3.15.3 Equipos de telecontrol TELIT.	80

4. ESTUDIO DEL CASO: TELEMETRÍA Y TELECONTROL EN LA MEDIDA CENTRALIZADA.	84
4.1 Medida Centralizada.	84
4.2 Estudio del caso.	86
4.2.1 Antecedentes.	86
4.2.2 Planteamiento del problema.	87
4.2.3 Justificación.	87
4.2.4 Planteamiento de la solución.	88
4.2.5 Resultados.	90
CONCLUSIONES.	91
BIBLIOGRAFIA.	93

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Prototipo de módulo de control.....	27
Figura 2. Arquitectura de una plataforma M2M.	28
Figura 3. Sistema CSD.....	31
Figura 4. Sistema HSCSD.....	31
Figura 5. El servicio USSD.....	33
Figura 6. Arquitectura red GPRS.	34
Figura 7. Satélites Geoestacionarios y Satélites GPS.....	37
Figura 8. Red WiFi.	41
Figura 9. Red Bluetooth.	43
Figura 10. Comunidad de máquinas conectadas mediante Bluetooth	44
Figura 11. Comunicación entre máquinas y con la red móvil.	45
Figura 12. Comunicación local entre máquinas y usuarios.....	46
Figura 13. Arquitectura UMTS.	49

Figura 14. Capas de ZigBee..	52
Figura 15. Sistema SCADA para recolección de datos.	55
Figura 16. Control remoto.	56
Figura 17. Configuración remota..	56
Figura 18. Supervisión remota.....	57
Figura 19. Presentación de datos.....	57
Figura 20. Sistema Off Line	60
Figura 21. Sistema On line.....	61
Figura 22. Monitoreo Remoto.....	62
Figura 23. Monitoreo de maquinas expendedoras.	63
Figura 24. Planta de producción robotizada.....	65
Figura 25. Lectura de contadores.....	66
Figura 26. El Centro de Telemedicina de la UNC.	67
Figura 27. Automoción.	68
Figura 28. Control de acceso.	68

Figura 29. Control y supervisión de tráfico.	69
Figura 30. Medio ambiente.....	70
Figura 31. Gestión de flotas.....	70
Figura 32. Descargas móviles.	71
Figura 33. SINAUT ST7.....	73
Figura 34. SINAUT MICRO.....	76
Figura 35. PLC INVENTIA.....	79
Figura 36. Modulo EZ 10.	82
Figura 37. Modulo GM862.	83
Figura 38. Modulo Trizium.....	83

LISTA DE TABLAS

PÁGINA

Tabla 1 Componentes aplicables a los escenarios M2M.	59
---	----

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS Y TÉRMINOS

Bluetooth: es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia segura y globalmente libre (2,4 GHz). Los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son: facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos, eliminar cables y conectores entre éstos y ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas que faciliten la sincronización de datos entre equipos personales.

CSD: Circuit Switched Data. Es la forma original de transmisión de datos desarrollada para los sistemas de telefonía móvil basados en GSM. CSD usa un puerto de radio individual para enviar 9.6 kbit/s a la red GSM y a el subsistema de switches que lo conectaría a la red local de telefonía haciendo posible llamadas a cualquier servicio de telefonía, tanto móvil como fijo.

Electrocosta: Electricaribe. Es la empresa que presta el servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica en el Caribe colombiano.

GPS (Sistema de Posicionamiento Global). Es un sistema que sirve para determinar nuestra posición con coordenadas de Latitud, Longitud y Altura. Se basa en una constelación de 21 satélites que orbitan a la tierra a una altura de 20200 Km, necesitando 11h58m para describir una orbita completa.

GPRS: General Packet Radio Service. Servicio general de paquetes vía radio. Es una tecnología digital de telefonía móvil considerada como una modificación de la forma de transmitir datos en una red GSM, pasando de la conmutación de circuitos en GSM a la conmutación de paquetes que le permite proporcionar velocidades de transferencia de datos superiores.

GSM: Sistema Global para las Comunicaciones Móviles. Es un sistema estándar para comunicación utilizando teléfonos móviles que incorporan tecnología digital. Por ser digital cualquier cliente de GSM puede conectarse a través de su teléfono con su ordenador y puede hacer, enviar y recibir mensajes por e-mail, faxes, navegar por Internet, acceso seguro a la red informática de una compañía , así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el Servicio de Mensajes Cortos (SMS).

HSCSD: High-Speed Circuit-Switched Data. Es una mejora a la tecnología CSD, que hace al mecanismo de transferencia de datos de los teléfonos GSM cuatro veces más rápidos, con velocidades de hasta 38.4 Kb/s. La asignación de canales es hecha de la misma manera que en CSD. La diferencia es la habilidad para usar diferentes métodos de codificación y/o múltiples puertos para incrementar la transferencia de datos.

ISM: Industrial, Scientific and Medical. Son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica.

IS-136: junto con IS-54 son sistemas de telefonía móvil de segunda generación (2G), conocidos como Digital AMPS (D-AMPS). Alguna vez fue predominante en América, particularmente en los Estados Unidos y Canadá. Han sido reemplazados en su mayoría por las tecnologías GSM/GPRS o CDMA2000.

Medida Centralizada: Proyecto que se lleva a cabo en la ciudad de Cartagena por parte de la empresa Electrocosta-Electricaribe, con el animo de eliminar perdidas energéticas en los equipos de medida antigua, electromecánicos y digitales, por módulos de 5 y 100 amperios dentro de cajas de medida centralizada.

MMS: Multimedia Messaging System (sistema de mensajería multimedia). Es un

estándar de mensajería que le permite a los teléfonos móviles enviar y recibir contenidos multimedia, incorporando sonido, video, fotos o cualquier otro contenido disponible en el futuro.

M2M: es la abreviatura de machine to machine, una tecnología que soporta comunicaciones entre máquinas vía redes alámbricas e inalámbricas.

PDA: Personal Digital Assistant (Asistente Digital Personal). Es un computador de mano originalmente diseñado como agenda electrónica (calendario, lista de contactos, bloc de notas y recordatorios) con un sistema de reconocimiento de escritura.

PDU: Protocol Data Units (unidades de datos de protocolo). Se utiliza para el intercambio entre unidades parejas, dentro de una capa del modelo OSI. Existen dos clases de PDUs: PDU de datos, que contiene los datos del usuario final (en el caso de la capa de aplicación) o la PDU del nivel inmediatamente superior y PDU de control, que sirven para gobernar el comportamiento completo del protocolo en sus funciones de establecimiento y ruptura de la conexión, control de flujo, control de errores, etc.

RFID: Radio Frequency Identification Devices (tecnología de auto identificación por radiofrecuencia). Se basa en unas etiquetas electrónicas o tags que se componen de un chip y una pequeña antena. Estas etiquetas se pueden incorporar a todos los productos y hacen posible identificarlos a distancia y controlarlos a lo largo de toda la cadena de distribución, desde el fabricante hasta el comprador.

RJ-11: es un conector usado mayoritariamente para enlazar redes de telefonía.

RS-232: también conocido como Electronic Industries Alliance RS-232C, es una interfaz que designa una norma para el intercambio serie de datos binarios entre

un DTE (Equipo terminal de datos) y un DCE (Data Communication Equipment, Equipo de Comunicación de datos), aunque existen otras en las que también se utiliza la interfaz RS-232.

SCADA: sistema telemétrico que permite la supervisión, el control y la adquisición de Datos.

SIM: Subscriber Identify Module (Módulo de Identificación del Suscriptor). Es una tarjeta inteligente desmontable usada en teléfonos móviles que almacena de forma segura la clave de servicio del suscriptor usada para identificarse ante la red, de forma que sea posible cambiar la línea de un terminal a otro simplemente cambiando la tarjeta.

SMS: Short Message Service (Servicio de mensajes cortos) es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos (también conocidos como mensajes de texto, o más coloquialmente, textos o mensajitos) entre teléfonos móviles, teléfonos fijos y otros dispositivos de mano.

TCP/IP: es un conjunto de protocolos de red en la que se basa Internet y que permiten la transmisión de datos entre redes de computadoras.

TDD: Dúplex de división de tiempo. Es el uso de multiplexación de división de tiempo para separarse hacia fuera y volver señales. Emula la comunicación a dos caras completa sobre una mitad puente de comunicaciones a dos caras.

TDMA: Time Division Multiple Access (acceso múltiple por división de tiempo) es una técnica de multiplexación que distribuye las unidades de información en ranuras alternas de tiempo, proveyendo acceso múltiple a un reducido número de frecuencias.

UMTS: es la abreviatura de Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles. Es uno de los de tercera generación (3G) celular rápidamente el desarrollo de las tecnologías de hoy. UMS es también conocida como el 3GSM, para subrayar la coalición entre la tecnología 3G y GSM estándar.

USSD: Unstructured Supplementary Services Data. Es un medio de transmitir información o instrucciones por una red GSM. No es un servicio de almacenamiento y envío sino orientado a sesión tal que cuando un usuario accede a algún servicio USSD, se establece una sesión y la conexión de radio permanece abierta hasta que el usuario, la aplicación o el paso del tiempo la liberan.

UWB: es una tecnología en el rango de las PAN (personal área network). Permite paquetes de información muy grandes (480 Mbits/s) conseguidos en distancias cortas, de unos pocos metros.

WAN: Wide Area Network (Red de Área Amplia). Es un tipo de red de computadoras capaz de cubrir distancias desde unos 100km hasta unos 1000 km, dando el servicio a un país o un continente.

WAP: Wireless Application Protocol (protocolo de aplicaciones inalámbricas). Es un estándar abierto internacional para aplicaciones que utilizan las comunicaciones inalámbricas, como el acceso a servicios de Internet desde un teléfono móvil.

WCDMA: Wideband Code Division Multiple Access (Acceso múltiple por división de código de banda ancha). Es una tecnología móvil inalámbrica de tercera generación que aumenta las tasas de transmisión de datos de los sistemas GSM utilizando la interfaz aérea CDMA en lugar de TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo) y por ello ofrece velocidades de datos mucho más altas en dispositivos inalámbricos móviles y portátiles que las ofrecidas hasta el momento.

WLAN: es un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible, muy utilizado como alternativa a las redes LAN cableadas o como extensión de éstas. Utiliza tecnología de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas.

ZigBee: es un estándar de comunicaciones inalámbricas diseñado por la ZigBee Alliance. No es una tecnología, sino un conjunto estandarizado de soluciones que pueden ser implementadas por cualquiera que lo desee.

INTRODUCCION

En la actualidad, en el entorno con el cual se interactúa día a día, existen muchas máquinas: en la oficina, en la empresa, en el hogar, necesitando ser controladas, supervisadas y adquirir una información completa y detallada de los parámetros y escenarios donde se encuentren.

Son precisamente estas necesidades, las que motivan a estudiar en este documento la forma en que interactúan entre si las máquinas y los humanos. Esta interacción es conocida con el nombre de machine to machine (M2M), mecanismo encargado de facilitar la comunicación entre máquinas, adaptando y configurando las redes móviles, entre las cuales se encuentran disponibles GSM, GPS, GPRS, entre otras, de acuerdo con las necesidades del tipo de servicios, e incluso proporcionando las plataformas adecuadas para la explotación de los mismos.

El documento inicia con la presentación en su primer capítulo del estado del arte de M2M haciendo énfasis en su arquitectura y los componentes principales, siguiendo con el análisis de las diferentes tecnologías empleadas en la comunicación M2M en el segundo capítulo.

En el tercer capítulo se estudian las principales aplicaciones de M2M y los medios a través de los cuales su implementación, brinda la capacidad de replicarse en distintas industrias y mercados permitiendo soluciones accesibles de distinto tipo que facilitan la creación de un mercado masivo y llevan a optimizar procesos ya existentes disminuyendo significativamente los costos.

Finalmente, en el cuarto capítulo se muestra un caso de estudio de aplicación de M2M, como lo es la implementación de la medida centralizada como proceso de mejoramiento del sistema de facturación de la energía eléctrica en las residencias, industrias y sector comercial de la ciudad de Cartagena.

1. ARQUITECTURA DE M2M.

La tecnología M2M puede describirse cómo una red móvil que contempla a la vez las tecnologías inalámbricas locales, ofreciendo los medios para comunicar máquinas entre sí o con los centros de control, bien sea de forma local o remota. Sin embargo, en la mayor parte de los casos, además de contar con los medios para llevar a cabo la comunicación entre máquinas, será necesario contar también con un sistema que ofrezca una solución M2M completa. En este sentido, es importante definir una arquitectura orientada a un gran número de aplicaciones M2M y para hacerlo es necesario analizar previamente los distintos factores que intervienen en un servicio M2M completo. Estos factores son:

1.1 Las máquinas

Las máquinas representan la razón principal de la existencia de los servicios M2M, pues al fin y al cabo constituyen aquello que se quiere controlar o monitorizar remotamente. Tras un estudio realizado a las máquinas susceptibles de ser controladas mediante soluciones M2M, y a pesar de su heterogeneidad, pueden abstraerse una serie de características que de forma global cubren la mayor parte de estas máquinas. Estas características son:

1.1.1 El tamaño

Este factor también es importante, ya que en caso de incorporar algún dispositivo a la máquina hay que tener en cuenta su tamaño, así como el espacio libre disponible. Algunas veces el dispositivo M2M podrá incorporarse a la máquina y otras veces será un elemento externo.

1.1.2 El consumo

En ocasiones las máquinas no cuentan con un suministro permanente de energía eléctrica, sino que funcionan por medio de baterías. Este factor se debe tener en cuenta a la hora de incorporar dispositivos nuevos a la máquina, los cuales deberán ser de bajo consumo o incorporar sus propias fuentes de alimentación.

1.1.3 La ubicación

Los campos en los que hoy en día se utilizan las máquinas son muy diversos, por lo cual hay que pensar que éstas pueden ubicarse en entornos con condiciones climatológicas adversas, en entornos agresivos, etc.

1.2 Las interfaces

Son el elemento más importante a tener en cuenta, ya que constituyen el medio de comunicación entre la máquina y el exterior. Las máquinas más tradicionales utilizan medios de comunicación basados en líneas de entrada y salida digitales o analógicas, si bien es cierto que, cada vez con más frecuencia, los automatismos modernos simplifican sus interfaces basándose en buses estandarizados como RS-232, RS-485 o USB.

Como en cualquier servicio, el usuario necesitará una consola desde la que pueda administrar los componentes del servicio y obtener la información relativa a sus máquinas. Esto obliga a contar con un centro que controle todas las máquinas y que ofrezca a los usuarios las interfaces necesarias para obtener información de sus máquinas, manejarlas, generar informes, etc.

1.3 El tráfico generado.

De cara a la red móvil se debe tener en cuenta la cantidad de tráfico que las máquinas pueden llegar a generar. En este sentido, pueden encontrarse máquinas que transmiten pequeñas cantidades de información cada poco tiempo, o sistemas que requieren una transmisión continua de datos, pasando por todos los estados intermedios imaginables. Además, hay que tener en cuenta la criticidad de los datos a transmitir, analizando su prioridad e importancia. Por tanto, una vez realizado el estudio del tráfico se elegirán, en función de éste, los servicios de la red móvil que sean más apropiados.

1.4 La red móvil

Constituye el medio de comunicación remoto que utilizarán las máquinas. Existen ventajas e inconvenientes en los servicios que proporciona la red móvil para la transmisión de datos. Una solución ideal es combinar todos los servicios ofreciendo a las aplicaciones M2M una línea de comunicación que se ajuste de forma transparente a sus necesidades y a las condiciones de la red.

1.5 El desarrollo de los servicios

Existe una gran heterogeneidad entre los servicios M2M. Por tanto, es conveniente proporcionar herramientas que permitan personalizar las soluciones M2M a cada escenario particular. También es interesante que los usuarios no necesiten conocer los detalles de los servicios M2M ni las tecnologías en las que se apoyan, disponiendo de un entorno amigable que permita el rápido desarrollo y la implantación de los servicios.

1.6 Los módulos de control.

Son unos dispositivos electrónicos que se instalan en cada máquina a controlar, y que se comunican con el centro de control para recibir instrucciones, notificar avisos y alarmas, etc. Incorporan toda la lógica necesaria para su funcionamiento y las interfaces necesarias para mantener comunicación tanto con el centro de control como con la máquina en la que están instalados.

Con el fin de lograr una arquitectura que sea lo más universal posible, estos módulos no estarán programados inicialmente para ninguna labor en concreto sino que su funcionalidad se especificará mediante las herramientas de configuración. En la Figura 1 se muestra un prototipo de módulo de control.

Figura 1. Prototipo de módulo de control



Fuente: www.info.telefonica.es. Servicios M2M de teledividida y telecontrol en redes móviles.

1.7 El centro de control

Concentra todas las comunicaciones con los módulos de control y permite a los usuarios obtener toda la información relacionada con sus máquinas. Su comportamiento será parcialmente configurable en función del servicio M2M

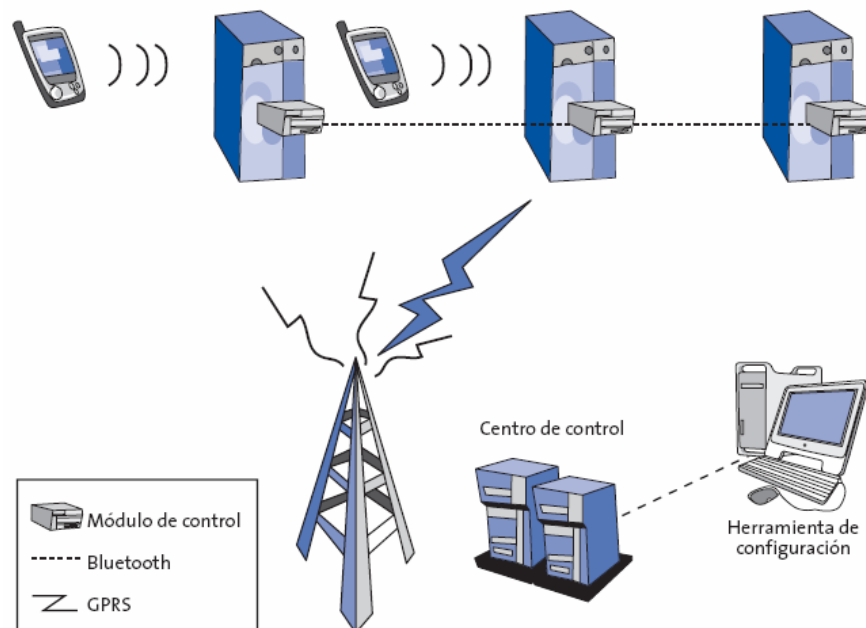
concreto (que se habrá diseñado con las herramientas de configuración).

El centro de control permite organizar y gestionar todos los módulos de control de una solución M2M y proporciona los medios para comunicarse con ellos, abstrayéndoles de los detalles de la red móvil.

1.8 Las herramientas de configuración

Tal como se ha descrito hasta ahora, la propuesta de arquitectura se basa en una solución universal en la que ni los módulos de control ni el centro de control están previamente diseñados para llevar a cabo una funcionalidad concreta. En su lugar, los usuarios utilizarán las herramientas de configuración para particularizar el comportamiento de la solución M2M. En la Figura 2 se muestra la arquitectura propuesta.

Figura 2. Arquitectura de una plataforma M2M.



Fuente: www.info.telefonica.es. Servicios M2M de telemedida y telecontrol en redes móviles.

2. TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN M2M

El principal valor de las aplicaciones M2M consiste en la posibilidad de establecer comunicaciones de datos remotos entre máquinas apoyándose en la red móvil, la cual ofrece una serie de servicios como CSD/HSCSD, SMS, USSD, GPRS, entre otros, para poder transmitir información de este tipo.

Cada uno de estos servicios presenta ventajas e inconvenientes por su efectividad para transportar información, aunque el objetivo ideal es conseguir, de manera transparente a los usuarios de las aplicaciones M2M, un transporte de datos que se apoye en todos ellos, eligiendo el más apropiado en cada momento.

Por otro lado, para facilitar la implantación de las aplicaciones M2M, los modelos de facturación deben adaptarse a la naturaleza de las mismas a las que va dirigido. Concretamente, sería interesante contar con tarjetas SIMs específicas para M2M donde sólo se habiliten los servicios de datos necesarios y estén asociadas a un contrato específico con una facturación específica.

Al llegar a este punto, es necesario identificar cuales son las tecnologías de la red móvil que pueden utilizarse para transportar información entre máquinas, con objeto de poder establecer las prioridades a seguir en el uso de estos servicios dependiendo de la disponibilidad de cada uno y del tipo de tráfico a cursar. En este sentido, las diferentes tecnologías de la red móvil aplicados a M2M son:

2.1 El servicio CSD/HSCSD

La tasa binaria de los datos enviados a través de la interfaz radio del sistema GSM original se encuentra limitada a 9.600 bit/s. Con el propósito de superar esta restricción, se han incorporado diversas facilidades que, manteniendo la infraestructura GSM, amplían esta capacidad de transmisión de datos. Una de ellas es la denominada CSD/HSCSD (Circuit Switched Data/High Speed Circuit Switched Data) que permiten utilizar tasas binarias que alcanzan los 57,6 Kbit/s.¹

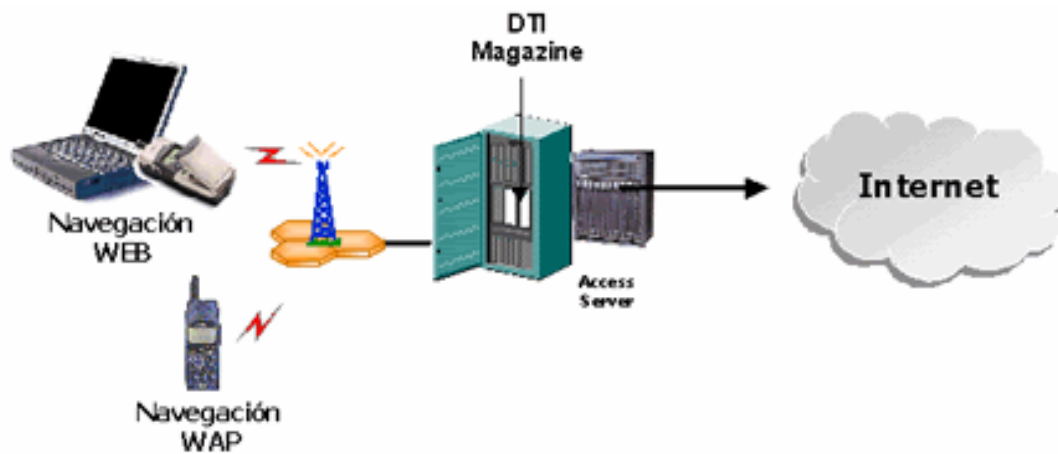
El uso de estas conexiones es recomendable en aquellas aplicaciones M2M en que se transmiten datos de forma continua ya que se dispone de un canal de datos no compartido. Además, se cuenta con la seguridad derivada del canal de datos basado en conmutación de circuitos. Un caso típico de este tipo de servicios sería la monitorización del estado del tráfico mediante la transmisión de imágenes capturadas periódicamente.

Su utilización tiende a ser menos aconsejable en las aplicaciones M2M en que predomine el tráfico a ráfagas, debido al alto costo de la infrautilización del canal, o a los tiempos de establecimiento de conexión propios de CSD.

En las figuras 3 y 4 se observa un esquema básico de la infraestructura de CSD/HSCSD.

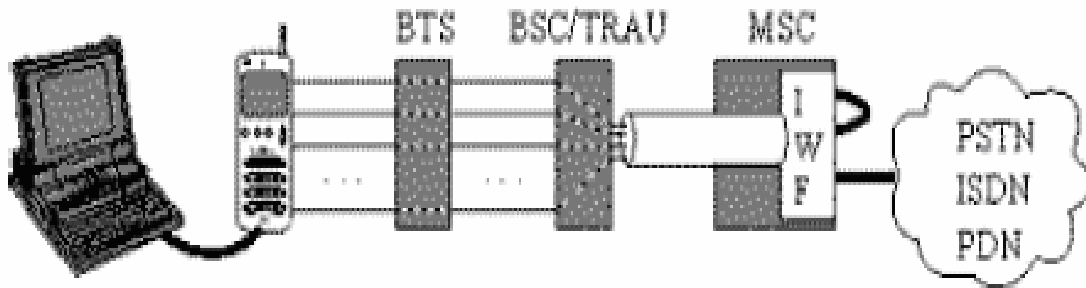
¹ ESPAÑA, María C. Servicios avanzados de telecomunicación. Madrid.: Díaz de santos, 2003. 153p.

Figura 3. Sistema CSD



Fuente: www.ericsson.com.mx. Wireless Products: CSD

Figura 4. Sistema HSCSD



Fuente: www.it.uc3m.es. Apuntes: GSM

2.2 El servicio SMS (Short Message Service)

Este servicio es una portadora de datos que puede resultar útil en los casos en que la cantidad de información a transmitir por las aplicaciones M2M sea baja y a ráfagas, y no se requiere fiabilidad en la transmisión de datos (seguridad en la entrega de los mensajes, desorden en la entrega, etc.).

Así mismo, la velocidad media en la transmisión de los datos es baja debido a la alta latencia del servicio y al pequeño tamaño de las PDUs de datos (en caso de considerar un módem enviando un SMS cada cinco segundos la velocidad de transmisión será de 256 bit/s).

SMS, permite el intercambio de mensajes de una longitud máxima de 160 caracteres entre terminales móviles GSM, o entre estos y, por ejemplo, computadores dotados de facilidades de comunicación GSM y programas adecuados para la gestión de este servicio. Garantiza la recepción de los mensajes aunque los destinatarios no se encuentren disponibles en el momento de la transmisión o la línea este ocupada.²

2.3 El servicio USSD (Unstructured Supplementary Service Data)

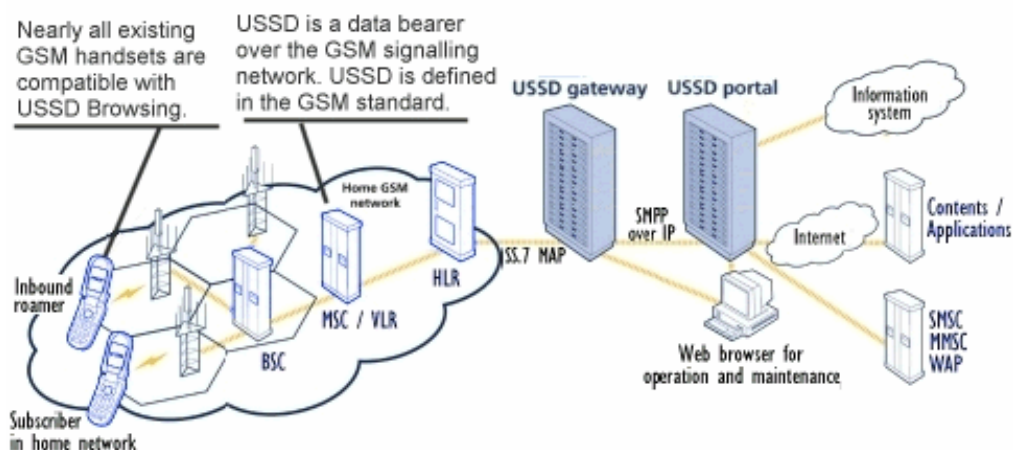
Al contrario que en el caso del servicio SMS, USSD es un servicio síncrono, lo cual permite asegurar la entrega de la información en un tiempo corto. Por otra parte, la orientación a sesiones y el alto consumo de recursos radio que supone, hace que su utilización masiva pueda dar lugar a la saturación de la red.³

La arquitectura básica de esta tecnología se muestra en la figura 5.

2 FIGUEIRAS, Aníbal R. Una panorámica de las telecomunicaciones. Madrid: Pentice. Hall, 2002. 134p.

3 www.es.wikipedia.org. Palabra clave: USSD

Figura 5. El servicio USSD.



Fuente: www.inza.wordpress.com. USSD

2.4 El servicio GPRS (General Packet Radio Service)

El propósito del sistema GPRS es la transmisión eficiente de datos mediante la conmutación de paquetes desde terminales móviles. Comparte una fracción destacada de la infraestructura y arquitectura del sistema GSM; así, por ejemplo utiliza las mismas bandas de frecuencia y la misma estructura de la trama TDMA.⁴

GPRS permite velocidades de transferencia de 56 a 114 kbps y se puede utilizar para servicios tales como Wireless Application Protocol (WAP), servicio de mensajes cortos (SMS), servicio de mensajería multimedia (MMS), Internet y para los servicios de comunicación, como el correo electrónico y la World Wide Web.

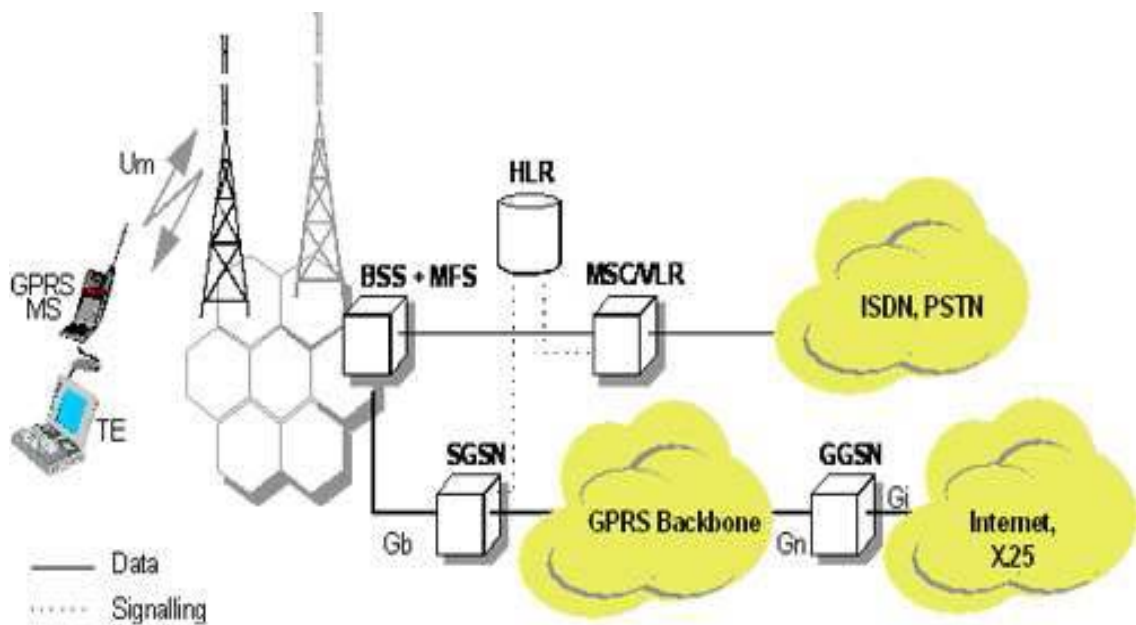
En la tecnología GPRS, durante la conexión, a cada usuario se le asigna un par de canales de frecuencia, uno para subida y otro para bajada. Esto se combina con la multiplexación estadística en el dominio del tiempo, permitiendo a varios usuarios compartir el mismo canal de frecuencia.

4 ESPAÑA, María C. Servicios avanzados de telecomunicación. Madrid.: Díaz de santos, 2003. 154p.

Que la conmutación sea por paquetes permite fundamentalmente compartir los recursos. Un usuario GPRS sólo usará la red cuando envíe o reciba un paquete de información. Todo el tiempo que esté inactivo podrá ser utilizado por otros usuarios para enviar y recibir información. Esto permite a los operadores de la red, dotar de más de un canal de comunicación a los usuarios, sin miedo a saturar la red, de forma que mientras que en GSM sólo se ocupa un canal de recepción de datos del terminal a la red y otro canal de transmisión de datos desde la red al terminal, en GPRS es posible tener terminales que gestionen cuatro canales simultáneos de recepción y dos de transmisión. Además de lo anterior, cabe anotar que el sistema GPRS permite velocidades de transferencia moderadas mediante el uso de canales libres con multiplexación por división de tiempo.

La figura 6 expone un esquema de la tecnología GPRS.

Figura 6. Arquitectura red GPRS



Fuente: www.eav.upb.edu.co. Tesis: Transmisión inalámbrica de datos.

De entre los servicios GPRS que las operadoras ofrecen a sus clientes, cabe destacar las soluciones que permiten que los terminales móviles se conecten a la intranet de una empresa, convirtiéndose estos terminales en nodos de dicha intranet (compartiendo incluso el espacio de direcciones IP). Este tipo de soluciones permiten tratar las máquinas de una empresa como nodos de su intranet, lo cual facilita sobremanera la comunicación con ellas, manteniendo la ventaja de la comunicación remota e inalámbrica. Además, en estos casos es factible que la empresa administre por sí misma la asignación de direcciones IP, con lo que se consigue una mayor flexibilidad a la hora de asignar recursos y acceder a las máquinas.

En cualquier caso, los servicios M2M deben vigilar la conexión, ya que a pesar del concepto «always on», la red puede eliminar el contexto PDP (Packet Data Protocol) tras un periodo de inactividad. Por otro lado, la asignación de recursos radio para GPRS compite con los recursos de voz, y esto, junto con la ausencia generalizada de políticas de calidad de servicio, pone de manifiesto la necesidad de configurar las redes GPRS orientándolas a M2M.

La tecnología GSM/GPRS proporciona un sistema de comunicación fiable y global, abierto y totalmente estandarizado, que permite la creación de soluciones M2M a nivel internacional. Hay más de 1000 millones de usuarios de telefonía móvil en el mundo. El gran número de operadores (más de 300 a nivel mundial) y fabricantes de productos GSM/GPRS asegura la satisfacción de los requerimientos de cualquier aplicación, así como la continuidad y compatibilidad de la futura evolución de la tecnología con el tiempo.

El gran beneficio para las empresas de la tecnología GPRS es su capacidad de proporcionar servicios avanzados de transmisión de datos, incluyendo seguridad en las transferencias. Además, estos servicios de transmisión de datos están en un constante proceso de mejora, con lo que se asegura la continuidad de las

soluciones M2M desarrolladas sobre estas redes y la inversión realizada a largo plazo. Se calcula que en 2009 habrá en Europa más equipos GPRS integrados en máquinas que teléfonos móviles. Concretamente, 400 millones, sólo en la Europa occidental.

Tal como ha establecido el análisis realizado en la identificación de los servicios, es difícil emitir un juicio sobre el más adecuado para M2M. No obstante, los inconvenientes de cada uno de ellos hay que entenderlos en el contexto de los servicios M2M y de las posibles modificaciones de la configuración de la red que pueda realizar el operador para conseguir una mejor adaptación.

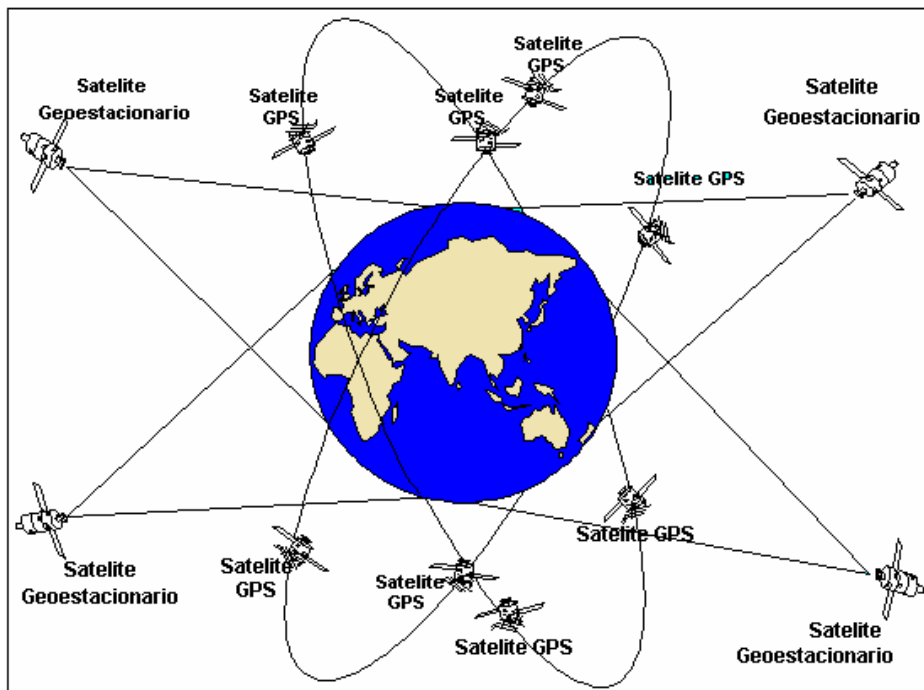
Por otro lado, el uso de un servicio u otro dependerá del tipo y de la prioridad del tráfico a cursar, así como de la disponibilidad de cada servicio en un momento determinado. Una posibilidad es la de ofrecer un canal para la transmisión de datos independiente de la portadora de datos que se utilice, de forma transparente para la aplicación, permitiendo que dichas portadoras de datos puedan variar en función del estado de la red móvil en cada momento, y pudiendo seleccionar el orden de utilización de unas u otras.

2.5 El servicio GPS.

El Global Position System (GPS) o Sistema de Posicionamiento Global (más conocido con las siglas GPS, aunque su nombre correcto es NAVSTAR-GPS) es un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros, usando GPS diferencial, aunque lo habitual son unos pocos metros. Aunque su invención se atribuye al gobierno francés y belga, el sistema fue desarrollado e instalado, y actualmente es operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

El GPS funciona mediante una red de 27 satélites (24 operativos y 3 de respaldo) en órbita sobre el globo, a 20.200 km, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra (ver figura 7). Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la posición y el reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el retraso de las señales; es decir, la distancia al satélite. Por "triangulación" calcula la posición en que éste se encuentra. La triangulación en el caso del GPS, a diferencia del caso 2-D que consiste en averiguar el ángulo respecto de puntos conocidos, se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición.

Figura 7. Satélites Geoestacionarios y Satélites GPS



Fuente: www.corpac.gob.pe. Sistemas de Aumentación de la señal GPS

Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenadas reales del punto de medición. También se consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que llevan a bordo cada uno de los satélites.

Además de los anteriores, este servicio de red móvil, resulta útil para las aplicaciones M2M, aunque no esté relacionado con la transferencia de datos, y sí con la localización.

La localización basada en la red móvil permite estimar la posición de un terminal con una precisión que, si bien es considerablemente inferior al sistema GPS (Global Position System), puede ser suficiente para determinadas aplicaciones. Esta localización puede proporcionarse en forma de coordenadas, carreteras y puntos kilométricos, códigos postales, municipios y provincias, etc.

Hay una diferencia importante entre la localización basada en red móvil y el sistema GPS. Esta consiste en que en un sistema GPS el terminal conoce su posición y tiene que transmitirla al centro de control, mientras que en la localización basada en red móvil es la propia red la que conoce la posición, por lo que el centro de control puede obtener dicha posición realizando una consulta directamente.⁵

⁵ www.es.wikipedia.org. Palabra clave: Sistema de posicionamiento global.

2.6 Tecnologías inalámbricas locales aplicadas a los servicios M2M

Como ya se ha indicado anteriormente, los servicios M2M giran en torno al concepto de comunicación entre máquinas. Aunque en la mayor parte de los casos esta comunicación tendrá lugar entre máquinas ubicadas en localizaciones distantes entre sí, existen algunas situaciones en las que la proximidad entre las máquinas permite cubrir parte de las comunicaciones mediante otras tecnologías distintas de la red móvil que optimizan la inversión en equipamiento de comunicaciones.

Estos escenarios pueden cubrirse con tecnologías inalámbricas locales como Bluetooth o WLAN, ya que ambas permiten una comunicación inalámbrica de corto alcance con anchos de banda que en cualquier caso están por encima de los proporcionados por la red móvil.

2.6.1 Tecnología WLAN “WI- FI”

Es una tecnología de comunicación inalámbrica mediante ondas que resulta ideal para la aplicación en la comunicación M2M, sobre todo si las máquinas necesitan intercambiar información a ráfagas, esporádicamente y con mucha cantidad de caracteres.

La tecnología WI-FI empieza a encontrar su espacio en el mercado de la comunicación M2M. Estos sistemas, utilizan la banda ISM de 2,4 GHz o de 5 GHz, pero cabe anotar que tienen un alcance limitado a unos cuantos cientos de metros y es necesario que el punto de acceso, a su vez, esté conectado a una red más amplia, por cable o por radio (celular). Para tener una red inalámbrica y hacer válido el enlace M2M basta con tener punto de acceso, que se conectaría a un módem, y un dispositivo WIFI y este a su vez a cualquier aparato o máquina sobre la cual se quisiera desarrollar una función⁶ (ver figura 8).

Ventajas

- Alta velocidad
- Se utiliza en la banda de uso libre y no precisa licencia
- Los dispositivos Wi-Fi ofrecen gran comodidad en relación a la movilidad que ofrece esta tecnología.

Desventajas

- La pérdida de velocidad en comparación a una conexión con cables, debido a las interferencias y pérdidas de señal que el ambiente puede acarrear.
- En el campo de la seguridad, existen algunos programas capaces de capturar paquetes, trabajando con su tarjeta Wi-Fi en modo promiscuo, de forma que puedan calcular la contraseña de la red y de esta forma acceder a ella. Las claves de tipo WEP son relativamente fáciles de conseguir con este sistema. La alianza Wi-Fi arregló estos problemas sacando el estándar WPA y posteriormente WPA2, basados en el grupo de trabajo 802.11i. Las redes protegidas con WPA2 se consideran robustas dado que proporcionan muy buena seguridad.
- Hay que señalar que esta tecnología no es compatible con otros tipos de conexiones sin cables como Bluetooth, GPRS, UMTS, etc.

6 www.info.telefonica.es. Las Telecomunicaciones y la Movilidad en la Sociedad de la Información. Servicios M2M de telemedida y telecontrol en redes móviles.

Figura 8. Red WiFi.



Fuente: www.monografias.com. Implementación de una red WiFi.

2.6.2 Tecnología Bluetooth.

La tecnología Bluetooth define un estándar de comunicaciones inalámbricas de corto alcance mediante señales de radiofrecuencia que permite la transmisión de datos y voz.⁷

Bluetooth, que ya prácticamente incorporan todos los teléfonos móviles, resulta igualmente ideal para la aplicación en la comunicación M2M, pero tiene el inconveniente de su poco alcance (lo que se hace a propósito para evitar interferencias con otros dispositivos y limitar el consumo de energía), que sólo permite alcanzar unos 10 metros.

7 Valenzuela, José L. Principios de comunicaciones móviles. Barcelona: UPC Ediciones, 2003. 43p.

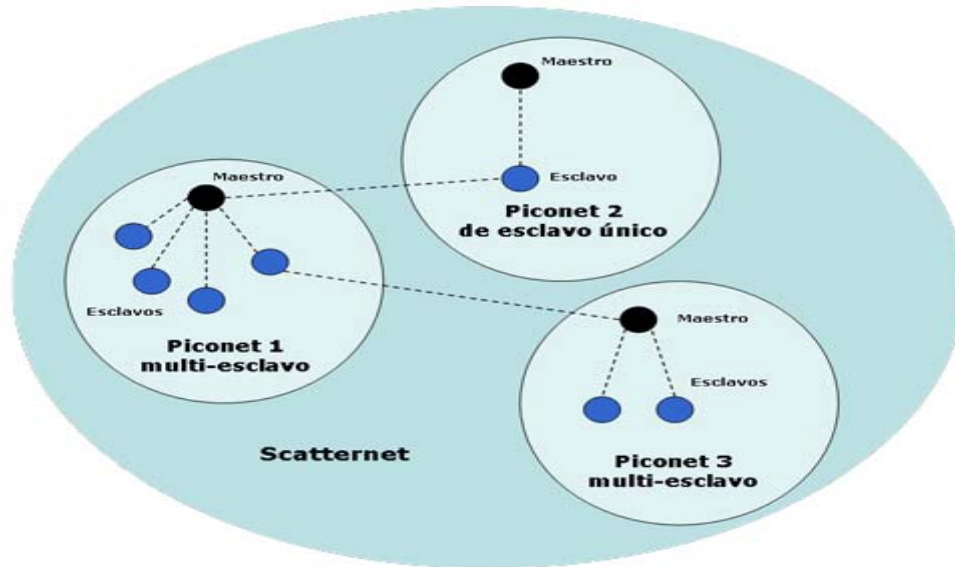
Por esta razón, sus aplicaciones son muy específicas: para conectar periféricos al ordenador, comunicación entre teléfonos móviles (envío de imágenes, por ejemplo) y sincronización de PC, PDA y móviles, o como mando a distancia, cascos inalámbricos, etc. La banda de frecuencias que emplea es la misma que Wi-Fi, la de 2,4 GHz, que no precisa licencia, y la tasa de transmisión de datos queda limitada a 1Mbit/s como máximo.

No obstante, y aunque ambas tecnologías parecen equivalentes desde un punto de vista funcional (en lo que a servicios M2M se refiere), Bluetooth presenta una serie de ventajas que lo identifican como la tecnología inalámbrica local más apropiada para implementar comunicaciones entre máquinas físicamente cercanas. Las principales ventajas de Bluetooth frente a WLAN son su reducido tamaño, su bajo consumo y su bajo costo. Por otro lado, la pila de protocolos es muy sencilla, pudiéndose establecer las comunicaciones sin necesidad de realizar la implementación de TCP/IP.

Finalmente, de cara a una posible interacción entre máquinas y usuarios, es más factible incorporar Bluetooth que WLAN a los dispositivos portátiles, como es el caso de los teléfonos y PDAs.

En la figura 9 se puede observar un esquema básico de Bluetooth.

Figura 9. Red Bluetooth.



Fuente: www.trucoswindows.net. Conexión Bluetooth.

A continuación se presentan dos escenarios donde puede verse la utilidad de las tecnologías inalámbricas en los servicios M2M.

- **Comunidades de máquinas (Bluetooth)**

Por lo general, toda máquina que desee establecer una comunicación remota estará equipada con un terminal y una tarjeta SIM que permita el acceso a la red móvil. Estos elementos suponen un costo a tener en cuenta.

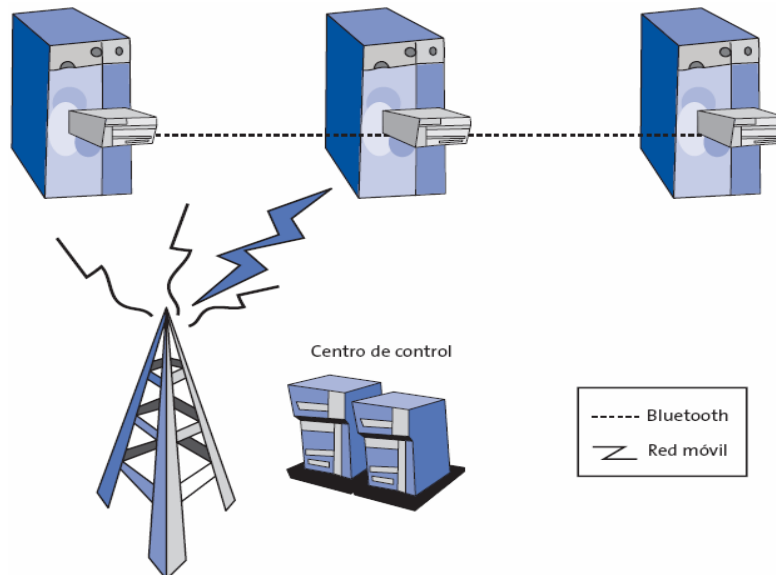
Una solución a este inconveniente consiste en formar una comunidad de máquinas que se comuniquen entre sí mediante Bluetooth. En esta comunidad, una de las máquinas (la máquina maestra), además de estar equipada con un dispositivo Bluetooth, incorporará un terminal de acceso a la red móvil. De esta forma, las máquinas restantes (las máquinas esclavas) encaminarán a través de la máquina maestra toda la información que deseen

intercambiar con el centro de control (Ver figuras 10 y 11).

Esta solución permite reducir el costo final, ya que sólo la máquina maestra incorpora un terminal móvil, que es considerablemente más caro que un dispositivo Bluetooth.

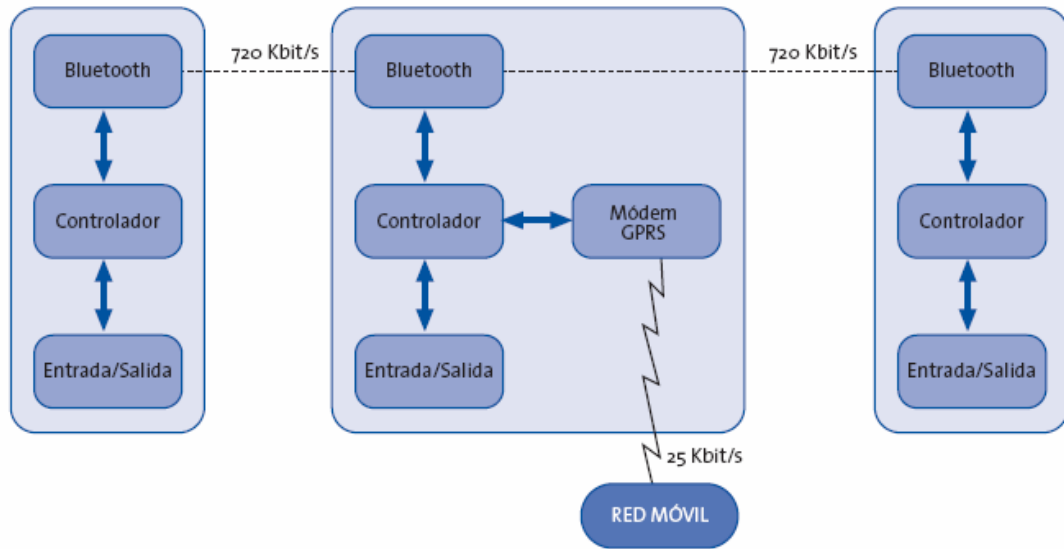
Por otro lado, cabe destacar que en ningún momento se sacrifica la cantidad de tráfico que se transmite a través de la red móvil, ya que el módulo maestro concentra el tráfico de las restantes máquinas, que de otra forma sería transmitido individualmente por cada una de ellas. En este sentido, una tecnología como Bluetooth proporciona un ancho de banda suficiente como para no formar un cuello de botella en la máquina maestra, que retransmite la información al centro de control a través de la red móvil, la cual proporciona anchos de banda inferiores a los de Bluetooth

Figura 10. Comunidad de máquinas conectadas mediante Bluetooth



Fuente: www.info.telefonica.es. Servicios M2M de telemedida y telecontrol en redes móviles.

Figura 11. Comunicación entre máquinas y con la red móvil



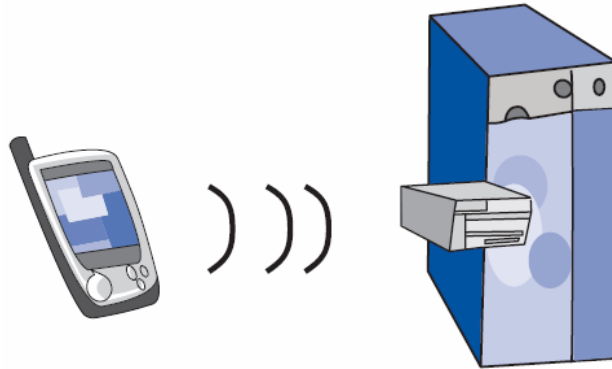
Fuente: www.info.telefonica.es. Servicios M2M de telemedida y telecontrol en redes móviles.

- **Comunicación local entre máquinas y usuarios.**

Otro escenario en el que las tecnologías inalámbricas locales representan un papel importante es aquel en el que los usuarios, equipados con terminales portátiles con Bluetooth (teléfonos, PDAs), requieran comunicarse localmente con las máquinas (Ver figura 12).

Esta posibilidad abre nuevas vías de comunicación hombre-máquina, ya que los terminales presentan cada día que pasa una mayor sofisticación y unas interfaces de usuario más amigables. En este sentido, el terminal puede convertirse en la interfaz de usuario remota de la máquina, ofreciendo distintas funcionalidades tales como la selección de productos, el diagnóstico de la máquina y la autenticación, o incluso la realización del pago por la compra de un producto.

Figura 12. Comunicación local entre máquinas y usuarios.



Fuente: www.info.telefonica.es. Servicios M2M de telemedida y telecontrol en redes móviles.

Todo lo anteriormente especificado lleva a la conclusión de que es posible que las tecnologías inalámbricas locales no sean el corazón de los servicios M2M, pero ofrecen un valor añadido que puede ayudar a su implantación, ya sea por la reducción de costos o por su facilidad de uso.

2.7 Tecnología Celular UMTS

El sistema Universal de Telecomunicaciones móviles (Universal Mobile Telecommunications System - UMTS) es una de las tecnologías usadas por los móviles de tercera generación (3G, también llamado W-CDMA), sucesora de GSM debido a que esta no podía seguir un camino evolutivo para llegar a brindar servicios considerados de Tercera Generación.

Aunque inicialmente esté pensada para su uso en teléfonos móviles, la red UMTS no está limitada a estos dispositivos, pudiendo ser utilizada por otros como en el caso de la comunicación entre máquinas M2M.

Sus tres grandes características son las capacidades multimedia, una velocidad de acceso a Internet elevada, la cual además le permite transmitir audio y video en

tiempo real; y una transmisión de voz con calidad equiparable a la de las redes fijas. Pero dispone de una variedad de servicios muy extensa

UMTS permite introducir muchos más usuarios a la red global del sistema, y además permite incrementar la velocidad a 2 Mbps por usuario móvil

UMTS ofrece los siguientes servicios:

- **Facilidad de uso y bajos costos:** UMTS proporciona servicios de uso fácil y adaptable para abordar las necesidades y preferencias de los usuarios, amplia gama de terminales para realizar un fácil acceso a los distintos servicios y bajo costo de los mismos para asegurar un mercado masivo como el roaming internacional o la capacidad de ofrecer diferentes formas de tarificación.
- **Nuevos y mejorados servicios:** Los servicios de voz mantendrán una posición dominante durante varios años. Los usuarios exigirán a UMTS servicios de voz de alta calidad junto con servicios de datos e información. Las proyecciones muestran una base de abonados de servicios multimedia en fuerte crecimiento hacia el año 2010, lo que posibilita también servicios multimedia de alta calidad en áreas carentes de estas posibilidades en la red fija, como zonas de difícil acceso. Un ejemplo de esto es la posibilidad de conectarse a Internet desde el terminal móvil o desde el ordenador conectado al mismo con UMTS.
- **Acceso rápido:** UMTS soporta altas velocidades de transmisión de datos de hasta 144 kbit/s sobre vehículos a gran velocidad, 384 kbit/s en espacios abiertos de extrarradios y 7.2 Mbit/s con baja movilidad (interior de edificios). Esta capacidad sumada al soporte inherente del protocolo de Internet (IP), se combinan poderosamente para prestar servicios multimedia interactivos y nuevas aplicaciones de banda ancha, tales como servicios de video

telefonía y video conferencia y transmisión de audio y video en tiempo real.
Factibles para ser utilizados en la comunicación entre maquinas M2M.

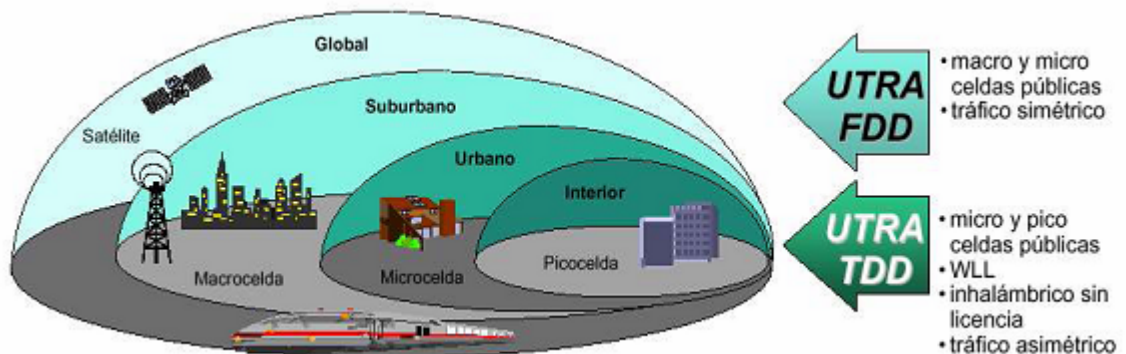
La estructura de redes UMTS esta compuesta por dos grandes subredes: la red de telecomunicaciones y la red de gestión. La primera es la encargada de sustentar la transmisión de información entre los extremos de una conexión. La segunda tiene como misiones la provisión de medios para la facturación y tarificación de los abonados, el registro y definición de los perfiles de servicio, la gestión y seguridad en el manejo de sus datos, así como la operación de los elementos de la red, con el fin de asegurar el correcto funcionamiento de ésta, la detección y resolución de averías o anomalías, o también la recuperación del funcionamiento tras periodos de apagado o desconexión de algunos de sus elementos. Dentro de este apartado vamos a analizar sólo la primera de las dos subredes, esto es, la de telecomunicaciones.⁸

UMTS usa una comunicación terrestre basada en una interfaz de radio W-CDMA, conocida como UMTS Terrestrial Radio Access (UTRA). Soporta división de tiempo dúplex (TDD) y división de frecuencia duplex (FDD). Ambos modelos ofrecen radios de información de hasta 2 Mbps.

En la figura 13 que ilustra la tecnología UMTS, FDD representa el servicio público con movilidad total a 144.384 Kbps y TDD el servicio público con movilidad local hasta 2 Mbps.

⁸ www.es.wikipedia.org. Palabra clave: UMTS

Figura 13. Arquitectura UMTS



Fuente: www.monografias.com. Telefonía Celular.

UMTS usa una comunicación terrestre basada en una interfaz de radio W-CDMA, conocida como UMTS Terrestrial Radio Access (UTRA). Soporta división de tiempo dúplex (TDD) y división de frecuencia duplex (FDD). Ambos modelos ofrecen radios de información de hasta 2 Mbps.

Una red UMTS se compone de los siguientes elementos:

- **Núcleo de red (Core Network).** El núcleo de red incorpora funciones de transporte y de inteligencia. Las primeras soportan el transporte de la información de tráfico y señalización, incluida la conmutación. El encaminamiento reside en las funciones de inteligencia, que comprenden prestaciones como la lógica y el control de ciertos servicios ofrecidos a través de una serie de interfaces bien definidas; también incluyen la gestión de la movilidad. A través del núcleo de red, el UMTS se conecta con otras redes de telecomunicaciones, de forma que resulte posible la comunicación no sólo entre usuarios móviles UMTS, sino también con los que se encuentran conectados a otras redes.
- **Red de acceso radio (UTRAN).** Desarrollada para obtener altas velocidades de transmisión. La red de acceso radio proporciona la conexión

entre los terminales móviles y el Core Network. En UMTS recibe el nombre de UTRAN (Acceso Universal Radioeléctrico Terrestre) y se compone de una serie de subsistemas de redes de radio (RNS) que son el modo de comunicación de la red UMTS. Un RNS es responsable de los recursos y de la transmisión / recepción en un conjunto de celdas compuesto de un RNC y uno o varios nodos B. Los nodos B son los elementos de la red que se corresponden con las estaciones base. El Controlador de la red de radio (RNC) es responsable de todo el control de los recursos lógicos de una BTS (Estación Base Transmisora).

- **UE (User Equipment).** Se compone del terminal móvil y su módulo de identidad de servicios de usuario/suscriptor (USIM) equivalente a la tarjeta SIM del teléfono móvil.

2.8 Tecnología UWB

Otra de las tecnologías aplicables a la vida útil de la comunicaciones entre maquinas M2M es la Ultra-wideband (también UWB,) utilizada para referirse a cualquier tecnología de radio que usa un ancho de banda mayor de 500 MHz.

UWB difiere sustancialmente de las estrechas frecuencias de banda de radio (RF) y tecnologías “spread spectrum” (SS), como el Bluetooth y el 802.11. UWB usa un gran ancho de banda del espectro de RF para transmitir información. Por lo tanto, UWB es capaz de transmitir más información en menos tiempo que las tecnologías anteriormente citadas.

Mientras que Bluetooth, WiFi, teléfonos inalámbricos y demás dispositivos de radiofrecuencia están limitadas a frecuencias sin licencia en los 900 MHz, 2.4 GHz y 5.1 GHz, UWB hace uso de un espectro de frecuencia recientemente legalizado. UWB puede usar frecuencias que van desde 3.1 GHz hasta 10.6 GHz: una banda

de más de 7 GHz de anchura. Cada canal de radio tiene una anchura de más de 500 MHz, dependiendo de su frecuencia central.

La principal ventaja de UWB es que conduce a una resolución temporal extremadamente fina, lo que resulta de utilidad en aplicaciones en las que se necesita determinar (con precisiones de centímetros o menos) la posición del transmisor/receptor. Además, el empleo de una frecuencia de portadora muy baja permite la modulación directa (sin frecuencia intermedia) y una buena penetración en muchos materiales.⁹

Otras ventajas de UWB son: bajo consumo (como emisor de ondas de radio), bajo costo y alta productividad, lo que marca esta tecnología como el futuro de las WPAN. Además, UWB permite reutilización de espectros, por ejemplo: se puede tener una serie de dispositivos en casa, comunicándose con el ordenador a través de un canal, y a la vez, en otra habitación, otra serie de dispositivos en el mismo canal comunicándose igualmente. WPAN basadas en UWB pueden hacer uso del mismo canal sin interferencias, debido a los rangos tan cortos que permite UWB.

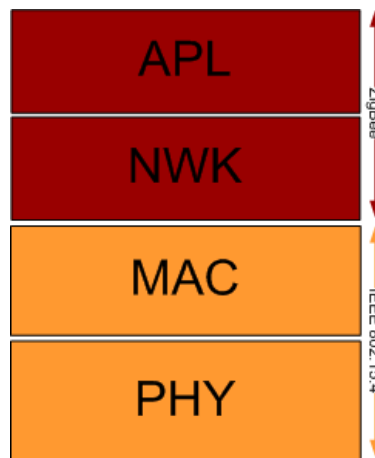
2.9 Tecnología ZigBee

ZigBee es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radios digitales de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (wireless personal area network, WPAN). Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías. De seguro una apta aplicación para M2M.

9 FIGUEIRAS, Aníbal R. Una panorámica de las telecomunicaciones. Madrid: Pentice. Hall, 2002. 360p.

El estándar IEEE 802.15.4 que define el hardware y el software, se describe en los términos de conexión de redes, como la capa físicas (PHY), y la capa de control de acceso al medio (MAC). La alianza ZigBee, conjunto de empresas promotoras del estándar, ha añadido las especificaciones de las capas red (NWK) y aplicación (APL) para completar lo que se llama la pila o stack ZigBee¹⁰ (Ver figura 14).

Figura 14. Capas de ZigBee.



Fuente: LOBILLO, Ramón. Sistema de localización mediante tecnología ZigBee: aplicaciones a domótica.

En principio, el ámbito donde se prevé que esta tecnología cobre más fuerza es en domótica. Dentro de sus ventajas se encuentran:

- Su bajo consumo
- Su topología de red en malla

¹⁰ LOBILLO, Ramón. Artículo científico. Sistema de localización mediante tecnología ZigBee: aplicaciones a domótica. 1p.

Su fácil integración (se pueden fabricar nodos con muy poca electrónica). Los protocolos ZigBee están definidos para su uso en aplicaciones embebidas con requerimientos muy bajos de transmisión de datos y consumo energético. Se pretende su uso en aplicaciones de propósito general con características auto organizativas y bajo costo (redes en malla, en concreto). Puede utilizarse para realizar control industrial, albergar sensores empotrados, recolectar datos médicos, ejercer labores de detección de humo o intrusos o domótica. La red en su conjunto utilizará una cantidad muy pequeña de energía de forma que cada dispositivo individual pueda tener una autonomía de hasta 5 años antes de necesitar un recambio en su sistema de alimentación.

2.10 Tecnología RFID

RFID (siglas de Radio Frequency Identification, en español identificación por radiofrecuencia). Es una tecnología que se emplea para la completa identificación de objetos de cualquier tipo que permite una rápida captura de datos de manera automática mediante radio frecuencia. Se emplea en áreas donde las prestaciones de otras tecnologías de identificación no son suficientes¹¹.

RFID almacena y recupera datos remotos por medio de unos dispositivos denominados etiquetas, transpondedores o tags RFID, similares a una pegatina, que pueden ser adheridas o incorporadas a un producto, animal o persona. Contienen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID.

11 SALVADOR, Miquel P. Distribución comercial. 5 ed. Madrid: Esic, 2006. Pág. 332.

Las etiquetas pasivas no necesitan alimentación eléctrica interna, mientras que las activas sí lo requieren. Una de las ventajas del uso de radiofrecuencia (en lugar, por ejemplo, de infrarrojos) es que no se requiere visión directa entre emisor y receptor.

Las tecnologías RFID se agrupan dentro de las denominadas Auto ID (automatic identification, o identificación automática).

3. APLICACIONES DE LOS SERVICIOS M2M

3.1 Caracterización de las aplicaciones M2M

Aunque el campo de aplicación de las soluciones M2M es muy variado, generalmente presentan una serie de componentes básicos comunes en la comunicación entre un centro de control y las máquinas remotas. Algunos de estos componentes básicos son:

3.1.1 La recolección de datos.

Los datos que se recogen a través de sensores, son enviados y almacenados en el centro de control o en los sistemas de gestión de las empresas. Este concepto puede emplearse en el desarrollo de sistemas de seguridad para monitoreo y atención de lugares.

En la figura 15 se ilustra un sistema de recolección de datos

Figura 15. Sistema SCADA para recolección de datos.



Fuente: SINAUT. Telecontrol, notificación a distancia, tele mantenimiento.

http://www.automation.siemens.com/net/html_78/produkte/060_produkte.htm

3.1.2 El control remoto.

Se basa en la realización de una serie de operaciones sobre la máquina remota, como por ejemplo, cuando se abre la puerta de un recinto por medio de control remoto u otro medio inalámbrico (Ver figura 16).

Figura 16. Control remoto



Fuente: www.guardmagic.com. Acerca de M2M.

3.1.3 La configuración remota.

Consiste en el cambio de la programación o de los modos de funcionamiento de las máquinas controladas. Esto es de gran ayuda para el desarrollo de procesos industriales en las empresas (Ver figura 17).

Figura 17. Configuración remota.



Fuente: www.guardmagic.com. Acerca de M2M.

3.1.4 La supervisión remota.

La supervisión es necesaria en los sistemas con capacidad para detectar situaciones de alarma. En estos casos, la información que se transmite suele ser crítica. Como por ejemplo, la alarma generada por un sistema de control de tráfico en un accidente (Ver figura 18).

Figura 18. Supervisión remota.



Fuente: www.guardmagic.com. Acerca de M2M.

3.1.5 La presentación de datos.

Los datos pueden ser visualizados a través de diversos dispositivos, como, por ejemplo, paneles luminosos en las autopistas, paneles publicitarios, etc. (Ver figura 19).

Figura 19. Presentación de datos.



Fuente: www.guardmagic.com. Acerca de M2M.

Analizando los componentes descritos en la sección anterior, resulta evidente que el primer factor común a todos ellos es la necesidad de conectar las máquinas, y para ello es necesario saber qué tipo de interfaces presentan.

Por lo general, todas las aplicaciones pueden cubrirse proporcionando conectividad a través de líneas serie, y de entradas y salidas digitales y analógicas.

Otro factor a destacar es que las comunicaciones deben ser remotas e inalámbricas, por lo que se requiere un buen nivel de seguridad, un costo ajustado al valor de los datos y una alta fiabilidad.

Una vez que se asume que un servicio M2M debe proporcionar conectividad entre máquinas de forma inalámbrica, es importante entender que para conseguir un rápido despliegue de estos servicios, su implantación debe ser lo más transparente posible. En la mayor parte de los casos, el control y monitorización de las máquinas debe poder realizarse desde una oficina o un puesto de control y que sea con las mismas herramientas que se vengán utilizando habitualmente. Esto permitirá una mayor aceptación por parte de los usuarios.

	Recolección de datos	Control remoto	Configuración remota	Supervisión remota	Presentación de datos
Vending			✓	✓	
Procesos de fabricación industrial	✓	✓	✓	✓	
Lectura de contadores	✓				
Medicina	✓		✓	✓	
Automoción				✓	
Control de acceso			✓	✓	
Control y supervisión del tráfico	✓	✓	✓	✓	✓
Medio ambiente	✓				✓
Gestión de flotas	✓				✓

Tabla 1 Componentes aplicables a los escenarios M2M.

3.2 “Off Line” GPS.

El Seguimiento de combustible y sistema de monitoreo GPS."Off-Line", es un servicio de seguimiento de vehículos GPS, que registra las pistas de los mismos, la ubicación, las paradas, el kilometraje, la velocidad, el tiempo de inactividad, viaje tiempo real el consumo de combustible (abastecimiento y drenaje). Esto le da un mejor control de sus vehículos y conductores a la empresa interesada.

Dentro de sus ventajas tiene:

- La mejora en la eficiencia, la facturación y la rentabilidad.
- Ofrece una alta precisión de medición de nivel de combustible en el tanque, y le da información detallada acerca de su depósito y drenaje.
- Permite conocer la información real sobre el consumo de combustible.

- Evitar el drenaje innecesario de combustible y el fraude en el consumo del mismo.

La figura muestra un esquema de representación del proceso de monitoreo de vehículos en forma remota.

Figura 20. Sistema Off Line



Fuente: Fuente: www.btintegration.com. Servicios M2M

3.3 “On Line” GPS-GSM.

El Seguimiento de vehículos y gestión de flotas es un servicio de vigilancia por satélite. El GPS de seguimiento de vehículos, hace el control en tiempo real del movimiento, transporte y ubicación del mismo sobre la red GSM; además recoge la información sobre la distancia de su movimiento y el consumo de combustible.

Entre sus ventajas se tiene:

- Los sistemas de vigilancia remota permiten en tiempo real definir un sitio de transporte.

- Brinda información acerca de los parámetros de movimiento del vehículo para llevar a cabo el control del mismo.
- Controla cada paso del conductor.
- Monitorea el consumo de combustible.

La figura 20 muestra un mecanismo a través del cual se puede llevar a cabo el control del combustible de un vehículo.

Figura 21. Sistema On line.



Fuente: www.btintegration.com. Servicios M2M

3.4 Monitoreo Remoto.

Para el caso de tanques de almacenamiento de combustibles, es posible, por medio de sensores electrónicos de nivel, proporcionar a distancia y en tiempo real, el control y vigilancia de los mismos. Sistema en modo completamente automático de alta precisión para recopilar y almacenar información sobre el nivel de combustible.

Esto permitirá:

- Tener la última información real sobre el nivel de combustible en los

tanques.

- Analizar el tanque teniendo en cuenta la "Historia del combustible".
- Conocer el tiempo y el valor real de la carga de combustible.
- Prevenir el fraude y la fuga de combustible.

En la figura 22 se observa unos tanques de combustible controlados por monitoreo remoto.

Figura 22. Monitoreo Remoto



Fuente: www.btintegration.com. Servicios M2M

3.5 Vending.

El vending es el sector por excelencia de los servicios M2M. Las máquinas expendedoras de productos reúnen una serie de características que las hacen idóneas para ser controladas remotamente. En ellas, la reposición de productos y monedas puede optimizarse conociendo en tiempo real las existencias. También puede conocerse la recaudación, así como el estado de la máquina en lo que a funcionamiento se refiere (averías).

Por ejemplo: la máquina de refrescos puede decirle a su proveedor que se ha

quedado sin existencias, que necesita mantenimiento o que tiene una avería, de forma que éste pueda programar sus visitas.

La figura 23 expone una situación en la cual una maquina expendedora es capaz de informar a su proveedor cuando debe ser reabastecida por medio de tecnología M2M.

Figura 23. Monitoreo de maquinas expendedoras.



Fuente: www.ramonmillan.blogspot.com. Explosión de las aplicaciones M2M

3.6 Procesos de fabricación industrial.

En estos procesos existe un gran número de máquinas y robots que suelen estar controlados por autómatas. Dadas las condiciones de estos entornos (temperatura, ruidos, etc.), resulta interesante poder reprogramar las máquinas de forma remota, ya sea actuando directamente sobre ellas o sobre los autómatas que las controlan.

Algunas de estas aplicaciones son las siguientes:

- Monitorización y control remoto de procesos industriales tales como: presión en tuberías, líquidos hidráulicos, combustibles, etc.

- Actuación remota sobre servomecanismos, apertura de válvulas de alivio, sistemas refrigerantes, etc.
- Sistemas de notificación, seguridad y alarmas, que permitan la consecuente gestión de flota de mantenimiento y la resolución de averías/incidencias de acuerdo a la localización geográfica.

Las ventajas y características de este tipo de aplicaciones son:

- Aplicaciones tradicionales basadas en microcontroladores con conexión "wireless".
- Combinación de aplicaciones de servidor para la explotación total del sistema con aplicaciones de cliente en dispositivo móvil con microcontroladores.
- Posibilidad de utilizar SMS o GPRS para transmisión de datos.
- Posibilidad de alarmas y control desde el teléfono o la PDA, así como la gestión global de sistemas distribuidos con módem GPRS.
- Posibilidad de gestión mediante wireless-LAN o Bluetooth.

Como se ilustra en la figura 24, es posible emplear M2M para llevar la secuencia de desarrollo en los procesos industriales.

Figura 24. Planta de producción robotizada



Fuente: <http://ticat.org/treballs/twt/sanchez-automatizacion-a.pdf>

3.7 Lectura de contadores.

Las empresas distribuidoras disponen de personal que se desplaza hasta cada contador para efectuar la lectura e introducir los datos correspondientes en los sistemas de las empresas. La introducción de los servicios M2M permitiría la lectura de contadores de agua, luz, gas, parquímetros o consumo de fotocopiadoras, transmitiendo automáticamente la información a la central, para una lectura inmediata, cómoda y rápida de los contadores liberando a los empleados de tener que ir a tomar la lectura y acudir a la central a descargar los datos que haya ido recogiendo a lo largo del día.

Por medio de este sistema es posible también ofrecer a sus clientes servicios de valor añadido relacionados con el consumo y con el hecho de disponer de la información en tiempo real.

Para un ejemplo mucho mas conciso de esta aplicación, ver el caso de estudio descrito en el capitulo cuatro del presente documento.

Figura 25. Lectura de contadores



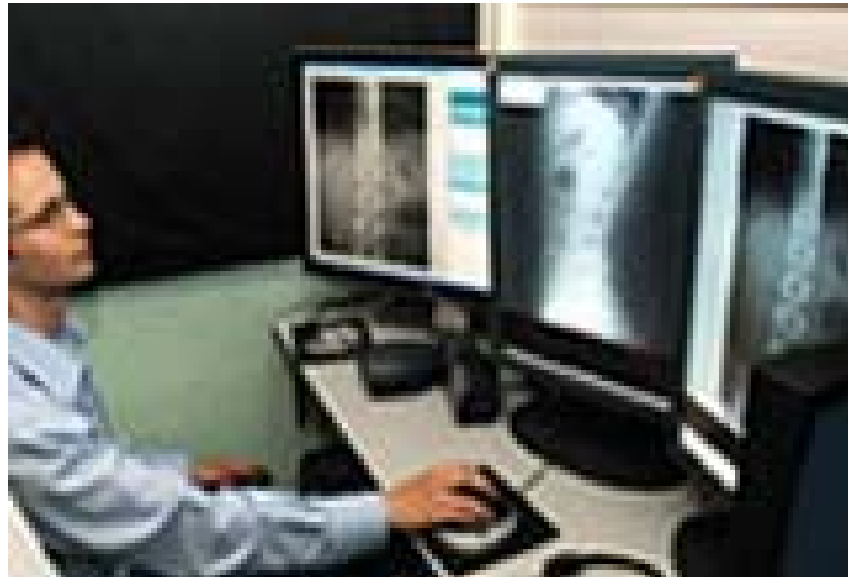
Fuente: Fotografías.

3.8 Telemedicina.

En el ámbito de los tratamientos domiciliarios, los servicios M2M permiten la transferencia de la información recogida por diversos dispositivos médicos, sin que sea necesario enviar manualmente dicha información a los hospitales.

Un paciente puede llevar conectado a su cuerpo un medidor del ritmo cardiaco, de la tensión arterial o de la glucosa, de modo que, ante cualquier anomalía envía los datos al hospital para ser supervisados por un médico. Así, se podría prestar atención inmediata a los pacientes, evitarles desplazamientos inútiles y, sobre todo, darles la tranquilidad de que en todo momento están siendo monitorizados, ahorrando tiempo y costos. También los vehículos de urgencias pueden aprovechar los servicios M2M, disponiendo de conectividad con los hospitales.

Figura 26. El Centro de Telemedicina de la Universidad Nacional de Colombia.



Fuente: <http://www.telemedicina.unal.edu.co/proyectos.php>

3.9 Automoción.

Aprovechando los sistemas de control electrónico con los que se equipan los vehículos en la actualidad, los servicios M2M permiten realizar diagnósticos remotos sin necesidad de desplazar el vehículo al taller, mejorando, por tanto, su mantenimiento. También pueden implementarse sistemas de alarmas activados remotamente desde un teléfono móvil, para poder enviar información de situaciones anómalas en tiempo real a un centro de control o configurarse el control antirrobo vía SMS.

Un ejemplo de esta aplicación es representado mediante la figura 27.

Figura 27. Automoción.



Fuente: www.guardmagic.com. Acerca de M2M.

3.10 Control de acceso.

Los servicios M2M permiten automatizar el control de acceso a edificios, recintos, apartamentos, hoteles, peajes, etc. (ver figura 28), proporcionando no sólo un canal de comunicación con los centros de control, sino también la posibilidad de llevar a cabo la identificación de los usuarios basándose en medios proporcionados por la red móvil, mejorando así la seguridad en el hogar y otros recintos y permitiendo la implementación de sistemas como: envío vía SMS de alarmas de humo o intrusión, control remoto de dispositivos de su casa o empresa y control antirrobo vía SMS (ruptura de ventanas, puertas, llantas, encendido) etc.

Figura 28. Control de acceso.



Fuente: www.guardmagic.com. Acerca de M2M.

3.11 Control y supervisión del tráfico.

En este sector existen multitud de dispositivos (paneles informativos, semáforos, contadores de aforo de vehículos, sensores meteorológicos, etc.) que pueden aprovecharse de los servicios M2M, bien sea para establecer la comunicación con los centros de control de tráfico, en las autopistas, para monitorear el flujo de vehículos; los gaseoductos, los trenes, etc. o bien como redes de respaldo a las existentes basadas en fibra.

Esta aplicación se ilustra en la figura 29

Figura 29. Control y supervisión de tráfico.



Fuente: www.guardmagic.com. Acerca de M2M.

3.12 Medio ambiente.

Generalmente, las estaciones medioambientales (de meteorología, de contaminación, de ruido, etc.), así como los medidores de nivel de agua en presas y pantanos, están emplazados en lugares con escasas posibilidades de comunicación. Los servicios M2M permiten establecer una red de comunicación móvil sobre la que poder transferir toda la información necesaria.

La figura 30. Muestra la posibilidad de recibir información ambiental de lugares lejanos a través de M2M.

Figura 30. Medio ambiente



Fuente: www.guardmagic.com. Acerca de M2M.

3.13 Gestión de flotas.

Si bien la gestión de flotas tradicionalmente se ha basado en la localización a través de GPS, los servicios M2M, al estar basados en la red móvil, proporcionan un medio de localización que, aunque menos preciso, puede resultar suficiente para ciertas aplicaciones. Además, se cuenta con la posibilidad de transferir información sobre rutas, avisos, etc. (Ver figura)

Figura 31. Gestión de flotas



Fuente: www.guardmagic.com. Acerca de M2M.

3.14 Descargas Móviles.

Una de las aplicaciones con mayor uso que se ha venido desarrollando e innovando con el pasar de los años es el servicio de descargas móviles, este servicio es utilizado por personas de todo tipo de edad con sus aplicaciones ligadas a la descarga de logos, melodías, juegos, o votaciones, mediante SMS (ver figura 32).

En estos casos, el usuario introduce el código y el número de teléfono y se limita a enviar el SMS. A partir de ese momento, toda la comunicación transcurre entre máquinas, que se encargan de realizar el proceso de descarga e instalación de manera totalmente automatizada, sin que se haya llegado a pronunciar una sola palabra. De tipo similar es la recarga de saldo en tarjetas prepago.

Figura 32. Descargas móviles.



Fuente: www.guardmagic.com. Acerca de M2M.

3.15 Telecontrol.

La importancia de esta aplicación radica en el hecho de que muchas instalaciones están ubicadas en sitios remotos y desatendidos, pero requieren transmitir la medida de su estado para el control eficaz de los recursos. En estas situaciones, la comunicación M2M resulta sumamente eficaz, y si se hace a través de un módulo GSM/GPRS integrado en el equipo de medida, la comunicación puede ser permanente, pagando sólo por la cantidad de datos transferidos, que suele ser muy baja.

Algunas aplicaciones que se dan en el mercado comercial son:

3.15.1 Equipos de telecontrol SINAUT.

SINAUT Telecontrol (Siemens Network Automation) está basado en SIMATIC. Complementa este sistema con el hardware y el software correspondientes y permite así la conexión en red de los autómatas y sistemas de supervisión individuales a través de WAN (Wide Area Network).

Bajo el término genérico WAN, el sistema SINAUT ofrece soluciones para la transmisión de datos a través de redes clásicas de transmisión, como línea dedicada de cobre, red telefónica, sistemas inalámbricos, etc. pero también a través de modernas WAN basadas en IP, como sistemas de banda ancha o Internet.

SINAUT es el sistema de telecontrol basado en el PLC SIMATIC S7 200, que cuenta con dos sistemas independientes entre si:

- **SINAUT ST7.**

Sistema de telecontrol versátil basado en SIMATIC S7-300, SIMATIC S7-400 y WinCC/PCS 7 para la vigilancia y el control automáticos de estaciones remotas de proceso que intercambian datos a través de los más diversos medios WAN entre sí y con una o varias estaciones centrales de control.

Figura 33. SINAUT ST7



Tomado de: SINAUT. Telecontrol, notificación a distancia, tele mantenimiento.
http://www.automation.siemens.com/net/html_78/produkte/060_produkte.htm

El sistema de telecontrol SINAUT ST7 es ideal para todas aquellas aplicaciones en las que estaciones remotas de proceso deben comunicarse con una o varias estaciones centrales a través de diferentes medios de transmisión.

SINAUT ST7 se basa en los sistemas SIMATIC S7-300 y S7-400 así como en WinCC/PCS 7. Para la comunicación a través de WAN complementa estos sistemas con los componentes de hardware y software necesarios. Versatilidad y modularidad, tanto en la configuración de las estaciones de proceso como a la hora de seleccionar y combinar las redes y medios de transmisión disponibles, son algunas de las ventajas decisivas de este sistema de telecontrol.

Además de lo anterior cabe resaltar que el sistema ST7 cuenta con

- Transmisión de datos controlada por eventos incl. etiqueta de fecha/hora.
- Amplias medidas contra la falsificación y pérdida de datos.
- Memorización local de datos.
- Programación y diagnóstico remotos.

Funcionalidad de interfaz hombre-máquina integrada por WinCC/PCS 7 u OPC

SINAUT ST7 permite implementar un concepto de comunicación homogéneo (TIA) y la completa integración en el entorno de SIMATIC. El diseño modular y la compatibilidad con los más diversos medios de transmisión, estructuras de red y modos de operación, incluido Ethernet, proporcionan unas topologías de red muy flexibles que también pueden contener acoplamientos redundantes.

Las redes pueden adaptarse de forma óptima a las condiciones locales específicas utilizando todos los medios de transferencia (por ejemplo, líneas dedicadas, radio, redes telefónicas, telefonía móvil).

Con ayuda del software de configuración SINAUT ST7 y de STEP 7, la configuración de la red, por muy compleja que ésta sea, y de sus ampliaciones resulta de lo más fácil y económico.

Es posible el intercambio de datos con equipos del sistema predecesor, SINAUT ST1 (basado en SIMATIC S5).

❖ **Redes de transmisión.**

En la selección de la red de transmisión, SINAUT ST7 muestra su enorme versatilidad. En el ámbito de las WAN clásicas, se encuentran:

- Líneas dedicadas (privadas o alquiladas)
- Redes privadas de radio (opcionalmente con procedimiento time-slot)
- Red telefónica analógica
- Red telefónica RDSI
- Red de telefonía móvil (GSM)

Excepto para las redes inalámbricas, SINAUT ST7 ofrece los módems adecuados para todas las WAN clásicas.

Salvo por medio de estas redes clásicas, es posible la comunicación SINAUT también por WAN basada en IP:

- Mediante comunicación inalámbrica, utilizando equipos inalámbricos especialmente optimizados para Ethernet, como p. ej. SCALANCE W.
- Mediante cables de fibra óptica, por ejemplo, utilizando los switches SCALANCE X con puertos ópticos; así se pueden superar distancias de hasta 70 km, o junto con sistemas de transmisión como PCM30 u OTN.
- A través de redes públicas e Internet vía ADSL y/o GPRS.

Todas las redes se pueden combinar en un proyecto SINAUT. Se pueden realizar topologías en estrella, en línea y por nodos, así como configuraciones mixtas de estas estructuras básicas. Para la transmisión redundante de datos se puede acoplar una estación con dos vías de transmisión, que pueden ser del mismo tipo o de tipos distintos, p. ej. Línea dedicada combinada con red telefónica o RDSI con ADSL.

Componentes del hardware.

- Módulo de comunicación TIM: es la pieza central de cualquier instalación SINAUT ST7, que dirige el tráfico de datos vía WAN.
- Módems y componentes de telefonía móvil: en diversos modelos para aplicación en entornos industriales, también fuera del sistema SINAUT ST7.
- Accesorios divididos en componentes para líneas dedicadas, componentes de radiocomunicación y cables.

Componentes del software

La gama de componentes de software está dividida en:

A. Software estándar para SINAUT ST7 compuesto de paquetes individuales

- Software de configuración y diagnóstico SINAUT ST7 para la programadora
- Librería SINAUT TD7; contiene bloques para la CPU S7

B. Software para la central de control en las variantes:

- SINAUT ST7cc como módulo complementario para WinCC y PCS 7
- SINAUT ST7sc para integrar software para centros (estaciones) de supervisión de otros fabricantes con funcionalidad de cliente OPC

- **SINAUT MICRO**

Sencillo sistema de telecontrol para vigilar y controlar instalaciones descentralizadas mediante comunicación por telefonía móvil (GPRS) sobre la base de SIMATIC S7-200 y WinCC flexible o WinCC.

Figura 34. Sinaut MICRO



Fuente: SINAUT. Telecontrol, notificación a distancia, tele mantenimiento.
http://www.automation.siemens.com/net/html_78/produkte/060_produkte.htm

SINAUT MICRO es de utilidad allí donde se precisa transmitir cantidades pequeñas de datos para vigilar y controlar estaciones remotas, y eso por vía inalámbrica a través del servicio GPRS de la red de telefonía móvil GSM.

- Sencillez y flexibilidad: las estaciones fijas o móviles se pueden conectar a una central de supervisión sin problemas y sin necesidad de know-how especializado en sistemas inalámbricos.
- Conexión permanente: la conexión GPRS está permanentemente online y se comporta de forma similar a una línea dedicada. Los datos se pueden transmitir inmediatamente y se puede detectar inmediatamente la caída de una estación.
- Bajos costos operativos: aunque esté permanentemente conectado, el tiempo de conexión online ya no desempeña prácticamente ningún papel para el cálculo de costos. Las tarifas basadas en el volumen aplicadas cada vez con mayor frecuencia en GPRS limitan los costos al volumen de datos realmente transmitido.

El sistema SINAUT® MICRO está basado en SIMATIC S7-200 así como en WinCC y WinCC Flexible. Para la tele transmisión de datos vía GPRS se ofrece el siguiente hardware y software:

Componentes hardware

- Módem MD-720-3
módem para comunicación vía GPRS y GSM
- Antena ANT794-4MR

Componentes del software

Paquete de software SINAUT MICRO SC con niveles de licencia para la integración de 8, 64 o 256 estaciones remotas con S7-200. El paquete de software comprende:

- Librería para la CPU SIMATIC S7-200 Contiene bloques para el autómata S7-200 con los cuales se puede configurar cómodamente el envío y la recepción de los datos.
- Software OPC-Server para la central de supervisión en PC Para el intercambio de datos con un cliente OPC, p. ej. WinCC o WinCC flexible, o con cualquier otro software moderno para sistemas de supervisión que admita el estándar OPC reconocido internacionalmente.
- Administrador de conexiones para la central de supervisión en PC; para establecer una conexión segura vía GPRS con el módem MD720-3, para vigilar estas conexiones y para encaminar los datos en la comunicación directa entre S7-200 y S7-200

En caso de más de 256 estaciones se pueden agrupar varios servidores OPC bajo un cliente OPC

3.15.2 Equipos de telecontrol INVENTIA

Dispositivo de telemetría con PLCMT incrustado-101

MT-101 es un dispositivo industrial, incluidas en una sola caja de un PLC con puerto base lógica y las interfaces analógicas, una comunicación en serie y un módem GSM que operan en modo SMS y modo GPRS. El MT-101 se adapta perfectamente a las necesidades industriales de telecontrol incluyendo la telemetría, control remoto del PLC y los sistemas industriales de control remoto a

través de comunicación GSM.

Figura 35. PLC INVENTIA



Fuente: www.automatys.com. AUTOMATYS. MT-101. Telemetry device with embedded PLC.

Características del dispositivo:

- El MT-101 incluye 8 entradas opto aisladas lógicas 8 I / O conmutable como entrada o salida (máximo 16 entradas lógicas). Todas las entradas de lógica tienen la capacidad para ser utilizados como contadores y cuasi-entradas analógicas (convertidor de frecuencia). Dos optoaisladas 4-20mA.
- Cuenta con entradas analógicas con dos límites de alto, dos límites bajos, uno de histéresis, un nivel de filtrado, puede ser parametrizado. Además, dos botones permiten un ajuste manual de otro nivel de alerta adaptable para cada 4-20mA en las entradas analógicas.
- Posee una interfaz serie que se puede configurar con el software para operar en modo RS-232, RS-485 y RS-422, lo que permite la comunicación digital con dispositivos externos.
- Está plenamente integrada con protocolo MODBUS RTU que permite una rápida instalación de la cooperación con las interfaces externas y los

transformadores.

- El módem GSM integrado opera en los modos de SMS y GPRS. Los mensajes SMS son dinámicos y parametrizables. Gestiona consultas remotas por SMS. Además, la mayoría de los parámetros pueden ser modificados de forma remota a través de SMS.
- En el modo GPRS, el MT-101 está diseñado para funcionar en una APN privada GPRS, sin conexión a Internet, librando a la red de los ataques o la piratería y los problemas de saturación.
- En el modo GPRS, un controlador de OPC está disponible para la cooperación SCADA estándar, permitiendo utilizar el MT-101 en un modo "transparente", que permite la comunicación remota con dispositivos no MODBUS.
- Todas estas características hace que MT-101 un dispositivo flexible y optimo para el control remoto industrial y aplicaciones de telemetría, sin limitación de distancia.

3.15.3 Equipos de telecontrol TELIT

Telit es una compañía internacional, perteneciente a Dai Telecom S.P.A. con sede en Trieste, Italia, con una experiencia de 20 años en el diseño y fabricación de dispositivos para comunicaciones inalámbricas. Además de la división dedicada al desarrollo de terminales para telefonía móvil, Telit dispone de una división dedicada al desarrollo y fabricación de módulos GSM/GPRS/GPS específicos para aplicaciones industriales.

Los productos de Telit proporcionan, de esta forma, soluciones optimizadas a un costo reducido, en aplicaciones de telemetría, localización, seguridad, gestión y control, y monitorización. Telit dispone de tres familias distintas de productos,

enfocada cada una de ellas a un determinado nivel de integración y volumen de proyecto.

Las características comunes a las tres familias son:

- Compatibilidad pin a pin dentro de cada familia.
- Tiempo de vida de producto de carácter industrial.
- Máxima fiabilidad del mercado.
- Máxima facilidad de integración.
- Rango industrial de temperatura.

- **Familia EZ-10**

La familia EZ-10 está compuesta por terminales completos, proporcionando una solución de uso directo en aplicaciones M2M. Está enfocada a proyectos de bajo nivel de integración y alto valor añadido. El EZ-10 está disponible en tres versiones: EZ-10 GPRS (Dual Band GPRS Clase 8), EZ-10 PCS (Tri Band GPRS Clase 10) y EZ-10 PYTHON (Tri Band GPRS Clase 10 Programable). El EZ-10 presenta una conexión directa RS-232, conector de tarjeta SIM integrado, un conector de antena SMA y un rango de alimentación entre 9V y 24V. Opcionalmente se distribuye con antena y fuente de alimentación. Las aplicaciones más usuales son máquinas vending, telemetría y monitorización médica.

Figura 36. Modulo EZ 10.



Fuente. www.arrowiberia.com. Módulos GSM/GPRS para aplicaciones M2M.

- **Familia GM862**

La familia GM862 presenta soluciones de bajo costo y bajo consumo con un alto nivel de integración y alta resistencia mecánica. Son productos totalmente homologados, que incorporan el conector de tarjeta SIM y una gran facilidad de implementación. El GM862 está disponible en cuatro versiones: GM862-GSM (Dual Band GSM), GM862-GPRS (Dual Band GPRS Clase 8), GM862-PCS (Tri Band GPRS Clase 10) y GM862-PY (Tri Band GPRS Clase 10 Programable). Pronto estará disponible una versión Quad Band. Las aplicaciones más usuales son el control de flotas, monitorización remota de procesos, máquinas vending, seguridad y tele servicios (punto de venta, sistemas de pago).

Figura 37. Modulo GM862.



Fuente. www.arrowiberia.com. Módulos GSM/GPRS para aplicaciones M2M.

- **Familia Trizium**

La familia Trizium está indicada para aplicaciones con el máximo nivel de integración y optimización de costos. Son dispositivos BGA de fácil montaje, sin conectores, que permiten su implementación en aplicaciones de gran volumen. El módulo Trizium está disponible en versión Tri Band GPRS clase 10 programable. Las aplicaciones más usuales son control de flotas, settop- box, lectura de contadores, dispositivos punto de venta, dispositivos de seguridad personal, PDAs y equipos de telefonía.

Figura 38. Modulo Trizium



Fuente. www.arrowiberia.com. Módulos GSM/GPRS para aplicaciones M2M.

4. ESTUDIO DEL CASO: TELEMETRÍA Y TELECONTROL EN LA MEDIDA CENTRALIZADA.

4.1 Medida Centralizada.

La medida centralizada es un sistema de gestión centralizada de energía que integra tecnología de la medida, telecomunicaciones e información.

Como se menciona anteriormente en las aplicaciones relacionadas con el telecontrol; se hace necesaria la implementación de la tecnología M2M ya que muchas instalaciones están ubicadas en sitios remotos y desatendidos, pero que requerían transmitir la medida de su estado para el control eficaz de los recursos. Esta tecnología tendrá como base el uso de módems celulares GPRS, ofreciendo diversos métodos para la comunicación de datos.

Cabe anotar que un módem celular es un equipo que sirve para modular y demodular (en amplitud, frecuencia, fase u otro sistema) una señal llamada portadora mediante otra señal de entrada llamada moduladora. Se han usado desde los años 60 o antes del siglo XX, debido a que la transmisión directa de las señales electrónicas inteligibles, a largas distancias, no es eficiente. Por ejemplo, para transmitir señales de audio por el aire, se requerirían antenas de gran tamaño (del orden de cientos de metros) para su correcta recepción.

Para su funcionamiento, el modulador emite una señal denominada portadora, que, generalmente, se trata de una simple señal eléctrica sinusoidal de mucha mayor frecuencia que la señal moduladora. La señal moduladora constituye la información que se prepara para una transmisión (un módem prepara la

información para ser transmitida, pero no realiza la transmisión). La moduladora modifica alguna característica de la portadora (que es la acción de modular), de manera que se obtiene una señal, que incluye la información de la moduladora. Así el demodulador puede recuperar la señal moduladora original, quitando la portadora.

Es necesario saber que este proyecto se ha implementado con el fin de recuperar perdidas energéticas que se vienen dando en los equipos de medida antiguo electromecánicos y los no tan modernos electrónicos, así como también recuperar perdidas energéticas por fraudes que se vienen dando en las edificaciones antiguas de Cartagena.

En la medida centralizada el cambio en los equipos de medidas, electromecánicos y electrónicos se da por módulos de 100 y 5 amperios instalados dentro de cajas esclavas y macro medidoras que se conectan a la red eléctrica. Cada caja esclava lleva en su interior un máximo de 12 módulos de 100 amperios del cual se pueden derivar conexiones, para medidas monofásicas, bifásicas o trifásicas, una fuente que es la encargada de proveer energía a la tarjeta microprocesadora ya que la energía que proviene de las redes de baja tensión es muy alta, una bandeja con conexiones RJ-11 en la cual se pueden conectar los módulos para el envío de datos a la tarjeta y el cableado correspondiente, dependiendo de la cantidad de corriente que esta exigiendo el usuario.

De otro lado la caja Macro Medidora es el cerebro de todo, es la encargada de llevar las telecomunicaciones y en algunos casos de llevar consumos eléctricos y conexiones más complejas cuando se requieren medidas que superan el rango de corriente de los módulos de 100 amperios. Esta caja lleva en su interior módulos de 5 amperios, una fuente, la tarjeta microprocesadora, el cableado correspondiente y los mas importante un modem de radio frecuencia y un PLC de

comunicaciones con los que se realiza el envío y recepción de datos y ordenes por parte de la central. Más adelante se podrá explicar con más detenimiento el proceso de cada uno de ellos.

Las conexiones en las cajas Macro son muy variadas, pero es muy probable que en su interior estén alojadas conexiones sencillamente increíbles. Es muy común encontrar módulos de 5 amperios, cuando se desea realizar macromediciones que superan el rango de corriente de los módulos más comerciales y cuando se supera el grosor del cableado que debe ir dentro de estas cajas. Para este tipo de casos en particular se utilizan TCs o transformadores de corriente con rangos que van de 400/5 y 1200/5. Así de una manera fácil se le puede suministrar al cliente la cantidad de corriente que necesite sin necesidad de dañar los equipos de medida y sin temor a tener pérdidas energéticas.

En la medida centralizada el usuario a través de un display, puede conocer su lectura y calcular su consumo en cualquier instante del día.

4.2 Estudio del caso.

4.2.1 Antecedentes.

Electricaribe-Electrocosta con sede en Cartagena, es una empresa que ha llevado la energía a industrias y hogares a través de sus centrales energéticas.

Con el pasar de los años, las redes eléctricas para la distribución de energía en hogares y en edificaciones, se han visto permeadas por su antigüedad y por el mal uso que le dan los usuarios del sistema (fraudes).

Electricaribe-Electrocosta para distribuir la energía de media y baja tensión a estratos residenciales cuenta con redes trenadas, chilenas y algunas ya bastante obsoletas redes abiertas, así también cuenta con equipos de medida (medidores mecánicos) con los cuales se puede trabajar en un rango de corriente que oscila entre los 5 y los 25 amperios y electrónicos con los cuales se puede trabajar en un rango de corriente un poco menor, que oscila entre los 5 y los 15 amperios.

4.2.2 Planteamiento del problema.

Después de años de estar implementado el sistema de redes para llevar el suministro eléctrico a cada uno de los hogares, se vienen presentando además de perdidas por distintas razones, impedimentos sociales con los que hoy cuenta la parte operativa al momento de hacer la toma de lecturas y corte de servicio en los medidores por falta de pago.

Para cada sistema, Electricaribe-Electrocosta disponía de una red de baja tensión, distribuida en 110 V AC, 220 V AC y en algunos casos conexiones trifásicas, conexión por medio de un conductor de cobre que varia según sea el tipo de conexión requerida, monofásica, bifásica o trifásica. Y un medidor que consecuente con el tipo de conexión requerida se dispondrá de medidores monofásicos, bifásicos y trifásicos.

4.2.3 Justificación.

¿Qué habría sucedido sino se le da solución a los problemas planteados?

Hasta hace un tiempo el sistema fue bastante confiable pero con el pasar del mismo se fue permeando, dando lugar a fraudes y por ende perdidas energéticas

que hoy en día tendrían a Electricaribe-Electrocosta sumida en una crisis financiera. Así igual hubiesen acontecido sucesos muy lamentables en la parte social, puesto que hoy en día la toma de datos y el corte de energía por parte de los operarios de la empresa es tomado como un acto bélico en contra de la sociedad y en algunos casos, se ha prestado para riñas y muertes.

Aparte a esto, pensando en una futura inversión los antiguos equipos instalados no proveían una información veraz y de confianza dando paso a los malos reportes energéticos y comprometiendo finalmente la calidad de los productos instalados durante años.

4.2.4 Planteamiento de la solución.

He aquí donde se plantea el uso de la tecnología M2M machine to machine, pero antes se plantea en general el nombre del proyecto “medida centralizada”.

Medida centralizada, como se menciono anteriormente es un sistema de gestión centralizada de energía que integra tecnología de la medida, telecomunicaciones e información.

La solución a implementar debe:

- Ser de fácil instalación.
- Contar con tecnologías que se presten para una rápida recuperación de la inversión.
- Contar con una alta tasa de velocidad en cuanto a la transmisión de datos, equiparable con la red de datos que se debe implementar.

- Ser confiable en cuanto al envío y recepción de datos.
- Utilizar del mismo tipo de redes chilenas y trenzadas.
- Implementar el cambio de los medidores antiguos mecánicos y electrónicos por módulos de corriente que varían en una escala de 5 a 15 amperios, incrustadas en cajas esclavas y macromedidoras.
- Implementar módems celulares GPRS para el envío y recepción de órdenes y datos desde la central.
- Implementar antenas en los lugares de difícil acceso donde la señal celular no tiene alcance, para darle una mayor potencia a la señal.
- Tener un sistema que contara con conectividad para adquirir datos a nivel de Windows.

Se desmontara el sistema antiguo de medida que contempla los medidores mecánicos y electrónicos y se implementara el sistema por medio de cajas de medida centralizada capaces de albergar hasta doce módulos de corriente, lo que da por entendido que si son servicios monofásicos se podrá dar energía a doce clientes, si son bifásicos se le dará servicio a 6 clientes y por ultimo si son trifásicos se le dará servicios a 4 usuarios. Cabe anotar que con este sistema se ahorra espacio en las subestaciones donde se encuentran empotrados los equipos de medida.

Con respecto a las conexiones eléctricas: desde el transformador se hace la conexión por medio de un conductor de cobre teniendo en cuenta el rango de corriente que se manejara hasta llegar a un barraje empotrada en la parte inferior del gabinete donde se fijaran las cajas, de aquí se conecta otro conductor de cobre, esta vez directo a la parte inferior del modulo de corriente.

Con respecto a las conexiones lógicas y envío de datos: de la parte trasera de los módulos se genera una conexión RJ-11 que llegara hasta una tarjeta de memoria donde se almacenaran los datos de cada consumo de corriente en kw/h. Esta tarjeta cuenta con un PLC de telecomunicaciones que se encargara posteriormente de comunicarse con un modem celular GPRS por medio de una interfaz RS-232.

Ya almacenados los datos. Desde una central ubicada en la sede de Electricaribe-Electrocosta en Chambacu (Cartagena) se realizan las llamadas correspondientes al modem para que envíe los datos recolectados. En esta central se reciben los datos y se comienza un periodo de facturación.

4.2.5 Resultados.

Como se puede evidenciar, la medida centralizada es una aplicación de M2M y los resultados ya saltan a la vista desde 2007, año en que se comenzó a implementar este proceso en la ciudad de Cartagena. Se ha visto una gran recuperación de la medida energética puesto que los equipos antiguos mecánicos y electrónicos presentaban fugas energéticas mientras que los actuales módulos de corrientes solo permiten el paso de los pulsos y se ha evidenciado un alto porcentaje de recuperación energética en las facturas generadas lo cual ha sido fuente de problemas entre los usuarios del servicio y Electricaribe-Electrocosta.

A causa de estos problemas se ven inmediatamente la otra parte de los resultados puesto que no se hace necesario el envío de operarios para la recolección de datos y eventualmente para la suspensión del servicio por falta de pago ya que se puede hacer de una manera remota y sin la eventualidad de que se presenten roces sociales.

CONCLUSIONES

La tecnología M2M “Machine to Machine” ofrece grandes beneficios en las industrias y compañías tales como: mayor eficiencia en sus operaciones, reducción de los, costos de servicio, mejor gestión de la relación con los clientes, incremento de los ingresos, reducción de las interfases manuales y personal de control e inspección, aceleración de los procesos, entre muchas otras.

Los servicios de redes inalámbricas locales (BlueTooth, WI-FI, UMTS, entre otros) resultan un complemento fundamental a la red móvil en entornos en los que existan grupos de máquinas o equipos próximos entre sí, permitiendo un ahorro en los costos de implantación y explotación y facilitando que el sistema M2M brinde soluciones accesibles de distinto tipo.

El sistema móvil celular combinado con la aplicación de la conmutación de paquetes (introducida con GPRS y UMTS) resulta ideal para su aplicación en la comunicación M2M, sobre todo si las máquinas necesitan intercambiar información a ráfagas, esporádicamente y mucha cantidad.

Es evidente que la tecnología GSM maneja la transmisión de datos y desde su creación tuvo sentido su aplicación en el entorno de las máquinas. Los desarrollos al posicionar sistemas globales (GPS) han puesto a las compañías de transporte a la vanguardia, al ser capaces de rastrear exactamente la ubicación de los vehículos en algún tiempo y lugar determinado. Este sistema a demás de posicionar y controlar, permite en tiempo real llevar a cabo la supervisión remota de una línea de carga, de un accidente automovilístico, del ingreso autorizado de un grupo de individuos, controlar los diferentes electrodomésticos en un hogar, etc. Sin lugar a dudas la tecnología GSM dentro de las aplicaciones M2M fue un gran acierto.

Con la implantación de M2M en el desarrollo del proyecto de medida centralizada, se mejoró la forma de trabajo en Electricaribe-Electrocosta al disponer en forma inmediata y optima de los datos de los consumos en cualquier momento del día o del mes, lo que no es posible con la ayuda de la parte técnica puesto que se generarían sobre costos a largo plazo, a demás al disponer de la información en forma organizada y centralizada permitirá que las áreas responsables de los mantenimientos preventivos de los equipos eléctricos, la calibración de protecciones y de la planificación (ingeniería), puedan acceder a la información en línea de los datos tanto operativos como históricos y lograr una mayor eficiencia en la gestión de la distribución.

Uno de los grandes aciertos gestionados por la utilización de M2M en la medida centralizada, además del envío y recepción de datos lo cual descarta la parte técnica humana al momento de la toma de lecturas, fue la recepción de alarmas en caso de que un usuario quiera realizar una conexión fraudulenta en su equipo de medida ya que al momento de abrir alguna de las cajas, la programación de esta fue diseñada para enviar una señal de alarma y generar una suspensión del servicio a cada uno de los usuarios dentro del sistema.

BIBLIOGRAFIA

TANENBAUM, Andrew S. Redes de computadoras. 3 ed. México D.F.: Pearson, 1997. 35 p. ISBN 968-880-958.

MORENO, Mónica. Comunicaciones móviles. Barcelona.: Ediciones Universidad Politécnica de Cataluña, 2002. 196 p. ISBN 84-8301-715-6.

LEÓN, Mario. Diccionario de informática, telecomunicaciones y ciencias afines: inglés-español. Madrid.: Díaz de santos, 2004. 329p. ISBN 84-7978-626-4.

ESPAÑA, Maria C. Servicios avanzados de telecomunicación. Madrid.: Díaz de santos, 2003. 153-156 p. ISBN 84-7978-607-8.

SALVADOR, Miquel P. Distribución comercial. 5 ed. Madrid: Esic, 2006. 332p. ISBN 84-7356-442-1.

VALENZUELA, José L. Principios de comunicaciones móviles. Barcelona.: UPC Ediciones, 2003. 43p. ISBN 84-8301-715-6

FIGUEIRAS, Aníbal R. Una panorámica de las telecomunicaciones. Madrid.: Pentice. Hall, 2002. Pág 134. 360p

LOBILLO, Ramón. Artículo científico. Sistema de localización mediante tecnología ZigBee: aplicaciones a domótica. 1p.

TELEFONICA.ES. Las Telecomunicaciones y la Movilidad en la Sociedad de la Información. Servicios M2M de telemedida y telecontrol en redes móviles. http://info.telefonica.es/sociedaddelainformacion/pdf/publicaciones/movilidad/capitulo_21.pdf

ENCICLOPEDIA VIRTUAL WIKIPEDIA.

<http://es.wikipedia.org>

BFI OPTILAS. M2M: La revolución de las maquinas.

http://new.wireless.bfiopilas.es/objects/155_25_735502866/M2M.pdf

SINAUT. Telecontrol, notificación a distancia, tele mantenimiento.

http://www.automation.siemens.com/net/html_78/produkte/060_produkte.htm

AUTOMATYS. MT-101. Telemetry device with embedded PLC.

http://www.automatys.com/en/index.php?option=com_content&view=article&id=44:MT-101&catid=33:Inventia%20products&Itemid=56

ARROWIBERIA. Módulos GSM/GPRS para aplicaciones M2M.

http://www.arrowiberia.com/arrow/arrowd/ad36/pag_2.pdf

INZA, Julián. USSD (Unstructured Supplementary Services Data). 2006.

<http://inza.wordpress.com/2006/09/12/ussd-unstructured-supplementary-services-data/>

GUARDMAGIC. Acerca de M2M.

<http://www.guardmagic.com/03-spain/0spa-gps-m2m/spa-m2mhome.htm>

TECNOLOGIA HECHA PALABRA. Glosario Técnico. GPS.

http://www.tecnologiahechapalabra.com/tecnologia/glosario_tecnico/articulo.asp?i=786

TECNOPROJECT. Seguridad Electrónica e Informática.

<http://www.tecnoprojectlda.com/QUEESGPS.htm>